UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERIAS

CARRERA DE MECANICA

Tesis previa a la obtención del Título de: Ingeniero Mecánico

"ELABORACION E IMPLEMENTACIÓN DE LAS GUÍAS DE PRÀCTICAS PARA LOS LABORATORIOS DE MECANICA DE FLUIDOS, MAQUINAS TERMICAS, MAQUINAS HIDRÁULICAS, TERMODINÁMICA, TRANSFERENCIA DE CALOR, AUTOMATISMOS, METROLOGIA, FUNDICION, TRATAMIENTOS TERMICOS, Y CNC."

AUTORA:
Verónica Gabriela Venegas Riera

DIRECTOR:
Ing. Wilson Calle

Cuenca - Ecuador
2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente proyecto fue desarrollado por la señorita Verónica Gabriela Venegas Riera, bajo mi supervisión.

_____

Ing. Wilson Calle

DIRECTOR DEL PROYECTO

Los conceptos desarrollados, videos y análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de la autora.

Cuenca, Abril de 2012

_____

Verónica Gabriela Venegas Riera

Dedicatoria

El presente proyecto representa todo un logro al esfuerzo realizado por mi persona y todos aquellos que me supieron apoyar durante este trayecto, dedico esta labor a mis padres: Fernando y Rodmery por su esfuerzo, paciencia, confianza y fe, a mi hijo Alejandro, por quien es posible decir "lo hice" y vale la pena despertar cada día, a mis hermanos Fernando y Josué por cada risa y cada abrazo dado a tiempo. A mis amigas: Carla y Diana, a mis amigos: Marcelo, Fabián y Diego por cada palabra y gesto de apoyo.

Verónica Gabriela Venegas Riera

Agradecimiento

A todas aquellas personas que supieron darme una palabra, un abrazo o simplemente su presencia. A mis docentes y amigos, y a mi Director de Tesis por su paciencia y confianza.

Un agradecimiento muy especial a mi Mamá, quien con su gran apoyo y su ánimo me alentó no solo a culminar la carrera sino a ser quien soy, ¡¡Gracias Madre Mía!!

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PAG.

INDICE DE TABLAS…..…….…….…….XII
INDICE DE FIGURAS…...…….……...……XIII
RESUMEN…….…….……...…..XXI

INTRODUCCION…….…….……...……XXII

CAPITULO I: Descripción micro curricular de las materias con opción al empleo de laboratorio.

1.1 MECANICA DE FLUIDOS……..1
1.1.1 Presión Hidrostática……..1
1.1.2 Estabilidad y flotabilidad……..2
1.1.3 Viscosidad……7
1.1.4 Expansión del gas perfecto……...9
1.1.4.1 Proceso Isotérmico……9
1.1.4.2 Proceso Adiabático……10
1.1.5 Ecuación de la Bernoulli……10
1.1.6 Número de Reynolds……..13
1.1.7 Perdidas de carga……15
1.1.8 Vertederos y Compuertas……...16
1.1.8.1 Vertederos crestados……...16
1.1.8.2 Vertederos de Bordes Anchos…….17
1.1.8.3 Vertedero Crump……19
1.1.8.4 Compuerta……...22
1.1.8.5 Canal Venturi……..27
1.2 MÁQUINAS TÉRMICAS……28
1.2.1 Calderos……..28
1.2.2 Aire Acondicionado……31
1.2.2.1 Cartas Psicométricas……..32
1.2.2.2 Enfriamiento por deshumidificación…….……35
1.2.2.3 Humidificación……...36
1.2.3 Refrigeración por Compresión de Vapor……37
1.2.4 Compresores Centrífugos……38
1.3 TRANSFERENCIA DE CALOR……...41
1.3.1 Conducción……41

1.3.2 Convección……..45
1.3.3 Intercambiadores de calor……...46
1.3.3.1 Intercambiadores de calor de doble tubo……...……47
1.3.3.2 Intercambiadores de calor compactos. ……..……48
1.3.3.3 Intercambiadores de calor de carcasa y tubos. ……..……49
1.4 MÁQUINAS HIDRÁULICAS……..51
1.4.1 Bombas Centrifugas……51
1.4.2 Turbinas de Reacción……..57
1.4.3 Turbinas de Acción (Pelton) ……..59
1.5 TERMODINAMICA……59
1.5.1 Presión de Saturación……..59
1.6 AUTOMATISMOS…….62
1.6.1 Neumática……...62
1.6.2 Electrohidráulica…….68
1.6.3 Electroneumática…….71
1.7 METROLOGIA……...73
1.7.1 Presión y Manómetros Patrón…….73
1.7.1.1 Presión Absoluta……73
1.7.1.2 Presión Atmosférica……73
1.7.1.3 Presión Manométrica……...73
1.7.1.4 Manómetros…….74
1.7.2 Pie de Rey y Micrómetros……...74
1.7.2.1 Pie de Rey……74
1.7.2.2 Micrómetro……...79
1.7.3 Instrumentos de Comparación……81
1.7.3.1 Reloj Comparador……..……81
1.7.3.2 Comparadores de Palanca……...82
1.7.3.3 Proyector de Perfiles……...85
1.7.4 Instrumentos de Verificación……..87
1.7.4.1 Mármoles…….87
1.7.4.2 Escuadras…….87
1.7.4.3 Calibres Pasa - No Pasa……...88
1.7.4.4 Alexómetro……..88
1.7.4.5 Galgas de paso de rosca……..89
1.7.4.6 Galgas de espesores……90
1.7.4.7 Bloques Patrón……91

1.7.5 Rugosidad……...92
1.7.6 Temperatura……95
1.8 FUNDICIÓN……99
1.8.1 Arenas para Moldeo……99
1.8.1.1 Arenas para Machos……..……102
1.8.1.2 Probetas……102
1.8.2 Ensayos……103
1.8.2.1 Determinación de la Humedad……..103
1.8.2.2 Determinación de la Permeabilidad…….....104
1.8.2.3 Ensayo de Compresión……..……105
1.8.3 Noyos……105
1.8.4 Moldeo en Arena……...107
1.8.5 Moldeo en Molde Permanente……..109
1.8.6 Moldeo a la Cera Perdida…….110
1.9 TRATAMIENTOS TERMICOS……..111
1.9.1 Microconstituyentes……..111
1.9.2 Temple……..113
1.9.3 Revenido……...116
1.9.4 Cementación……..118
1.10 CONTROL NUMERICO COMPUTARIZADO……120
1.9.5 Centro de torneado CNC……...120
1.9.6 Centro de mecanizado CNC……..121
1.9.7 Set up de la máquina…….……123
1.9.8 Selección de herramientas según el material……...……..…124
1.9.9 Parámetros de programación……126
1.9.10 Lenguaje de programación y Programas……...126

CAPITULO II: Descripción del estado actual de Máquinas, Equipos y Dispositivos.

2.1 Codificación de maquinas equipos y dispositivos…….…...130
2.2 Operación general del software de Armfield…….…..134
2.3 Distribución de equipos……144
2.3.1 Mecánica de Fluidos……...…...145
2.3.1.1 C15-10 Túnel de viento subsónico…….……145
2.3.1.2 C4-MkII Canal Multiusos……158
2.3.1.3 FM41 Unidad de demostración de Ventilador Axial…….171
2.3.1.4 Banco para viscosidad……...177

2.3.1.5 Banco Hidrodinámico……..180
2.3.1.6 Equipo de altura metacéntrica……....184
2.3.1.7 Equipo para Presión Hidrostática……..187
2.3.2 Máquinas Térmicas……192
2.3.2.1 FM42 Unidad de demostración de Compresor Centrífugo……192
2.3.2.2 RA1 Sistema de Refrigeración por Compresión de Vapor……196
2.3.2.3 RA2 Unidad de Aire Acondicionado……203
2.3.2.4 Caldera Elecon 7.5 – 10 HP……..210
2.3.3 Transferencia de calor……225
2.3.3.1 HT10 XC Unidad de Transferencia de Calor……225
2.3.3.2 HT11 Transferencia de calor Lineal……..233
2.3.3.3 HT12 Transferencia de calor Radial……..242
2.3.3.4 HT30XC Unidad de Servicio de Intercambiadores de Calor……248
2.3.3.5 HT31 Intercambiador de Calor Tubular……254
2.3.3.6 HT32 Intercambiador de Calor de Placas……..258
2.3.3.7 HT33 Intercambiador de Calor de Carcasa y Tubos……262
2.3.3.8 HT34 Intercambiador de Calor de Camisa y Agitador……..267
2.3.3.9 HT36 Intercambiador de Calor Extendido……273
2.3.4 Máquinas Hidráulicas……..278
2.3.4.1 FM52 Unidad de demostración de Bomba de Engranes……278
2.3.4.2 FM53 Unidad de demostración de Bomba de Pistón……283
2.3.4.3 FM6X Unidad de servicio de Turbina……...289
2.3.4.4 FM61 Turbina de Reacción……...293
2.3.4.5 FM62 Turbina Pelton……296
2.3.4.6 Banco de pruebas para bombas centrífugas……...299
2.3.5 Termodinámica……..306
2.3.5.1 TH3 Presión de Saturación…….....306
2.3.5.2 TH5 Procesos de Expansión de Gas Perfecto……316
2.3.6 Automatismos……326
2.3.6.1 Bancos de Neumática……...326
2.3.6.2 Bancos de Electrohidráulica……344
2.3.6.3 Bancos de Electroneumática……364
2.3.7 Metrología……378
2.3.7.1 Probador de Peso Muerto……378
2.3.7.2 Calibrador Pie de Rey……..382

2.3.7.3 Micrómetro……..…….387
2.3.7.4 Reloj comparador……...……392
2.3.7.5 Proyector de Perfiles Mitutoyo PJ-250C……396
2.3.7.6 Mármoles de verificación……401
2.3.7.7 Escuadras……404
2.3.7.8 Calibres Pasa – No Pasa……..406
2.3.7.9 Alexómetro…….……409
2.3.7.10 Verificador de concentricidad…….……..413
2.3.7.11 Galgas de paso de rosca…….……...416
2.3.7.12 Galgas de espesores……...……417
2.3.7.13 Bloques Patrón……...……...419
2.3.7.14 Rugosímetro SURFEST 301……..……422
2.3.7.15 Termómetro HH23……..……..425
2.3.7.16 Calibrador digital/Termómetro CL 27……...……428
2.3.7.17 Minímetros……...……432
2.3.8 Fundición……...……436
2.3.8.1 Dispositivo de Humedad (Speedy) …….……..436
2.3.8.2 Dispositivo de Compresión……440
2.3.8.3 Formador de probetas…….443
2.3.8.4 Permeámetro……..…446
2.3.8.5 Coquilla de acero……449
2.3.9 Tratamientos Térmicos……..453
2.3.9.1 Hornos de procesos por Lotes N7/H –N61/H……453
2.3.10 CNC…….……..461
2.3.10.1 Centro de Torneado LEADWELL T6……...…461
2.3.10.2 Centro de Mecanizado LEADWELL V-20i…….……502

CAPITULO III: Estructura y Elaboración de Guías de Práctica de Laboratorio.

3.1 Metodología de le educación……..543
3.2 Estructura de las guías de prácticas…….553
3.3 Guías de Prácticas…….……..557
3.3.1 Mecánica de Fluidos I……539
3.3.2 Mecánica de Fluidos II……...624
3.3.3 Máquinas Térmicas I……..643
3.3.4 Máquinas Térmicas II……675
3.3.5 Transferencia de Calor……...683

3.3.6 Máquinas Hidráulicas……766
3.3.7 Termodinámica I……810
3.3.8 Termodinámica II……...848
3.3.9 Automatismos……874
3.3.10 Metrología……..889
3.3.11 Fundición……959
3.3.12 Tratamientos Térmicos……1003
3.3.13 CNC……..1044

CAPITULO IV: Ejecución - Validación de las prácticas planteadas y Propuestas de Mejoras.

4.1 Ejecución de las prácticas……1076
4.2 Formato de validación de guía de práctica……....1076
4.2.1 Estructura Básica…….....1077
4.2.2 Logros de aprendizaje…….....1077
4.2.3 Estrategia metodológica…….....1077
4.2.4 Materiales Educativos…….....1077
4.2.5 Evaluación de los conocimientos…….....1078
4.3 Validación de las Guías de Prácticas…….....1081
4.4 Resultados de las prácticas pilotos…….....1081
4.5 Propuestas de mejoras para la implementación
de las guías de prácticas elaboradas……..1081

- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……1257
- BIBLIOGRAFIA…….……....1263
- ANEXOS…….....1268

ÍNDICE DE TABLAS

PAG.

Tabla 1.1 Coeficientes de conductividad térmica de algunos materiales……..……...44

Tabla 1.2 Calidades de los bloques patrón para diferentes usos. ……....91

Tabla 1.3 Rugosidad según su aplicación ……..……..…95

Tabla 1.4 Composición, rango de temperaturas, diámetro de alambres apropiados y Fuerza……..……..……..…….....99

Tabla 1.5 Características de algunos tratamientos térmicos. ……..…115

Tabla 2.1 Letras de identificación de las secciones dentro del laboratorio…….....……130

Tabla 2.2 Numerología del Código de Identificación de Equipos y Dispositivos……...……...……..131

Tabla 2.3 Códigos de Equipos en la Sección FL, MT, MH, TC. ……...132

Tabla 2.4 Códigos de los dispositivos en la sección de automatismos……...……133

Tabla 2.5 Códigos de los equipos en la sección de Metrología……..……..…..…133

Tabla 2.6 Códigos de los equipos en la sección de Fundición, Tratamientos Térmicos y CNC…….……..……134

Tabla 2.7 Medidas del flotador……...……185

Tabla 2.8 Dimensiones del dispositivo…….....……188

Tabla 2.9 Características del Caldero ELECON 7.5 – 10 BHP……..……211

Tabla 2.10 Calidades de los bloques patrón para diferentes usos…….……..…422

Tabla 2.11 Códigos de programación……456

Tabla 4.1 Escala, equivalencia y puntaje de validación de guías de prácticas…….....1076

Tabla 4.2 Puntaje de Validación...……...1076

ÍNDICE DE FIGURAS

PAG.

Fig. 1.1 F_F= W (en el equilibrio)…….3

Fig. 1.2 Equilibrio estable……..4

Fig. 1.3 Equilibrio inestable…….....4

Fig. 1.4 Flotabilidad…….....5

Fig. 1.5 Metacentro……6

Fig. 1.6 Cuerpo descentrado……..……6

Fig. 1.7 Diagrama P-V de un proceso isotérmico ideal…….....10

Fig. 1.8 Ejemplo de la aplicación del Teorema de Bernoulli……...12

Fig. 1.9 Tipos de flujo……14

Fig. 1.10 Nomenclatura de vertedero……17

Fig. 1.11 Nomenclatura de vertedero…….18

Fig. 1.12 Nomenclatura de vertedero…….20

Fig. 1.13 Nomenclatura de vertedero…….21

Fig. 1.14 Nomenclatura de vertedero…….……23

Fig. 1.15 Nomenclatura de vertedero…….24

Fig. 1.16 Nomenclatura de vertedero…….25

Fig. 1.17 Nomenclatura de vertedero…….……26

Fig. 1.18 Nomenclatura de vertedero…….……28

Fig. 1.19 Caldera Pirotubular Horizontal …….……30

Fig. 1.20 Caldera aquatubular…….……31

Fig. 1.21 Carta psicométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa……...33

Fig. 1.22 Líneas de las variables en una carta psicométrica. ……35

Fig. 1.23 Sistema de Refrigeración por compresión de vapor……...38

Fig. 1.24 Compresor centrifugo de dos etapas……...40

Fig. 1.25 Convenio de signos para la transmisión de calor por conducción ……..……...41

Fig. 1.26 Conducción de Calor a través de una pared plana compuesta…….…...42

Fig. 1.27 Clasificación de la Convección Forzada ……46

Fig. 1.28 Configuración Flujo paralelo…..…….47

Fig. 1.29 Configuración Flujo cruzado…….....48

Fig. 1.30 Configuración Flujo paralelo ……....49

Fig. 1.31 Configuración Flujo cruzado……...……..49

Fig. 1.32 Partes de un intercambiador de Calor de coraza y tubos ……..….50

Fig. 1.33 Operación en Flujo paralelo…..…….…….50

Fig. 1.34 Operación en flujo cruzado…….....50
Fig. 1.35 Partes de una Bomba Centrífuga…….....51
Fig. 1.36 Curvas Reales de una Bomba centrífuga……53
Fig. 1.37 Altura neta disponible……..……...……...55
Fig. 1.38 Gráfica de NPSHr en función del caudal Q……..……..56
Fig. 1.39 Selección de la instalación que pasa por el punto A……..57
Fig. 1.40 Turbina de Reacción……..58
Fig. 1.41 Turbina Pelton..……..59
Fig. 1.42 Diagrama P-T con los puntos de su curva de saturación…….…...60
Fig. 1.43 Compresor Industrial……...…….63
Fig. 1.44 Unidad de refrigeración……..……...64
Fig. 1.45 Acumulador…….……..65
Fig. 1.46 Secador…….……....65
Fig. 1.47 Filtro…….…….……..……...66
Fig. 1.48 Válvulas neumáticas…….……..……....67
Fig. 1.49 Actuadores…….…….……....68
Fig. 1.50 Depósito ,,,……...……....69
Fig. 1.51 Bomba …….…….……...…...69
Fig. 1.52 Válvulas electrohidráulicas…….…….……...70
Fig. 1.53 Actuadores…….……..……...71
Fig. 1.54 Botones y pulsantes…….……...……....71
Fig. 1.55 Fines de carrera…….……..……....72
Fig. 1.56 Bobinas…….……..……....72
Fig. 1.57 Válvulas electro neumáticas……...……...73
Fig. 1.58 Manómetro Bourdon…….……...……..75
Fig. 1.59 Partes de un Pie de rey Universal……..……....76
Fig. 1.60 Nonio……...……...77
Fig. 1.61 Partes de un micrómetro…….……...….80
Fig. 1.62 Componentes de un reloj comparador……...……82
Fig. 1.63 Minímetro y sus partes……...……83
Fig. 1.64 Microkator y sus partes ……...……...84
Fig. 1.65 Proyector de perfiles “Mitutoyo PJ-250 C” ……...85
Fig. 1.66 Detalles de una proyección diascópica……...……86
Fig. 1.67 Detalle de la proyección episcópica……..86
Fig. 1.68 Mármol de verificación ……..87
Fig. 1.69 Tipos de escuadras…….……...…..88
Fig. 1.70 Calibre Tampón Liso……...……...……...……...……...……...……....88

Fig. 1.71 Componentes de un verificador de interiores……..,……..……..……..…...89
Fig. 1.72 Galgas de paso de rosca o cuenta hilos……...90
Fig. 1.73 Galgas de espesores……90
Fig. 1.74 Caja de Bloques Patrón o Bloques Johnson……...……...……...……...…….92
Fig. 1.75 Textura de una superficie y sus rasgos……...……...……...……...……...93
Fig. 1.76 Superficies de un elemento. ……...……...……...……...……...……...…94
Fig. 1.77 Termómetro……...……...……...……...……...……...……...……...…...96
Fig. 1.78 Pirómetro……...……...……...……...……...……...……...……...……...97
Fig. 1.79 Diagrama de preparación de arenas para moldeo……...……...……...……...101
Fig. 1.80 Dispositivo para formar probetas……...……...……...……...……..103
Fig. 1.81 Recipiente de Speedy para determinar la humedad……...……...……...…….103
Fig. 1.82 Permeámetro……...……...……...……...……...……...……...……...…….....105
Fig. 1.83 Dispositivo para ensayo de compresión……...……...……...……...……...105
Fig. 1.84 Noyo ubicado en el modelo previa fundición……...……...……...……...…...107
Fig. 1.85 Diagrama de operaciones en el moldeo en arena ……...……...……...……....108
Fig. 1.86 Moldeo en arena……...……...……...……...……...……...……...……109
Fig. 1.87 Vertido en moldeo permanente……...……...……...……...……110
Fig. 1.88 Proceso del moldeo a la cera perdida……...……...……...……...……...111
Fig. 1.89 Diagrama Hierro Carbono……...……...……...……...……...……...…113
Fig. 1.90 Ángulo de la herramienta……...……...……...……...……...……...…121
Fig. 1.91 Centros de mecanizado……...……...……...……...……...……...……..123
Fig. 1.92 Calidad ISO para placas widia...……...……...……...……...……...125
Fig. 1.93 Estructura de programa ……...……...……...……...……...……...……127
Fig. 1.94 Inicio de programa……...……...……...……...……...……...……....…127
Fig. 1.95 Remoción de material……...……...……...……...……...……...……...127
Fig. 1.96 Secuencia de apagado de sistema y finalización del programa……...…….128
Fig. 2.1 Ingreso al software de control……...…135
Fig. 2.2 Ventana de selección de experimento. (Equipo HT36 para el ejemplo)……135
Fig. 2.3 Pantalla de bienvenida del Programa……..136
Fig. 2.4 Barra de herramientas del Software de Armfield……137
Fig. 2.5 Visualización de las opciones de VER (VIEW)……...138
Fig. 2.6 Ventana de dialogo de la calibración de canales IFD……...139
Fig. 2.7 Tabla de ingreso de valores para calibración manual……...139
Fig. 2.8 Parámetros de configuración de elementos IFD……...140
Fig. 2.9 Ingreso de clave del programa…….....140
Fig. 2.10 Cambio de clave del programa……...……..141
Fig. 2.11 Ventana para ubicación del Procesador de texto……..141

Fig. 2.12 Ventana de diálogo para añadir notas en las muestras……..141
Fig. 2.13 Configuración de muestreo……...142
Fig. 2.14 Selección de datos de gráficos……..143
Fig. 2.15 Formato de Series……..…144
Fig. 2.16 Túnel de viento Subsónico controlado por computadora……..…145
Fig. 2.17 Consola de Interface IFD7……145
Fig. 2.18 Banco de manómetros inclinados……..……146
Fig. 2.19 Malla "Panal de abeja"**.**……...147
Fig. 2.20 Balanza de Levante y arrastre aerodinámico……148
Fig. 2.21 Componentes del Túnel de Viento subsónico C15-10…….148
Fig. 2.22 Conector 10 vías del Banco de manómetros inclinado…….151
Fig. 2.23 Conectores de 1 vía……...151
Fig. 2.24 Proceso de fijación de modelos……152
Fig. 2.25 Modelo de ala de avión……**.**152
Fig. 2.26 Tubo Estático Pitot……...153
Fig. 2.27 Canal Multiusos C4-MKII……158
Fig. 2.28 Componentes el Canal Multiusos…….159
Fig. 2.29 Banco Hidráulico F1-10……...160
Fig. 2.30 Componentes del Banco Hidráulico F1-10……..……160
Fig. 2.31 Medidor de Flujo electrónico……161
Fig. 2.32 Caída de agua desde el equipo C4-MkII hacia el banco hidráulico.....……...163
Fig. 2.33 Accesorios del canal C4-MkII……164
Fig. 2.34 Colocación de los accesorios en el canal multiusos…….164
Fig. 2.35 Ubicación del Canal Venturi……165
Fig. 2.36 Unidad de demostración de ventilador axial……..…171
Fig. 2.37 Componentes de la Unidad de demostración de ventilador axial……..…172
Fig. 2.38 Ubicación de los tornillos para fijar posición……...173
Fig. 2.39 Banco para viscosidad……..…177
Fig. 2.40 Banco Hidrodinámico……..…..180
Fig. 2.41 Panel de Control del Banco Hidrodinámico…….181
Fig. 2.42 Dispositivo de altura metacéntrica……184
Fig. 2.43 Equipo para presión hidrostática y tanque hidrostático……187
Fig. 2.44 Diagrama de la inmersión parcial…….189
Fig. 2.45 Diagrama de la inmersión completa…….189
Fig. 2.46 Compresor centrífugo FM42……192
Fig. 2.47 Componentes del Compresor Centrífugo FM42……...193
Fig. 2.48 Unidad de refrigeración por compresión de vapor……..…….196

Fig. 2.49 Componentes del equipo RA1……..…….……...199
Fig. 2.50 Unidad de Aire Acondicionado RA2……..……..203
Fig. 2.51 Caldera de humificación……..…….……..…..203
Fig. 2.52 Evaporador……..…….……..…….……..204
Fig. 2.53 Sensores RH/T y Sensor de Velocidad de aire……..…….204
Fig. 2.54 Componentes de la Unidad de Condensación……..……205
Fig. 2.55 Componentes del equipo……..…….……..….205
Fig. 2.56 Caja de control y Conexión USB……..…….……..206
Fig. 2.57 Caldera ELECON 7.5 - 10 BHP……..…….……...210
Fig. 2.58 Tanque de Condensado con sus componentes……..…….…...211
Fig. 2.59 Caldera ELECON 7.5 BHP y sus partes ……..…….……...214
Fig. 2.60 Unidad de Transferencia de calor HT10XC……..…….……..225
Fig. 2.61 Entradas de termocuplas……..…….……226
Fig. 2.62 Unidad de Servicio HT10XC……..…….…….227
Fig. 2.63 Consola de calibración de termocuplas……..…….…….230
Fig. 2.64 Dispositivo de Transferencia de Calor HT11……..…….…233
Fig. 2.65 Diagrama esquemático del HT11……..…….……..234
Fig. 2.66 Componentes del HT11……..…….……..…...235
Fig. 2.67 Secciones Intermedias……..236
Fig. 2.68 Dispositivo HT12 Conducción Radial……..…….……...242
Fig. 2.69 Diagrama Esquemático del HT12……..…….……..243
Fig. 2.70 Componentes del HT12……..…….…….244
Fig. 2.71 HT30XC con dispositivo HT36 ……..…….……248
Fig. 2.72 Componentes de la Unidad HT30XC……..…….……249
Fig. 2.73 Componentes de la Unidad HT30XC……..…….……249
Fig. 2.74 Consola de calibración de termocuplas……..…….…….251
Fig. 2.75 Dispositivo Intercambiador de calor de dos tubos HT31…….254
Fig. 2.76 Diagrama de Temperatura vs Calor……..…….……...255
Fig. 2.77 Conexión del intercambiador de calor HT31……..…….…….256
Fig. 2.78 Intercambiador de calor HT32……..…….……...258
Fig. 2.79 Transferencia de calor y patrones de flujo……..…….…….259
Fig. 2.80 Entradas y Salidas de Agua fría ……..…….……260
Fig. 2.81 Intercambiador de Calor HT33……..…….……..……262
Fig. 2.82 Componentes del equipo……..…….……..…….263
Fig. 2.83 Conexión de las entradas y salidas de agua fría (azul) y caliente (rojo)……...264
Fig. 2.84 Intercambiador de calor HT34……..…….……..……267

Fig. 2.85 Partes y Esquema del intercambiador HT34……..…….……268
Fig. 2.86 Conexión de las tuberías de agua fría (azul) y caliente (rojo)
y transferencia de calor ……..…….……..……..…….……269
Fig. 2.87 Intercambiador de Calor de Tubos Concéntricos HT36……..…….……273
Fig. 2.88 Generación de Calor en contraflujo……..…….……...……273
Fig. 2.89 Componentes del intercambiador HT36 ……..…….……...274
Fig. 2.90 Sentido de circulación del agua fría (azul) y caliente (rojo)…….…..……..275
Fig. 2.91 Bomba de Engranes FM52……..…….……..…….…278
Fig. 2.92 Componentes del FM52……..…….……..…….……..279
Fig. 2.93 Unidad de Demostración de Bomba de Pistón……..…….……...283
Fig. 2.94 Detalle del pistón de la Bomba……..…….……..……284
Fig. 2.95 Componentes del dispositivo FM53……..…….……..284
Fig. 2.96 Partes de la Unidad de Servicio FM6X……..…….…….289
Fig. 2.97 Dinamómetro y sus partes……..…….……..……...290
Fig. 2.98 Turbina de Reacción……..…….……..…….…….293
Fig. 2.99 Turbina Pelton……..…….……..…….……...296
Fig. 2.100 Banco de pruebas para Bombas Centrífugas……..…….…….299
Fig. 2.101 Panel de control del Banco de pruebas para Bombas Centrífugas……...300
Fig. 2.102 Partes del Banco de pruebas para Bombas Centrífugas……..……..300
Fig. 2.103 Panel de control del software BOMBAS2010 v1.0……..…….……...302
Fig. 2.104 Presión de saturación……..…….……..…….……..306
Fig. 2.105 Componentes del dispositivo TH3……..…….…….308
Fig. 2.106 Dispositivo de Proceso de Expansión de gas perfecto TH5……..……...316
Fig. 2.107 Componentes del equipo TH5 y consola eléctrica……..…….…….318
Fig. 2.108 Banco de práctica de Neumática……..…….……..…..326
Fig. 2.109 Unidad de Mantenimiento FRL……..…….…….327
Fig. 2.110 Banco Electrohidráulico de prácticas……..…….……344
Fig. 2.111 Depósito de aceite conjunto con la bomba que se halla interiormente…….345
Fig. 2.112 Banco Electroneumático……..…….……..…….…….364
Fig. 2.113 Probador de peso muerto……..…….……..…….……378
Fig. 2.114 Componentes del Probador de peso muerto……..…….……..379
Fig. 2.115 Masas calibradas……..…….……..…….…….380
Fig. 2.116 Calibrador Pie de Rey……..…….……..…….…….382
Fig. 2.117 Partes de un Calibrador Pie de Rey Universal……..…….……...383
Fig. 2.118 Micrómetro……..…….……..…….…….387
Fig. 2.119 Partes de un Micrómetro……..…….……..…….…….387
Fig. 2.120 Reloj Comparador……..…….……..…….……...392

Fig. 2.121 Componentes de un comparador de reloj……..…….……..393
Fig. 2.122 Proyector de Perfiles Mitutoyo PJ-250C……..…….……...396
Fig. 2.123 Componentes del Proyector de perfiles "Mitutoyo PJ-250 C"……..…..397
Fig. 2.124 Mármol de verificación……..…….……..…….……...401
Fig. 2.125 Verificación de la planitud de una superficie……..…….……402
Fig. 2.126 Tipos de escuadras……..…….……..…….……..404
Fig. 2.127 Calibres Pasa- No Pasa……..…….……..…….……...406
Fig. 2.128 Alexómetro……..…….……..…….……409
Fig. 2.129 Componentes de un verificador de interiores……..…….……...410
Fig. 2.130 Maestro de Altura……..…….……..…….……...411
Fig. 2.131 Empleo de un alexómetro……..…….……..…….……...411
Fig. 2.132 Verificador de Concentricidad……..…….……..…….……413
Fig. 2.133 Componentes del Verificador de Concentricidad……..…….……..413
Fig. 2.134 Galgas de paso de rosca o cuenta hilos……..…….……..416
Fig. 2.135 Aplicación de las galgas de paso de rosca o cuenta hilos ……..…….….416
Fig. 2.136 Galgas de espesores……..…….……..…….……417
Fig. 2.137 Galgas de espesores y su aplicación……..…….……..417
Fig. 2.138 Bloques Patrón ……..…….……..…….……..419
Fig. 2.139 Rugosímetro SURFEST 301……..…….……..……422
Fig. 2.140 Termómetro HH23……..…….……..…….…….425
Fig. 2.141 Calibrador/ Termómetro CL27 ……..…….……..…..428
Fig. 2.142 Especificación de los botones del
Calibrador Digital / Termómetro CL27……..…….…….429
Fig. 2.143 Minímetros: a) Borletti, b) Micron…….……..432
Fig. 2.144 Dispositivo de Humedad (Speedy) …….……436
Fig. 2.145 Partes del Dispositivo de Speedy…….……437
Fig. 2.146 Pasos para la operación del recipiente de Speedy…….…….... 437
Fig. 2.147 Dispositivo de Compresión…….……..440
Fig. 2.148 Partes del dispositivo de Compresión…….……..441
Fig. 2.149 Formador de probetas…….……..……443
Fig. 2.150 Partes del formador de probetas …….…….……443
Fig. 2.151 Proceso de formación de probetas…….……...444
Fig. 2.152 Permeámetro…….…….……..…..446
Fig. 2.153 Partes del Permeámetro …….……..….446
Fig. 2.154 Coquilla de Acero…….……449
Fig. 2.155 Partes de la Coquilla de Acero…….……449
Fig. 2.156 Hornos de Procesos por Lotes N7/H – N61/H…….……453

Fig. 2.157 Diagrama de segmentos del controlador PP330……..……..455
Fig. 2.158 Centro de Torneado Leadwell T6…….……461
Fig. 2.159 Componentes del Centro de Torneado Leadwell T-6…….……..461
Fig. 2.160 Componentes del Centro de Torneado Leadwell T-6…….……..461
Fig. 2.161 Cuerpo realizado en fundición del Centro de Torneado Leadwell T-6……462
Fig. 2.162 Tornillos de giro del equipo……..…….462
Fig. 2.163 Servomotores y guías…….……...463
Fig. 2.164 Contrapunto…….……..……463
Fig. 2.165 Reglaje del equipo…….……...463
Fig. 2.166 Centro de mecanizado Leadwell V-20i …….……502
Fig. 2.167 Acople de servo motor a los tornillos…….……..502
Fig. 2.168 Tornillos de giro del equipo……..…….503
Fig. 2.169 Tornillos de giro del equipo……..…….……503
Fig. 2.170 Guías lineales del equipo……..…….503

RESUMEN

La educación superior es la base fundamental para el desarrollo de los pueblos, ya que la especialización en conocimientos permite al ser humano una evolución tanto científica, tecnológica y condesciende con respecto al medio en el cual se desarrolla, es por esta razón que debe estar actualizada día a día para estar a la par con las necesidades de los estudiantes y la industria en la cual se desenvolverá el futuro ingeniero.

Este proyecto está encaminado a facilitar el aprendizaje de diversas materias que son clave en el desarrollo industrial como mecánica de fluidos, automatismos y control numérico computarizado, entre otras, las mismas que por su contenido teórico exigen que las cátedras proporcionadas en clases sean contrastadas mediante prácticas de laboratorio en las que se pueden presentar resultados tanto cualitativos como cuantitativos empleando los equipos disponibles. ´

Se presentan una serie de prácticas distribuidas para cada materia considerada en el proyecto de forma que se cuenta con un compendio de guías de prácticas para el área de Mecánica en los laboratorios de Ingenierías de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cada una de las guías de las prácticas de laboratorio se compone de tres partes esenciales: explicación teórica, aplicación práctica e informe. La explicación teórica o marco teórico es indispensable debido a que proporciona al educando los conceptos básicos para la aplicación práctica, la misma que se establece dentro de la guía como el procedimiento, permitiendo la interacción del pupilo con el equipo o dispositivo que se emplea para el desarrollo del ensayo. El análisis y profundización de cada concepto desarrollado en el laboratorio se halla dentro del informe que se entrega al docente luego de la experiencia logrando clarificar los tópicos de cada materia.

INTRODUCCION

La elaboración e implementación de las guías de prácticas para cada materia ha sido el objetivo a desarrollarse durante este proyecto, revisando los tópicos a tratarse dentro de las guías y en un trabajo conjunto con los docentes de cada asignatura se ha logrado desarrollar las guías de práctica de cada clase.

El capítulo I resume la descripción micro curricular de cada materia que justifica el empleo de laboratorio para el desarrollo de ciertas temáticas que se presentan en clases al estudiante con el respectivo desglose de los temas a tratarse dentro de las guías respectivas a elaborarse.

El capítulo II describe el estado actual de los equipos a emplearse en las actividades de laboratorio junto con las fichas de datos de maquinaria respectivas de cada uno de los dispositivos que en la actualidad se poseen dentro del área de Mecánica en el laboratorio de Ingenierías.

El capítulo III se enfoca a la estructura de las guías de prácticas analizando cada una de los ítems que componen la guía y cuenta con un breve análisis de de la modernización en métodos de enseñanza necesarios para la formación de profesionales de calidad. La materialización de las guías de práctica de las materias y los temas revisados, de las consideraciones generales, entre otros aspectos se tiene dentro de este capítulo.

El capítulo IV muestra la importancia de una correcta validación por medio de una guía elaborada con dicho fin, esta cuantifica la aceptación de la guía mediante una calificación de los ítems que constituyen el formato de práctica. La ficha de validación de cada práctica se ha valorado según el criterio del docente responsable de la materia a la cual se aplicarán las guías.

Finalmente, las conclusiones así como observaciones y recomendaciones han sido redactadas tomando las experiencias que derivan del proyecto.

CAPÍTULO I

DESCRIPCION MICROCURRICULAR DE MATERIAS CON OPCION AL EMPLEO DE LABORATORIO

1.1 MECANICA DE FLUIDOS

1.1.1 Presión Hidrostática

La hidrostática es la parte de la mecánica que se especializa en el equilibrio de los fluidos**.** Su principio fundamental especifica que:

"La diferencia de presión entre dios puntos de un líquido en equilibrio es proporcional a la densidad del líquido y a la diferencia de altura"[1]

$$P_1 - P_2 = \rho \cdot g \cdot h$$

La presión hidrostática es la fuerza por unidad de área que ejerce un líquido en reposo sobre las paredes del recipiente que lo contiene y sobre cualquier cuerpo que se encuentre sumergido. Esta presión surge debido al peso del líquido, por lo tanto depende de la densidad, la gravedad y la profundidad del lugar donde medimos la presión, dicha presión hidrostática, con el fluido en reposo, genera una fuerza resultante perpendicular a las paredes del recipiente o a la superficie del objeto.

El peso que ejerce el líquido aumenta a medida que se incrementa la profundidad. La presión hidrostática es directamente proporcional al valor de la gravedad, la densidad del líquido y la profundidad a la que se encuentra.

Si el fluido se encuentra en movimiento, ya no ejercerá presión hidrostática, sino que pasará a hablarse de presión **hidrodinámica**.

La fuerza hidrostática se determina mediante la siguiente expresión:

$$R = g \cdot \rho \cdot \bar{h} \cdot A$$

Donde:

$\bar{h}$ = Altura vertical del centroide G de la superficie sumergida a la superficie sumergida a la superficie libre del líquido.

ρ = densidad del agua.

A = Área de la superficie.

[1] http://www.slideshare.net/pamonterod/presdion-hidrostatica

Si se usan las Unidades del Sistema Internacional, la presión estará en Pascales (Pa = N/m^2), la densidad en Kilogramo sobre metro cubico (Kg/m^3), la gravedad en metro sobre segundo al cuadrado (m/s^2) y la profundidad en metro (m).

1.1.2 Estabilidad y flotabilidad

La fuerza de boyamiento sobre un cuerpo sumergido es la diferencia entre la componente vertical de la fuerza de presión de su lado superior y la componente vertical de la fuerza de presión de su lado inferior.

La estabilidad de un cuerpo parcial o totalmente sumergido es vertical y obedece al equilibrio existente entre el peso del cuerpo (W) y la fuerza de flotación (F_F). (Fig.1.1)

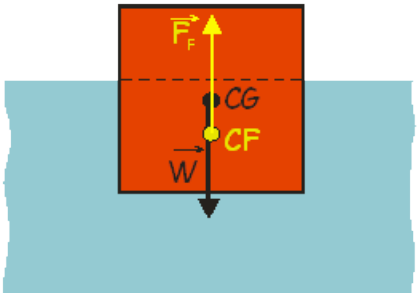


Fig. 1.1 F_F= W (en el equilibrio)

Fuente: http://www.planetseed.com/es/node/41141

Ambas fuerzas son verticales y actúan a lo largo de la misma línea. La fuerza de flotación estará aplicada en el centro de flotación (CF) y el peso estará aplicado en el centro de gravedad (CG). La estabilidad de un cuerpo parcialmente o totalmente sumergido es de dos tipos:

a. Estabilidad Lineal

Se pone de manifiesto cuando se desplaza un cuerpo verticalmente hacia arriba. Este desplazamiento provoca una disminución del volumen del fluido desplazado cambiando la magnitud de la fuerza de flotación correspondiente. Como se rompe el equilibrio existente entre la fuerza de flotación y el peso del cuerpo ($F_F \neq W$), aparece una fuerza restauradora de dirección vertical y sentido hacia abajo que hace que el cuerpo regrese a su posición original, restableciendo así el equilibrio.

De la misma manera, si se desplaza el cuerpo verticalmente hacia abajo, aparecerá una fuerza restauradora vertical y hacia arriba que tendera a devolver al cuerpo su posición

inicial. En este caso el centro de gravedad y el de flotación permanecen en la misma línea vertical.

b. Estabilidad Rotacional

Este tipo de estabilidad se pone de manifiesto cuando el cuerpo sufre un desplazamiento angular. En este caso, el centro de flotación y el centro de gravedad no permanecen sobre la misma línea vertical, por lo que la fuerza de flotación y el peso no son coloniales provocando la aparición de un par de fuerzas restauradoras. El efecto que tiene dicho par de fuerzas sobre la posición del cuerpo determinara el tipo de equilibrio del sistema:

- **Equilibrio estable**: Cuando el par de fuerzas restauradoras devuelve el cuerpo a su posición original. Esto se produce cuando el cuerpo tiene mayor densidad en la parte inferior del mismo, de manera que el centro de gravedad se encuentra por debajo del centro de flotación.

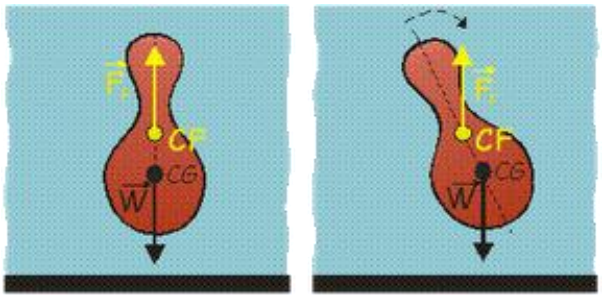


Fig. 1.2 Equilibrio estable

Fuente: http://www.planetseed.com/es/node/41141

- **Equilibrio inestable:** Cuando el par de fuerzas tiende a aumentar el desplazamiento angular producido. Esto ocurre cuando el cuerpo tiene mayor densidad en la parte superior del cuerpo, de manera que el centro de gravedad se encuentra por encima del centro de flotación.

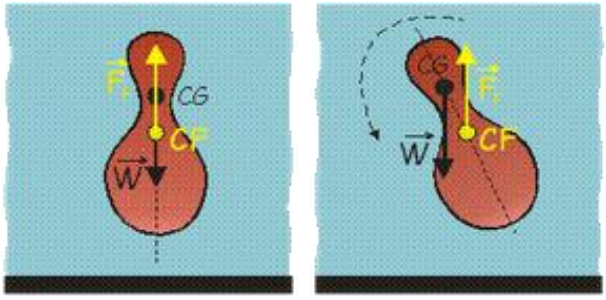


Fig. 1.3 Equilibrio inestable

Fuente: http://www.planetseed.com/es/node/41141

1.1.2.1 Estabilidad en Cuerpos Prismáticos

Hay ciertos objetos flotantes que se encuentran en equilibrio estable cuando su centro de gravedad está por encima del centro de flotación.

Considerando la estabilidad de cuerpos prismáticos flotantes con el centro de gravedad situado por encima del centro de flotación, cuando se producen pequeños ángulos de inclinación.

La figura 1.4 muestra la sección transversal de un cuerpo prismático que tiene sus otras secciones transversales paralelas idénticas. En el dibujo podemos ver el centro de flotación CF, el cual está ubicado en el centro geométrico (centroide) del volumen sumergido del cuerpo (Vd). El eje sobre el que actúa la fuerza de flotación F_F está representado por la línea vertical AA´ que pasa por el punto CF.

Suponiendo que el cuerpo tiene una distribución de masa homogénea, por lo que el centro de gravedad CG estará ubicado en el centro geométrico del volumen total del cuerpo (V). El eje vertical del cuerpo está representado por la línea BB´ y pasa por el punto CG. Cuando el cuerpo está en equilibrio, los ejes AA´ y BB´ coinciden y la fuerza de flotación y el peso actúan sobre la misma línea vertical, por lo tanto son colineales, como muestra la figura 1.4.

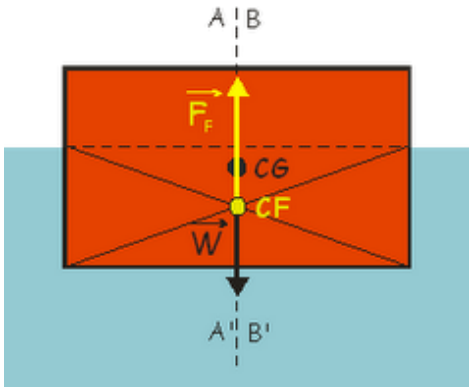


Fig. 1.4 Flotabilidad

Fuente: http://www.planetseed.com/es/node/41141

Inclinando el cuerpo un ángulo pequeño en sentido contrario a las agujas del reloj. Como vemos, el volumen sumergido habrá cambiado de forma, por lo que su centroide CF habrá cambiado de posición. Se puede observar también que el eje AA´ sigue estando en dirección vertical y es la línea de acción de la fuerza de flotación. Por otro lado, el eje del cuerpo BB´ que pasa por el centro de gravedad CG habrá rotado con el cuerpo. Ahora los ejes AA´y BB´ ya no son paralelos, sino que forman un ángulo

entre sí igual al ángulo de rotación. El punto donde intersectan ambos ejes se llama **METACENTRO (M).** En la figura 1.5 se puede observar que el metacentro se encuentra por encima del centro de gravedad y actúa como pivote o eje alrededor del cual el cuerpo ha rotado.

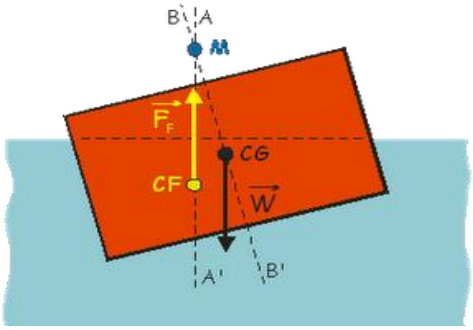


Fig. 1.5 Metacentro

Fuente: http://www.planetseed.com/es/node/41141

La fuerza de flotación actúa verticalmente en el centroide CF y a lo largo del eje AA´, mientras que el peso actúa sobre el centro de gravedad CG y también en dirección vertical. En esta configuración ambas fuerzas no son colineales, por lo que actúan como un par de fuerzas restauradoras que hacen girar al cuerpo en sentido contrario a la rotación producida en un principio, devolviendo al cuerpo a su posición inicial. Se dice entonces que el cuerpo se encuentra en equilibrio estable.

Si la configuración del cuerpo es tal que la distribución de masas no es homogénea, la ubicación del metacentro puede variar. Por ejemplo, consideremos un cuerpo prismático cuyo centro de gravedad se encuentra sobre el eje vertical del cuerpo BB´ pero descentrado, como lo indica la figura 1.6.

.

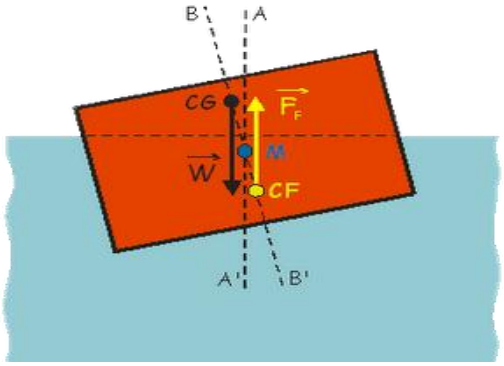


Fig. 1. 6 Cuerpo decentrado

Fuente: http://www.planetseed.com/es/node/41141

Cuando se inclina el cuerpo, puede ocurrir que el metacentro M este ubicado ahora por debajo del centro de gravedad. Como el metacentro actúa de eje de rotación alrededor

del cual el cuerpo gira, el par de fuerzas W y F_F actúan como un par de fuerzas restaurador, haciendo girar el cuerpo en el mismo sentido en el que se realizo la rotación y dándole la vuelta, sin alcanzar la posición que tenia inicialmente. **Se dice entonces que el cuerpo presenta equilibrio inestable.**

En resumen, cuando el metacentro M se encuentra por encima del centro de gravedad CG, el cuerpo presenta **equilibrio estable.** Cuando el metacentro M se encuentra por debajo de CG el **equilibrio es inestable**, y cuando el metacentro coincide con CG, está en **equilibrio neutro.**

La distancia entre el metacentro y el centro de flotación se conoce como **"altura metacéntrica"** y es una medida directa de la estabilidad del cuerpo. Esta distancia se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\overline{MF} = \frac{I}{V_d}$$

Donde I es el momento de inercia de la sección horizontal del cuerpo flotante y Vd es el volumen de fluido desplazado por el cuerpo.

1.1.3 Viscosidad

Es la propiedad fundamental y más importante de un lubricante líquido. Se puede definir como su resistencia a fluir o lo que es lo mismo, la medida del rozamiento interno de sus moléculas.

La densidad es el peso de un material en relación al volumen que ocupa. No aporta ninguna propiedad a los lubricantes.

La viscosidad en un fluido depende de la presión y de la temperatura:

- Al aumentar la presión aumenta la viscosidad.
- Al aumentar la temperatura disminuye la viscosidad

La medida de la variación de la viscosidad con la temperatura es el índice de viscosidad. A mayor índice de viscosidad, mayor resistencia del fluido a variar su viscosidad con la temperatura.

Existen varias escalas para medir la viscosidad de un fluido, las más usadas son la SAE y la ISO.

- SAE para aceites de motor.
- SAE para aceites de engranajes.
- ISO para aceites hidráulicos.

1.1.3.1 Viscosidad Dinámica

La viscosidad absoluta es una propiedad de los fluidos que indica la mayor o menor resistencia que estos ofrecen al movimiento de sus partículas cuando son sometidos a un esfuerzo cortante.

Para determinar la viscosidad dinámica se puede utilizar la formula

$$u = \frac{d^2 \cdot (\rho_2 - \rho_1) \cdot g \cdot t}{18H}$$

Donde:

d = diámetro de la esfera (m)

ρ2 = densidad de la esfera (Kg/m3)

ρ1 = densidad del fluido (Kg. /m3)

H = altura en (m)

g = fuerza de gravedad (m/s2)

t = tiempo (s)

1.1.3.2 Viscosidad Cinemática

La viscosidad cinemática o viscosidad comercial se define como la resistencia a fluir de un fluido bajo la acción de la gravedad. En el interior de un fluido, dentro de un recipiente, la presión hidrostática (la presión debida al peso del fluido) está en función de la densidad. Por otra parte, el tiempo que tarda en fluir un volumen dado de fluido es proporcional a su viscosidad dinámica.

Podemos expresar la viscosidad cinemática como:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\mu \cdot g}{\gamma}$$

Donde:

μ = Coeficiente de viscosidad dinámica

ρ = Densidad del fluido.

γ = Peso específico del fluido

g = Gravedad específica.

Recordemos que el valor de la viscosidad es función de la temperatura, de forma que si aumenta la temperatura disminuye la viscosidad

Por lo dicho anteriormente, la viscosidad cinemática puede definirse como el tiempo requerido por un volumen dado de fluido en fluir a través de un tubo capilar por acción de la gravedad.

En el sistema internacional (SI) la unidad de viscosidad cinemática es el metro cuadrado por segundo (m2/s). La unidad CGS correspondiente es el stoke (St), con dimensiones de centímetro cuadrado por segundo y el centistoke (cSt), 10^{-2} stokes, que es el submúltiplo más utilizado.

1.1.4 Expansión del gas perfecto.

1.1.4.1 Proceso Isotérmico

Proceso isotérmico es el cambio de temperatura reversible en un sistema termodinámico, siendo dicho cambio de temperatura constante en todo el sistema. Al no haber cambio en la temperatura, se afirma que la variación en la energía interna es nulo $\Delta U = 0$.

El calor se transfiere muy lentamente, permitiendo que el gas se expanda realizando trabajo. Como la energía interna de un gas ideal sólo depende de la temperatura y ésta permanece constante en la expansión isoterma, el calor tomado del foco es igual al trabajo realizado por el gas: Q = W. Una curva isoterma es una línea que sobre un diagrama representa los valores sucesivos de las diversas variables de un sistema en un proceso isotermo.

Un ejemplo de este proceso es la compresión de un gas en un cilindro de manera muy lenta que prácticamente el gas permanece en equilibrio térmico, aunque la presión aumenta conforme disminuye el volumen, la temperatura se mantiene aproximadamente igual (Fig.1.7).

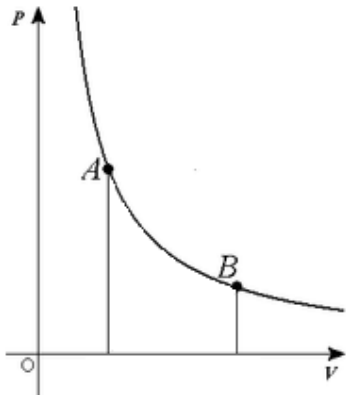


Fig. 1.7 Diagrama P-V de un proceso isotérmico ideal

*Fuente: portal.perueduca.edu.pe/modulos/m...0/**isotermico**.htm*

1.1.4.2 Proceso Adiabático

Un proceso adiabático es aquél en el cual el fluido no intercambia calor con su ambiente, si además es un proceso reversible es llamado PROCESO ISOÉNTROPICO. Este puede ser considerado como un ejemplo para un gas ideal. Al no ganarse o perderse nada de calor por el sistema se puede aplicar la primera ley de la termodinámica con Q = 0 indica que todos los cambios en la energía interna es la forma de trabajo.

Un proceso adiabático se obtiene generalmente rodea a todo el sistema con un material muy aislante, o por llevar a cabo el proceso tan rápido que no hay tiempo para una transferencia de calor significativa a tener lugar.

1.1.4.2.1 Capacidad Calorífica o Calor específico

La capacidad calorífica o calor específico de un gas depende de su temperatura, sin embargo, considerando una sustancia pura, este calor se define además de la temperatura por medio de la presión y el volumen.

La relación de la capacidad calorífica a **presión constante Cp** y a **volumen constante Cv** genera la relación de capacidad calorífica o la **relación de calor específico** (γ).

$$\gamma = \frac{Cp}{Cv} = \frac{\ln P1abs_s - \ln P1abs_i}{\ln P1abs_s - \ln P1abs_f}$$

1.1.5 Ecuación de la Bernoulli.

La denominada ecuación o teorema de Bernoulli representa el principio de conservación de la energía mecánica aplicado al caso de una corriente fluida ideal, es decir, con un fluido sin viscosidad (y sin conductividad térmica). El nombre del teorema es en honor a Daniel Bernoulli, matemático suizo del siglo XVIII (1700-1782), quien, a partir de medidas de

presión y velocidad en conductos, consiguió relacionar los cambios habidos entre ambas variables. Sus estudios se plasmaron en el libro "Hidrodynamica", uno de los primeros tratados publicados sobre el flujo de fluidos, que data de 1738.

Para la deducción de la ecuación de Bernoulli en su versión más popular se admitirán las siguientes hipótesis (en realidad se puede obtener una ecuación de Bernoulli más general si se relajan las dos primeras hipótesis, es decir, si reconsidera flujo incompresible y no estacionario):

- Flujo estacionario (es decir, invariable en el tiempo).
- Flujo incompresible (densidad ρ *constante*).
- Fluido no viscoso.
- Fuerzas presentes en el movimiento: fuerzas superficiales de presión y fuerzas másicas gravitatorias (= peso del fluido).
- No hay intercambio de trabajo o calor con el exterior del flujo.

Las relaciones de energía en el agua condicionan su comportamiento. No vamos a entrar en detalles analíticos para fundamentar la relación funcional entre las variables que intervienen. Solo expondremos unas ideas básicas relativas a corrientes de agua y aplicables al diseño de equipos para la aplicación de agua de riego.

La energía de un fluido en cualquier momento consta de tres componentes:

1. Cinética: es la energía debida a la velocidad que posea el fluido.
2. Potencial gravitacional: es la energía debido a la altitud que un fluido posea.
3. Energía de flujo: es la energía que un fluido contiene debido a la presión que posee.
4. La siguiente ecuación conocida como "Ecuación de Bernoulli" (Trinomio de Bernoulli) consta de estos mismos términos.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g}$$

Donde:

- V = velocidad del fluido en la sección considerada.
- g = aceleración gravitatoria
- z = altura en la dirección de la gravedad desde una cota de referencia.
- P = presión a lo largo de la línea de corriente.
- ρ = densidad del fluido.

Un cuerpo de masa m situado a una altura z, posee una energía potencial o de posición, referida al plano de referencia situado en cota cero: p E =mgz. El término z representa por tanto la energía potencial del fluido por unidad de peso, y se le designa como altura de posición.

El término p / γ representa la energía necesaria para elevar la unidad de peso del elemento de fluido hasta la altura p / γ . Se le denomina altura de presión. A la suma de las alturas de potencial y de presión se le conoce como altura piezométrica, porque se corresponde con la altura de columna observada con un tubo piezométrico conectado a una conducción con un líquido.

Finalmente, el término v2 / 2g representa la energía cinética por unidad de peso del elemento de fluido y se le llama altura de velocidad.

Para aplicar la ecuación se deben realizar los siguientes supuestos:

a. Viscosidad (fricción interna) = 0 Es decir, se considera que la línea de corriente sobre la cual se aplica se encuentra en una zona 'no viscosa' del fluido.
b. Caudal constante
c. Flujo incompresible, donde ρ es constante.
d. La ecuación se aplica a lo largo de una línea de corriente o en un flujo irrotacional

Un ejemplo de aplicación del principio lo encontramos en el flujo de agua en tubería.

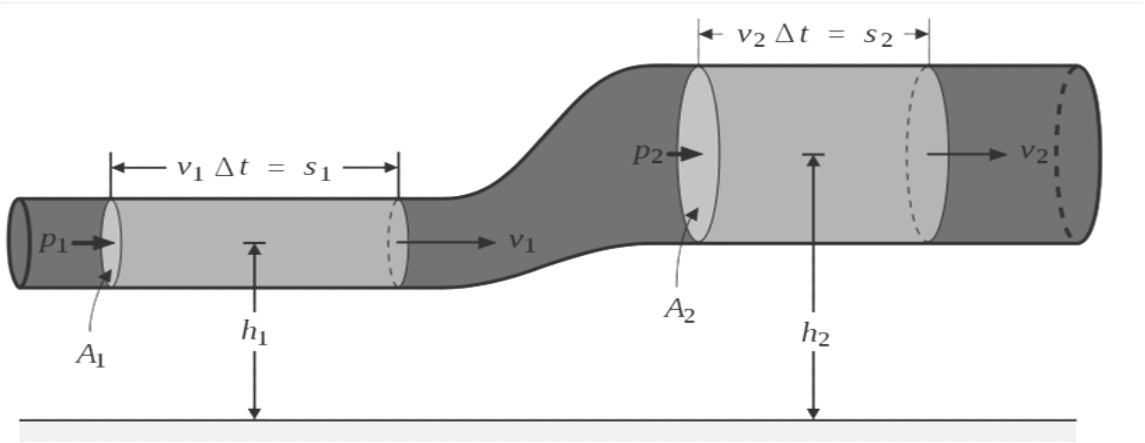


Fig. 1.8 Ejemplo de la aplicación del Teorema de Bernoulli

Fuente: http://www.nocturnar.com/forum/ciencia/303161-teorema-de-bernoulli.html

La ecuación de Bernoulli y la ecuación de continuidad también indican que al reducir el área transversal de una tubería para que aumente la velocidad del fluido que pasa por ella, se reducirá la presión.

1.1.6 Número de Reynolds.

Reynolds (1874) estudió las características de flujo de los fluidos inyectando un trazador dentro de un líquido que fluía por una tubería. A velocidades bajas del líquido, el trazador se mueve linealmente en la dirección axial. Sin embargo a mayores velocidades, las líneas del flujo del fluido se desorganizan y el trazador se dispersa rápidamente después de su inyección en el líquido. El flujo lineal se denomina Laminar y el flujo errático obtenido a mayores velocidades del líquido se denomina Turbulento

Este número es adimensional y puede utilizarse para definir las características del flujo dentro de una tubería, proporcionando una indicación de la pérdida de energía causada por efectos viscosos.

Las características que condicionan el flujo laminar dependen de las propiedades del líquido y de las dimensiones del flujo. Conforme aumenta el flujo másico aumenta las fuerzas del momento o inercia, las cuales son contrarrestadas por la por la fricción o fuerzas viscosas dentro del líquido que fluye. Cuando estas fuerzas opuestas alcanzan un cierto equilibrio se producen cambios en las características del flujo.

En base a los experimentos realizados por Reynolds en 1874 se concluyó que las fuerzas del momento son función de la densidad, del diámetro de la tubería y de la velocidad media. Además, la fricción o fuerza viscosa depende de la viscosidad del líquido. Según dicho análisis, el Número de Reynolds se definió como la relación existente entre las fuerzas inerciales y las fuerzas viscosas (o de rozamiento).

$$Re = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\mu}$$

Donde:

Re = Numero de Reynolds.

D= diámetro interno del ducto (L).

v = velocidad promedio.

ρ = Densidad del fluido.

μ = Viscosidad del fluido.

En caso de que no se trate de una tubería, se emplea el diámetro equivalente D_e definido como:

$$De = 4 \cdot \frac{Área\ transversal\ de\ flujo}{Perímetro\ de\ contacto}$$

Generalmente cuando el Re se encuentra por debajo de 2100 se considera flujo laminar, el intervalo entre 2100 y 4000 se considera como flujo transicional y para valores mayores a 4000 se considera flujo turbulento.

1.1.6.1 Flujo laminar

A valores bajos de flujo másico, cuando el flujo del líquido dentro de la tubería es laminar, se utiliza la ecuación demostrada en clase para calcular el perfil de velocidad (Ecuación de velocidad en función del radio). Estos cálculos revelan que el perfil de velocidad es parabólico y que la velocidad media del fluido es aproximadamente 0,5 veces la velocidad máxima existente en el centro de la conducción (Fig. 1.9)

1.1.6.2 Flujo Turbulento

Cuando el flujo másico en una tubería aumenta hasta valores del número de Reynolds superiores a 2100 el flujo dentro de la tubería se vuelve errático y se produce la mezcla transversal del líquido. La intensidad de dicha mezcla aumenta conforme aumenta el número de Reynolds desde 4000 hasta 10 000. A valores superiores del Número de Reynolds la turbulencia está totalmente desarrollada, de tal manera que el perfil de velocidad es prácticamente plano, siendo la velocidad media del flujo aproximadamente 8 veces la velocidad máxima (Fig. 1.9).

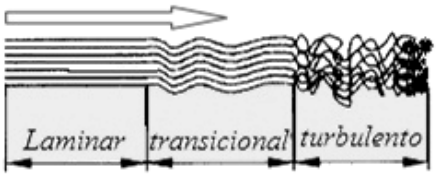


Fig.1.9 Tipos de Flujo

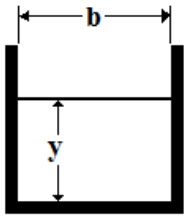
Fuente: http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/laminar_turbulento.htm

1.1.6.3 Flujo en canales abiertos

También se dice que un canal abierto es un conducto por el que se desliza un liquido mediante una fuerza de gravedad ejercida sobre la masa del liquido o fluido, donde la velocidad en la superficie va ser cero y si existe un flujo secundario entonces la velocidad

mayor se da en el centro esto es por sus condiciones de no deslizamiento y si es un canal circular.

La dimensión característica de los canales abiertos es el *radio hidráulico* (*R)* que se define como la relación del área transversal neta de una corriente al perímetro mojado de la sección.



$$R = \frac{A}{PM} = \frac{b \cdot y}{b + 2 \cdot y}$$

Donde b es el ancho del canal y el nivel de agua está dado por la medida b.

El perímetro mojado es la suma de la longitud de las fronteras sólidas de la sección que entran en contacto con el fluido.

1.1.6.4 Número de Reynolds en canales abiertos

El número de Reynolds para el flujo en canales abiertos es

$$\mathrm{Re} = \frac{v \cdot R}{\upsilon}$$

Donde R es el radio Hidráulico del canal, v es la velocidad del líquido y υ es la viscosidad cinemática del fluido.

Hechos experimentales demuestran que, en canales abiertos, el flujo laminar ocurre cuando Re < 500, la etapa de transición ocurre cuando 500 < Re < 2000 y si Re > 2000 entonces surge el flujo turbulento.

1.1.7 Perdidas de carga.

Las pérdidas de carga producidas en zonas localizadas de los conductos, se expresan en forma adimensional por el denominado coeficiente de pérdidas, K: donde $\Delta \mathbf{P_{12}}$ son las pérdidas de carga que se producen en el elemento considerado.

$$K = \frac{\Delta P_{12}}{1/2 \cdot \rho \cdot V^2}$$

Las pérdidas de carga antes señaladas son las correspondientes a los efectos de la viscosidad exclusivamente. Estas pérdidas, no obstante, no pueden ser medidas directamente sino a través de las medidas de diferencia de presión estática entre la entrada y la salida del elemento en cuestión. La presión estática varia debido a:

- Variaciones del área en los conductos.
- Variaciones de la altura.
- Existencia de componentes transversales de la velocidad.

1.1.8 Vertederos y Compuertas

1.1.8.1 Vertederos crestados

La utilización de vertederos crestados está limitada generalmente a laboratorios, canales pequeños y corrientes que no lleven escombros y sedimentos. Los tipos más comunes son el vertedero rectangular y el triangular. La cara de aguas arriba debe ser instalada verticalmente y el borde de la placa debe estar cuidadosamente conformado. La estructura delgada está propensa a deteriorarse y con el tiempo la calibración puede ser afectada por la erosión de la cresta.

El vertedero triangular es preferido cuando las descargas son pequeñas, porque la sección transversal de la lámina vertiente muestra de manera notoria la variación en altura.

La relación entre la descarga y la altura sobre la cresta del vertedero, puede obtenerse matemáticamente haciendo las siguientes suposiciones del comportamiento del flujo:

1. Aguas arriba del vertedero el flujo es uniforme y la presión varía con la profundidad de acuerdo con la hidrostática ($p=\rho gh$).
2. La superficie libre permanece horizontal hasta el plano del vertedero y todas las partículas que pasan sobre el vertedero se mueven horizontalmente (en realidad la superficie libre cae cuando se aproxima al vertedero).
3. La presión a través de la lámina de líquido o napa que pasa sobre la cresta del vertedero es la atmosférica.
4. Los efectos de la viscosidad y de la tensión superficial son despreciables

1.1.8.1.1 Coeficiente de descarga

Para un vertedero crestado, el coeficiente de descarga está en función del caudal y la altura del agua que pasa por sobre el vertedero.

$$Q = \frac{2}{3} C_d b \sqrt{2g} y_C^{\frac{2}{3}}$$

$$C_d = \frac{Q}{\frac{2}{3}\sqrt{2g} y_C^{\frac{2}{3}}}$$

Donde

Q es el caudal en m^3/s.

C_d es el coeficiente de descarga (adimensional).

b es el ancho del vertedero (m).

g es la constante de la gravedad.

y_C es la altura del agua sobre el vertedero (m).

h es la altura del vertedero (m).

y_O es la altura total del agua (m).

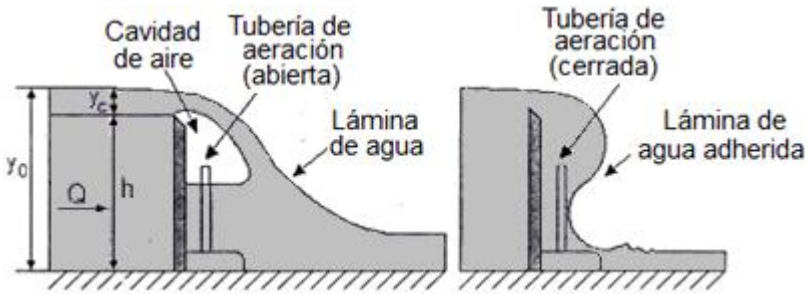


Fig. 1.10 Nomenclatura del vertedero

Fuente: Manual Armfield para el Canal Multiusos C4-MkII

1.1.8.1.2 Ecuación de Rehbock

Cuando el vertedero rectangular se extiende a través de todo el ancho del canal ésta se llama VERTEDERO REPRIMIDO y se puede calcular el coeficiente de descarga mediante la fórmula de Rehbock como se indica a continuación.

$$C_d = 0.602 + 0.083 \frac{y_C}{h}$$

1.1.8.2 Vertederos de Bordes Anchos

Los vertederos son estructuras que tienen aplicación muy extendida en todo tipo de sistemas hidráulicos y expresan una condición especial de movimiento no uniforme en un

tramo con notoria diferencia de nivel. Normalmente desempeñan funciones de seguridad y control.

Un vertedero puede tener las siguientes misiones:

- Lograr que el nivel de agua en una obra de toma alcance el nivel de requerido para el funcionamiento de la obra de conducción.

- Mantener un nivel casi constante aguas arriba de una obra de toma, permitiendo que el flujo sobre el coronamiento del vertedero se desarrolle con una lámina líquida de espesor limitado.

- En una obra de toma, el vertedero se constituye en el órgano de seguridad de mayor importancia, evacuando las aguas en exceso generadas durante los eventos de máximas crecidas.

- Permitir el control del flujo en estructuras de caída, disipadores de energía, transiciones, estructuras de entrada y salida en alcantarillas de carreteras, sistemas de alcantarillado, etc.

Un vertedero de cresta ancha es una estructura de vertedero con una cresta lo suficientemente amplia para mantener la distribución de la presión hidrostática a través del flujo. El flujo sobre la cresta es crítico y la profundidad del flujo de la cresta del vertedero es igual a la profundidad crítica.

1.1.8.2.1 Coeficiente de descarga

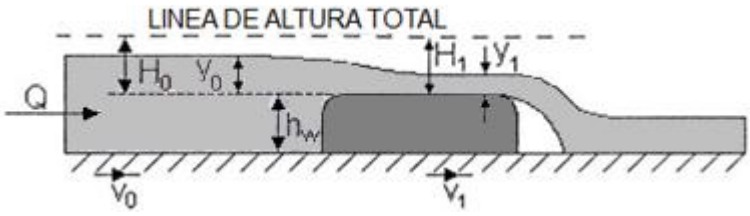


Fig. 1.11 Nomenclatura del vertedero

Fuente: Manual Armfield para el Canal Multiusos C4-MkII

Por la conservación de energía e ignorándolas perdidas.

$$H_O = H_1 = y_O + \frac{V_O^2}{2g} = y_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

Por lo tanto, la velocidad y el caudal se definen como:

$$v_1 = \sqrt{2g(H_O - H_1)}$$

El caudal esta dado por:

$$Q = y_1 \cdot v_1 \cdot b_1$$

$$Q = b\sqrt{2g(H_O y_1^2 - y_1^3)}$$

Asumiendo que el vertedero no está sumergido, es decir que el nivel del agua es bajo, el flujo sobre el vertedero puede ser considerado como crítico al pasar, por lo tanto derivando el término de alturas:

$$H_O y_1^2 - y_1^3 = máximo$$

$$y_1 = \frac{2}{3} H_o$$

El caudal por lo tanto será:

$$Q = b\sqrt{2g\left(\frac{4}{9}H_O^3 - \frac{8}{27}H_O^3\right)}$$

$$Q = 1.705 \cdot b \cdot H_o^{3/2}$$

El flujo actual sobre el vertedero será menor que el flujo teórico así que el coeficiente de descarga es introducido a la fórmula:

$$Q = 1.705 \cdot C_d \cdot b \cdot H_o^{3/2}$$

Por lo tanto, el coeficienciente de descarga puede definirse mediante:

$$Q_{teórico} = 1.705 \cdot b \cdot H_o^{3/2}$$

$$C_d = \frac{Qactual}{1.705 \cdot b \cdot H_o^{3/2}} = \frac{Q_{actual}}{Q_{teórico}}$$

1.1.8.3 Vertedero Crump

1.1.8.3.1 Coeficiente de descarga

❖ **Flujo modulado**

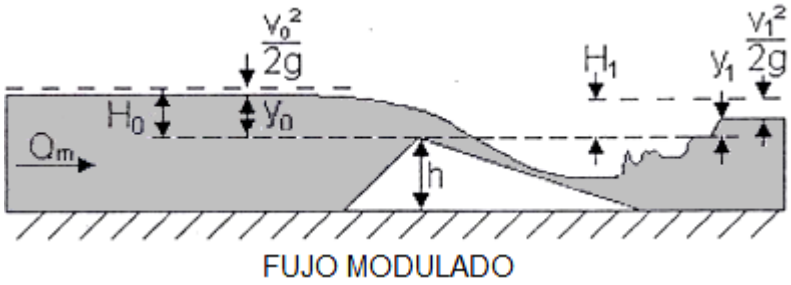


Fig. 1.12 Nomenclatura del vertedero

Fuente: Manual Armfield para el Canal Multiusos C4-MkII

En un flujo modulado, es decir, que el nivel de agua que atraviesa el vertedero es bajo, el caudal viene dado por:

$$Q_m = b \cdot C_d \cdot g^{\frac{1}{2}} \cdot H_O^{\frac{3}{2}}$$

Por lo tanto, el coeficiente de descarga es:

$$C_d = \frac{Q_m}{g^{\frac{1}{2}} \cdot H_O^{\frac{3}{2}} \cdot b}$$

Donde

Q_m es el caudal en m^3/s.

b es el ancho del vertedero.

g es la constante de gravedad.

H_O es la altura total de la cresta aguas arriba del vertedero y se define por:

$$H_O = y_O + \frac{Q_O^2}{2g(y_O \cdot b)^2}$$

y_O es la profundidad del flujo sobre el vertedero.

$Q_O = Q_m$ es el caudal aguas arriba.

h es la altura vertical del vertedero.

Cuando se trata de un flujo modulado, este no es afectado por el flujo aguas abajo del vertedero. Una medición simple puede ser considerada para determinar el volumen sobre la cresta.

❖ **Flujo no modulado**

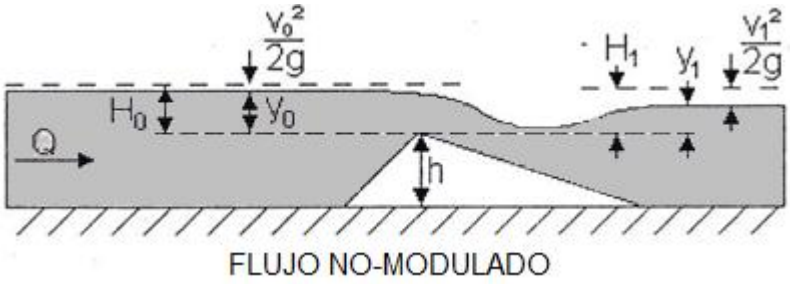


Fig. 1.13 Nomenclatura del vertedero

Fuente: Manual Armfield para el Canal Multiusos C4-MkII

En un flujo no modulado, es decir, que el nivel de agua que atraviesa el vertedero es elevado se debe cumplir que:

$$\frac{H_1}{H_O} \geq 0.70$$

Donde

H_1 es la altura total de la cresta aguas abajo del vertedero y se define por:

$$H_1 = y_1 + \frac{Q_1^2}{2g(y_1 \cdot b)^2}$$

H_O es la altura total de la cresta aguas arriba del vertedero y se define por:

$$H_O = y_O + \frac{Q_O^2}{2g(y_O \cdot b)^2}$$

Q_O es el caudal aguas arriba y Q_1 es el caudal aguas abajo.

El flujo no modulado es afectado por el flujo aguas abajo del vertedero. Una medición simple **NO** puede ser considerada para determinar el volumen sobre la cresta, por lo tanto, un factor de corrección puede ser empleado para corregir el flujo no modulado donde:

$$f = \frac{Q}{Q_m}$$

El factor de corrección f es adimensional y el caudal Q es medido mediante el caudalímetro electrónico y Q_m es calculado por:

$$Q_m = b \cdot C_d \cdot g^{\frac{1}{2}} \cdot H_O^{\frac{3}{2}}$$

Usando el coeficiente de descarga durante flujo modulado y el valor del caudal aguas arriba del vertedero.

1.1.8.4 Compuerta

Las compuertas son puertas movibles que se colocan en las esclusas de los canales y en los portillos de las presas de río para detener o dejar pasar las aguas. Las compuertas son equipos mecánicos utilizados para el control del flujo del agua y mantenimiento en los diferentes proyectos de ingeniería, tales como presas, canales y proyectos de irrigación. Existen diferentes tipos y pueden tener diferentes clasificaciones, según su forma, función y su movimiento.

Las diferentes formas de las compuertas dependen de su aplicación, el tipo de compuerta a utilizar dependerá principalmente del tamaño y forma del orificio, de la cabeza estática, del espacio disponible, del mecanismo de apertura y de las condiciones particulares de operación.

Entre sus aplicaciones constan:

- Control de flujos de aguas.
- Control de inundaciones.
- Proyectos de irrigación.
- Crear reservas de agua.
- Sistemas de drenaje.
- Proyectos de aprovechamiento de suelos.
- Plantas de tratamiento de agua.
- Incrementar capacidad de reserva de las presas

Entre las compuertas se poseen algunos modelos como son: las planas deslizantes, clapetas, ataguía, radiales, cilíndricas, complementarias, etc. Las más comúnmente empleadas son las compuertas planas deslizantes.

- **<u>Compuertas Planas Deslizantes</u>**

Se les llama compuertas deslizantes pues para su accionar se deslizan por unos rieles guías fijos. Puede ser movida por diferentes tipos de motores. Estas compuertas pueden ser de acero estructural, madera y en caso de pequeñas cabeza de hierro, el espesor y el material de la compuerta dependerá de la presión del agua y el diseño de los sellos. Al trabajar a compresión estas compuertas tienen buenas adaptaciones a los sellos presentando pequeñas fugas.

Este tipo de compuertas han sido utilizadas para todo tipo de cabezas, pero resultan ser más económicas para pequeñas cabezas y tamaños moderados pues necesitan grandes fuerzas para ser movidas.

1.1.8.4.1 Coeficiente de descarga

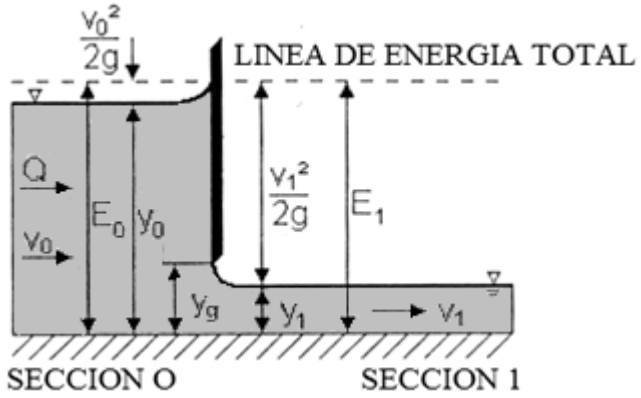


Fig. 1. 14 Nomenclatura de la compuerta

Fuente: Manual Armfield para el Canal Multiusos C4-MkII

El flujo por debajo de una compuerta de canal puede describirse como:

$$Q = b \cdot C_d \cdot y_g \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot y_o}$$

Por lo tanto, el coeficiente de descarga es:

$$C_d = \frac{Q}{b \cdot y_g \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot y_o}}$$

Donde

Q_m es el caudal en m^3/s.

b es el ancho del vertedero.

y_g es la altura de apertura de la compuerta.

y_o es la profundidad del flujo aguas arriba.

g es la constante de gravedad.

H_O es la altura total aguas arriba de la compuerta y se define por

$$H_O = y_O + \frac{Q^2}{2g(y_O \cdot b)^2}$$

H_1 es altura total aguas abajo, definida por:

$$H_1 = y_1 + \frac{Q^2}{2g(y_1 \cdot b)^2}$$

1.1.8.4.2 Fuerza en una compuerta

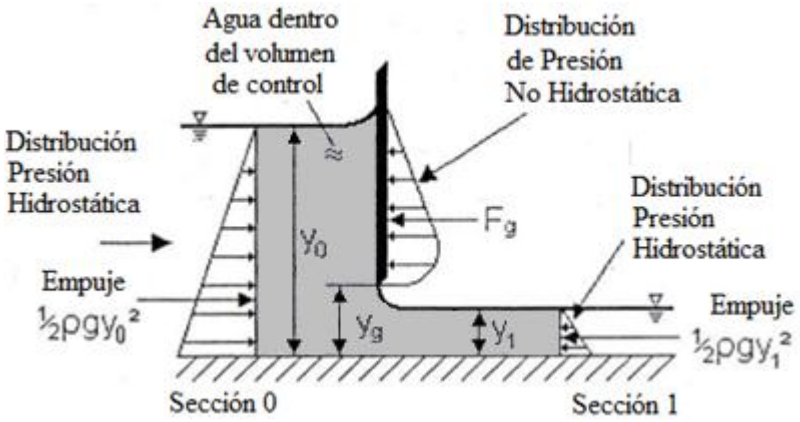


Fig. 1.15 Nomenclatura de la compuerta

Fuente: Manual Armfield para el Canal Multiusos C4-MkII

Puede demostrarse que la fuerza resultante en una compuerta está dada por la ecuación:

$$F_g = \frac{1}{2}\rho g b y_1 \left[\frac{y_0^2}{y_1^2} - 1\right] - \frac{\rho Q^2}{b y_1}\left[1 - \frac{y_1}{y_o}\right]$$

El empuje de la compuerta por una distribución de la presión hidrostática está dado por:

$$F_H = \frac{1}{2}\rho g b (y_o - y_1)^2$$

Donde

F_g es la fuerza resultante del empuje en la compuerta.

F_H es la fuerza resultante de la presión hidrostática.

Q es el caudal manejado.

ρ es la densidad del fluido.

b es al ancho de la compuerta.

g es la constante de gravedad.

$y_1$es la profundidad del flujo aguas abajo.

$y_o$es la profundidad del flujo aguas arriba.

$y_g$es la altura de la compuerta sobre el lecho del canal.

1.1.8.4.3 El Salto Hidráulico

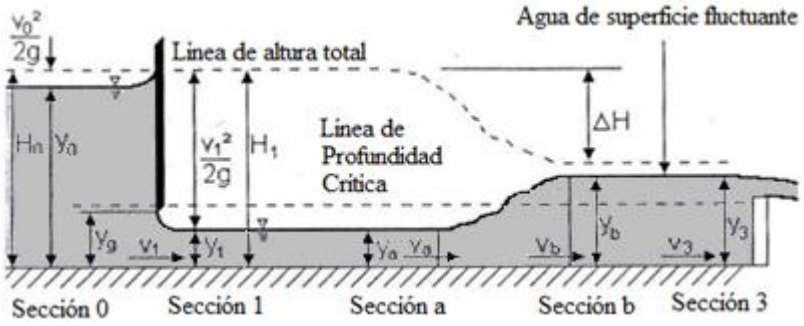


Fig. 1.16 Nomenclatura de la compuerta.

Fuente: Manual Armfield para el Canal Multiusos C4-MkII

Cuando el agua fluye rápidamente y cambia a un flujo lento y tranquilo se produce un salto hidráulico u ola continua. Esto ocurre cuando una profundidad menor a la crítica cambia a una profundidad superior a la crítica y debe ser acompañado de una pérdida de energía.

Un salto ondular ocurre cuando el cambio en la profundidad es pequeño. La superficie del agua ondula una serie de oscilaciones, las cuales gradualmente decaen a una región de flujo tranquilo.

Un salto directo ocurre cuando el cambio en la profundidad es grande. La gran cantidad de pérdida de energía resulta en una zona de extrema turbulencia antes de llegar a aguas tranquilas.

Considerando las fuerzas actuantes dentro del fluido en cualquiera de las dos zonas del salto hidráulico de ancho único se puede demostrar que:

$$\Delta H = y_a + \frac{V_a^2}{2g} - \left(y_b + \frac{V_b^2}{2g}\right)$$

Donde

ΔHes el total de energía disipada.

V_a es la velocidad antes del salto.

V_b es la velocidad después del salto.

y_a es la profundidad del flujo antes del salto.

y_b es la profundidad del flujo después del salto.

Debido a que la sección de trabajo es corta, se asume que $y_a \approx y_1$ y $y_b \approx y_3$. Por lo tanto, la ecuación anterior se resume a:

$$\Delta H = \frac{(y_3 - y_1)^2}{4 y_1 y_3}$$

1.1.8.4.4 Energía específica

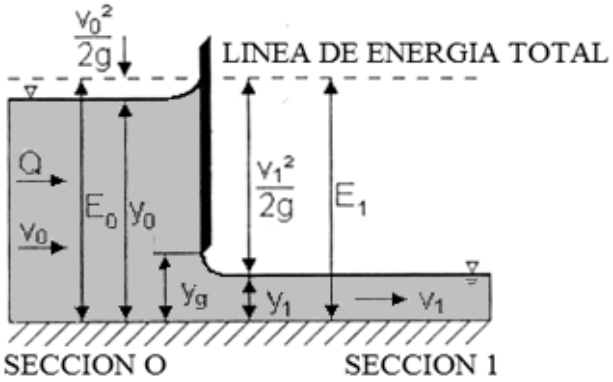


Fig. 1. 17 Nomenclatura del vertedero

Fuente: Manual Armfield para el Canal Multiusos C4-MkII

La velocidad y la profundidad de un flujo dado en una sección cualquiera de un canal abierto se adaptan a la energía disponible en dicha sección. Para una descarga constante, esta energía alcanza un valor mínimo en la profundidad "crítica". Este parámetro es fundamental para una compresión completa del comportamiento de flujo libre porque la respuesta a un pulso de energía (y fuerza) depende de la profundidad actual y si ésta es menor o mayor a la profundidad crítica.

En un canal abierto es conveniente usar el fondo como datum y compararla energía específica en diferentes secciones donde la energía está definida como la suma de la energía potencial (profundidad del flujo) y la energía cinética (la velocidad):

$$E = y + \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Considerando el ancho único del canal, la ecuación de la energía se define como:

$$E = y + \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot y^2}$$

Donde

E es la energía específica.

y es la profundidad del flujo.

g es la constante de gravedad.

Q es el caudal del sistema.

Si el datum coincide con el fondo, entonces $E = H$.

Al flujo en profundidades mayores a la profundidad crítica, se conoce como "Lento", "subcrítico", "tranquilo" mientras que al flujo en profundidades menores a la profundidad crítica, se conoce como "Rápido", "supercrítico", "turbulento".

1.1.8.5 Canal Venturi

Siempre se coloca en el caso de un flujo constante, sin fricción de un fluido incompresible perfecto.

Un canal de flujo Venturi es un abierto crítico del flujo de canal con un flujo restringido, que provoca un descenso de la línea piezométrica, la creación de una profundidad crítica.

Se utiliza en la medición de flujo de caudal muy grande, por lo general en millones de unidades cúbicas. Un medidor venturi normalmente mide en milímetros, mientras que un canal venturi mide en metros.

Para la medición de la descarga del venturi con canales de flujo se poseen dos mediciones, una ascendente y otra en la garganta (la sección transversal más estrecha), se requiere, si el flujo pasa de un estado subcrítico a través del canal.

Si los canales de flujo están diseñados de forma que pasa el flujo de subsistemas críticos de estado supercrítico al pasar por el canal, una sola medición en la garganta (que en este caso se convierte en una sección crítica) es suficiente para el cálculo de la descarga. Para asegurar la presencia de la profundidad crítica en la garganta, los canales de flujo se diseñan generalmente de tal manera que se forme un salto hidráulico en el lado aguas abajo de la estructura. Estos canales de flujo se denominan "de pie canales de flujo de la onda".

Los canales de flujo Venturi tienen dos ventajas sobre los vertederos donde se crea la profundidad crítica de una contracción vertical. En primer lugar, la carga hidráulica pérdida es menor en canales que en vertederos. En segundo lugar, no existe una zona muerta en canales donde los sedimentos y los desechos se pueden acumular, como una zona muerta que existe aguas arriba de las presas.

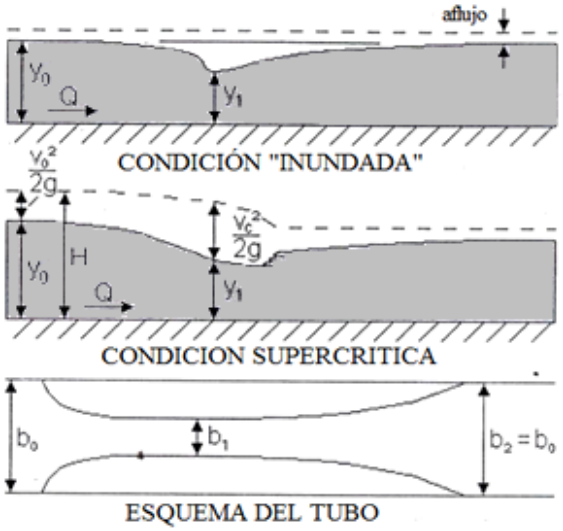


Fig. 1. 18 Nomenclatura de la compuerta

Fuente: Manual Armfield para el Canal Multiusos C4-MkII

Ampliar o estrechar el canal tiene el mismo efecto que elevar o disminuir el fondo del mismo. Por lo tanto, la garganta creada por el canal Venturi posee las mismas características que el vertedero de cresta ancha y la descarga se define como:

$$Q = \frac{2\sqrt{2 \cdot g}}{3\sqrt{3}} \cdot b \cdot H^{\frac{3}{2}} = 1.704 \cdot b_1 \cdot H_o^{\frac{3}{2}}$$

Por lo tanto, el coeficienciente de descarga puede definirse mediante:

$$C_d = \frac{Qactual}{1.705 \cdot b \cdot H_o^{3/2}} = \frac{Q_{actual}}{Q_{teórico}}$$

1.2 MÁQUINAS TÉRMICAS

1.2.1 Calderos

Un caldero es todo recipiente cerrado en el cual, para cualquier fin, excepto el cocimiento doméstico de alimentos, se calienta agua o se genera vapor, generalmente de agua, para ser usado fuera de él, a una presión mayor que la presión atmosférica.

El calentamiento de la caldera es producido por la inflamación de un elemento combustible dentro de la cámara de combustión u hogar de la caldera. Los combustibles comúnmente utilizados en las calderas modernas son sustancias líquidas o gaseosas derivados del petróleo (queroseno, diesel, gasolina, gas, etc.); sin embargo, son también comunes las calderas de carbón. La cámara de combustión de la caldera y las paredes de las mismas están diseñadas para aprovechar al máximo la energía en forma de calor que se libera cuando se inflama el combustible.

El sistema de combustible consta básicamente de dos tuberías; una de ellas alimenta el combustible y la otra el oxígeno necesario para la combustión. Para aumentar la eficiencia del proceso de combustión, en las calderas el combustible líquido, antes del quemador, el combustible pulverizado y el aire se mezclan en proporciones controladas. Una vez que se ha generado el calor se inicia el proceso de calentamiento del agua que culmina en la generación de vapor. Luego, el vapor a gran temperatura es transportado por medio de tuberías hasta la carga. Durante este trayecto el vapor pierde la mayor parte de la energía y ya no puede ser utilizado más. Por eso, se hace pasar un sistema de enfriamiento, condensación y purificación para finalmente ser reinyectado en la caldera.

En el interior de la caldera y dentro de las tuberías de vapor ocurren numerosos procesos físicos y reacciones químicas que influyen en la operación, la seguridad, la eficiencia del proceso y la vida útil de la caldera y sus componentes. Por esta razón estos procesos y reacciones químicas deben ser controlados.

1.2.1.1 Tipos de Calderos

- ***Calderos Pirotubulares:***

Se denominan pirotubulares por ser los gases calientes procedentes de la combustión de un combustible, los que circulan por el interior de tubos cuyo exterior esta bañado por el agua de la caldera. El combustible se quema en un hogar, en donde tiene lugar la transmisión de calor por radiación, y los gases resultantes, se les hace circular a través de los tubos que constituyen el haz tubular de la caldera, y donde tiene lugar el intercambio de calor por conducción y convección.

Según sea una o varias las veces que los gases pasan a través del haz tubular, se tienen las calderas de uno o de varios pasos. En el caso de calderas de varios pasos, en cada uno de ellos, los humos solo atraviesan un determinado número de tubos, cosa que se logra mediante las denominadas cámaras de humos. Una vez realizado el intercambio térmico, los humos son expulsados al exterior a través de la chimenea.

Esta es la técnica más clásica para la producción de vapor saturado, de agua o de vapor sobrecalentado para una gama de caudales de 160 a 50 000 kg/h (112 a 34 000 kW). Para que se dé la combustión se debe inyectar una mezcla de aire y combustible en el hogar los cuales se inflaman a entrar en contacto con la llama que alimentan. La forma y el posicionamiento de la llama en el hogar son primordiales para optimizar los fenómenos de radiación y convección, para reducir las emisiones y los residuos.



Fig. 1.19 Caldera Pirotubular Horizontal

Fuente: http://www.empresaeficiente.com/es/catalogo-de-tecnologias/calderas

- ***Calderos Aquatubulares:***

En estas calderas, al contrario de lo que ocurre en las pirotubulares, es el agua el que circula por el interior de tubos que conforman un circuito cerrado a través del calderín o calderines que constituye la superficie de intercambio de calor de la caldera.
Adicionalmente, pueden estar dotadas de otros elementos de intercambio de calor, como pueden ser el sobrecalentador, recalentador, economizador, etc. Estas calderas, constan de un hogar configurado por tubos de agua, tubos y refractario, o solamente refractario, en el cual se produce la combustión del combustible y constituyendo la zona de radiación de la caldera. Desde dicho hogar, los gases calientes resultantes de la combustión son conducidos a través del circuito de la caldera, configurado este por paneles de tubos y constituyendo la zona de convección de la caldera. Finalmente, los gases son enviados a la atmósfera a través de la chimenea.

Con objeto de obtener un mayor rendimiento en la caldera, se las suele dotar de elementos, como los ya citados, economizadores y precalentadores, que hacen que la temperatura de los gases a su salida de la caldera, sea menor, aprovechando así mejor el calor sensible de dichos gases.

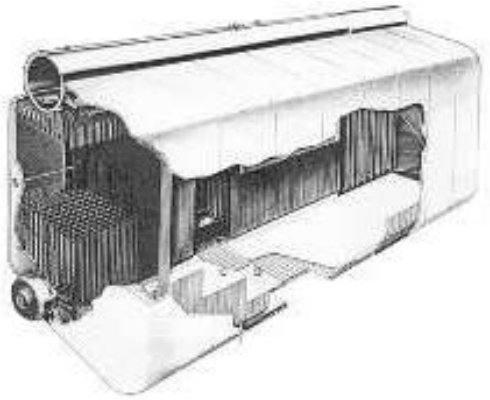


Fig. 1.20 Caldera Aquatubular
Fuente: http://www.caballano.com/calderas.htm

1.2.2 Aire Acondicionado

El acondicionamiento de aire es un proceso de tratamiento que controla el ambiente interior de una vivienda o local: en verano mediante la refrigeración y en invierno con la calefacción. Cuando se cubren ambos servicios se habla de climatización.

El funcionamiento del acondicionador de aire está sometido a tres leyes naturales:

- *1ra Ley*._ El calor se mueve siempre desde el objeto más caliente hacia el objeto más frío. El calor es una forma de energía; la temperatura es una medida para su intensidad.

- *2da Ley*._ Para convertir un líquido en vapor es necesario calor. Si, por ejemplo, el agua hierve sobre un quemador, absorbe una gran cantidad de calor sin que varíe su temperatura al evaporarse. Si, por el contrario, se extrae calor del vapor, entonces el vapor se condensa y se convierte en líquido.

La temperatura a la cual el agua hierve, o el vapor de agua se condensa, depende de la presión. Al aumentar la presión aumenta la temperatura de ebullición.

- *3ra Ley*._ Al comprimir un gas, aumenta su temperatura y su presión.

El ciclo fundamental de refrigeración en el que encuentran aplicación las citadas leyes se efectúa en la siguiente forma:

1. El agente frigorífico líquido absorbe calor del medio ambiente al evaporarse (1ª y 2ª leyes).

2. El vapor caliente es comprimido y alcanza una temperatura superior a la del aire del medio ambiente (3ª ley).

3. El aire del medio ambiente (que está más frío) absorbe calor y condensa el vapor convirtiéndolo en líquido (1ª y 3ª leyes).

4. El líquido fluye hacia el punto de partida del ciclo y se vuelve a utilizar.

1.2.2.1 Cartas Psicométricas

Las cartas psicométricas son gráficas vapor de agua- aire que relacionan la temperatura de bulbo seco del agua líquida con la temperatura de bulbo húmedo, las libras de agua por libras de aire seco, el calor sensible de la mezcla, la entalpia de saturación, la humedad relativa. Son graficas fáciles de leer e interpretar.

Ofrecen una gran precisión, ya que sus valores son de hasta cuatro decimales; sin embargo, en la mayoría de los casos, no se requiere tanta precisión; y con el uso de la carta psicométrica, se puede ahorrar mucho tiempo y cálculos.

La carta psicométrica puede basarse en datos obtenidos a la presión atmosférica normal al nivel del mar, o puede estar basada en presiones menores que la atmosférica, o sea, para sitios a mayores alturas sobre el nivel del mar.

Existen muchos tipos de cartas psicométricas, cada una con sus propias ventajas. Algunas se hacen para el rango de bajas temperaturas, algunas para el rango de media temperatura y otras para el rango de alta temperatura. A algunas de las cartas psicométricas se les amplía su longitud y se recorta su altura; mientras que otras son más altas que anchas y otras tienen forma de triángulo. Todas tienen básicamente la misma función; y la carta a usar, deberá seleccionarse para el rango de temperaturas y el tipo de aplicación.

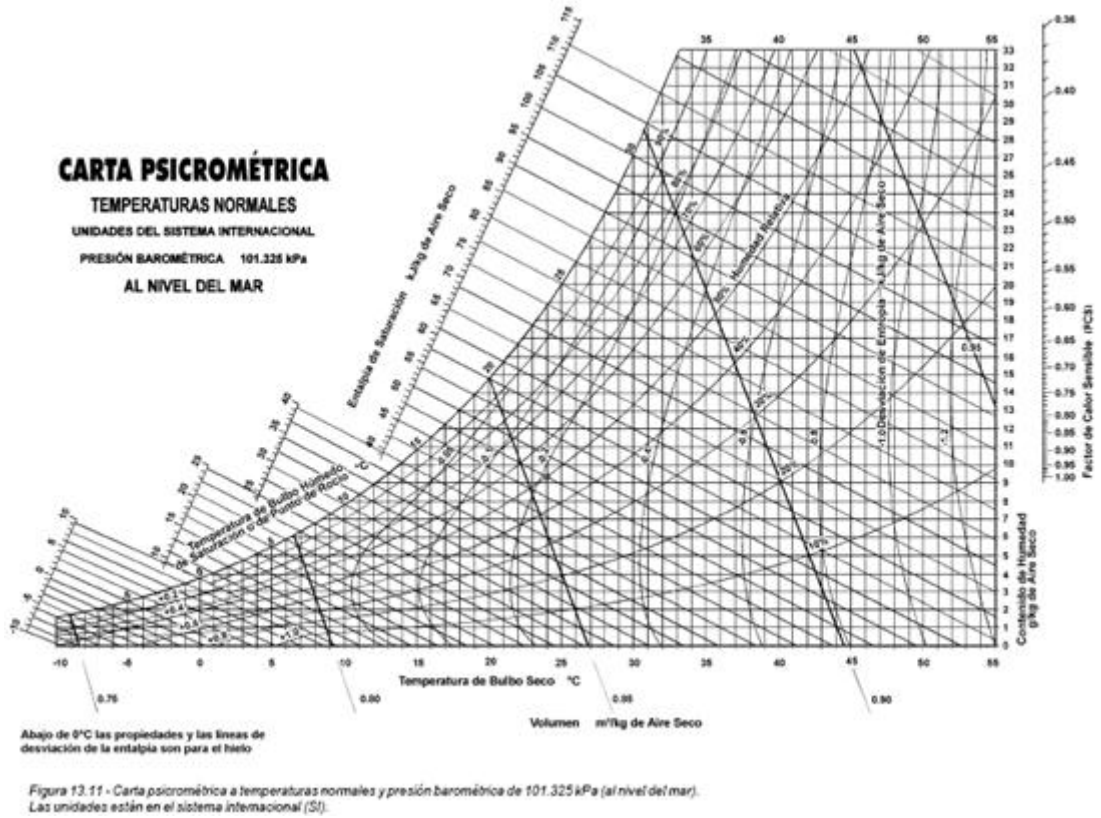


Fig. 1.21 Carta psicométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI).

Fuente: http://meceabioclimatica.blogspot.com/2009/11/carta-psicometrica.html

En una carta psicométrica se encuentran todas las propiedades del aire, de las cuales las de mayor importancia son las siguientes:

a. Temperatura de bulbo seco (bs).
b. Temperatura de bulbo húmedo (bh).
c. Temperatura de punto de rocío (pr).
d. Humedad relativa (hr).
e. Humedad absoluta (ha).
f. Entalpía (h).
g. Volumen específico.

1.2.2.1.1 Humedad Relativa

La humedad relativa (hr), es un término utilizado para expresar la cantidad de humedad en una muestra dada de aire, en comparación con la cantidad de humedad que el aire tendría, estando totalmente saturado y a la misma temperatura de la muestra. Una definición más técnica de la humedad relativa, sería la relación de la fracción mol del vapor de agua

presente en el aire, con la fracción mol del vapor de agua presente en el aire saturado, a la misma temperatura y presión. La humedad relativa se expresa en porcentaje.

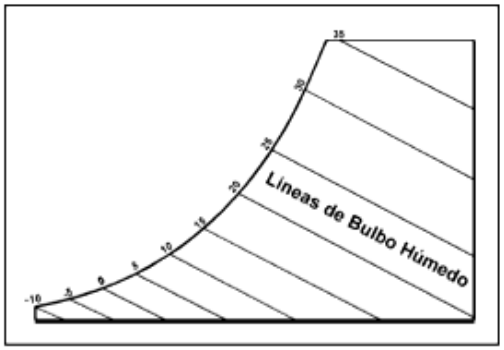
1.2.2.1.2 Humedad Absoluta

El término "humedad absoluta" (ha), se refiere al peso del vapor de agua por unidad de volumen. Esta unidad de volumen, generalmente es un espacio de un metro cúbico (o un pie cúbico). En este espacio, normalmente hay aire también, aunque no necesariamente.

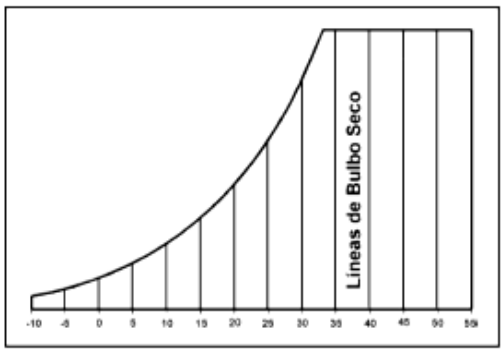
La humedad relativa está basada en la humedad absoluta, bajo las condiciones establecidas; es decir, la humedad relativa es una comparación con la humedad absoluta a la misma temperatura, si el vapor de agua está saturado. Tanto la humedad absoluta, como la relativa, están basadas en el peso del vapor de agua en un volumen dado.

1.2.2.1.3 Punto de Rocío

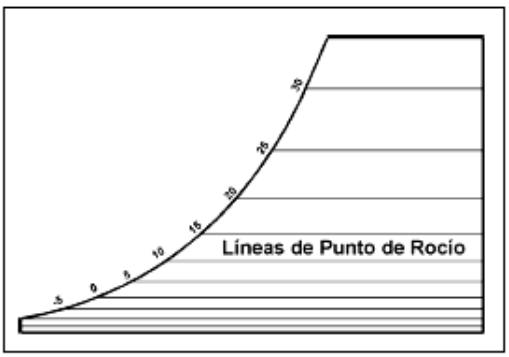
El punto de rocío se define como: la temperatura debajo de la cual el vapor de agua en el aire, comienza a condensarse. También es el punto de 100% de humedad. La humedad relativa de una muestra de aire, puede determinarse por su punto de rocío. Existen varios métodos para determinar la temperatura del punto de rocío.



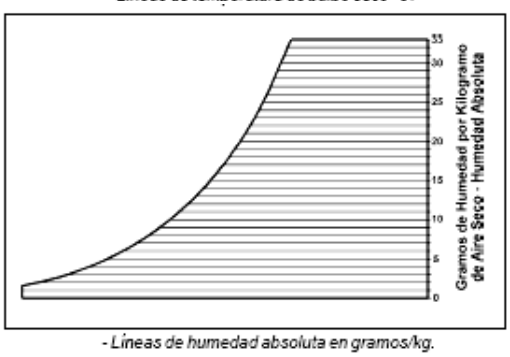
- Líneas de temperatura de bulbo húmedo °C.



- Líneas de temperatura de bulbo seco °C.



- Líneas de temperatura de punto de rocío °C.



- Líneas de humedad absoluta en gramos/kg.

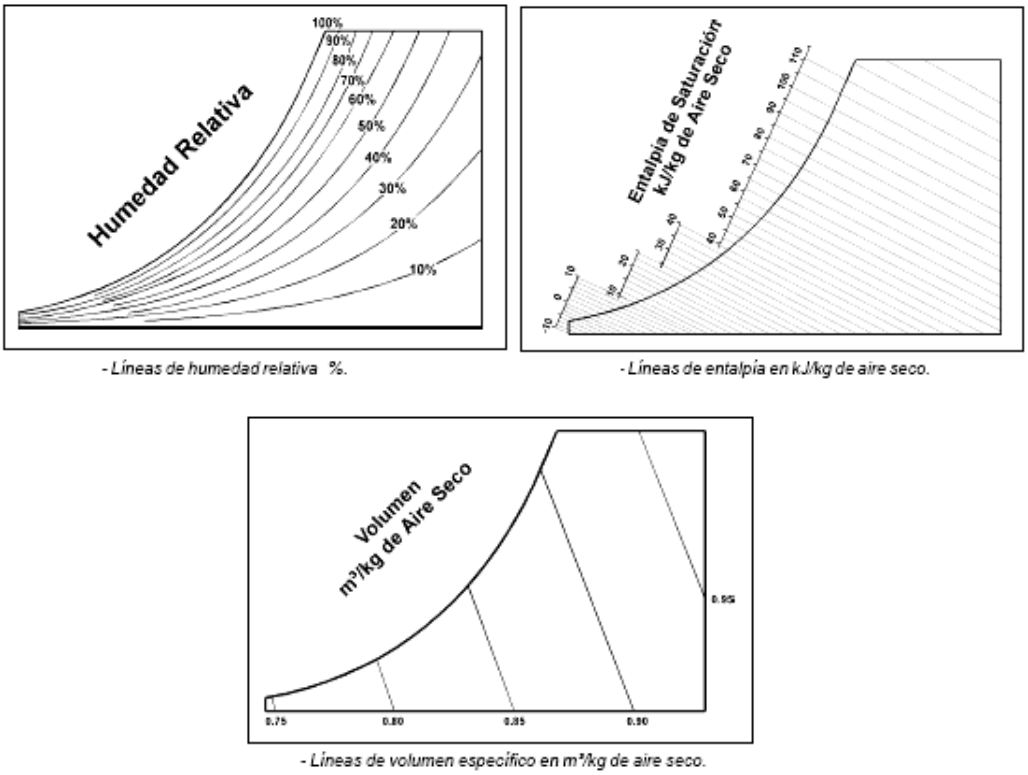


Fig. 1.22 Líneas de las variables en una carta psicométrica.
Fuente: http://www.valycontrol.com.mx/mt/mt_cap_13.pdf

1.2.2.2 Enfriamiento por deshumidificación

La combinación de enfriamiento y deshumidificación, se encuentra en prácticamente todos los sistemas de aire acondicionado. La deshumidificación misma, no puede llevarse a cabo por la refrigeración mecánica, sin remover también el calor sensible. Si solamente se desea deshumidificar individualmente, entonces deben utilizarse de-secantes químicos.

La deshumidificación es la remoción del vapor de agua presente en el aire. La cantidad del vapor de agua, presente dentro de una zona ocupada, variará dependiendo del número de personas presentes y de su actividad, la condición del aire exterior, la estructura del edificio y la cantidad de infiltración. Al enfriamiento y deshumidificación del aire para confort humano, se le conoce comúnmente como aire acondicionado. Esto no es totalmente correcto, ya que el término "aire acondicionado" se refiere a cualquier o todas las fases de enfriar, calentar, ventilar, filtrar, distribuir, etc., el aire, para que cumpla los requerimientos del espacio acondicionado.

El enfriamiento y deshumidificación del aire es la fase del aire acondicionado que normalmente requiere el uso de un equipo de refrigeración mecánica para poder producir el enfriamiento y la deshumidificación requeridos.

1.2.2.3 Humidificación

El acondicionamiento de aire o humidificación es la operación unitaria que tiene como objetivo modificar las condiciones de humedad y temperatura de una corriente de aire, por interacción con una corriente de agua. Se transfiere agua y energía calorífica de una a otra corriente, es decir, agrega humedad al aire a tratar.

Se podría decir que ocurre un cambio de materia y de energía a la vez, ya que existe pérdida o ganancia de calor (energía) en el agua, pero también un cambio de materia porque lo que entra es aire, pero lo que sale es vapor de agua (aire húmedo) o viceversa.

No obstante, la humedad ejerce una poderosa influencia sobre los factores ambientales y fisiológicos. Unos niveles inadecuados de humedad (tanto muy altos como muy bajos) pueden causar incomodidad a las personas y pueden dañar muchos tipos de equipos y materiales. El tipo adecuado de equipamiento de humidificación puede ayudar a conseguir un control de la humedad eficaz, económico y sin problemas.

El aire seco puede producir un gran número de problemas, todos ellos costosos, molestos e incluso peligrosos, especialmente si procesa o maneja materiales higroscópicos como madera, papel, fibras textiles, piel o productos químicos. El aire seco o la humedad fluctuante pueden ser causa de problemas graves de producción o de deterioro de los materiales. El aire seco también puede influir negativamente en los materiales higroscópicos de museos, escuelas, bancos, iglesias y edificios de oficinas.

En condiciones atmosféricas secas, la electricidad estática puede interferir en el funcionamiento adecuado de la maquinaria de producción, de los equipos informáticos y de otros dispositivos de la oficina. Donde se manipulan materiales con tendencia a acumular estática, como papel, películas, discos informáticos y otros plásticos, el aire seco agrava el problema de la estática. En entornos donde pueden producirse explosiones, el aire seco y la electricidad estática resultante pueden ser extremadamente peligrosos.

A grandes rasgos, el proceso que tiene lugar en la operación de humidificación es el siguiente:

- Una corriente de agua caliente o vapor se pone en contacto con una de aire seco (o con bajo contenido en humedad), normalmente aire atmosférico.
- Parte del agua se evapora, enfriándose así la interfase.
- El seno del líquido cede entonces calor a la interfase, y por lo tanto se enfría.

- A su vez, el agua evaporada en la interfase se transfiere al aire, por lo que se humidifica.

1.2.3 Refrigeración por Compresión de Vapor

Mediante energía mecánica se comprime un gas refrigerante. Al condensar, este gas emite el calor latente que antes, al evaporarse, había absorbido el mismo refrigerante a un nivel de temperatura inferior. Para mantener este ciclo se emplea energía mecánica, generalmente mediante energía eléctrica. Dependiendo de los costos de la electricidad, este proceso de refrigeración es muy costoso. Por otro lado, tomando en cuenta la eficiencia de las plantas termoeléctricas, solamente una tercera parte de la energía primaria es utilizada en el proceso. Además, los refrigerantes empleados hoy en día pertenecen al grupo de los fluoroclorocarbonos, que por un lado dañan la capa de ozono y por otro lado contribuyen al efecto invernadero.

Un ciclo simple frigorífico comprende cuatro procesos fundamentales, tales como: regulación, evaporación, compresión y condensación.

A. La regulación

El ciclo de regulación ocurre entre el condensador y el evaporador, en efecto, el refrigerante líquido entra en el condensador a alta presión y a alta temperatura, y se dirige al evaporador a través del regulador.

La presión del líquido se reduce a la presión de evaporación cuando el líquido cruza el regulador, entonces la temperatura de saturación del refrigerante entra en el evaporador y será en este lugar donde se enfría.

Una parte del líquido se evapora cuando cruza el regulador con el objetivo de bajar la temperatura del refrigerante a la temperatura de evaporación.

B. La evaporación

En el evaporador, el líquido se vaporiza a presión y temperatura constantes gracias al calor latente suministrado por el refrigerante que cruza el espacio del evaporador. Todo el refrigerante se vaporizada completamente en el evaporador, y se recalienta al final del evaporador.

Aunque la temperatura del vapor aumenta un poco al final del evaporador debido al sobrecalentamiento, la presión se mantiene constante.

Aunque el vapor absorbe el calor del aire alrededor de la línea de aspiración, aumentando su temperatura y disminuyendo ligeramente su presión debido a las pérdidas de cargas a consecuencia de la fricción en la línea de aspiración, estos detalles no se tiene en cuenta cuando uno explica el funcionamiento de un ciclo de refrigeración normal.

C. La compresión

Por la acción del compresor, el vapor resultante de la evaporación es aspirado por el evaporador por la línea de aspiración hasta la entrada del compresor. En el compresor, la presión y la temperatura del vapor aumenta considerablemente gracias a la compresión, entonces al vapor a alta temperatura y a alta presión es devuelto por la línea de expulsión.

D. La condensación

El vapor atraviesa la línea de expulsión hacia el condensador donde libera el calor hacia el aire exterior. Una vez que el vapor ha prescindido de su calor adicional, su temperatura se reduce a su nueva temperatura de saturación que corresponde a su nueva presión. En la liberación de su calor, el vapor se condensa completamente y entonces es enfriado.

El líquido enfriado llega al regulador y está listo para un nuevo ciclo.

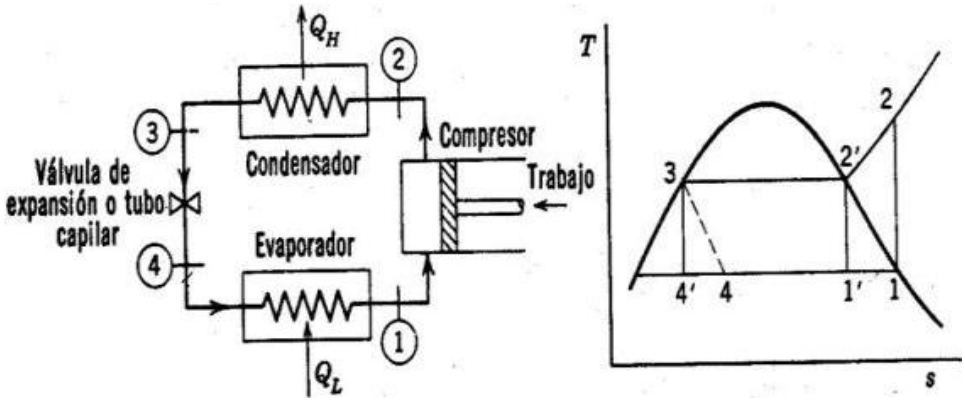


Fig. 1.23 Sistema de Refrigeración por compresión de vapor
Fuente: http://www.sc.ehu.es/nmwmigaj/maqfrigorifica.htm

1.2.4 Compresores Centrífugos

Los compresores de etapas múltiples son utilizados en la industria para alimentación de flujos de gas o aspiración a altas presiones. La energía cinética impartida al gas por la rotación del impulsor es convertida en energía de presión que aumenta progresivamente de una etapa a otra.

Los compresores centrífugos son utilizados principalmente para aplicaciones de compresión en campo. Todas estas aplicaciones comparten requerimientos tales como: rendimiento eficiente, alta confiabilidad, durabilidad y facilidad de mantenimiento. La comprensión en campo impone además requerimientos adicionales en el diseño de los equipos.

En los compresores centrífugos, el desplazamiento del fluido es esencialmente radial. El compresor consta de uno o más impulsores y de números de difusores, en los que el fluido se desacelera. El fluido aspirado por el centro de una rueda giratoria, ojo del impulsor, es impulsado por los álabes de ésta y debido a la fuerza centrífuga, hacia los canales del difusor. Después que la energía cinética se ha convertido en presión, el fluido es conducido hacia el centro del próximo impulsor y así sucesivamente.

Las velocidades de funcionamiento son bastante altas comparadas con otros compresores. La gama comprendida entre 50.000 - 100.000 r.p.m. es bastante frecuente en industrias aeronáuticas y especiales donde el peso es un factor dominante.

Los compresores centrífugos, con velocidades próximas a las 20.000 r.p.m. suele ser la gama comercial más común, aún cuando están fabricando con velocidades un tanto mayores. Debido a las elevadas velocidades con que se construyen los compresores dinámicos de tamaño medio, se utilizan cojinetes amortiguadores inclinados o abiertos en lugar de los rodillos, que son los que se incorporan a los compresores de desplazamiento.

El caudal mínimo de un compresor centrífugo, está limitado principalmente por el flujo de la última etapa.

1.2.4.1 Funcionamiento

Un compresor centrífugo eleva la presión de una gas, acelerando primero las moléculas de gas y luego convirtiendo la velocidad de las mismas (energía cinética), en presión (energía potencial). El gas entra al ojo (centro) del impulsor y es acelerado hacia la periferia del mismo, a medida que este gira. Inmediatamente después, el gas entra a un difusor donde su dirección es cambiada, causando desaceleración, lo cual convierte la energía cinética del gas en energía potencial (presión). Si se quiere conseguir una presión mayor, la cámara de retorno dirige el gas hacia el ojo del siguiente impulsor. El gas entra posteriormente en un colector o voluta al terminar una etapa de compresión y el descargado al proceso o pasa a un intercambiador de calor antes de ir a otras etapas de compresión.

1.2.4.2 Ventajas

I. En el intervalo de 2.000 a 200.000 ft3/min., y según sea la relación de presión, este compresor es económico porque se puede instalar en una sola unidad.
II. Ofrece una variación bastante amplia en el flujo con un cambio pequeño en la carga.
III. La ausencia de piezas rozantes en la corriente de compresión permite trabajar un largo tiempo entre intervalos de mantenimiento, siempre y cuando los sistemas auxiliares de aceites lubricantes y aceites de sellos estén correctos.
IV. Se pueden obtener grandes volúmenes en un lugar de tamaño pequeño. Esto puede ser una ventaja cuando el terreno es muy costoso.
V. Su característica es un flujo suave y libre de pulsaciones.

1.2.4.3 Desventajas

I. Los compresores centrífugos son sensibles al peso molecular del gas que se comprime. Los cambios imprevistos en el peso molecular pueden hacer que las presiones de descarga sean muy altas o muy bajas.
II. Se necesitan velocidades muy altas en las puntas para producir la presión. Con la tendencia a reducir el tamaño y a aumentar el flujo, hay que tener mucho más cuidado al balancear los motores y con los materiales empleados en componentes sometidos a grandes esfuerzos.
III. Un aumento pequeño en la caída de presión en el sistema de proceso puede ocasionar reducciones muy grandes en el volumen del compresor.
IV. Se requiere un complicado sistema para aceite lubricante y aceite para sellos.

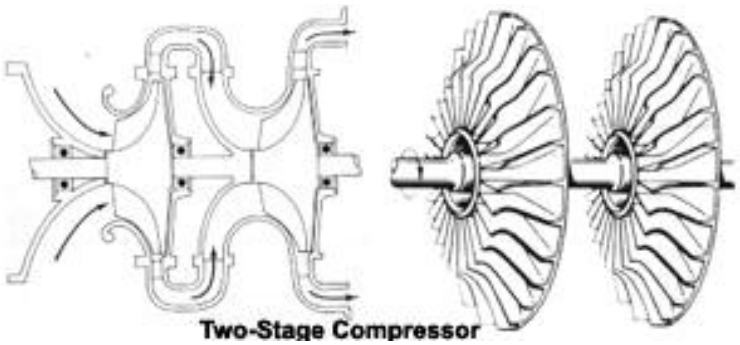


Fig. 1.24 Compresor centrifugo de dos etapas.
Fuente: http://materias.fi.uba.ar/6720/unidad3.PDF

1.3 TRANSFERENCIA DE CALOR

1.3.1 Conducción.

La conducción es el único mecanismo de transmisión del calor posible en los medios sólidos. Cuando en estos cuerpos existe un gradiente de temperatura en la dirección *x*, el calor se transmite de la región de mayor temperatura a la de menor temperatura, siendo el calor transmitido por conducción *Q* , proporcional al gradiente de temperatura *dT/ dx* , y a la superficie *A.*

El flujo real de calor depende de la conductividad térmica *k*, que es una característica física del cuerpo, por lo que la ecuación anterior se puede expresar en la forma:

$$Q_k = -kA\frac{dT}{dx}$$

En la que si la superficie *A* de intercambio térmico se expresa en m^2, la temperatura en Kelvin (*K*) , la distancia *x* en metros y la transmisión del calor en *W* , las unidades de *k* serán *W / m K* . Esta se conoce como la ecuación de Fourier para conducción de calor.

El signo menos (-) es consecuencia del Segundo Principio de la Termodinámica, según el cual, el calor debe fluir hacia la zona de temperatura más baja. El gradiente de temperatura es negativo si la temperatura disminuye para valores crecientes de *x* , por lo que si el calor transferido en la dirección positiva debe ser una magnitud positiva, en el segundo miembro de la ecuación anterior hay que introducir un signo negativo.

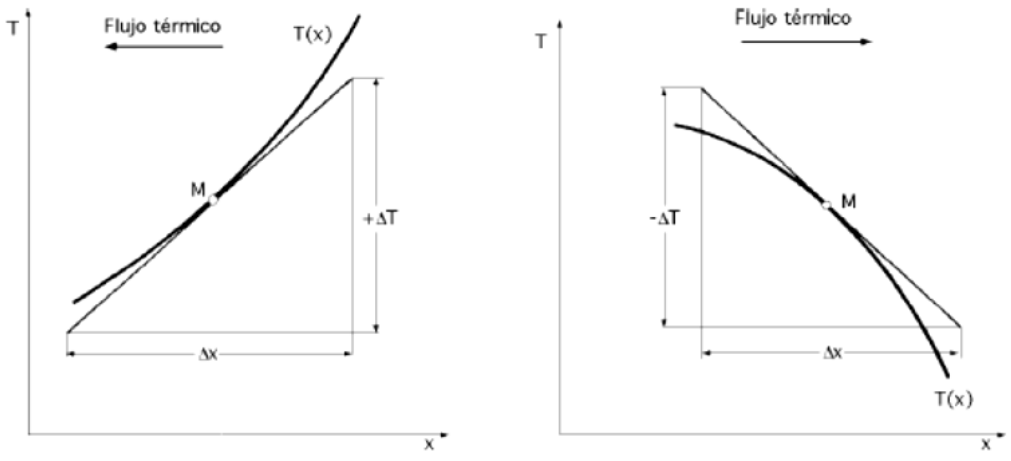


Fig. 1.25 Convenio de signos para la transmisión de calor por conducción

*Fuente: www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/transporte/**conduccion/conduccion**.htm*

Una aplicación inmediata de la ley de Fourier corresponde al caso de la transmisión del calor a través de una pared plana, en este caso una pared compuesta.

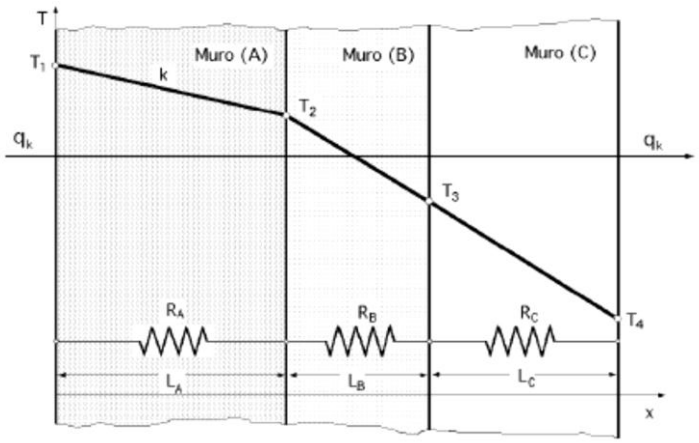


Fig. 1.26 Conducción de Calor a través de una pared plana compuesta
*Fuente: www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/transporte/**conduccion**/**conduccion**.htm*

Si el calor se propaga a través de varias paredes en buen contacto térmico, capas múltiples, el análisis del flujo de calor en estado estacionario a través de todas las secciones tiene que ser el mismo. Sin embargo y tal como se indica en la figura 2 en un sistema de tres capas, los gradientes de temperatura en éstas son distintos. El calor transmitido se puede expresar para cada sección y como es el mismo para todas las secciones, se puede poner:

$$Q_k = \frac{T_1 - T_2}{\left(\frac{L}{kA}\right)_A} = \frac{T_2 - T_3}{\left(\frac{L}{kA}\right)_B} = \frac{T_3 - T_4}{\left(\frac{L}{kA}\right)_C} = \frac{T_1 - T_4}{\left(\frac{L}{kA}\right)_A + \left(\frac{L}{kA}\right)_B + \left(\frac{L}{kA}\right)_C}$$

1.3.1.1 Coeficiente Global de transferencia de Calor (U)

Es un término que relaciona las propiedades termodinámicas de un fluido con las resistencias que existen al flujo de calor y se obtiene a partir de los coeficientes individuales y de la resistencia térmica del material de la pared.

Se puede realizar una analogía eléctrica donde podríamos señalar que el coeficiente global de transferencia de calor se obtiene al reducir todo el circuito eléctrico análogo a una sola resistencia, la cual se relaciona con U a través de:



$$R_{eq} = \frac{1}{U A}$$

Al considerar el flujo de calor que toma lugar en la conducción y las diversas temperaturas que surgen en las paredes de una pared, la transferencia de calor global puede expresarse como:

$$q = \frac{T_{\infty,1} - T_{\infty,2}}{R_{eq}} \quad \text{o bien} \quad q = UA\left(T_{\infty,1} - T_{\infty,2}\right)$$

Se obtiene entonces que el Coeficiente global de transferencia de calor puede expresar como dependiente del flujo de calor, el área de transferencia y las temperaturas inicial y final.

$$U = \frac{Q}{A(T_1 - T_8)} \qquad U = \frac{1}{R}$$

1.3.1.2 Coeficiente de Conductividad térmica (k)

Es el coeficiente que expresa la magnitud o flujo de calor que pasa a través de la unidad de superficie de una muestra de material, de extensión infinita, caras plano - paralelas y espesor la unidad, cuando entre sus caras se establece una diferencia de temperaturas igual a la unidad, en condiciones estacionarias.

El coeficiente de conductividad térmica varía según las condiciones del material (humedad que contiene, temperatura a la que se hace la medición), por lo que se fijan condiciones para hacerlo, generalmente para material seco y 15ºC (temperatura media de trabajo de los materiales de construcción) y en otras ocasiones, 300 K (26,84 ºC).

Materiales	**Conductividad Térmica (W/m·K)**	**Materiales**	**Conductividad Térmica (W/m·K)**
Acero	68-98	Fibra de vidrio	0,03-0,07
Agua	0,98	Ladrillo común	0,80
Aire	0,01	Ladrillo refractario	0,47-1,05
Aluminio	209,3	Latón	1,14
Amianto	0,04	Madera	0,13

Cinc	106-140	Plomo	35,0
Corcho	0,04-0,30	Poliuretano	0,018-0,025
Estaño	64,0		

Tabla 1.1 Coeficientes de conductividad térmica de algunos materiales.
*Fuente: www.arquimaster.com.ar/articu**los**/articulo410.htm*

1.3.1.3 Conducción en estado No estable

Cuando un sistema conduce energía en estado no-estacionario aparece una nueva variable independiente: el tiempo. Por lo tanto aún en el caso más simple de conducción unidireccional la ecuación a resolver será a derivadas parciales.

Existen numerosos sistemas de interés práctico que operan en estas condiciones y la resolución del balance microscópico de energía interna permite realizar cálculos de tiempos de enfriamiento o calentamiento en muchísimas aplicaciones de la industria, por ejemplo:

- Templado de metales.
- "Curado" de plásticos y gomas.
- Esterilización de alimentos.

Existen muchos casos reales en los cuales existe conducción no-estacionaria en más de una dirección. Por lo tanto, es posible combinarlas para obtener la solución de sistemas con conducción no-estacionaria en más de una dirección.

La "*regla de Newman*" que se enuncia de la siguiente manera:

"Cualquier problema de conducción en estado no-estacionario cartesiano tridimensional T(x,y,z,t) o cilíndrico bidimensional T(r,z,t) gobernado por una ecuación diferencial homogénea y condiciones de contorno homogéneas (o sea que poseen término independiente igual a cero), puede expresarse como el producto de los problemas transitorios unidireccionales si su condición inicial es una constante o si puede expresarse como un producto de funciones de cada una de las variables"[2].

Es necesario ser cuidadoso con la condición inicial, para lograr que el producto de las condiciones iniciales de los problemas unidireccionales cumplan con la condición inicial

[2] http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1492/1/CD-2174.pdf

del problema en más de una dirección. En este ejemplo eso sucede pues las condiciones iniciales de los problemas unidireccionales son iguales a la unidad.

La regla de Newman nos permite resolver el problema de conducción en estado no estacionario de una barra rectangular como el producto de dos placas infinitamente largas y anchas cuya intersección forma la barra en cuestión.

1.3.2 Convección

La convección es el mecanismo transferencia de calor a través de un fluido con movimiento masivo de éste. En la convección existe movimiento del fluido a nivel macroscópico, entendiendo como nivel mácroscópico movimiento de volúmenes relativamente grandes del fluido.

La convección se clasifica en natural y forzada. En la ***convección forzada*** se obliga al fluido a fluir mediante medios externos, como un ventilador o una bomba. En la ***convección natural*** el movimiento del fluido es debido a causas naturales.

1.3.2.1 Convección Natural

En la convección natural el movimiento del fluido es debido a causas naturales, como el efecto de flotación, el cual se manifiesta con la subida del fluido caliente y el descenso del fluido frio.

Sus aplicaciones en flujos externos son: pérdidas o ganancias térmicas desde equipos, calefacción de ambientes (radiadores, losa radiante), aletas de enfriamiento.

Sus aplicaciones en flujos internos: pérdidas o ganancias de calor desde ambientes habitables, frigoríficos, etc., colectores solares, enfriamiento de componentes electrónicos, ventanas dobles (termopanel). Las aplicaciones en el medio ambiente son: corrientes térmicas generadas en el suelo, flujos geofísicos, lagos y reservorios.

1.3.2.2 Convección Forzada

En la convección forzada se obliga al fluido a fluir mediante medios externos, como un ventilador o una bomba.

La convección forzada se clasifica a su vez en externa e interna dependiendo de si el flujo de fluido es interno o externo. El flujo de un fluido se clasifica como interno o externo dependiendo de si se fuerza al fluido a fluir por un canal confinado o una superficie abierta. El flujo de un fluido no limitado por una superficie es flujo externo.

Cuanto mayor es la velocidad del fluido mayor es la velocidad de transferencia de calor.

La transferencia de calor por convección depende de las propiedades del fluido, de la superficie en contacto con el fluido y del tipo de flujo. Entre las propiedades del fluido se encuentran: la viscosidad dinámica, la conductividad térmica, la densidad. También se podría considerar que depende de la viscosidad cinemática.

Entre las propiedades de la superficie que intervienen en la convección están la geometría y la aspereza. El tipo de flujo, laminar o turbulento, también influye en la velocidad de transferencia de calor por convección

En cualquier caso, la velocidad de transferencia de calor por convección siempre es proporcional a la diferencia de temperatura entre la superficie y el fluido. Este hecho se modela matemáticamente mediante la Ley de Enfriamiento de Newton.

La influencia de las propiedades del fluido, de la superficie y del flujo se cuantifica en el coeficiente de película o coeficiente de transferencia de calor por convección (h).

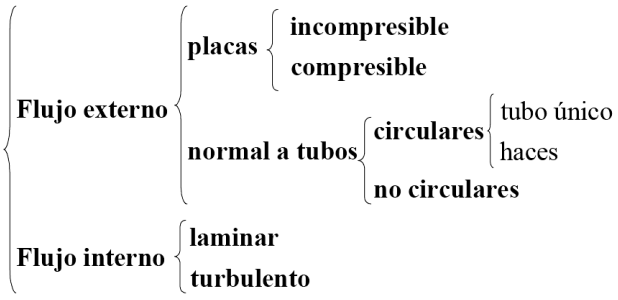


Fig. 1.27 Clasificación de la Convección Forzada.

Fuente: La Autora

1.3.3 Intercambiadores de calor

Los intercambiadores de calor son equipos que permiten transferir energía (calor) de un fluido a otro sin ponerlos en contacto directo, la transferencia se produce a través de una pared sólida que los separa.

Un fluido transfiere calor por convección a una pared sólida, el calor atraviesa esta por conducción y por último el otro fluido recibe la transferencia por convección.

Los tipos más usuales son:

a. Intercambiadores de doble tubo.
b. Intercambiadores de carcasa y tubos.
c. Intercambiadores compactos.

1.3.3.1 Intercambiadores de calor de doble tubo

Es el tipo más sencillo de intercambiador de calor. Está constituido por **dos tubos concéntricos** de diámetros diferentes. En un intercambiador de calor de doble tubo, el fluido caliente circula por un tubo, descendiendo su temperatura desde un valor de entrada, **Te,** hasta uno de salida, **Ts**, mientras que el fluido frío lo hace por el segundo tubo, bien en el mismo sentido (corriente directa), bien en sentido contrario (contracorriente), desde un valor de entrada, **te,** hasta otro de salida, **ts**.

1.3.3.1.1 Operación Flujo Paralelo

Los dos fluidos ingresan por el mismo extremo y fluyen en el mismo sentido. La temperatura de salida del fluido frío nunca puede ser mayor que la temperatura de salida del fluido caliente.

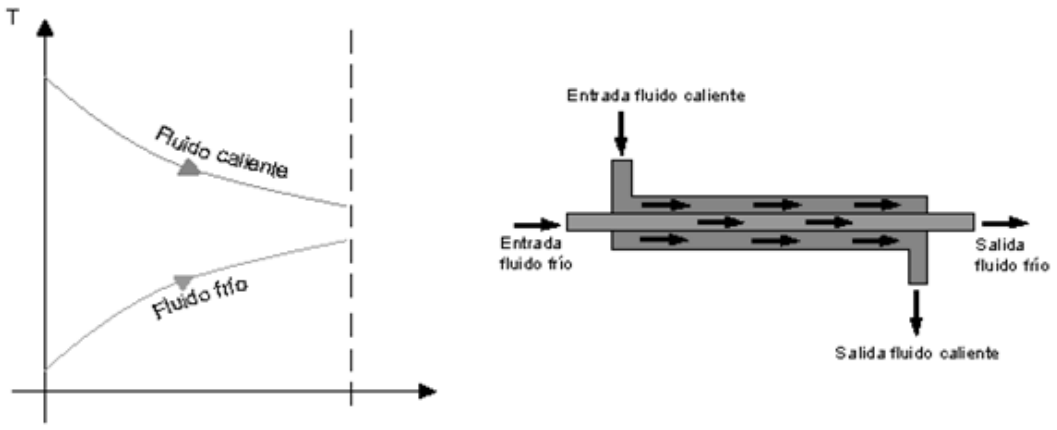


Fig. 1.28 Configuración Flujo paralelo

Fuente: web.usal.es/~tonidm/DEI_07_comp.pdf

1.3.3.1.2 Operación Flujo Cruzado

Los dos fluidos ingresan por extremos contrarios y por lo tanto fluyen en sentidos opuestos. La temperatura de salida del fluido frío puede ser superior a la temperatura de salida del fluido caliente.

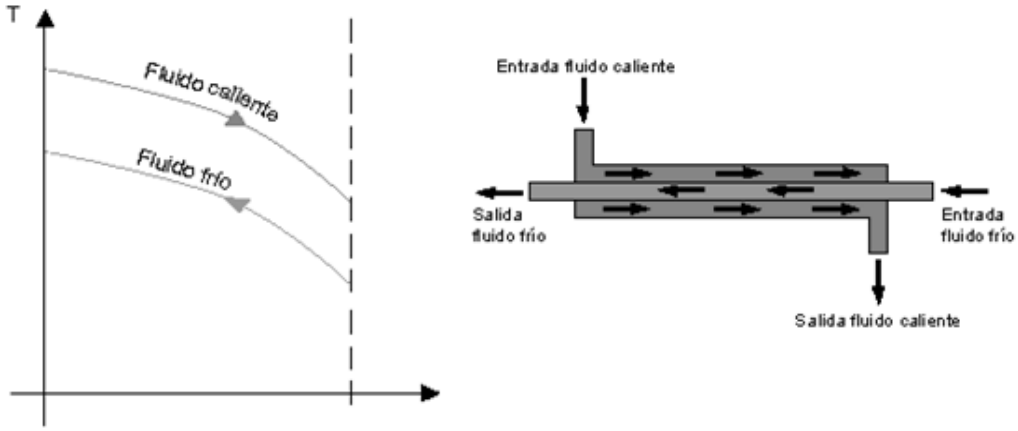


Fig. 1.29 Configuración Flujo Cruzado

Fuente: web.usal.es/~tonidm/DEI_07_comp.pdf

1.3.3.2 Intercambiadores de calor compactos.

Son intercambiadores diseñados para lograr una gran área superficial de transferencia de calor por unidad de volumen. La razón entre el área superficial de transferencia de calor y su volumen es la densidad de área **b**. Un intercambiador con b > 700 m^2 se clasifica como compacto.

Ejemplos de intercambiadores de calor compactos son los radiadores de automóviles, los intercambiadores de calor de cerámica de vidrio de las turbinas de gas, el regenerador del motor Stirling y el pulmón humano.

En los intercambiadores compactos los dos fluidos suelen moverse en direcciones ortogonales entre sí. Esta configuración de flujo recibe el nombre de flujo cruzado. El flujo cruzado se clasifica a su vez en mezclado (uno de los fluidos fluye libremente en dirección ortogonal al otro sin restricciones) y no mezclado (se disponen una placas para guiar el flujo de uno de los fluidos).

1.3.3.2.1 Operación Flujo Paralelo

En este caso el fluido frío y el fluido caliente circulan en la misma dirección, así ΔTm es grande al comienzo y disminuye con x. La temperatura de salida del fluido frío nunca excede la temperatura de salida del fluido caliente.

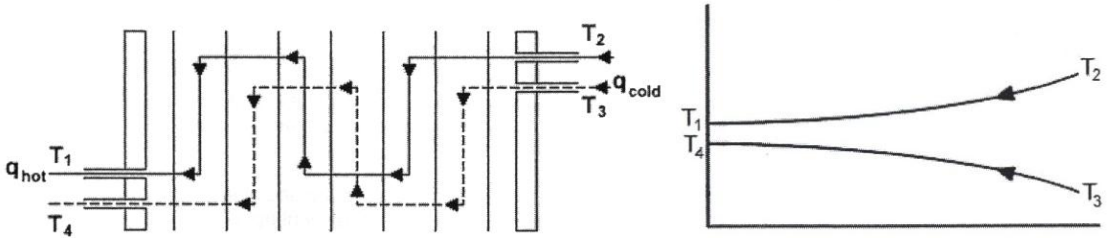


Fig. 1.30 Configuración Flujo paralelo

Fuente: Manual Armfield para el Intercambiador de Calor HT32

1.3.3.2.2 Operación Flujo Cruzado

Los dos fluidos ingresan por extremos contrarios y por lo tanto fluyen en sentidos opuestos. La temperatura de salida del fluido frío puede ser superior a la temperatura de salida del fluido caliente.

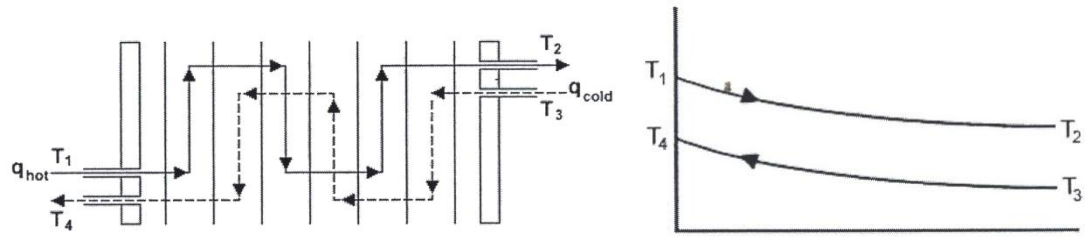


Fig. 1.31Configuración Flujo Cruzado

Fuente: Manual Armfield para el Intercambiador de Calor HT32

1.3.3.3 Intercambiadores de calor de carcasa y tubos.

Se emplean para servicios en los que se necesita grandes superficies de transferencia de calor que generalmente se asocian a caudales elevados y economía.

El intercambiador está constituido por un haz de tubos montados sobre dos placas tubulares que llevan un número determinado de placas deflectoras. Por cada extremo se fijan las cajas de distribución que aseguran la circulación del fluido por el interior del haz, en varias fases. El haz está alojado en una carcasa provisto de una tobera de entrada y otra de salida para el segundo fluido que circula por el exterior de los tubos, siguiendo el camino impuesto por las placas deflectoras.

Los procesos típicos que nos permiten seleccionar el tipo de intercambiador más adecuado son: Calentadores, enfriadores, condensadores, evaporadores, cambiadores, rehervidores.

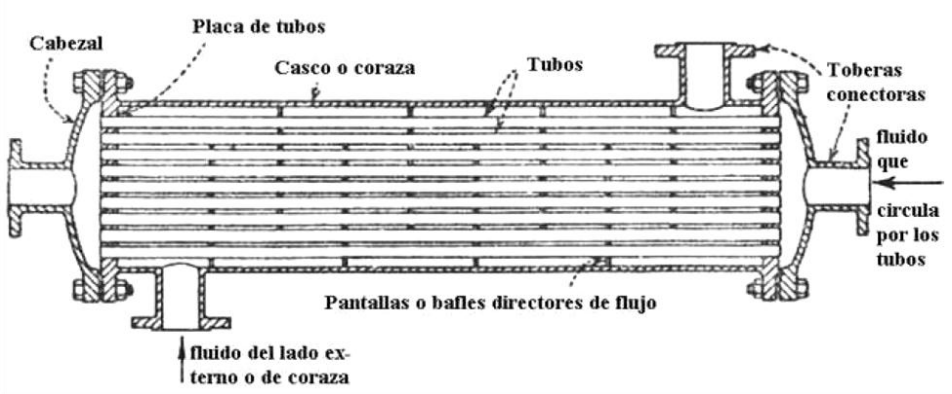


Fig. 1.32 Partes de un intercambiador de Calor de coraza y tubos.

Fuente: www.adningenieria.com.ar/

1.3.3.3.1 Operación Flujo Paralelo

En este caso el fluido frío y el fluido caliente circulan en la misma dirección, así ΔTm es grande al comienzo y disminuye con x. La temperatura de salida del fluido frío nunca excede la temperatura de salida del fluido caliente.

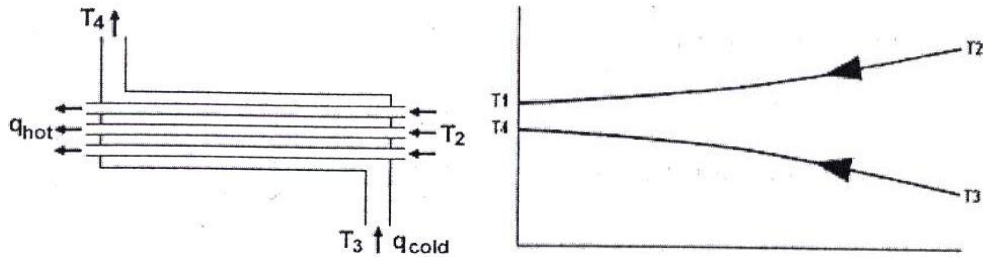


Fig. 1.33 Operación en Flujo paralelo

Fuente: Manual Armfield para el Intercambiador de Calor HT33

1.3.3.3.2 Operación Flujo Cruzado

Los dos fluidos ingresan por extremos contrarios y por lo tanto fluyen en sentidos opuestos. La temperatura de salida del fluido frío puede ser superior a la temperatura de salida del fluido caliente.

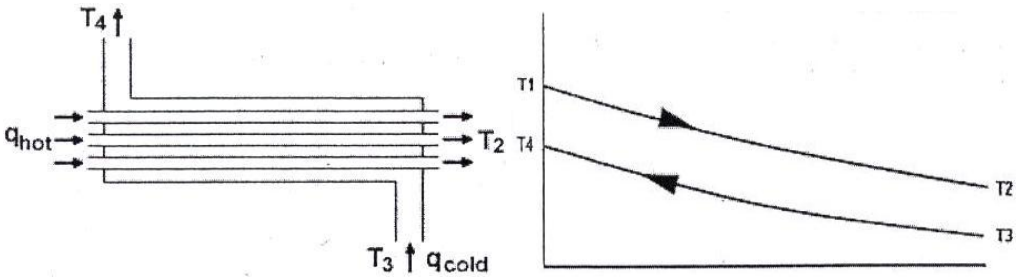


Fig. 1.34 Operación en flujo cruzado.

Fuente: Manual Armfield para el Intercambiador de Calor HT33

1.4 MÁQUINAS HIDRÁULICAS

1.4.1 Bombas Centrifugas.

Una bomba centrífuga es una máquina que consiste de un conjunto de paletas rotatorias encerradas dentro de una caja o cárter, o una cubierta o coraza. Se denominan así porque la cota de presión que crean es ampliamente atribuible a la acción centrífuga. Las paletas imparten energía al fluido por la fuerza de esta misma acción. Así, despojada de todos los refinamientos, una bomba centrífuga tiene dos partes principales: (1) Un elemento giratorio, incluyendo un impulsor y una flecha, y (2) un elemento estacionario, compuesto por una cubierta, estoperas y chumaceras (Fig. 1.35).

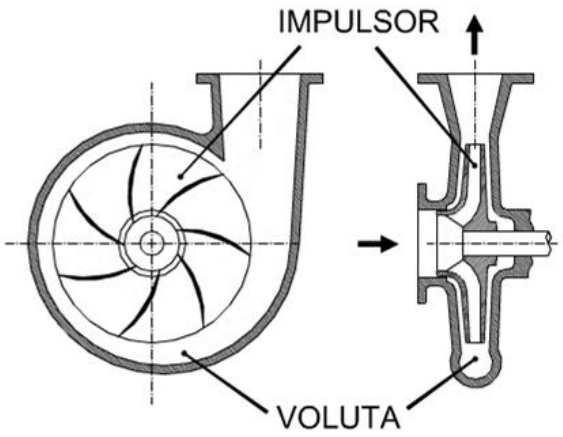


Fig. 1.35 Partes de una Bomba Centrífuga

Fuente: http://bombascentrifugas.info-tecnica.org/

El flujo entra a la bomba a través del centro o ojo del rodete y el fluido gana energía a medida que las paletas del rodete lo transportan hacia fuera en dirección radial. Esta aceleración produce un apreciable aumento de energía de presión y cinética, lo cual es debido a la forma de caracol de la voluta para generar un incremento gradual en el área de flujo de tal manera que la energía cinética a la salida del rodete se convierte en cabeza de presión a la salida.

Algunos conceptos a tener presentes para el estudio de las bombas centrífugas son:

- **Carga neta de succión positiva (NPSH).** Es la presión disponible o requerida para forzar un gasto determinado, en litros por segundo, a través de la tubería de succión, al ojo del impulsor, cilindro o carcasa de una bomba. En el bombeo de líquidos la presión en cualquier punto en la línea de succión nunca deberá reducirse a la presión de vapor del líquido.

- **NPSH disponible.** Esta depende de la carga de succión o elevación, la carga de fricción, y la presión de vapor del líquido manejado a la temperatura de bombeo. Si se varía cualquiera de estos puntos, la NPSH puede alterarse.

- **NPSH requerida.** Esta depende sólo del diseño de la bomba y se obtiene del fabricante para cada bomba en particular, según su tipo, modelo, capacidad y velocidad.

- **Carga Hidráulica**. Es la energía impartida al líquido por la bomba, es decir, la diferencia entre la carga de descarga y la succión.
- **Potencia Absorbida (N).** Representa la potencia requerida por la bomba para transferir líquidos de un punto a otro y la energía requerida para vencer sus pérdidas. Se define por:

$$N = 0.1047\, nM$$

Donde n son las revoluciones a las cuales funciona la bomba y M es el torque del motor.

- **Potencia Hidráulica (Ph).** Potencia cedida al líquido en el proceso de su transferencia de un punto a otro. La potencia hidráulica está dada mediante:

$$P_h = \frac{\gamma * Q * H}{102}$$

- **Eficiencia Mecánica**. Es la eficiencia relacionada con las pérdidas de energía útil, debidas al rozamiento en el cojinete, prensa-estopas y el rozamiento del fluido en los espacios entre la cubierta del rodete y la carcasa de la máquina, llamado rozamiento del disco y se define para una bomba centrifuga como:

$$\eta_{mec} = \frac{W_{requerida}}{W_{mecanica}}$$

- **Eficiencia Hidráulica.** Se define en términos de la relación entre el trabajo específico ideal de la máquina y el real del rodete, el trabajo específico ideal de la máquina se calcula basado en las condiciones totales o estáticas.

- **Eficiencia Total.** Redefine en términos de la relación entre la potencia eléctrica suministrada a la máquina y la potencia hidráulica entregada por ésta.

En cuanto a las **curvas características**, antes de que un sistema de bombeo pueda ser diseñado o seleccionado debe definirse claramente su aplicación, esto obliga a que la bomba y el sistema tengan iguales características para que este diseño sea óptimo.

La manera de conocer tales características se realiza con la ayuda de las curvas características de la bomba, las cuales han sido obtenidas mediante ensayos realizados en un banco de pruebas el cual posee la instrumentación necesaria para medir el caudal, velocidad de giro, momento de torsión aplicado y la diferencia de presión entre la succión y la descarga de la bomba, con el fin de poder predecir el comportamiento de la bomba y obtener el mejor punto de operación el cual se conoce como PME, variando desde una capacidad igual a cero hasta un máximo, dependiendo del diseño y succión de la bomba (Fig. 1.36).

Generalmente este tipo de curvas se obtienen para velocidad constante, un diámetro del impulsor específico y un tamaño determinado de carcasa, realizando la representación gráfica de la carga hidráulica, potencia absorbida y eficiencia adiabática contra la capacidad de la bomba.

Estas curvas son suministradas por los proveedores de bombas, de tal manera que el usuario pueda trabajar según los requerimientos de la instalación sin salir de los intervalos de funcionamiento óptimo, además de predecir qué ocurrirá al variar el caudal manejado, sirviendo como una gran herramienta de análisis y de compresión del funcionamiento del equipo.

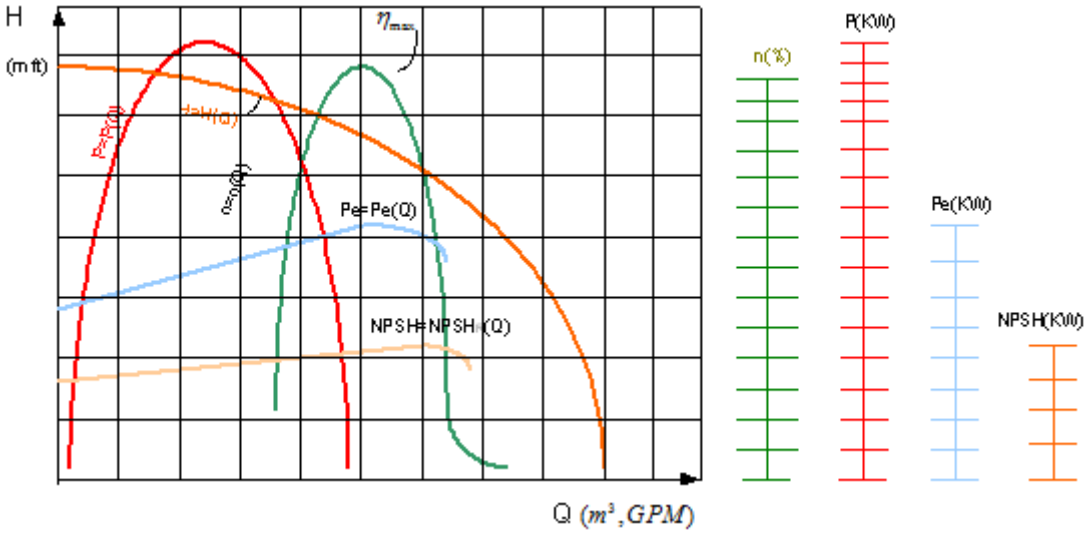


Fig. 1.36 Curvas Reales de una Bomba centrífuga

Fuente: Guías de Prácticas de Máquinas Hidráulicas, 2005, Universidad Politécnica Salesiana

La flecha de una bomba centrifuga tiene como función transmitir el torque que recibe del motor impulsor durante la operación de bombeo, a la vez sujeta al impulsor y a las otras partes giratorias. La elaboración de una flecha de una bomba centrifuga debe contar con mucha precisión debido a que el espacio que existe entre las partes giratorias de la bomba y las partes fijas es casi cero. Cualquier desviación en la flecha de una bomba centrifuga, por insignificante que pudiera parecer, podría dar como resultado serios daños en el mecanismo.

Es necesario que al hacer el diseño de la flecha de una bomba centrifuga los cálculos se hagan bajo el supuesto de que la flecha de una bomba centrifuga está trabajando bajo condiciones extremas. Si analizamos el funcionamiento de una flecha notaremos que tiene que resistir el esfuerzo que debe recibir al arrancar la bomba, la cual va a pasar desde velocidad cero rpm a 2000rpm en cuestión de un segundo, arrastrando simultáneamente todo el peso del líquido que está tratando de impulsar a la línea de bombeo. Otro aspecto que debe considerarse es la temperatura del líquido que se impulsa que también afectará la flexibilidad de la flecha de una bomba centrifuga.

1.4.1.1 Cavitación

La cavitación, ocurre en el momento en que un liquido es sometido a una presión (P_1) igual o menor que su presión de vaporización (Pv) instantes después es regresado a una presión mayor (P_2), a la presión de vapor de este. En el intervalo de estos dos sucesos se forman pequeños burbujas de estado gaseosos, las cuales al ser comprimidas por la presión mayor (P_2), dejan un espacio ocasionando que las pequeñas partes en estado liquido se aceleren y choquen unas con otras.

El fenómeno consiste en un cambio rápido y explosivo de fase líquida a vapor. Si el liquido fluye a través de una región donde la presión es menor que su presión de vapor, éste hierve y forma burbujas. Estas burbujas son transportadas por el líquido hasta llegar a una región de mayor presión, donde el vapor regresa al estado líquido de manera súbita *aplastándose* bruscamente las burbujas.

Cuando el colapso o implosión de las burbujas se da cerca o en contacto de una pared sólida, las fuerzas que ejerce el líquido al empujar las cavidades crean presiones muy grandes (hasta de 1000 atm) y localizadas que causan deterioro en la superficie, pues acompañan al fenómeno, fuertes vibraciones y constantes golpeteos.

1.4.1.1.1 $NSPH_D$ Y $NPSH_R$ de un sistema de bombeo

La altura de aspiración (*Ha = altura de aspiración mínima antes de que empiece la cavitación)* hace referencia a la presión (presión negativa) existente en el lado de aspiración

de la bomba. La presión se puede medir desde la línea de centros de la parte hidráulica de la bomba hacia la superficie del agua en el lado de aspiración de la bomba.

Para evitar cavitaciones (el fenómeno de formación de burbujas de vapor dentro de un líquido en movimiento, en las zonas en las que la presión del líquido caiga por debajo de su presión de vapor) es importante comparar la NPSH (Altura Neta de Aspiración Positiva) necesaria con la NPSH disponible.

$$No\ \ Cavitación\ \triangleright NPSH_D \geq NPSH_R$$

1.4.1.1.2 Altura neta de entrada disponible ($NSPH_d$)

La altura, o energía disponible que tiene el flujo a la entrada de la bomba será la de la SLL (p_o / γ) menos la altura de aspiración Ha y menos la perdida de de carga *Hra* en la tubería de aspiración.

Como el líquido a bombear tiene una determinada presión de vapor *Ps*, la energía bruta anterior sólo es utilizable hasta dicha presión *Ps*, a partir de la cual aparece la cavitación, por lo que se define la ***altura neta disponible a la entrada de la bomba*** $NPSH_d$ de la forma:

$$NPSH_d = Altura\ bruta - \frac{p_s}{\gamma} = \frac{p_0}{\gamma} - H_a - H_{ra} - \frac{p_v}{\gamma} = \frac{p_0 - p_s}{\gamma} - H_a - r_a \cdot Q^2$$

Que representa una familia de parábolas, al ser $r_a * Q^2$, y que no es más que la curva característica de la instalación que sólo afecta al tubo de aspiración, siendo independiente del tipo de bomba instalada.

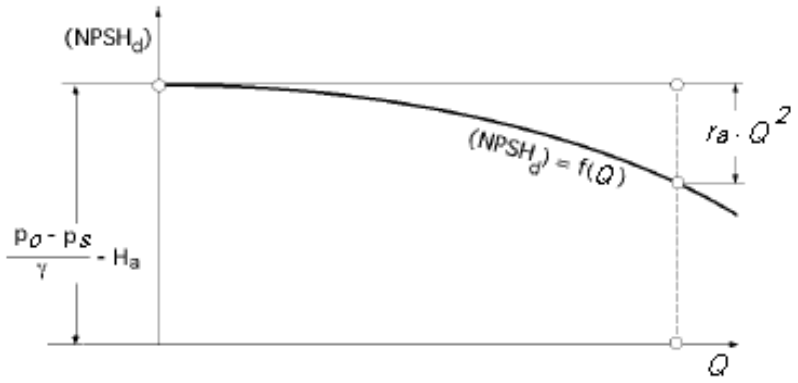


Fig. 1.37 Altura neta disponible

Fuente: Guías de Prácticas de Máquinas Hidráulicas, 2005, Universidad Politécnica Salesiana

1.4.1.1.3 Altura neta de entrada requerida ($NSPH_R$)

La bomba necesita que el líquido a aspirar disponga de un mínimo de energía que le permita hacer el recorrido del sistema sin que aparezca cavitación; esta presión mínima, ***cuyo límite es Ps***, es la que se tiene a la entrada del rodete, en el momento en que éste comienza a comunicar al líquido la presión P_1. Si se supone que los puntos de aspiración y descarga están al mismo nivel y teniendo en cuenta que *Ps* es la presión mínima que se puede tener en el punto1, ***la altura bruta a la entrada de la bomba*** es:

$$\text{Altura bruta disponible} = \frac{p_E}{\gamma} + \frac{v_E^2}{2g} = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{w_1^2}{2g} + Hr_{EM} = \frac{p_s}{\gamma} + \frac{w_1^2}{2g} + Hr_{EM}$$

La altura neta requerida a la entrada del rodete es:

$$NPSHr = \text{Altura bruta} - \frac{p_s}{\gamma} = \frac{p_E - p_s}{\gamma} + \frac{v_E^2}{2g} = \frac{p_s}{\gamma} + \frac{w_1^2}{2g} + Hr_{EM} - \frac{p_v}{\gamma} = \frac{w_1^2}{2g} + Hr_{EM}$$

$$\text{Si, } Hr_{EM} \rightarrow 0, \text{ resulta que: } NPSH_r = \frac{w_1^2}{2g}$$

Es conveniente que el $NPSH_r$ sea lo menor posible, ($w1 \rightarrow 0$) para que la longitud del tubo de aspiración sea mayor, mientras que el NPSHd tiene que ser lo mayor posible.

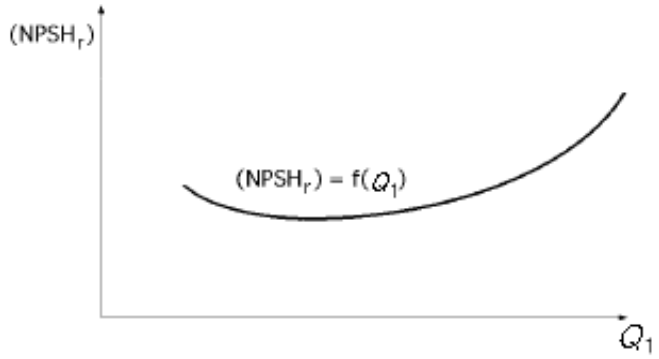


Fig. 1.38 Gráfica de NPSHr en función del caudal Q.

Fuente: Guías de Prácticas de Máquinas Hidráulicas, 2005, Universidad Politécnica Salesiana

1.4.1.1.4 Altura de aspiración (Ha)

Para determinar la altura de aspiración en una impulsión, fijamos el caudal máximo previsto Q_{max} (que es con el que más riesgo de cavitación existe) sobre el eje de caudales del gráfico suministrado por el fabricante de la bomba. De las infinitas curvas NPSHd que

pueden obtenerse en una instalación (dependiendo de la altura de aspiración *Ha* escogida), una ha de pasar por A.

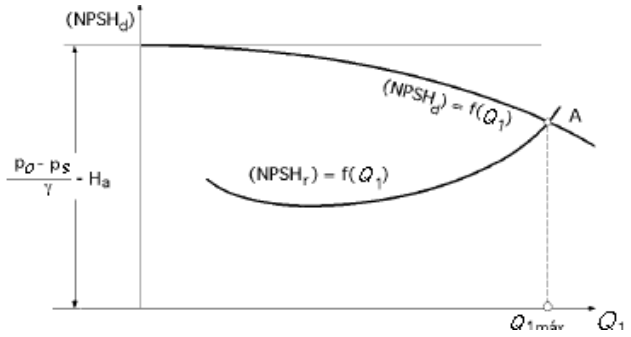


Fig. 1.39 Selección de la instalación que pasa por el punto A

Fuente: Guías de Prácticas de Máquinas Hidráulicas, 2005, Universidad Politécnica Salesiana

Altura de aspiración máxima. $$NPSHr = NPSHd = \left(\frac{Po}{\gamma} - \frac{Ps}{\gamma} - Ha\right) - H_{ra-\max}$$

Donde despejamos Ha:

$$Ha = \frac{Po - Ps}{\gamma} - H_{ra-\max} - NPSH_r$$

Que sería la máxima altura de aspiración ya con cavitación. Para aseguraar de que ésta no se produzca es aconsejable disminuir dicha altura en 0.5 m:

$$Ha = \frac{Po - Ps}{\gamma} - H_{ra-\max} - NPSH_r - 0.5$$

La altura de aspiración no superará los 6.5m aunque puede resultar mucho más pequeña, incluso negativa a veces.

1.4.2 Turbinas de Reacción.

Constituidas por la tubería forzada, la cámara espiral, el distribuidor, el rodete y el tubo de aspiración o descarga. Son aquellas en las que cada una de las láminas de fluido que se forman, después de pasar el agua a través de las palas fijas y directrices, no se proyectan hacia los álabes del rodete de manera frontal, sino que, más bien, se trata de un deslizamiento sobre los mismos, de tal modo que el sentido de giro del rodete no coincide con la dirección de entrada y salida del agua.

El agua, en su recorrido entre los álabes del rodete cambia de dirección, velocidad y presión. Todo ello, provoca una reacción en el rodete, dando origen a la potencia producida en la turbina, cuyo valor, paradójicamente está en función de la carga perdida por el líquido en su desplazamiento. Como ejemplos de turbinas de reacción, están las Francis y Kaplan.

Tratándose de turbinas grandes, las de reacción suelen ser de mayor rendimiento que las de acción, ocurriendo lo contrario en el caso de turbinas pequeñas. Ahora bien, estableciendo la comparación para una misma potencia e igual altura de salto, una turbina de reacción puede girar a mayor velocidad específica que una de acción, proporcionando mayor rendimiento la primera.

Se dan definiciones y cálculos complejos, relacionados con los conceptos de acción y reacción, especialmente para este último. Así, y dependiendo del tipo de turbina, se exponen distintas teorías basadas; bien en la circulación del fluido a través de un conducto, limitado por superficies curvas con secciones de entrada y salida diferentes, caso de turbinas Francis lentas y normales; o en el desplazamiento de las alas de un avión, para turbinas Francis extrarrápidas, Kaplan y de hélice.

Se puede resumir en que en las turbinas de reacción el agua llena por completo los conductos que forman los álabes, originándose variaciones de presión, de tal modo que esta, a la entrada del rodete, es mayor que la presión atmosférica, ocurriendo lo contrario a la salida, debido a la actuación del tubo de aspiración en el que, en su recorrido final, el agua alcanza el valor de la presión atmosférica. Razón de los nombres de turbinas de presión y de sobrepresión.

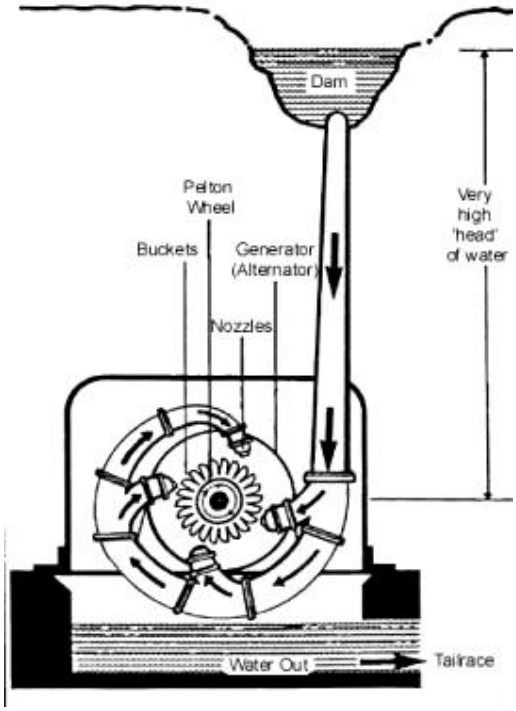


Fig. 1.40 Turbina de Reacción

Fuente:

http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articuloses/maquinashidraulicas/turbinashidraulicas/turbinashidraulicas.html

1.4.3 Turbinas de Acción (Peltón)

Las turbinas Peltón, se conocen como turbinas de presión por ser ésta constante en la zona del rodete, de chorro libre, de impulsión, o de admisión parcial por ser atacada por el agua sólo una parte de la periferia del rodete. Así mismo entran en la clasificación de turbinas **tangenciales** y turbinas de **acción**; La turbina Pelton es el ejemplo más claro de una maquina de impulso.

Son turbinas de chorro libre cuya utilización es idónea en saltos de gran altura (alrededor de 200 m y mayores), y caudales relativamente pequeños (hasta 10 m^3/s aproximadamente). Por razones hidroneumáticas, y por sencillez de construcción, son de buen rendimiento para amplios márgenes de caudal (entre 30 % y 100 % del caudal máximo). Por ello se colocan pocas unidades en cada central que requiere turbinas de estas características.

Pueden ser instaladas con el eje en posición vertical u horizontal, siendo esta última disposición la más adecuada, la cual nos servirá de referencia para hacer las descripciones necesarias.

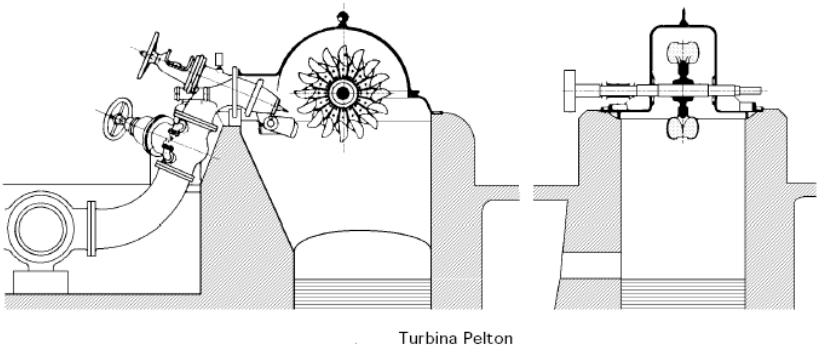


Fig. 1.41 Turbina Peltón

Fuente: members.tripod.com/mqhd_ita.mx/u3.htm

1.5 TERMODINAMICA

1.5.1 Presión de Saturación

La presión de saturación es la presión de un sistema cuando el sólido o líquido se hallan en equilibrio con su vapor. La presión de saturación de un líquido puro es función única de la temperatura de saturación.



Fig. 1.42 Diagrama P-T con los puntos de su curva de saturación.

Fuente: www.ehu.es/climat/PDefes/PvapTsat.pdf

El control de la presión y la temperatura en las redes de distribución de vapor es sumamente importante, ya que excesos de estas presiones pueden causar un desgaste más acelerado de la tubería y aparte de esto se pueden generar muchas pérdidas de energía, lo cual no es conveniente para un proceso en el cual se está tratando de aprovechar la energía al máximo.

En la generación del vapor vemos como las plantas que lo generan, están formadas por dos o tres niveles de presión, los cuales son distribuidos según su uso o según la magnitud de la presión del vapor, de esta forma: para los bloques de generación eléctrica, turbinas para accionar bombas y compresores de plantas de procesos se usa el vapor de mayor presión; para turbogeneradores eléctricos y grandes turbocompresores, se usa por lo general extracciones de vapor media; las turbinas de menor capacidad normalmente descargan a la red de baja presión.

Los sistemas de generación y distribución de vapor, principalmente de aquellos que por ser de gran tamaño son muy dinámicos cambiando sus condiciones de operación; flujo, temperatura y presión varias veces al día. Los cambios pueden ser ocasionados por modificación en las condiciones de operación de las plantas de proceso de mantenimiento predictivo o correctivo de los equipos generadores y consumidores de vapor y energía eléctrica, o por cambio de las condiciones atmosféricas. Estos cambios nos proporcionan áreas de oportunidad de ahorro si se mantiene un análisis constante del sistema de generación y distribución de vapor.

1.5.1.1 Fluidos en dos fases

Para flujos en dos fases, la distribución respectiva de las fases líquida y vapor en el flujo es un aspecto importante para su descripción. Un fluido en dos fases o bifásico es aquel que contiene vapor y líquido en su flujo.

Entre las características de un fluido en dos fases se tiene principalmente:

- La tensión superficial hace que todos los problemas dinámicos sean no lineales.

- En el caso del aire y del agua a temperatura y presión , la densidad de las dos fases difieren por un factor de alrededor de 1000. Diferencias similares son típicas de la densidad de vapor de agua líquida / agua.

- La velocidad del sonido cambia drásticamente de los materiales en proceso de cambio de fase, y puede ser varios órdenes de magnitud diferente.

- Los cambios de fase no son instantáneos, y el líquido del sistema de vapor no es necesariamente en equilibrio de fases.

Históricamente, probablemente los casos más estudiados de flujo de dos fases se encuentran en los sistemas de energía a gran escala. Centrales de carbón y gas-energía utilizadas y grandes calderas para producir vapor para uso en turbinas. En tales casos, el agua a presión pasa a través de tuberías de calefacción y que se convierta en vapor de agua que se mueve a través de la tubería. El diseño de las calderas requiere una comprensión detallada de flujo de dos fases de transferencia de calor y el comportamiento de la caída de presión, que es significativamente diferente del caso de una sola fase. Aún más crítico, los reactores nucleares utilizan el agua para eliminar el calor del núcleo del reactor con flujo bifásico.

Una gran parte del estudio se ha realizado sobre la naturaleza del flujo bifásico en estos casos, por lo que los ingenieros pueden diseñar en contra de los posibles fallos en las tuberías, pérdida de presión, y así sucesivamente.

Otro caso en el flujo de dos fases puede ocurrir es en la bomba de la cavitación. Aquí una bomba está operando cerca de la presión de vapor del líquido que se bombea. Si la presión cae más, lo que puede suceder a nivel local cerca de las aspas de la bomba, por ejemplo, entonces un cambio de fase puede ocurrir y de gas estarán presentes en la bomba. Efectos similares pueden ocurrir en los ecosistemas marinos propulsores, dondequiera que ocurra, es un grave problema para los diseñadores. Cuando la burbuja de vapor se derrumba, puede producir picos de presión muy grande, que acabará por provocar daños en la hélice o turbina.

Estas dos fases son para casos de flujo de un fluido único que ocurre por sí mismo como dos fases diferentes, tales como el vapor y el agua. mixtures El término "flujo de dos fases" se aplica también a las mezclas de fluidos diferentes que tienen diferentes fases, tales como el aire y el agua o el petróleo y el gas natural. A veces, incluso tres fases del flujo es considerado, como en oleoductos y gasoductos en las que podría ser una fracción significativa de los sólidos.

Otras áreas de interés donde se estudia el flujo de dos fases incluye en los sistemas climáticos, como las nubes y en las aguas subterráneas de flujo, en el que el movimiento del agua y el aire a través del suelo se estudia.

Otros ejemplos de flujo de dos fases son las burbujas, la lluvia, las olas del mar, espuma, fuentes y las manchas de petróleo.

1.6 AUTOMATISMOS

1.6.1 Neumática.

Es un tipo de energía que emplea aire a altas presiones para realizar movimientos controlados en procesos automatizados, generalmente siendo estos procesos industriales, que no requieran gran fuerza sino velocidad.
La neumática estudia el aire comprimido como una de las formas de energía más antiguas que conoce el hombre y aprovecha para reforzar sus recursos físicos. Aunque los rasgos básicos de la neumática se encuentran entre los más antiguos conocimientos de la humanidad, no fue sino hasta el siglo pasado cuando empezaron a investigarse sistemáticamente su comportamiento sus reglas.

La irrupción verdadera y generalizadora de la neumática en la industria no se inicio, sin embargo, hasta que llego a hacerse más acusante la exigencia de una automatización y realización en los procesos de trabajo. En la realidad ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el aire comprimido, por lo que es motivo que los ramos industriales más variado se utilicen aparatos neumáticos. La extensión de la automatización de forma sencilla en cuanto a mecanismos y además a bajo coste, se ha logrado utilizando técnicas relacionadas con la neumática, la cual se basa en la utilización de aire comprimido y maquinas modernas.

Las ventajas de la neumática frente a otros tipos de energía son:

- Es una fuente inagotable que no contamina.
- No es afectada por la temperatura.
- Es transportable y almacenable.
- Los riesgos de accidentes son mínimos.
- Sus instalaciones son sencillas y no se requiere de expertos para su puesta en marcha ni mantenimiento.
- Reversibilidad de movimientos sin generar golpes de ariete o inconvenientes.
- La velocidad de operación puede ser regulada.

Una línea de aire comprimido posee diversos elementos según la aplicación a la cual esté destinada, sin embargo, los elementos constitutivos comunes en una línea neumática son:

❖ ***Compresores***._ Convierten la energía mecánica de un motor en potencial de aire comprimido (Fig. 1.43).

La presión del fluido se eleva reduciendo el volumen específico del mismo durante su paso a través del compresor. Comparados con turbo soplantes y ventiladores centrífugos o de circulación axial, en cuanto a la presión de salida, los compresores se clasifican generalmente como maquinas de alta presión.

Los compresores se emplean para aumentar la presión de una gran variedad de gases y vapores para un gran número de aplicaciones. Un caso común es el compresor de aire, que suministra aire a elevada presión para transporte, pintura a pistola, inflamiento de neumáticos, limpieza, herramientas neumáticas y perforadoras. Otro es el compresor de refrigeración, empleado para comprimir el gas del vaporizador. Otras aplicaciones abarcan procesos químicos, conducción de gases, turbinas de gas y construcción.



Fig. 1.43 Compresor Industrial

*Fuente: listado.mercadolibre.com.ve/**compresor-aire***

Refrigerador._ (Fig. 1.44) Puede ser: aire-agua o aire-aire.

El refrigerador de aire, que se coloca a la salida del compresor, es del tipo de flujo cruzado, con batería aleteada, por el interior de los tubos de la batería pasa el aire comprimido. Son escasamente utilizados debido al bajo rendimiento, cuando las temperaturas de aire exterior, suben de los 15ºC. Sólo se utilizan cuando no existe disponibilidad de agua, o esta resulta ser muy cara.

El refrigerador de agua, se coloca inmediatamente después del compresor, estando preparados para eliminar entre el 50 al 80 % de toda la humedad que aspira el compresor. Estos refrigeradores de agua, son del tipo carcaza y tubos, pasando por el interior de los tubos el aire, y por el exterior a contracorriente el agua. Se utilizan para grandes caudales de aire comprimido (hasta los 10.500 m3/h). La temperatura de salida del aire del refrigerador es, aproximadamente, 10ºC superior a la de entrada del agua de refrigeración, se admiten como temperaturas óptimas del agua de refrigeración, a la entrada, del orden de 10 a 25ºC.



Fig. 1.44 Unidad de refrigeración

*Fuente: listado.mercadolibre.com.ve/**compresor-aire***

- ***Acumulador***._ Son tanques diseñados para el almacenamiento del aire, minimiza los arranques del motor y proporciona un enfriamiento adicional del aire. Posee una válvula de purga y válvula de seguridad así como un manómetro para el control de la presión (Fig. 1.45).



Fig. 1.45 Acumulador

*Fuente: listado.mercadolibre.com.ve/**acumulador***

- ***Secador***._ Los secadores de aire enfrían aire comprimido por refrigeración mecánica, removiendo la humedad y asegurando que nada se condense en la descarga, a menos que el aire esté expuesto a más bajas temperaturas. Esto se consigue reduciendo la temperatura del aire hasta llegar a la temperatura de rocío, donde efectivamente se separa la humedad contenida (Fig. 1.46).

El aire sin agua mejora la productividad y baja los costos de mantenimiento de herramientas neumáticas, motores, pistones, cilindros neumáticos y todo lo relacionado con el accionamiento por aire comprimido, prolongando la vida de todo su sistema.

El objetivo de un secador en sí es evitar que ingrese humedad en el circuito neumático y destruya los componentes. Pueden ser: de adsorción o Frigoríficos.



Fig. 1.46 Secador

*Fuente: listado.mercadolibre.com.ve/**secador***

- ***Filtro***._ Cuando no se utilizan secadores (frigoríficos o de adsorción), en la línea de servicio de aire comprimido, quedan trazas de aceite, agua e impurezas, que conviene

eliminar, mediante la colocación de filtros, en un lugar lo más contiguo al punto de consumo o utilización (Fig. 1.47).

Por otro lado, los elementos neumáticos necesitan para trabajar a su máximo rendimiento, una presión de trabajo estable, sin fluctuaciones (generalmente 6 bar), esto se consigue colocando un regulador de presión, en un lugar lo más contiguo al punto de consumo o utilización. Igualmente, estos elementos neumáticos deben lubricarse para que mantengan su duración, ya que son de hecho elementos mecánicos, que friccionan entre sí, esto se consigue colocando un lubricador, en un lugar lo más contiguo al punto de consumo o utilización. En general se utilizan grupos combinados de filtro, regulador de presión y lubricador.

Sus aplicaciones generales son: eliminan partículas sólidas del aire o del desgaste del propio compresor, además elimina residuos de aceite, condensados del agua, etc., es decir desbroza el aire para su ingreso al circuito neumático.



Fig. 1.47 Filtro

*Fuente: kn**filtros**.com/facts.htm*

- ***Válvulas neumáticas***._ Las válvulas neumáticas cumplen tres objetivos: regular la presión, regular el caudal y distribuir el aire comprimido. Por lo tanto su clasificación es extensa según el criterio con el cual se seleccione la válvula a emplearse en el circuito (Fig. 1.48).

Pueden ser:

- Válvulas distribuidoras.
- Válvulas de bloqueo.
- Válvulas de regulación.
- Válvulas secuenciales.

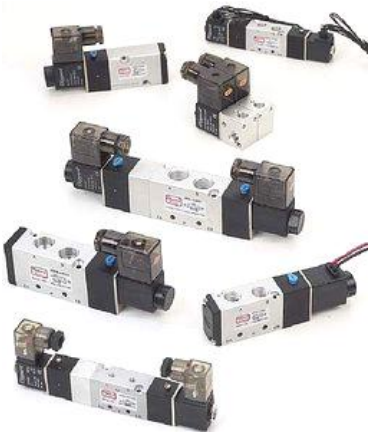


Fig. 1.48 Válvulas neumáticas
Fuente: www.ringospain.com

- ***Actuadores***._ Los cilindros son dispositivos motrices en los equipos neumáticos ya que transforman la energía estática del aire a presión, en movimientos rectilíneos de avance y retroceso. Este tipo de actuadores neumáticos tienen utilidades considerables en el campo de la técnica de automatización. El posicionamiento, montaje y manipulación, ya sea para elevar, alimentar, desplazar, posicionar o cambiar de dirección, son ejemplos de su uso (Fig. 1.49).

  Las acciones que realizan los cilindros son las de empujar y tirar /o halar. Estos realizan su mayor esfuerzo cuando empujan, ya que la presión actúa sobre lacara del embolo que no lleva vástago y así se aprovecha la mayor superficie, cumpliendo con el principio de que a mayor área mayor fuerza. Algunas características a tener en cuenta en la selección de un actuador son las siguientes:

  - El principio de operación (doble efecto - simple efecto).
  - Diámetro del émbolo.
  - Longitud de la carrera de desplazamiento.
  - Fuerza
  - Velocidad del embolo

Para generar aire comprimido, un compresor accionado por un motor eléctrico o de combustión interna fuerza el paso de aire a través de un filtro, lo comprime hasta una presión de entre 6 y 10 bar y lo almacena en un depósito de aire comprimido. En el momento del uso, el aire así comprimido pasa del depósito a la línea de distribución. Para

compensar las pérdidas de presión que se producen en el sistema, el compresor genera una presión entre 1,5 y 2 bar por encima de la presión de trabajo requerida. El depósito capta las fluctuaciones que se producen en el aire comprimido como resultado del consumo de aire en el sistema.



Fig. 1.49 Actuadores

Fuente: www.ringospain.com

1.6.2 Electrohidráulica.

Es una evolución directa de la hidráulica, la misma que puede definirse como la aplicación en donde combinamos dos importantes ramos de la automatización como son la hidráulica y electricidad y/o la electrónica. En vez de emplear una bomba hidráulica conectada al motor utiliza un motor eléctrico para mover la bomba hidráulica.

Principalmente la electrohidráulica contribuye a la industria en el manejo de diferentes fluidos para el funcionamiento de muchas empresas que usan los equipos automatizados. Su principal ventaja es que proporciona grandes fuerzas con movimientos suaves y precisión, además de generar menor ruido en el momento de trabajar y la auto lubricación que se da a los elementos debido al fluido de trabajo (aceite).

Las desventajas de la electrohidráulica con respecto a otras fuentes de energía es que es afectada por la temperatura de trabajo, es decir, la viscosidad del aceite variará con respecto a la temperatura. El mantenimiento de los equipos, la vida útil del fluido y los golpes de ariete también proporcionan desventajas a la electrohidráulica.

- ***Depósito***._ La función de un tanque o depósito hidráulico es contener o almacenar el fluido del sistema mientras no esté siendo empleado en la aplicación de la red. Permite la extracción de gases y materiales extraños del líquido, separa el aire y disipa el calor del aceite admitiendo el asentamiento de los contaminantes y el escape del aire retenido (Fig. 1.50).



Fig. 1.50 Depósito

Fuente: www.kaeser.es/Images/P-775-SP-tcm11-7411.pdf

- ***Bomba***._ La bomba aspira el fluido que retorna del circuito a una presión y tiene que trabajar con esa presión, pero no genera dicha presión (Fig. 1.51).Pueden ser puestas en servicio de forma manual o con un motor eléctrico, generalmente trifásico, aunque también podemos encontrarnos motores de corriente continua. Asimismo, también se pueden hacer funcionar las bombas hidráulicas con motores de combustión fósil, ya sean de gasolina o gas-oil, esto lo encontraremos principalmente en zonas rurales para extraer el agua de los pozos principalmente o en los vehículos de bomberos para las inundaciones, por poner dos ejemplos. En los casos industriales, que es lo que en esta web nos ocupa, solo veremos que son accionadas las bombas hidráulicas con motores eléctricos, por una cuestión de economía.

Un punto importante a considerar es que las bombas hidráulicas no son capaces de generar una presión, solamente suministran un caudal, lo más constante posible, al circuito. La presión aparece cuando el caudal suministrado por la bomba tiene que vencer algún tipo de resistencia. Lo que sí es cierto, es que la bomba hidráulica tiene que ser capaz de trabajar a presiones altas u óptimas.



Fig. 1.51 Bomba

*Fuente: es.wikipedia.org/wiki/**Bomba** hidráulica*

- ***Válvulas electrohidráulicas***._Son los dispositivos centrales de los circuitos y se encargan de convertir la señal eléctrica proveniente de una bobina en señales hidráulicas aplicables en los circuitos (Fig. 1.52).



Fig. 1.52 Válvulas electrohidráulicas
Fuente: http://sitioniche.nichese.com/valvulas-hidra.html

- ***Actuadores***._ El funcionamiento de los cilindros hidráulicos es similar al funcionamiento de los cilindros neumáticos (Fig. 1.53). Las dos principales características que diferencian a unos de otros son los materiales utilizados en su construcción y la fuerza que pueden llegar a desarrollar, los cilindros hidráulicos desarrollan más energía o fuerza que los cilindros neumáticos, en cuanto a materiales, los cilindros hidráulicos suelen ser fabricados en acero inoxidable y el cromado, en los dos casos es para evitar oxidaciones del material.

Cuando se tiene que analizar un cilindro, se debe regir en unas consideraciones o características básicas:

1. **La fuerza.** Tanto en el avance como en el retroceso del vástago.
2. **La carrera.** La distancia que recorre el vástago.
3. **La velocidad.** La velocidad de entrada y salida máxima del vástago.
4. **La presión.** El rango de presiones en que puede trabajar el cilindro. Referente a la presión de trabajo de las dos cámaras.
5. **La sujección.** La gran mayoría de cilindros tienen varios tipos de sujecciones, es algo auxiliar al propio cilindro y puede ser de libre elección.
6. **El caudal de la bomba.** Solo para cilindros hidráulicos.
7. **El fluido.** Solo para cilindros hidráulicos.

8. **Diámetro y sección del cilindro.**
9. **Diámetro y sección del vástago.**



Fig. 1.53 Actuadores

*Fuente: www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/**actuadores**.pdf*

1.6.3 Electroneumática

En electroneumática, la energía eléctrica substituye a la energía neumática como el elementos para la generación y transmisión de las señales de control que se ubican en los sistemas de mando. Los elementos nuevos y/o diferentes que entran en juego están constituidos básicamente para la manipulación y acondicionamiento de las señales de voltaje y corriente que deberán de ser transmitidos a dispositivos de conversión de energía eléctrica neumática para lograr la activación de los actuadores neumáticos.

El conjunto de elementos que se deben introducir para lograr el accionamiento de los actuadores neumáticos son básicamente:

- ***Elementos de retención***._ Son empleados generalmente para generar la señal de inicio del sistema o para realizar paros ya sea de emergencia o sólo momentáneos. El más común es el pulsante o botón (Fig. 1.54).



Fig. 1.54 Botones o Pulsantes

*Fuente: www.aragoninvestiga.org/tag/campos-**electricos-pulsantes**/*

- ***Interruptores mecánicos de fin carrera***._ Estos interruptores son empleados, generalmente, para detectar la presencia o ausencia de algún elemento, por medio del contacto mecánico entre el interruptor y el elemento a ser detectado (Fig. 1.55).



Fig. 1.55 Fines de carrera
Fuente: www.dpa-etsam.com/?q=pfc

- ***Bobinas***._ Son dispositivos eléctricos que ofrecen la posibilidad de manejar señales de control del tipo ON/OFF (Fig.1.56). Constan de una bobina y de una serie de contactos que se encuentran normalmente abiertos o cerrados. El principio de funcionamiento es el de hacer pasar corriente por una bobina generando un campo magnético que atrae a un inducido y éste, a su vez, hace conmutar los contactos de salida. Son ampliamente empleados para regular secuencia lógicas en donde intervienen cargas de alta impedancia y para energizar sistemas de alta potencia.



Fig. 1.56 Bobinas
Fuente: www.dpa-etsam.com/?q=pfc

- ***Válvulas electroneumáticas***._ Son los dispositivos centrales de los circuitos. Estas válvulas realizan la conversión de energía eléctrica, proveniente de las bobinas en energía neumática que es transmitida a los actuadores o hacia otra válvula (Fig. 1.57). Consisten en una válvula neumática a la cual se le ha adherido una bobina que genera la conmutación de la corredera interna y el cambio de estado de trabajo de la válvula.



Fig. 1.57 Válvulas electroneumáticas
Fuente: www.dpa-etsam.com/?q=pfc

1.7 METROLOGIA

1.7.1 Presión y Manómetros Patrón.

1.7.1.1 Presión Absoluta.

Es la presión de un fluido medido con referencia al vacío perfecto o cero absoluto. La presión absoluta es cero únicamente cuando no existe choque entre las moléculas lo que indica que la proporción de moléculas en estado gaseoso o la velocidad molecular es muy pequeña. Este término se creó debido a que la presión atmosférica varia con la altitud y muchas veces los diseños se hacen en otros países a diferentes altitudes sobre el nivel del mar por lo que un término absoluto unifica criterios.

1.7.1.2 Presión Atmosférica

El hecho de estar rodeados por una masa gaseosa (aire), y al tener este aire un peso actuando sobre la tierra, quiere decir que estamos sometidos a una presión (atmosférica), la presión ejercida por la atmósfera de la tierra, tal como se mide normalmente por medio del barómetro (presión barométrica). Al nivel del mar o a las alturas próximas a este, el valor de la presión es cercano a 14.7 lb/plg2 (101,35Kpa), disminuyendo estos valores con la altitud.

1.7.1.3 Presión Manométrica

Son normalmente las presiones superiores a la atmosférica, que se mide por medio de un elemento que se define la diferencia entre la presión que es desconocida y la presión atmosférica que existe, si el valor absoluto de la presión es constante y la presión atmosférica aumenta, la presión manométrica disminuye; esta diferencia generalmente es

pequeña mientras que en las mediciones de presiones superiores, dicha diferencia es insignificante, es evidente que el valor absoluto de la presión puede abstenerse adicionando el valor real de la presión atmosférica a la lectura del manómetro.

1.7.1.4 Manométros

El manómetro es un instrumento utilizado para la medición de la presión en los fluidos, generalmente determinando la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local.

En la mecánica la presión se define como la fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas perpendicularmente a dicha superficie. La presión suele medirse en atmósferas (atm); en el sistema internacional de unidades (SI), la presión se expresa en newtons por metro cuadrado; un newton por metro cuadrado es un pascal (Pa). La atmósfera se define como 101.325 Pa, y equivale a 760 mm de mercurio en un barómetro convencional.

Cuando los manómetros deben indicar fluctuaciones rápidas de presión se suelen utilizar sensores piezoeléctricos o electrostáticos que proporcionan una respuesta instantánea.

Las presiones pueden variar entre 10-8 y 10-2 mm de mercurio de presión absoluta en aplicaciones de alto vacío, hasta miles de atmósferas en prensas y controles hidráulicos. En la atmósfera, el peso cada vez menor de la columna de aire a medida que aumenta la altitud hace que disminuya la presión atmosférica local. Así, la presión baja desde su valor de 101.325 Pa al nivel del mar hasta unos 2.350 Pa a 10.700 m.

1.7.1.4.1 Manómetro Bourdon

Instrumento mecánico de medición de presiones que emplea como elemento sensible un tubo metálico curvado o torcido, de sección transversal aplanada. Un extremo del tubo está cerrado, y la presión que se va a medir se aplica por el otro extremo. A medida que la presión aumenta, el tubo tiende a adquirir una sección circular y enderezarse. El movimiento del extremo libre (cerrado) mide la presión interior y provoca el movimiento de la aguja.

Los manómetros Bourdon se utilizan tanto para presiones manométricas que oscilan entre 0-1 Kg/cm2 como entre 0-10000 Kg/cm2 y también para vacío. Las aproximaciones pueden ser del 0.1 al 2% de la totalidad de la escala, según el material, el diseño y la precisión de las piezas.

Los tubos Bourdon se presentan en una serie de aleaciones de cobre y en aceros inoxidables al cromo níquel. En ciertos aspectos las aleaciones de cobre dan mejor resultado, pero los aceros inoxidables ofrecen mayor resistencia a la corrosión. También se utilizan tubos de aleación hierro-níquel, debido a que tienen un coeficiente de dilatación muy pequeño, que hace que la lectura d la presión no esté influida por la temperatura del instrumento.

Los instrumentos mecánicos y neumáticos con elementos Bourdon permiten una aproximación del 0.5% de la escala. Si se precisa mayor exactitud se emplean indicadores eléctricos. Los manómetros Bourdon miden la diferencia entre la presión interior y la exterior del tubo. Como la presión exterior suele ser la atmosférica, el manómetro indica la diferencia existente entre la presión medida y la presión atmosférica, es decir la presión manométrica.

El manómetro Bourdon es el instrumento industrial de medición de presiones más generalizado, debido a su bajo costo, su suficiente aproximación y su duración (Fig. 1.58).



Fig. 1.58 Manómetro Bourdon
Fuente: iopscience.iop.org/0026-1394

1.7.2 Pie de Rey y Micrómetros.

1.7.2.1 Pie de Rey

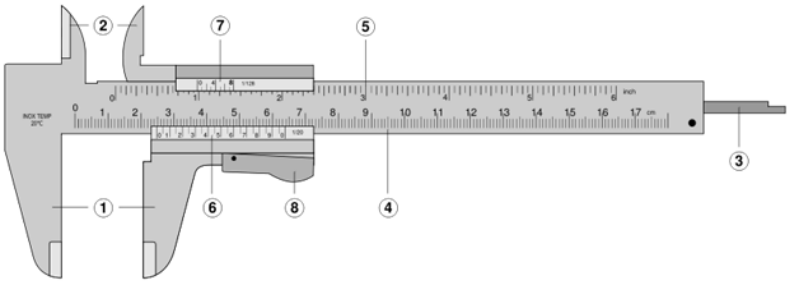
Este instrumento permite medir las características de calidad de longitud, diámetro, anchura o profundidad de una pieza de forma directa (o inmediata sin necesidad de efectuar ninguna operación matemática), con una gama de precisión que está de acuerdo con el trazado de sus escalas.

Su característica principal es la presencia de un nonio, que es un dispositivo que permite medir las fracciones de milímetro o pulgadas, precisamente, a según de la gama de precisión del calibrador, 1/10, 1/20, 1/50 o también 1/100 de milímetros ó pulgadas.

Básicamente este instrumento de medida consta de dos partes: la parte fija y la parte móvil (Fig. 1.59).

- ✓ La parte fija es una pieza constituida por un palpador para exteriores (1 izquierda) y otro para interiores (2 izquierda) que forman un ángulo recto con una regla graduada en milímetro (4) y, normalmente, también en pulgadas (5).

- ✓ La parte móvil está formada por una corredera o cursor con una escala graduada que constituye el nonio (6 y 7). Están adheridos a ella el palpador móvil para exteriores (1 derecha), el palpador para interior (2 derecha) y la varilla de profundidad (3). El movimiento de la corredera graduada debe realizarse con la presionando el seguro (8), en otros a una rueda, especialmente en el movimiento de aproximación final.



1.- Palpadores fijo y móvil para medir exteriores
2.- Palpadores fijo y móvil para medir interiores
3.- Varilla de profundidad
4.- Escala principal en milímetros
5.- Escala principal en pulgadas
6.- Escala del nonio en milímetros
7.- Escala del nonio en pulgadas
8.- Seguro para deslizar o fijar el nonio

Fig. 1.59 Partes de un Pie de rey Universal

Fuente: iopscience.iop.org/0026-1394

El calibre pie de rey tiene características propias, que determinan en cada caso su tipo y empleo. Las características más sobresalientes son:

- **Longitud de la regla graduada**: Esta característica da solamente una idea de su capacidad (200, 250, etc., mm.). Se llama capacidad a la máxima medida que puede realizarse utilizando el nonio.

- **Tipo de nonio**: Esta característica concreta su apreciación (1/10, 1/20 y 1/50 son los más empleados).

- **Material y tonalidad superficial**: Indica la clase de material con que fue construido y el aspecto de su superficie (acero inoxidable, en mate, etc.).

- **Forma especial**: Indica, generalmente, la forma de sus bocas (bocas en punta, curvas,etc.)

Otras particularidades que se pueden reseñar son: si está equipado con tornillo de aproximación, si dispone del reloj indicador, etc.

1.7.2.1.1 Nonio

El nonio o vernier es una segunda escala de medición lineal, angular, o de otra naturaleza, y sea cual fuere la unidad de medida auxiliar, que tienen algunos instrumentos de medición, que permite apreciar una medición con mayor precisión al complementar las divisiones de la regla o escala principal del instrumento de medida.

El sistema consiste en una regla sobre la que se han grabado una serie de divisiones según el sistema de unidades empleado, y una corredera o carro móvil, con un fiel o punto de medida, que se mueve a lo largo de la regla. El nonio o escala vernier toma un fragmento de la regla, que en el sistema decimal es un múltiplo de diez menos uno, y lo divide en un número más de divisiones.

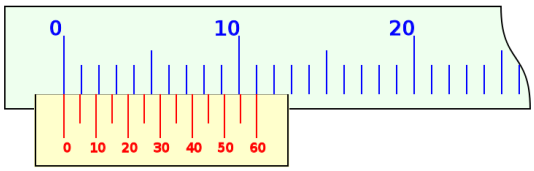


Fig. 1.60Nonio

Fuente: Guías de Prácticas de Metrología, 2006, Universidad Politécnica Salesiana

1.7.2.1.2 Apreciación

Se llama apreciación a la menor medida que puede leerse con dicho instrumento. Una regla que esté graduada de milímetros en milímetros tendrá, por tanto, una apreciación de un milímetro.

"La apreciación de un instrumento con nonio incorporado es la diferencia entre el valor de una división del instrumento y una del nonio.

$$\text{Apreciación} = \text{división regla} - \text{división nonio}"^{3}$$

i el nonio divide en «n» partes una longitud n-1 de la regla fija, la apreciación es:

[3] MANRIQUE, E.; CASANOVA, A. *Metrología básica*. (Barcelona: EDEBÉ, 1994): 89.

Donde:

$$a = 1 - \frac{n-1}{n} = \frac{n-n+1}{n} = \frac{1}{n}$$

a = apreciación

n = partes en que se divide la escala del nonio.

1.7.2.1.3 Manejo del pie de rey

Aunque cada tipo de pie de rey posee sus propias aplicaciones, el funcionamiento, en general, es el mismo para todos, el movimiento de deslizar el nonio hasta que las superficies a medir hagan contacto con las superficies de los palpadores del pie de rey, ya sean exteriores o interiores o la sonda de profundidad.

La lectura de la medida se realiza mediante la determinación de la posición del cero del cursor sobre la escala de la parte fija. El funcionamiento del nonio ya es conocido por haberlo descrito anteriormente.

En el caso del calibrador de tornero, las bocas del calibre sirven tanto para medir exteriores como interiores; por lo tanto, a menos que se disponga de dos nonios, se deben sumar 10 mm a la lectura obtenida en las mediciones de formas interiores. Esto es debido a que el espesor de los eslabones de las bocas es precisamente de 10 mm.

1.7.2.1.4 Usos de las partes principales del pie de rey.

Los palpadores se emplean para medir el exterior (palpadores de exteriores) o interior (palpadores de interiores) de una pieza en particular, estos nos permitan conocer las dimensiones de los diámetros de agujeros así como de espesores de los elementos.

La varilla de profundidad se aplica para medir las honduras de piezas que posean determinados detalles donde se requiere saber la distancia desde el exterior hasta el fondo de las depresiones.

La unidad de medida es muy importante debido al trabajo que se realiza con dimensiones en milímetros y pulgadas, por lo tanto el nonio del pie de rey viene incluye las dos unidades, en su parte inferior se manejan los milímetros y en su parte superior se consideran las pulgadas.

De la misma manera, en la regla principal de un pie de rey se manifiestan las dos unidades de medida, al igual que el nonio, en su parte inferior se manejan los milímetros y en su parte superior se posee la escala graduada en pulgadas.

El seguro del nonio es de gran relevancia debido a la seguridad que proporciona al evaluar un elemento, al fijar la medida por medio de su sujeción, este detiene el movimiento del nonio y permite que la medición realizada sea lo más veraz posible

1.7.2.2 Micrómetro

El micrómetro es un dispositivo ampliamente usado en ingeniería mecánica, para medir con precisión grosor de bloques medidas internas y externas de ejes y profundidades de ranuras. Los micrómetros tienen varias ventajas respecto a otros instrumentos de medida como el vernier y el calibrador: son fáciles de usar y sus lecturas son consistentes.

Con una mayor exactitud en la medición que la del calibrador pie del rey o universal, este dispositivo permite incluso conocer las milésimas en la medida tomada de determinada pieza o superficie.

Su principio de funcionamiento se fundamenta en el del **mecanismo tuerca-tornillo** que consiste en el avance de un tornillo sobre una tuerca fija, es decir que por cada vuelta del tornillo, éste avanza una longitud equivalente a su paso de rosca.

Existen tres clases de micrómetros basados en su aplicación.

- Micrómetro interno, se usa para medir huecos abiertos.
- Micrómetro externo, es usado típicamente para medir alambres esferas ejes y bloques.
- Micrómetro de profundidad, típicamente como su nombre indica.

Posee un cuerpo semicircular en el cual se incorpora el palpador fijo que entra en contacto con la superficie a medir junto con el palpador móvil. El husillo o tornillo está enrocado en la tuerca fija y gira en sentido horario hasta el tope fijo y viceversa (Fig. 1.61).

El cilindro exterior que contiene la tuerca tiene grabado la escala graduada milimétrica. El tambor también posee su escala en divisiones según la tolerancia del micrómetro.



Fig.1.61 Partes de un micrómetro.

*Fuente: www.**metrologia**-ema.com/pdf/**metrologia**-basica.pdf*

1.7.2.2.1 Apreciación

La apreciación de un micrómetro está en función directa con el número de divisiones del tambor. Si se dispone de un tambor con n divisiones y lo giramos en ángulo igual al comprendido entre dos de ellas, el palpador se desplazará una distancia equivalente al paso del husillo dividido por n.

La apreciación de un micrómetro que no posea nonio se calcula por medio de la división del paso de su husillo para el número de particiones que posee su tambor.

La medida final se obtiene de la adición de la lectura de la escala graduada horizontal y el valor correspondiente a la división del tambor que coincide con el índice.

1.7.2.2.2 Manejo del micrómetro

Para obtener medidas reales, es decir, sin errores con el micrómetro se debe procurar seguir las siguientes acotaciones.

- Seleccionar el micrómetro adecuado para la aplicación y la pieza a medir.
- El freno debe estar inactivo antes de empezar a medir la pieza.
- Las superficies a medir deben estar sin rebabas, con una temperatura de referencia de 20ºC y no deben poseer movimiento alguno.

Asegurarse que se posea una buena iluminación y así poder observar la medida en el tambor de manera correcta debido a que estas son pequeñas.

Se debe procurar que los palpadores del micrómetro y la superficie de la pieza hagan contacto de manera firme pero sin exceso, para ello se emplea el tornillo de fricción.

Sujetar el micrómetro de manera adecuada según el tamaño de la pieza a medir, es decir, en una pieza de tamaño pequeño se sujeta por el cuerpo con la mano derecha, y con el pulgar y el índice de la misma mano se acciona el tambor graduado, en cambio, en una pieza de gran tamaño se acostumbra sujetar el útil de medida con la mano izquierda y se acciona el freno, el tambor y el tornillo de fricción con la mano derecha.

1.7.3 Instrumentos de Comparación

1.7.3.1 Reloj Comparador.

Son instrumentos de precisión para medir por comparación, ampliando en 100, 1000 o más veces la diferencia de cota de las piezas comparadas.

El llamado **reloj comparador**, consiste en una caja metálica atravesada por una varilla o palpador desplazable axialmente en algunos milímetros (10 mm. para comparadores centesimales y 1 mm. para comparadores milesimales). En su desplazamiento la varilla hace girar, por medio de varios engranajes, una aguja que señalará sobre una esfera dividida en 100 partes el espacio recorrido por el palpador, de tal forma que una vuelta completa de la aguja representa 1 mm. de desplazamiento del palpador y, por consiguiente, una división de la esfera corresponde a 0.01 mm. de desplazamiento del mismo. Una segunda aguja más pequeña indica milímetros enteros.

Montado el comparador sobre un soporte, a la altura conveniente, se apoya el palpador contra la cala de comparación y se regla la esfera orientable a cero, es decir, se gira suavemente dicha esfera hasta que el cero coincida con la aguja centesimal. Sustituyendo el bloque patrón por la pieza, de no tener ésta la misma altura que el bloque patrón, la aguja señalará la diferencia de altura entre ambas.

1.7.3.1.1 Principio de funcionamiento

Sobre la varilla (2) va tallada una cremallera que engrana con el piñón, cuyo eje corresponde a la aguja indicadora de milímetros. Solidario con éste va la rueda dentada que transmite el movimiento a un segundo eje, todo esto ubicado en el mecanismo de comparación.

La aguja de la escala centesimal. El muelle en espiral, montado sobre una rueda auxiliar que engrana con el piñón, tiene como finalidad eliminar los juegos entre dientes de los distintos engranajes. El resorte (4) constituye el muelle de presión, cuya finalidad es asegurar el contacto entre palpador y pieza (presión = 100 gramos). La posición de la varilla (2) está asegurada por medio del pasador, que se aloja en la ranura (Fig. 1.62)

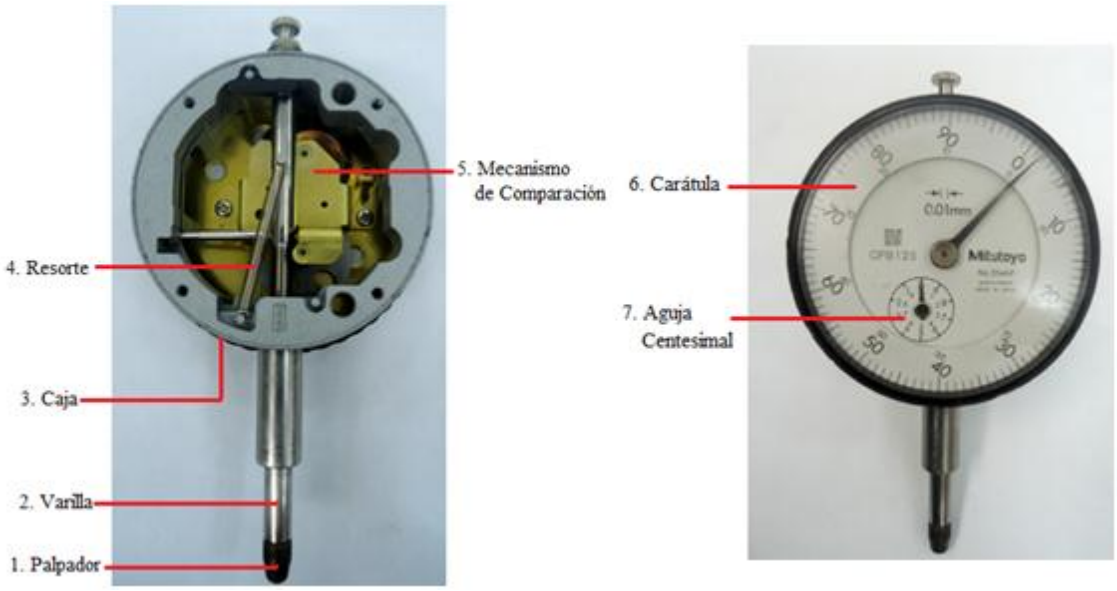


Fig. 1.62 Componentes de un comparador de reloj.

Fuente: La Autora

1.7.3.2 Comparadores de Palanca.

1.7.3.2.1 Minímetros

Es un tipo de instrumento diseñado especialmente para el acceso a puntos difíciles donde el comparador estándar no puede, a la vez que por su baja presión se hace muy útil para la medición en materiales deformables y facilitan la presión de contacto ya que esta es uniforme y menor a cien gramos.

Está constituido por a) la espiga de medición que está en contacto con la pieza a medir, la palanca (b), un apoyo fijo (c), el índice (d), una escala e) donde se pueden visualizar las medidas, un resorte (f), carcasa o caja (g) y las marcas de tolerancia (h) (Fig. 1.63).

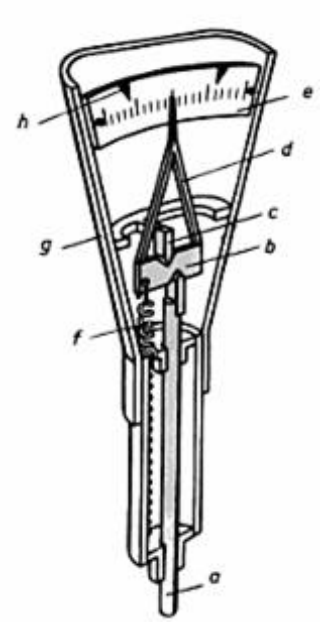


Fig. 1.63 Minímetro y sus partes

Fuente: Guías de Prácticas de Metrología, 2006, Universidad Politécnica Salesiana

El movimiento es transmitido desde el palpador hacia la palanca que amplifica por medio del apoyo móvil. Para asegurar el contacto continuo del palpador con la pieza se utiliza el resorte helicoidal interno del dispositivo.

De la misma forma, el resorte de recuperación mantiene la palanca de amplificación en contacto con los apoyos (fijo y móvil). Ello hace que el índice, adherido a la palanca de amplificación, se desplace describiendo un arco sobre la graduación de la escala en forma de sector circular. Por otra parte, los índices son desplazables y permiten fijar la zona de tolerancia.

"Su sistema de amplificación se basa en un juego de palancas que se sostienen sobre cuchillas, de forma que se reduce el juego existente, e inevitable, en todos los sistemas de transmisión mecánicos.

Disponen de una precisión entre 0.001 mm y 0.0005 mm que depende de la carrera máxima del palpador, que oscila entre 1 mm y 0.025 mm y que está limitada por la pequeña amplitud del sistema basculante"[4]

1.7.3.2.2 Microkator

Otro instrumento basado en la amplificación por palancas es el microkator el cual fue diseñado por la casa Sueca C.E.J., "basado en la elasticidad de una banda de aleación

[4] MANRIQUE, E.; CASANOVA, A. *Metrología básica*. (Barcelona: EDEBÉ, 1994). 140

especial de latón, retorcida sobre sí misma y que soporta un índice. Para aumentar su sensibilidad, se ha disminuido al mínimo el peso de la aguja y de la banda elástica, cuyo espesor es muy pequeño (del orden de 0.004 mm) y de un ancho de 0.06 a 0.12 mm. Este instrumento posee gran repetibilidad para altas amplificaciones por su cinta de torsión, está libre de rozamientos en el husillo por la membrana de sujeción, no sufre desgaste con el uso al no llevar elementos mecánicos tipo engranajes o palancas, es independiente de fuentes externas de alimentación, insensible a campos magnéticos y muy robustos. Los campos de medida son variados, desde 400 a 2 μm y de división de escala de 5 a 0.02 μm, respectivamente"[5].

En la figura 1.64 se observa los detalles: se realiza la amplificación, mediante una banda (1) cuyo centro experimenta una rotación proporcional al desplazamiento longitudinal de la palanca acodada (2). Dicha palanca está accionada por el eje palpador (3), que se mantiene en contacto con la pieza por la presión del resorte helicoidal (4). La aguja indicadora (5) está adherida a la banda e indica, sobre la escala graduada (6), la amplitud del movimiento realizado.

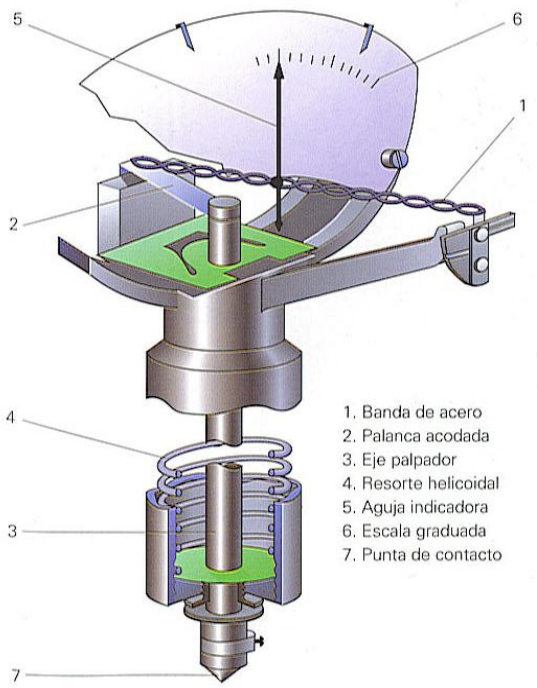


Fig. 1.64 Microkator y sus partes

Fuente: Guías de Prácticas de Metrología, 2006, Universidad Politécnica Salesiana

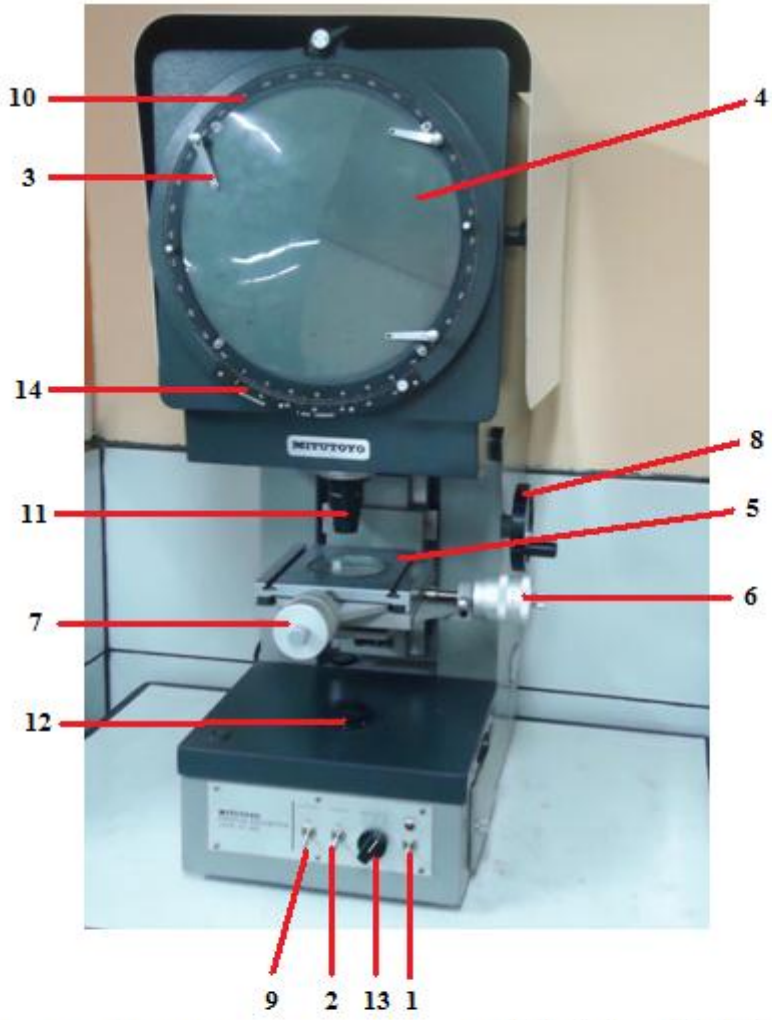
Es el comparador adecuado para las medidas muy precisas de pequeña diferencias, pero su gran sensibilidad exige precauciones especiales de manejo.

[5] SEVILLA Hurtado, Lorenzo; MARTÍN Sánchez, María Jesús. *Metrología dimensional*. Tercera edición. (Málaga: Universidad de Málaga/Manuales, 2008): 198-199.

1.7.3.3 Proyector de Perfiles.

El proyector de perfiles es una máquina medidora de dimensiones y formas por ampliación mecánica y óptica que realiza medidas directas. Pueden distinguirse, dos tipos de proyección o de visión dentro de este proyector.

Las partes del proyector de perfiles se detallan a continuación:



1. *Interruptor general.*
2. *Interruptor para la iluminación diascópica.*
3. *Sujetador plantilla.*
4. *Pantalla.*
5. *Mesa porta-objetos.*
6. *Volante para desplazamiento longitudinal.*
7. *Volante para desplazamiento transversal.*
8. *Volante de reglaje de iluminación*
9. *Interruptor para iluminación episcópica.*
10. *Goniómetro dividido en 360°.*
11. *Lente X-20.*
12. *Amplificador de luz.*
13. *Selector de intensidad.*
14. *Nonio (vernier) del goniómetro.*

Fig. 1.65 Proyector de perfiles "Mitutoyo PJ-250 C"

Fuente: La Autora

1.7.3.3.1 Proyección Diascópica

Es una iluminación que traspasa la pieza que será examinada. Con esto se obtiene en la pantalla una silueta oscura, limitada por el perfil que se desea verificar (Fig. 1.66).



Fig. 1.66 Detalles de una proyección diascópica

Fuente: La Autora

1.7.3.3.2 Proyección Episcópica

"En este sistema de iluminación se concentra en la superficie de la pieza, cuyos detalles aparecen en la pantalla. Este sistema es utilizado para la verificación de monedas, circuitos impresos, grabaciones, acabado superficiales. Cuando se trata de piezas planas, debemos colocar las piezas que será medida sobre una mesa de vidrio. Las piezas cilíndricas con agujero central, deben ser fijadas entre puntos"6. (fig. 1.67a detalle 15).

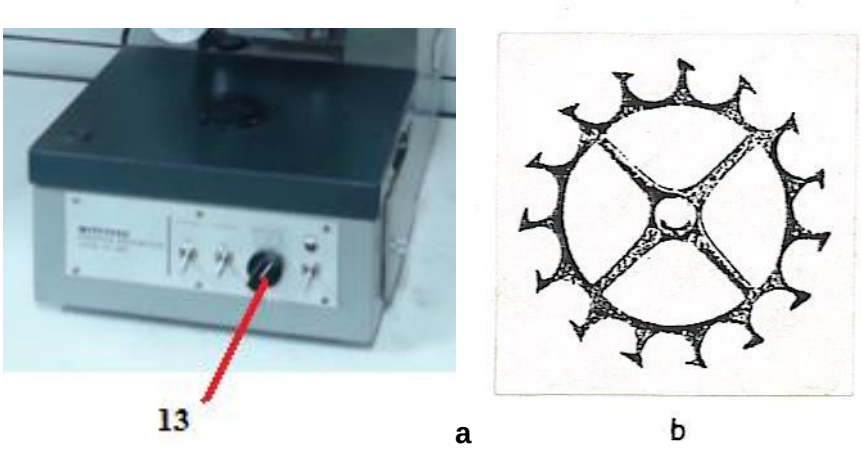


Fig. 1.67 Detalle de la proyección episcópica

Fuente: La Autora

[6] http://moodle.imh.es/file.php/17/moddata/scorm/41/UD16_18/17/A_2/pag2.htm [consulta 28 de abril de 2008].

1.7.3.3.3 Combinación de ambas

Ello permite observar un perfil junto a una superficie, se puede complementar las características superficiales y los resultados de los perfiles.

1.7.4 Instrumentos de Verificación

1.7.4.1 Mármoles.

Los mármoles de verificación están fabricados normalmente con fundición perlítica estabilizada para evitar las deformaciones, aunque también se emplea la piedra natural pulida (granito y diabasa) o la alúmina cristalizada, aglomerada con un producto cerámico (Fig. 1.68).

Se apoyan en tres puntos para sortear el posible alabeo debido un cambio eventual de la repartición de los puntos de apoyo y suelen ir provistas de nervios de relativa altura para conseguir un buen momento de inercia y de un espesor lo más regular posible.

La parte superior es la cara de trabajo y sobre ella se apoyan las superficies que hay que verificar.

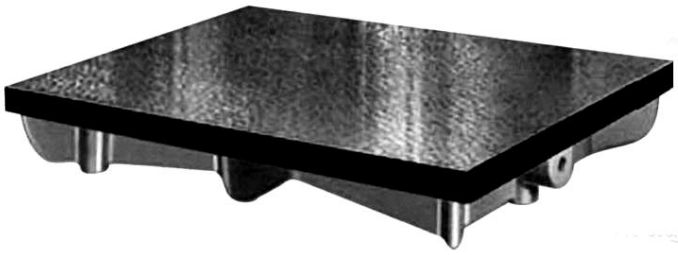


Fig. 1.68 Mármol de verificación.
Fuente: www.matriceriaonline.com/mol-2011/trastienda/docs/leccion2.pdf

1.7.4.2 Escuadras.

Son elementos de trazado y comprobación de ángulos; existen distintos tipos según su aplicación: escuadra de 90º: se utiliza para comprobar piezas de formas paralelepípedas (Fig.1.69a); escuadra a 120º: sirve para controlar piezas hexagonales (Fig.1.69b); escuadra sombrero: es una escuadra a 90º con una regla del mismo espesor en forma perpendicular a la rama corta (Fig.1.69c); escuadra en "T": es una escuadra con dos ángulos de 90º a cada lado de una de las reglas (Fig.1.69d); escuadra "L": es una escuadra a 90º (Fig.1.69e);

escuadra "L" con regla corrediza: también es una escuadra a 90º que permite desplazarse uno de los lados que forman el ángulo (Fig.1.69f).

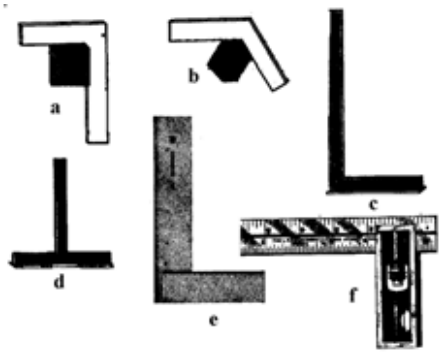


Fig. 1.69 Tipos de escuadras

Fuente: www.matriceriaonline.com/mol-2011/trastienda/docs/leccion2.pdf

1.7.4.3 Calibres Pasa - No Pasa.

El calibre tampón liso se utiliza para verificar diámetros internos. Uno de sus extremos tiene la medida máxima admisible y se llama **lado pasa**, puesto que se ha de introducirse sin dificultad y suavemente en el agujero que se desea verificar si su dimensión es correcta. El otro extremo se llama **lado no pasa** y lleva un anillo marcado o pintado de color rojo cerca del mango para distinguirlo. Éste no debe entrar en el agujero (Fig. 1.70).

En la empuñadura va indicada la medida nominal y la tolerancia del calibre.



Fig. 1.70 Calibre Tampón Liso.

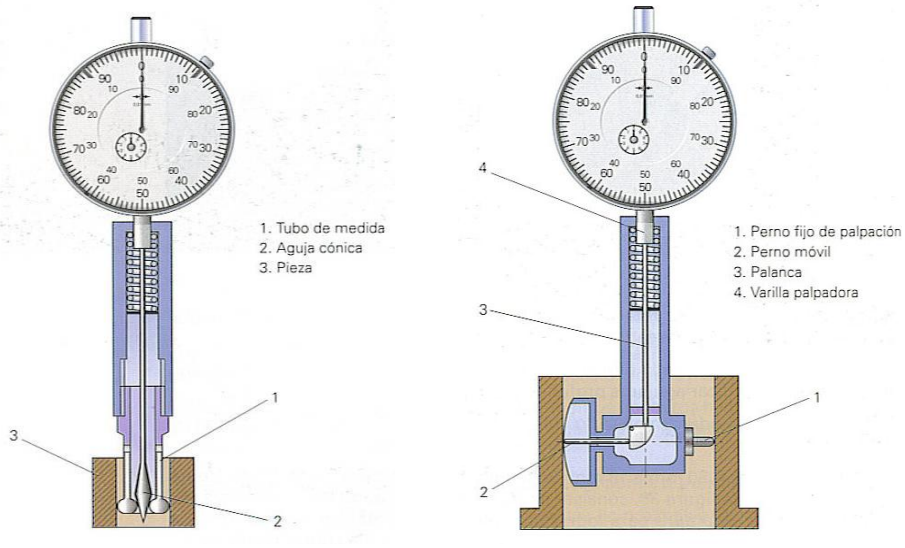
*Fuente: www.mitecnologico.com/Main/CalibradorDe**Pasa**ONo**Pasa***

1.7.4.4 Alexómetro

El alexómetro o verificador de interiores, es un reloj comparador anexado a un eje que en el extremo de éste, se encuentra el contacto que hace girar las agujas del alexómetro y de este modo poder comparar las medida, es un dispositivo portátil que permite la verificación de la dimensión de un agujero y, por desplazamientos sucesivos de rotación y traslación, también la detección de ovalaciones o conicidades no deseadas.

Se clasifican en función de la dimensión del agujero que permite verificar y son muy útiles para verificar agujeros profundos.

Tienen dos partes fundamentales: el indicador de medida y la cabeza de medición (Fig. 1.71).



a) b)

Fig. 1.71 Componentes de un verificador de interiores.

a) Para ajugeros de 0.05 a 18 mm. b) Para agujeros de 6 a 400 mm.

Fuente: Guías de Prácticas de Metrología, 2006, Universidad Politécnica Salesiana

Para agujeros de 0.50 mm a 18 mm de diámetro, la cabeza de medición, como se muestra en la figura 1.71 a), consiste en un tubo ranurado intercambiable (1), acabado en cromo duro para lograr una mayor resistencia al desgaste. Los extremos de éste se separan por acción de una aguja cónica (2), de acero templado y lapeada, que transmite el movimiento al comparador.

Para agujeros de 6 mm a 400 mm de diámetro, la cabeza de medición está provista (fig. 1.71 b) de un perno fijo de palpación (1) de acero templado y de otro perno móvil (2) que dispone de una punta esférica de metal duro e intercambiable en función de la dimensión que se quiera verificar.

1.7.4.5 Galgas de paso de rosca

Para la realización de esta práctica se emplean plantillas de perfil para roscas que consisten en juegos de plantillas con la forma o silueta de los filetes de diferentes roscas, las cuales, generalmente, van reunidas en un haz como si fueran las varillas de un abanico (Fig. 1.72).



Fig. 1.72 Galgas de paso de rosca o cuenta hilos.

Fuente: http://www.kalkumezquerra.com/instrumentos-de-medida/ galgas-de-rosca/

Los juegos de plantillas pueden ser universales o puede haber un abanico para cada tipo de rosca ya sea Métrica o Withworth. Cada plantilla corresponde a un paso de rosca diferente cuyo valor se encuentra marcado sobre la superficie de la misma. Dicho paso irá expresado generalmente en mm, si se refiere al tipo de rosca métrica, o bien en hilos por pulgada, si se refiere al tipo de rosca Whitworth.

1.7.4.6 Galgas de espesores

Las galgas de espesores (Fig. 1.73) están constituidos por láminas delgadas de acero flexible que llevan grabada su dimensión. Generalmente forman un grupo de diferentes medidas, fijadas todas ellas por un extremo y desplegables en abanico. Se utilizan para verificar rápidamente pequeños juegos, holguras y ranuras. Si se combinan dos o más láminas en el mismo juego, puede obtenerse una amplia gama de dimensiones.

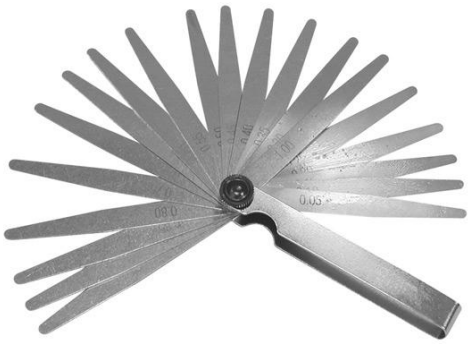


Fig. 1.73 Galgas de espesores.

Fuente: http://www.kalkumezquerra.com/instrumentos-de-medida/ galgas-de-espesores/

Para usarlas, se probarán sucesivamente diversos tamaños. La dimensión tendrá una medida indefinida comprendida entre ambas cuando una lámina entre y la siguiente no.

Se debe tener en cuenta que, en la utilización de las láminas, éstas deben introducirse sin grandes esfuerzos para no deteriorarlas.

1.7.4.7 Bloques Patrón

Estas herramientas son piezas macizas de acero o materiales cerámicos empleados para efectuar operaciones de calibración, de precisión y para calibrar otras herramientas de medición.

Suelen ser suministrados por juegos según las dimensiones nominales elegidas de forma que, por adición de varios bloques, se puede disponer de cualquier calor nominal existente dentro de su campo de utilización con escalonamientos de hasta 0,5 micras.

Los bloques también poseen una particularidad importante: sus caras de medida están provistas de una calidad de acabado en cuanto a rugosidad y planitud que tienen la capacidad de adherirse entre sí sólo con deslizarlas manualmente una frente a otra.

La norma UNE 82-311-85. ISO 3650 define algunas de las características de los bloques patrón como:

- Exactitud dimensional geométrica.
- Capacidad de adherencia con otros bloques.
- Estabilidad dimensional.
- Resistencia al desgaste.
- Coeficiente de expansión térmica al de los metales comunes.
- Resistencia a la corrosión.

Los bloques Johnson se proporcionan en diferentes calidades dependiendo del uso al cual se destinen, la tabla 1.2 muestra las distintas calidades y la utilización apropiada en función de las mismas.

CALIDAD	UTILIZACION
00	Trabajo científico
0	Control de instrumentos
I	Control de piezas de calidad
II	Control de piezas de taller

Tabla 1.2 Calidades de los bloques patrón para diferentes usos.

Fuente: http://www.matematicasypoesia.com.es/metodos/meuweb115.htm

1.7.4.7.1 Manejo de los bloques patrón

Los bloques patrón requieren un manejo cuidadoso para evitar su deterioro y aprovechar al máximo las calidades de medición que a través de ellos se pueden conseguir, algunas precauciones en cuanto a su manejo son:

- Trabajar con ellos sobre superficies blandas para evitar su deterioro por golpes.
- Evitar tocarlos por las caras de medida.
- No tomar varios a la vez para evitar que se rayen las superficies.
- Manejar los bloques de preferencia con guantes o pinzas, caso contrario la manipulación debe ser realizada con las manos limpias y secas.
- Limpiar los bloques cuidadosamente utilizando solventes adecuados (alcohol puro).
- No deben mantenerse en las manos en tiempos de exposición prolongados para evitar su calentamiento.
- Las mediciones deben realizarse a temperaturas lo más cercanas a la de referencia (20º).
- Realizar el agrupamiento de bloques durante el tiempo necesario tras lo cual se deben separar de manera cuidadosa para no dañar las superficies.
- No forzar un agrupamiento de bloques a entrar en el alojamiento a verificar.
- Una vez utilizados los bloques se deben limpiar cuidadosamente eliminando posibles huellas y protegerlos con un lubricante neutro (vaselina) y depositarlos en su caja.



Fig. 1.74 Caja de Bloques Patrón o Bloques Johnson

Fuente: http://www.matematicasypoesia.com.es/metodos/meuweb115.htm

1.7.5 Rugosídad

Dentro del mundo de la tecnología, se observan gran cantidad de piezas que han deponerse en contacto con otras y rozarse a altas velocidades. El acabado final y la textura de una superficie es de gran importancia e influencia para definir la capacidad de desgaste, lubricación, resistencia a la fatiga y aspecto externo de una pieza o material, por lo que la rugosidad es un factor importante a tener en cuenta.

El acabado superficial de los cuerpos puede presentar errores de forma (Fig. 1.75):

- **Macrogeométricos** (ondulaciones)._ Las crestas o valles de la superficie de una pieza no están normalmente dispuestas en un plano, pero en la superficie que presenta la ondulación se marcan la altura (h) y el paso de la ondulación (Po), que son muy superiores a los de la rugosidad.

  Esta ondulación deriva casi siempre de un defecto de la máquina herramienta como la insuficiente rigidez de los órganos que causan vibraciones o la excentricidad, aunque sea mínima, de los útiles dotados de motores rotatorios. Están relacionadas a la variación de tamaño de la pieza, al paralelismo, cilindricidad, redondez, conicidad, etc.

- **Microgeométricos** (irregularidades)._ Se deben a la acción de la herramienta que ha elaborado la superficie. La rugosidad se caracteriza por una sucesión de crestas y valles de pequeña amplitud.

Se entiende por rugosidad total (R) a la distancia entre la cresta más alta y el valle más profundo. Normalmente, la rugosidad muestra una orientación que depende del movimiento de trabajo de la herramienta que ha elaborado la superficie. La rugosidad viene medida en un plano perpendicular al de orientación. Están dadas por la flexión al mecanizar, material no homogéneo, tratamientos térmicos y vibraciones.

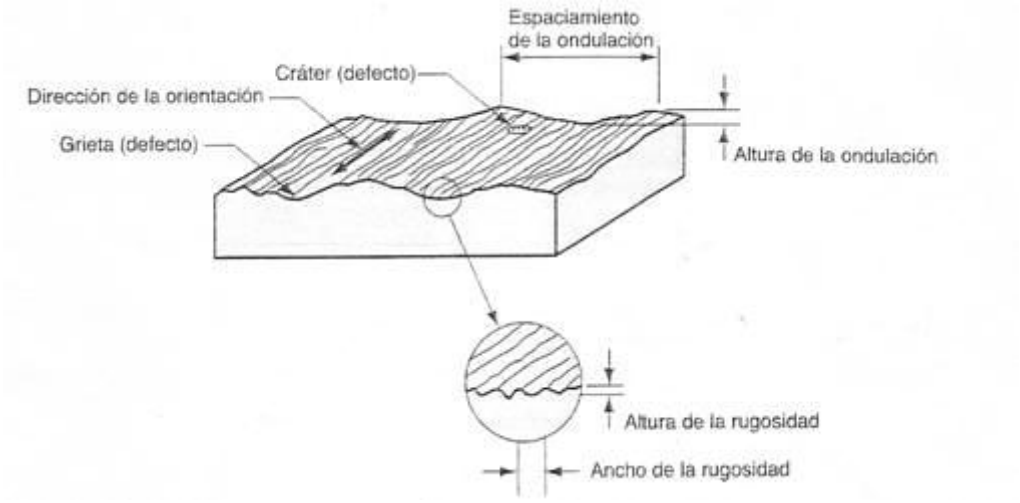


Fig. 1.75 Textura de una superficie y sus rasgos.

Fuente: Mecánica de taller, Bruno Edebé, Madrid, España, Pág. 125, 1986.

La **rugosidad superficial** es el conjunto de irregularidades de la superficie real, definidas convencionalmente en una sección donde los errores de forma y las ondulaciones han sido eliminados.

La **superficie real** según la Norma UNE 82-315/86 es la *superficie que limita el cuerpo y lo separa del medio que lo separa*. La **superficie geométrica** es la *superficie ideal cuya forma está especificada por el dibujo y/o todo documento técnico (*Fig. 1.76*).*

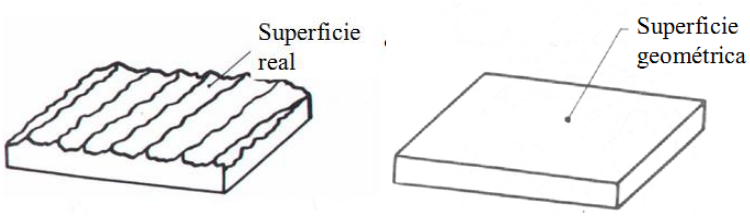


Fig. 1.76 Superficies de un elemento.

Fuente: Mecánica de taller, Bruno Edebé, Madrid, España, Pág. 128, 1986.

El grado de finura superficial de una pieza viene evaluado en términos de rugosidad superficial o simplemente rugosidad, la misma que tiene una notable influencia sobre:

- Resistencia a la fatiga y a la corrosión.
- Adherencia.
- Estanquiedad.
- Resistencia al desgaste.
- Conductibilidad térmica y eléctrica.
- Lubricación de la superficie en rozamiento.
- Brillo, etc.

La tabla 1.3 muestra los valores de rugosidad admitidos según el tipo de trabajo realizado.

RUGOSIDAD	APLICACIÓN
N1	Espejos. Bloques patrón
N2	Planos de apoyo de relojes comparadores
N3	Herramientas de precisión. Cojinetes superacabados. Acoplamientos estancos de alta presión en movimiento alternativo. Superficies bruñidas de retención sin retén.
N4	Soportes de cigüeñales y árboles de levas. Pies de válvulas. Superficies de cilindros de bombas hidraúlicas. Cojinetes lapeados. Pernos de árboles para rotores de turbinas, reductores...
N5	Árboles acanalados. Superficie exterior de pistones. Acoplamientos efectuados a presión. Asientos de válvulas..
N6	Tambores de freno. Agujeros brochados. Cojinetes de bronce. Dientes de engranaje. Superficies de piezas deslizantes, como patines y sus guías.
N7	Caras de engranajes. Árboles y orificios de engranajes. Cara de émbolo.
N8	Pernos y cojinetes para transmisión (montaje a mano). Superficies de acoplamiento de partes fijas desmontables.
N9	Superficies laterales de retención con retenes normales.

Tabla 1.3 Rugosidad según su aplicación

Fuente: isa.umh.es/asignaturas/tf/tema3.pdf

1.7.6 Temperatura.

Los átomos y moléculas en una sustancia no siempre se mueven a la misma velocidad. Esto significa que hay un rango de energía (energía de movimiento) en las moléculas. En un gas, por ejemplo, las moléculas se mueven en direcciones aleatorias y a diferentes velocidades - algunas se mueven rápido y otras más lentamente.

La temperatura es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia. Como lo que medimos es su movimiento medio, la temperatura no depende del número de partículas en un objeto y por lo tanto no depende de su tamaño. La temperatura es una magnitud cuantificable que se relaciona con la medida de la velocidad media con que se mueven las partículas (por lo tanto con su energía cinética o nivel de agitación).

Los diferentes efectos producidos por la temperatura son:

1. Aumento de las dimensiones (Dilatación), presión o volumen constante.
2. Cambio de FEM inducida.
3. Aumento de la resistencia.
4. Aumento en radiación superficial.
5. Cambio de temperatura.
6. Cambio de estado sólido a líquido.

7. Cambio de calor

Todos los instrumentos de medición de temperatura cualquiera que fuese su naturaleza dan la misma lectura en cero por ciento (0%) y 100%, si se calibra adecuadamente, pero en otros puntos generalmente la lectura no corresponderá porque las propiedades de expansión de los líquidos varían.

Las unidades de temperatura son °C, °F, °K, °Rankine, la conversión más común es de °C a °F.

1.7.6.1 Termómetros

Instrumento que sirve para medir la temperatura. El más usual se compone de un tubo de vidrio, uno de cuyos extremos contiene un líquido, por lo común mercurio, alcohol o azogue, que se dilata o se contrae a lo largo del tubo por el aumento o la disminución de la temperatura, señalando en una escala los grados de temperatura. (Fig. 1.77)



Fig. 1.77Termómetro

*Fuente: **termometros**portinguista.blogspot.com/*

1.7.6.2 Pirómetros

Los pirómetros son aparatos idóneos para realizar mediciones de precisión de temperaturas sin contacto. Gracias a su mecanismo óptico, estos pirómetros son una herramienta segura para medir temperaturas con precisión. Los pirómetros infrarrojos están especialmente indicados para aplicaciones en las que no se pueden utilizar los sensores convencionales. Este es el caso de objetos en movimiento o lugares de medición donde se requiere una medición sin contacto debido a posibles contaminaciones u otras influencias negativas (Fig. 1.78).



Fig.1.78Pirómetro.
Fuente: http://lioso.net/?p=592

1.7.6.3 Termocuplas o Termopares

Las termocuplas son el sensor de temperatura más común utilizado industrialmente. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo (soldados generalmente). Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño (efecto Seebeck) del orden de los milivolts el cual aumenta con la temperatura.

Existen siete tipos de termocuplas o termopares que tienen designaciones con letras elaboradas por el INSTRUMENT SOCIETY OF AMERIA (ISA). El U.S. National Bureau of Standardg (NBS) por su parte, ha preparado tablas de correlación temperatura para estas termocuplas, las que han sido publicadas por ANSI y ASTM. Por ejemplo, una termocupla "tipo J" está hecha con un alambre de hierro y otro de constantán (aleación de cobre y nickel), al colocar la unión de estos metales a 750 °C, debe aparecer en los extremos 42.2 milivolts.

Normalmente las termocuplas industriales se consiguen encapsuladas dentro de un tubo de acero inoxidable ú otro material (vaina), en un extremo está la unión y en el otro el terminal eléctrico de los cables, protegido adentro de una caja redonda de aluminio (cabezal).

Las termocuplas tipo J se usan principálmente en la industria del plástico, goma (extrusión e inyección) y fundición de metales a bajas temperaturas (Zamac, Aluminio).

La termocupla K se usa típicamente en fundición y hornos a temperaturas menores de 1300 °C, por ejemplo fundición de cobre y hornos de tratamientos térmicos.

Las termocuplas R, S, B se usan casi exclusivamente en la industria siderúrgica (fundición de acero). Finalmente las tipo T eran usadas hace algún tiempo en la industria de alimentos, pero han sido desplazadas en esta aplicación por los Pt100.

La clasificación por tipos ha sido elaborada por la SAMA y adoptado por la ISA.

a. Cobre - Constantán (T)._ Se utiliza para medir temperaturas entre los -18.5°C a 379°C y son de un precio bajo y ofrecen resistencia a la corrosión en atmósferas húmedas. Pueden ser usados en atmósferas reductoras y oxidantes.

b. Hierro - Constantán (J)._ Se aplican normalmente para temperaturas, que van de -15°C a 750°C, dependiendo de su calibre. Son recomendables para usarse en atmósferas donde existe deficiencia de oxigeno libre. Son recomendables ampliamente en atmósferas reductoras. Como tienen un precio relativamente bajo son muy ampliamente usados para la medición de temperaturas dentro de su rango recomendado.

c. Cromel - Constantán (E)._ Se emplean primordialmente en atmósferas oxidantes.

d. Cromel - Alumel (K)._ El rango de temperatura recomendado es desde los 280°C a 580°C de acuerdo con el calibre del alambre usado. Este tipo de termopares presta un servicio optimo en atmósferas oxidantes aunque también se puede usar en atmósferas reductoras o alternativamente oxidantes o reductoras o siempre y cuando se use un tubo de protección apropiado y ventilado.

e. Platino - Radio (R y S)._ Si se cuenta con una protección adecuada sirven para la medición de temperaturas hasta de 1650°C en atmósferas oxidantes. Estos termopares se contaminan con facilidad cuando se usan en cualquier otra atmósfera por lo que deben ser tomadas algunas precauciones en el caso de usarse en estas condiciones, mediante tubos de protección adecuados. Los vapores metálicos, el hidrogeno y los silicones son veneno para este tipo de termopares.

f. Tungsteno - Tungsteno y Renio._ Este tipo de termopares es recomendado para las mismas temperatura, que los de tungsteno - renio. La diferencia está en que provee 3 veces potencia termoeléctrica 1650°C.

Tipo	Denominación	Composición y símbolo	Rango de temperaturas (1) (en °C)	Diámetro del alambre apropiado (2)	F.e.m.en mV (3)
B	Platino-rodio 30% vs. platino-rodio 6%	PtRh 30% - PtRh 6%	0 ...1.500 (1.800)	0,35 y 0,5 mm	0...10,094 (13,585)
R	Platino-rodio 13% vs. platino	PtRh 13% - Pt	0...1.400 (1.700)	0,35 y 0,5 mm	0.16,035 (20,215)
S	Platino-rodio 10% vs. platino	PtRh 10% - Pt	0...1300(1.600)	0,35 y 0,5 mm	0...13,155 (15,576)
J	Hierro vs. constatán	Fe - CuNi	-200 ... 700 (900)	3 mm 1mm	-7.89 ... 39,130 (51,875)
			-200 ... 600 (800)		-7.89 ... 33,096 (45,498)
K	Niquel-cromo vs. níquel (Chromel vs. Alumel)	NiCr - Ni	0...1000(1.300)	3 ó 2 mm	0...41,269 (52,398)
			0 ... 900 (1.200)	1,38 mm	0...37,325 (48,828)
T	Cobre vs. constatán	Cu - CuNi	-200 ... 700 (900)	0,5 mm	-5,60 ... 14,86 (20,86)
E	Niquel-cromo vs. constatán (Chromel vs. constatán)	NiCr - CuNi	-200 ... 600 (800)	3 mm	-9,83 ... 53,11 (68,78)
					-8,83 ... 45,08 (61,02)

Tabla 1.4 Composición, rango de temperaturas, diámetro de alambres apropiados y Fuerza electromotriz correspondientes a diversas termocuplas.

*Fuente: server-die.alc.upv.es/asignaturas/LSED/2003.../**Termocuplas**.htm*

El principio de medición de temperatura utilizando termocuplas se basa en tres principios físicos, que son:

1.- **Efecto Thomson** (1851): un gradiente de temperatura en un conductor metálico está acompañado por un gradiente de voltaje, cuya magnitud y signo depende del metal que se esté utilizando.

2.- **Efecto Peltier** (1834): consiste en que cuando una corriente eléctrica fluye a través de una juntura de dos metales diferentes, se libera o absorbe calor. Cuando la corriente eléctrica fluye en la misma dirección que la corriente Seebeck, el calor es absorbido en la juntura caliente y liberado en la juntura fría.

3.- **Efecto Seebeck** (1821): al unir dos alambres de materiales diferentes formando un circuito, se presenta una corriente eléctrica cuando las junturas se encuentran a diferente temperatura. Esto es debido a la combinación de los dos efectos anteriores.

1.8 FUNDICIÓN

1.8.1 Arenas para Moldeo

La arena base es elemento que da la característica de refractariedad e influye en todas la propiedades de la mezcla de moldeo (Fig. 1.79).

Las propiedades de la arena que se deben considerar son:

- Refractariedad
- Composición química
- Forma, tamaño y distribución del grano.

Las características a considerar para que una arena pueda ser usada en moldeo son:

- Debe ser fácilmente moldeable, de manera que se adapte a las formas del modelo y las reproduzca fielmente.
- Presentar buena resistencia a la erosión producida por el impacto del metal líquido en el interior del molde.
- Resistencia a los ataques químicos que pueden surgir entre molde y metal líquido.
- Tener una buena permeabilidad para permitir la evacuación de los gases generados durante el vertido del metal.
- Buena capacidad para disipar el calor de metal y favorecer la solidificación de las piezas,
- Ser reutilizable para que puede moldearse nuevamente una vez regenerada la arena.

La arena más empleada para generar moldeo y machos es la arena sílice ya que es la más abundante en la naturaleza en diversos tamaños de granos y forma del mismo, es de fácil extracción, además posee un bajo costo de producción, buena dureza y resistencia a la abrasión, es excelente refractario y resistente al calor y al ataque ácido de la escoria de la colada.

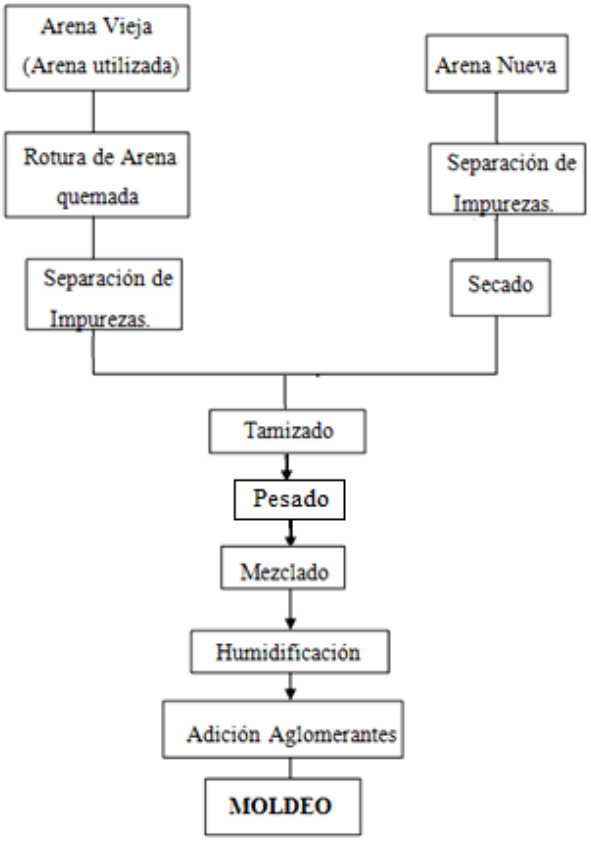


Fig. 1.79 Diagrama de preparación de arenas para moldeo

Fuente: Morquecho Marlon, Sacoto Cristian, Coronel Edison, Guías de Prácticas para el proceso de moldeo en arena, 2001. Universidad Politécnica Salesiana.

Otra clasificación de la arena empleada en moldeo es:

- ***Arena Verde***: es una arena húmeda, es decir, que no se ha secado.

- ***Arena seca:*** es aquella a la que se le ha eliminado toda la humedad antes de efectuar la colada, mediante el secado. La arena seca es una mezcla de arena de sílice seca, fijada con otros materiales que no sea la arcilla usando adhesivos de curado rápido. Antes de la colada, el molde se seca a elevada temperatura (entre 200 y 300ºC). De este modo se incrementa la rigidez del molde, lo que permite fundir piezas de mayor tamaño, geometrías más complejas y con mayor precisión dimensional y mejor acabado superficial.

- ***Arenas de revestimiento o de contacto***: es la que se apisona contra la cara del moldeo y una vez extraído este, formará la capa interna del molde.

- ***Arena de relleno***: procede de los moldes ya colados y vuelve nuevamente a utilizarse después de preparada para rellenar el molde durante el moldeado.

1.8.1.1 Arenas para Machos

El macho es el que da forma a la parte interna de una pieza, por lo tanto las propiedades de la arena con la cual son realizados son distintas a las de la arena exterior.

Interesa principalmente la dureza, la resistencia a la compresión, sea arena seca o verde, la permeabilidad, homogeneidad de la superficie, carácter refractario, absorción de la humedad y producción de gases.

La mezcla de arena para elaborar los machos consta de dos partes: arena sílice con poca o nada arcilla aglomerante. La composición química de una arena no es lo más importante para su elección sino su examen mineralógico. Es deseable un porcentaje elevado de cuarzo para que el macho no se rompa.

La combinación de la arena sílice más silicato de sodio posee una baja compresión en verde, por lo cual una vez realizado los noyos con estas mezclas hay que secarlas con CO_2 (anhídrido carbónico), secado químico, el silicato de sodio reacciona con el anhídrido carbónico formando el carbonato de sodio, que liga los granos de sílice.

$$SiO_3Na_2*H_2O+CO_2 \text{--- } CO_3Na_2*H_2O+SiO_2$$

Al utilizar un exceso de CO_2, reacciona con el carbonato de sodio formando el bicarbonato de sodio que disgrega los granos de sílice.

$$CO_2+ CO_3Na_2*H_2O \text{--- } CO_3HNa+H_2O$$

1.8.1.2 Probetas.

Las probetas se utilizan para ensayos de permeabilidad en verde o en seco, dureza, resistencia al corte y compresión en verde o en seco. La importancia de seguir el procedimiento recomendado para obtener probetas de acuerdo como lo establecen las normas es determinante para obtener resultados reproducibles en los ensayos que se hagan.

Las dimensiones y formas de las probetas para este tipo de ensayo, son cilíndricas con diámetro de 50,8 mm, y longitud de 50.8 mm, el peso de la arena usada es de unos 150 g en función del mismo contenido de aglutinantes.

El equipo para la preparación de las probetas es de base metálica con recipiente tubular para comprimir la arena, apisonador con peso de 6.356 Kg. y un machuelo para la extracción de las probetas (Fig. 1.80).

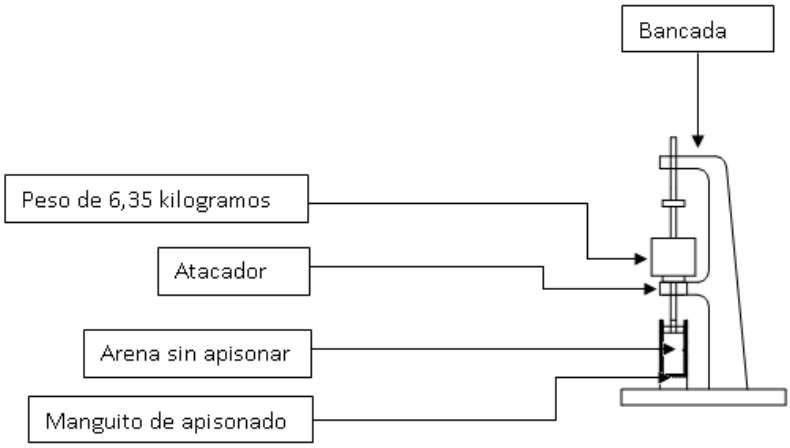


Fig. 1.80 Dispositivo para formar probetas

Fuente: Morquecho Marlon, Sacoto Cristian, Coronel Edison, Guías de Prácticas para el proceso de moldeo en arena, 2001. Universidad Politécnica Salesiana.

1.8.2 Ensayos.

1.8.2.1 Determinación de la Humedad

La humedad de una arena corresponde a la cantidad de agua que se vaporiza totalmente a la temperatura de 100 a 110°C. En una arena arcillosa existe un determinado porcentaje de humedad para obtener una óptima cohesividad. Debe trabajarse con límites de humedad determinados para evitar defectos en las piezas fundidas especialmente gases de colada.

La humedad se determina por la pérdida de peso de una probeta de arena húmeda después de haberla calentado durante un determinado tiempo (ensayo con horno). También puede hacerse de forma más rápida mediante aparatos basados en la capacidad dieléctrica de la arena (Recipiente de Speedy) (Fig. 1.81).

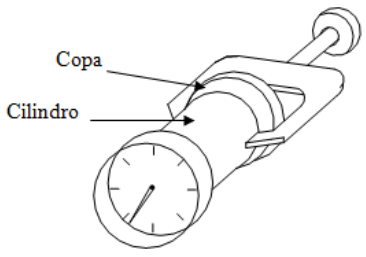


Fig.1.81 Recipiente de Speedy para determinar la humedad

Fuente: Morquecho Marlon, Sacoto Cristian, Coronel Edison, Guías de Prácticas para el proceso de moldeo en arena, 2001. Universidad Politécnica Salesiana.

1.8.2.2 Determinación de la Permeabilidad

La permeabilidad es una propiedad muy importante en cuanto se refiere a las arenas de moldeo, por lo cual se debe tomar en consideración, ya que variando esta propiedad podemos disminuir los defectos que se pueden producir por la dificultad de escape de los gases cuando existe poca permeabilidad y el deficiente acabado cuando la permeabilidad es exagerada.

La permeabilidad puede variar de acuerdo a los siguientes parámetros:

a) Cantidad de agua, arcilla y aglutinante
b) Granulometría (tamaño y forma de grano)
c) Apisonado

La permeabilidad se define como el volumen de aire en cm^3, que bajo una presión constante dada en grano por cm^2 pasará por minuto a través en una probeta estándar. Las normas de AFS utilizan una probeta de 50,8 mm de diámetro y de 50,8 mm de altura.

La permeabilidad se expresa mediante la fórmula:

$$P = \frac{V \times h}{p \times a \times t}$$

Donde

P = Permeabilidad

V = Volumen de aire en cm^3 que pasa a través de la probeta.

h = Altura de la probeta.
a = Sección transversal e la probeta en cm^2.

p = Presión de aire en gramos / cm^2.

Mediante ensayos se ha normalizado dejar pasar un litro de aire bajo una presión constante de 10 cm de columna de agua, bajo estas condiciones se obtenido la siguiente fórmula simplificada:

$$P = \frac{50.12}{ts}$$

ts. = tiempo necesario para pasar 2000 cm^3 de aire

La permeabilidad se determina con un permeámetro midiendo el volumen de aire, a una presión de 1 gr/cm^2, que atraviesa una probeta apisonada en un minuto. También se puede determinar midiendo el tiempo que tarda en atravesar la probeta un determinado volumen de aire (Fig. 1.82).

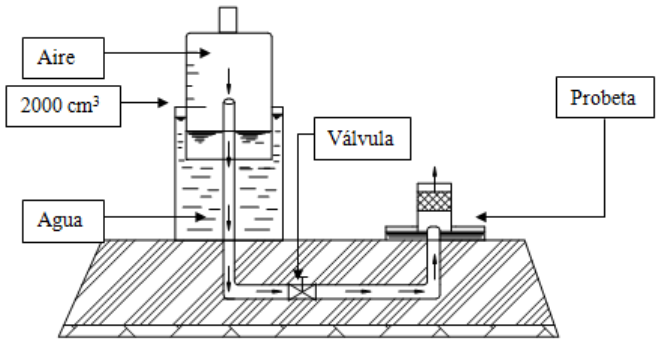


Fig. 1.82 Permeámetro

Fuente: Morquecho Marlon, Sacoto Cristian, Coronel Edison, Guías de Prácticas para el proceso de moldeo en arena, 2001. Universidad Politécnica Salesiana.

1.8.2.3 Ensayo de Compresión

La prueba de compresión es una prueba en la cual se compacta un bloque de arena hasta que esta seda esto determina que tanto soportara esta ante fuerzas externas en su parte superior, mientras que la prueba de cizalladura nos muestra que tanto resistirá esta ante una fuerza más puntual, esto con el fin de ver si puede resistir una gran cantidad de presión en un pequeño punto de la pieza de arena compactada (Fig. 1.83).

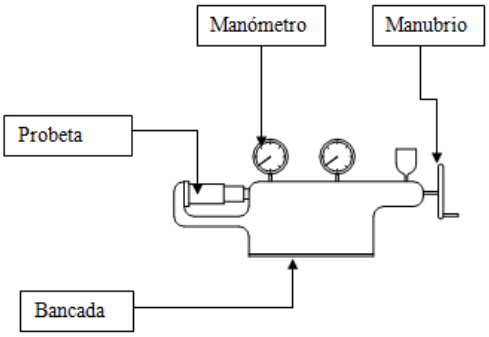


Fig. 1.83 Dispositivo para ensayo de compresión

Fuente: Morquecho Marlon, Sacoto Cristian, Coronel Edison, Guías de Prácticas para el proceso de moldeo en arena, 2001. Universidad Politécnica Salesiana.

1.8.3 Noyos.

Un **núcleo** o noyo es un dispositivo usado en la fundición y el moldeado de los procesos para producir las cavidades internas y reentradas de ángulos (Fig. 1.84). El núcleo es

normalmente un elemento desechable que se destruye para sacarlo de la pieza. Ellos son los más comúnmente utilizados en la fundición en arena, pero también se utilizan en el moldeo por inyección.

Un ejemplo interesante de la utilización de los núcleos está en la fundición de bloques de motor. Por ejemplo, uno de los GM motores V-8 requiere de 5 núcleos de arena seca para cada colada.

Los núcleos son útiles para funciones que no pueden tolerar el proyecto o para proporcionar los detalles que de otro modo no puede ser integrado en un núcleo de fundición a presión inferior o molde. La principal desventaja es el costo adicional para incorporar núcleos.

Hay siete requisitos para el núcleo:

1. En el estado verde debe haber una resistencia adecuada para su manipulación.
2. En el estado endurecido que debe ser lo suficientemente fuerte como para manejar las fuerzas de la fundición, por lo tanto la resistencia a la compresión debe ser de 100 a 300 psi (0,69 a 2,1 MPa).

La permeabilidad debe ser muy alta para permitir el escape de gases.

1. A medida que el vaciado o moldeado enfría el núcleo debe ser lo suficientemente débil como para romper el material se encoge. Por otra parte, deben ser fáciles de quitar en conmoción.
2. Buena refractariedad se requiere como núcleo suele estar rodeado de metal caliente durante el vaciado o moldeado.
3. Un buen acabado de la superficie.
4. Una generación mínima de gases durante la colada del metal.
5. Conservación durante el almacenamiento.
6. Poca deformación por dilatación.
7. Poca oposición a la contracción del metal.

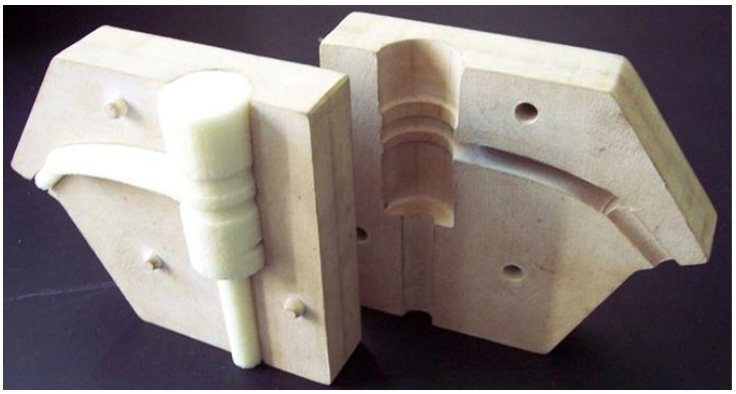


Fig. 1.84 Noyo ubicado en el modelo previa fundición
Fuente: www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/laserena/90.pdf

1.8.4 Moldeo en Arena.

El proceso de moldeo es un procedimiento de fabricación de objetos metálicos basado en verter el metal fundido en la cavidad de un molde, para obtener tras la solidificación y enfriamiento una pieza que es reproducción de la cavidad del molde. Es una operación que nos lleva a copiar en arena la figura de una pieza (modelo), realizando estas operaciones en forma manual.

El moldeo a mano se realiza para obtener piezas en pequeñas cantidades, piezas variadas o grandes piezas.

Las características del moldeo en arena son:

- Puede utilizarse tanto para formas simples como complejas.
- Reduce o elimina los costes de otros procesos de fabricación, como el mecanizado, deformación plástica, etc.
- Rentable para bajos volúmenes de producción.
- Pueden utilizarse un gran número de aleaciones.
- Reducido número de desperdicios generados en el proceso, que en cualquier caso se vuelven a fundir

El proceso consta de varios pasos a seguir, los cuales se detallan en el siguiente diagrama de operaciones en el moldeo en arena (Fig. 1.85).

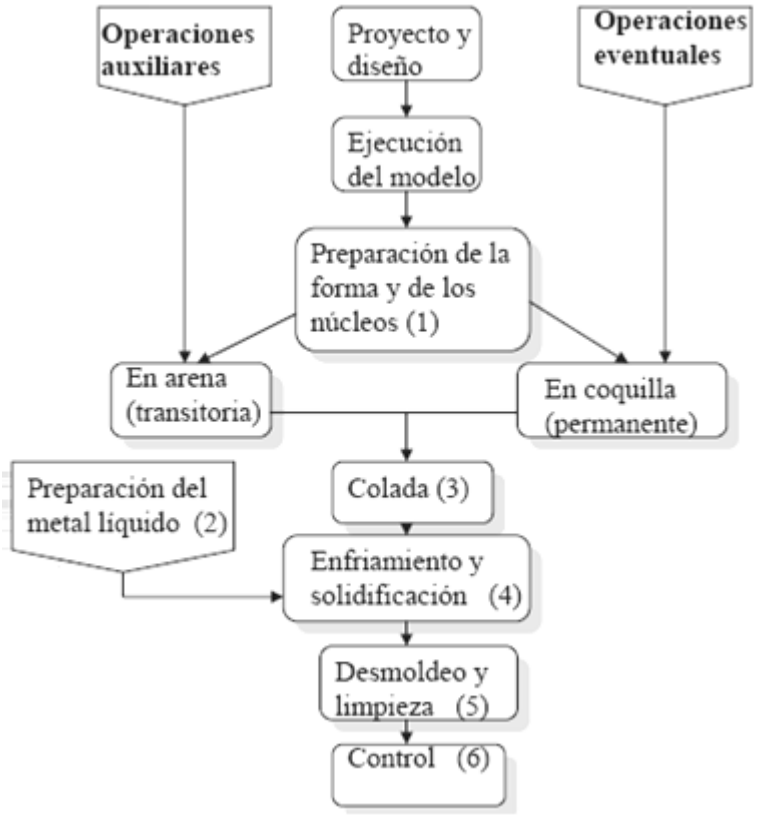


Fig. 1.85 Diagrama de operaciones en el moldeo en arena

Fuente: www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/laserena/90.pdf

El punto 1) indica que el molde debe poseer forma y tamaño adecuado y debe considerar la contracción del metal en la solidificación y el sobremetal necesario en posteriores procesos. El punto (2) muestra la preparación del metal líquido o fundición a la temperatura y cantidad adecuada. La técnica de vertido (3) debe permitir la salida del aire y los gases atrapados, y permitir que el metal llegue a todos los lugares. La solidificación (4) debe evitar la formación de defectos, rechupes, poros, grietas, entre otros.

La separación (5) de la pieza del molde debe ser de tal manera que la pieza no se sea afectada durante su extracción. El control (6) de las especificaciones se refiere al control de medidas, acabados superficial, deformación, contracciones, hendiduras o agujeros, inclusiones de arena, exfoliaciones, entre otros detalles.

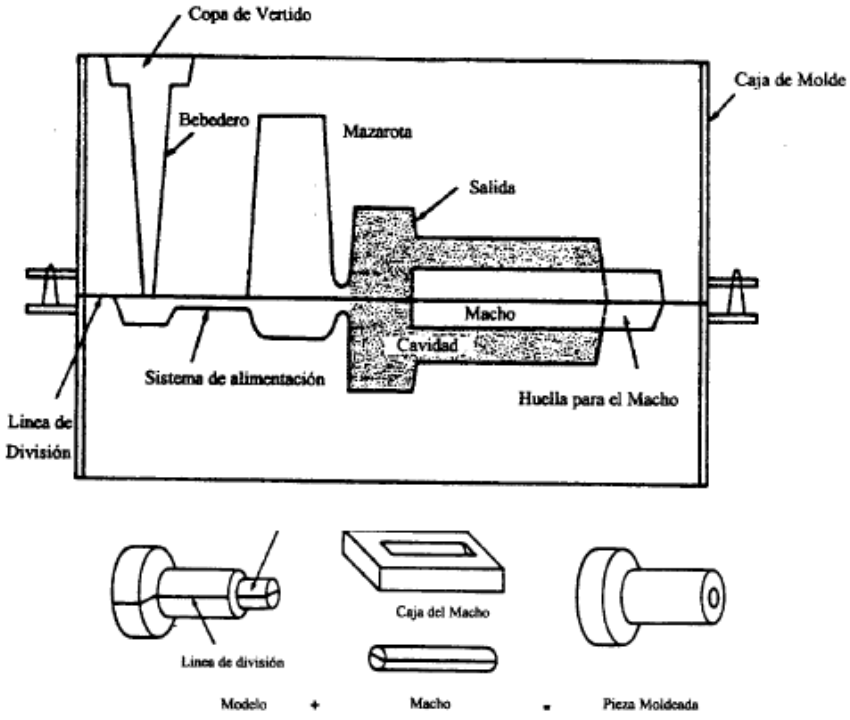


Fig. 1.86 Moldeo en Arena

Fuente: http://aprendemostecnologia.org/2009/03/16/metodo-de-moldeo-por-arena/

1.8.5 Moldeo en Molde Permanente

Coquilla es un molde metálico, generalmente elaborado en fundición gris, acero refractario o grafito que se emplea para obtener un número de piezas idénticas vertidas por gravedad. El molde es metálico y está formado por dos placas unidas por clavijas y guiadas por bujes para su unión adecuada.

El espesor de las paredes del molde depende del tamaño de la pieza, pero en caso de ser piezas de gran tamaño se tiene la dificultad de encontrar gran inercia térmica, lo cual retrasará el enfriamiento y el calentamiento.

En la coquilla el enfriamiento es rápido y el metal colado por este procedimiento tiene un aspecto característico, con una estructura basáltica que va desde los bordes de la pieza hasta el centro o muy cerca del mismo

Se puede hacer en tres formas distintas:

1. ***Directa***._ Se emplea para piezas pequeñas. EL metal debe dejarse caer lentamente y sobre la pared del molde. La coquilla en este caso debe estar inclinada para permitir un mejor deslizamiento del metal.

2. ***En fuente***._ Si la pieza tiene una sección decreciente esta es la mejor opción de colado y es bastante útil en caso ser necesario un llenado de manera rápida.
3. ***Por costado***._ Es una colada de tipo tranquilo y se facilita cuando se posee un bebedero inclinado o una varios bebederos a la vez (ramificado).

Algunas características del moldeo en coquilla son:

- Reutilizable.
- Indice de producción rápido.
- Buenos acabados superficiales.
- Buena precisión dimensional.
- Baja cantidad desperdicios.
- Direccionamiento de la solidificación.
- Enfriamiento rápido mayor resistencia en las piezas.
- No moldean piezas complejas.
- Coste elevado.
- Tiempo de construcción del molde elevado.

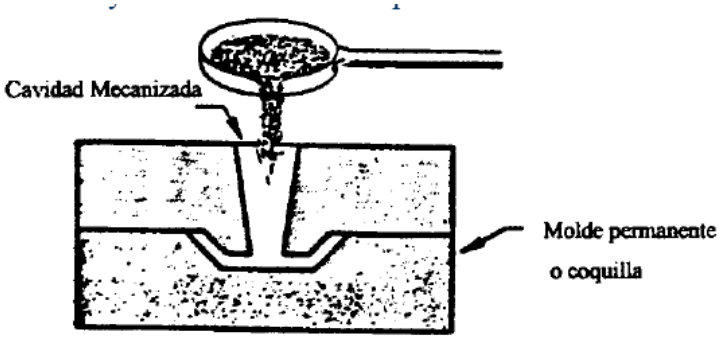


Fig. 1.87 Vertido en moldeo permanente.
*Fuente: es.scribd.com/doc/44823188/Colado-en-**Molde-Permanente***

1.8.6 Moldeo a la Cera Perdida.

Es un proceso escultórico muy antiguo para la fabricación de piezas artísticas, generalmente bronce. Es un proceso que es utilizado para la fabricación de piezas ornamentales únicas o con muy pocas copias.

Consiste en la creación de un modelo en cera de la pieza que se requiere, este modelo debe tener exactamente las características deseadas en la pieza a fabricar. El modelo de cera es cubierto con yeso o un material cerámico que soporte el metal fundido. Para que seque ese material cerámico se introduce a un horno, con ello el material cerámico se endurece y el

modelo de cera se derrite. En el molde fabricado se vacía el metal fundido y se obtiene la pieza deseada, la cual debe ser extraída mediante la rotura del molde.

Gracias a esta técnica de vaciado, es posible conseguir figuras metálicas, sólidas y duraderas, con detalles que sería imposible lograr por otros medios, sin embargo el momento de elegir la pieza se deben considerar detalles constructivos de la misma, tales como: contrasalidas, aristas, superficies muy delgadas, formas en relieves poco visibles, con el fin de obtener un producto de calidad.

El proceso se define en el siguiente diagrama de proceso (Fig 1.8.6.1):

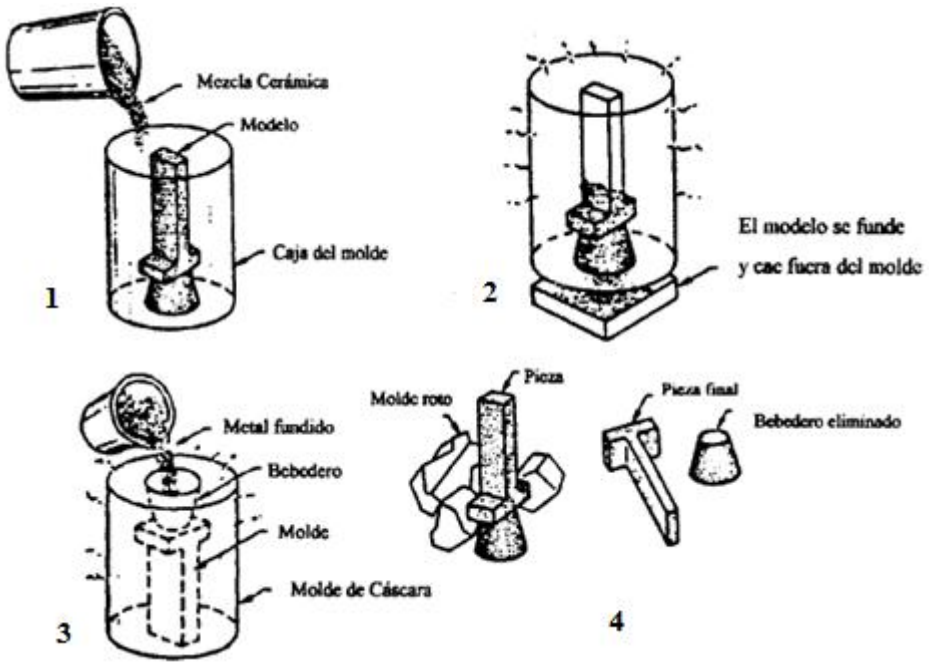


Fig. 1.88 Proceso del moldeo a la cera perdida

Fuente: exametal.com/es/tecnicas.html

1.9 TRATAMIENTOS TERMICOS

1.9.1 Microconstituyentes

Se denomina microconstituyente a la mezcla íntima de las fases de una estructura. El carbono se encuentra en los productos siderúrgicos en tres formas, disuelto en hierro gamma, combinado con hierro y libre, formando láminas o nódulos. En las aleaciones hierro - carbono hay varios constituyentes estructurales o clases de cristales con composiciones y características propias.

- **Ferrita**._ Es una solución sólida de carbono en hierro alfa, su solubilidad a la temperatura ambiente es pequeña y no llega a disolverse a 0,008% de carbono, por eso se le considera como hierro alfa puro. Es el constituyente más blando y ductil. Cristaliza la red cubica centrada y tiene una dureza de 90 HB con una resistencia a la rotura de 28 kg/mm^2, su alargamiento es del 40% y es magnética.

- **Cementita**._ Es el carburo de hierro (CFe) y contiene 6,67% de carbono y 93,33% de hierro. Es el constituyente más duro y frágil de los aceros. Es magnética hasta los 210ºC. cristaliza la red ortorrómbica.

- **Perlita**._ Compuesta por un 86,5% de ferrita y un 13,5% de cementita. Tiene una dureza aproximada de 200 HB. Cada grano de perlita está formado por láminas o placas alternadas de cementita y ferrita debido a un enfriamiento lento, en caso de un enfriamiento rápido, la cementita forma glóbulos incrustados en la masa de ferrita tornándose perlita globular.

- **Austenita**._ Es el componente más denso de los aceros y está formada por una solución sólida de carbono en hierro gamma. Esta empieza a formarse en los aceros a la temperatura de 723ºC y a partir de la temperatura crítica superior, la totalidad de la masa de acero está conformada por

- **Cementita**._ Es el carburo de hierro (CFe) y contiene 6,67% de carbono y 93,33% de hierro. Es el constituyente más duro y frágil de los aceros. Es magnética hasta los 210ºC. cristaliza la red ortorrómbica.

- **Perlita**._ Compuesta por un 86,5% de ferrita y un 13,5% de cementita. Tiene una dureza aproximada de 200 HB. Cada grano de perlita está formado por láminas o placas alternadas de cementita y ferrita debido a un enfriamiento lento, en caso de un enfriamiento rápido, la cementita forma glóbulos incrustados en la masa de ferrita tornándose perlita globular.

- **Austenita**._ Es el componente más denso de los aceros y está formada por una solución sólida de carbono en hierro gamma. Esta empieza a formarse en los aceros a la temperatura de 723ºC y a partir de la temperatura crítica superior, la totalidad de la masa de acero está conformada por cristales de austenita. Se presenta como cristales cúbicos de hierro gama, con los átomos de carbono intercalados en las aristas y en el centro.

- **Martensita**._ Es una solución sobresaturada de hierro alfa. Se presenta en forma de agujas y cristaliza en la red tetragonal en vez de hacerlo en la red cúbica centrada

debido a la deformación que la inserción de los átomos de carbono produce en su red cristalina. Es magnética. Tanto su dureza como su resistencia mecánica es alta.

1.9.1.1 Diagrama Hierro – Carbono

Es el diagrama de fases para el acero y las fundiciones en el cual se indican los constituyentes que existen a cualquier temperatura, y para cualquier contenido de carbono, cuando la aleación se calienta y se enfría con suficiente lentitud para que aquellos permanezcan en estado de equilibrio. Este diagrama no señala el tamaño relativo de grano de los constituyentes ni los cambios estructurales que se dan a diferentes velocidades de enfriamiento (Fig. 1.89).

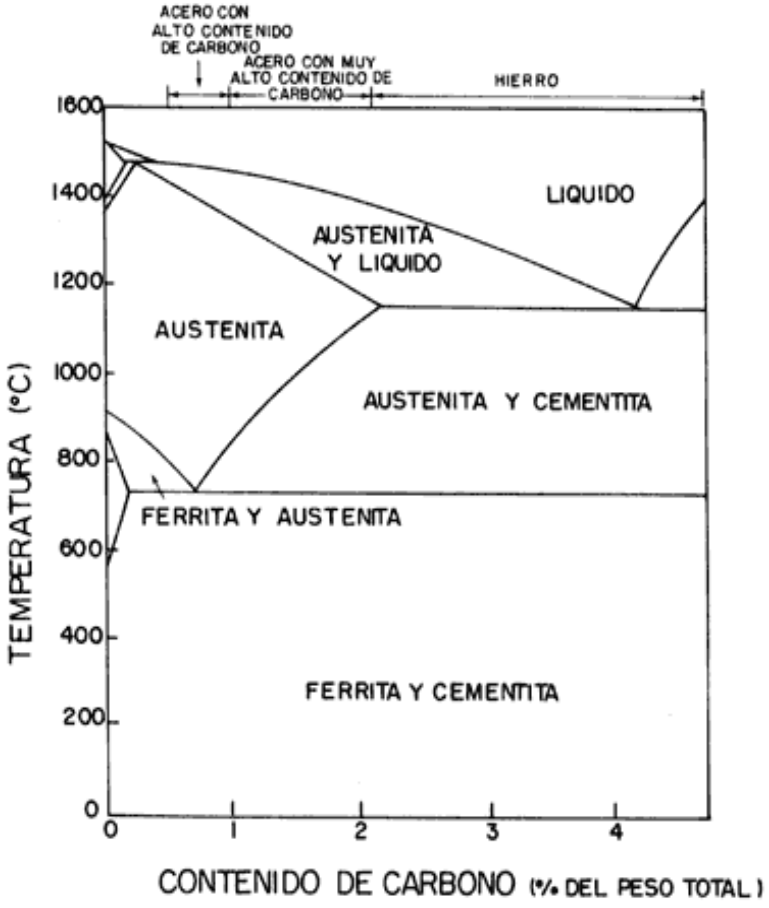


Fig. 1.89 Diagrama Hierro Carbono

Fuente: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/139/htm/sec_14.htm

1.9.2 Temple

El temple consiste en calentar el acero por encima de su temperatura crítica superior, entre 900-950 °C, y luego enfriarlo suficientemente rápido un medio como agua o aceite para que se forme una estructura martensítica.

Con este tratamiento se mejoran las características mecánicas aumentando la resistencia a la tracción, límite elástico y dureza a costa de disminuir alargamiento, estricción y resiliencia.

También se modifican las propiedades físicas, aumentando el magnetismo remanente y de la resistencia eléctrica, y las propiedades químicas, aumento de la resistencia a la acción de ciertos ácidos.

Dentro de los factores que influyen en el temple del acero son:

- Composición.
- Tamaño de grano.
- Estructura.
- Forma y tamaño de las piezas.
- Estado superficial.
- Medio de enfriamiento.

Todos ellos tienen gran importancia en el resultado final del tratamiento.

El enfriamiento necesario para lograr el temple correcto se consigue por inmersión del acero en un medio refrigerante adecuado, sólido, líquido o gaseoso. Los más empleados son agua, aceite, sales o metales fundidos y gases.

1.9.2.1 Tipos de temple

- *Temple de precipitación:*

Este se utiliza principalmente en la aleaciones de aluminio, manganeso y cobre la dureza que obtiene es por medio de un compuesto químico que pone en tensión los cristales y los endurece, este va obteniendo la dureza mediante se en fría por la precipitación (aceleración) químico.

Se genera a través de una sustancia ejemplo la cabeza de un cincel se hace con una sustancia que lo hace más resistente a golpes. El endurecimiento de esta tipo de material se va logrando con la precipitación de la sustancia.

- *Temple de martensitico:*

Este se aplica en los aceros debe su nombre al duro obtenido en este temple que es el martensita que consta de hierro alfa sobresaturado de carbono este distorsiona los cristales

del hierro alfa y los pone en tensión por eso los endurece. El termino martensita se debe a que esta sobresaturado de carbón.

Tratamiento	Temperatura °C	Medio de Enfriamiento
Forja	900/1200	Arena seca / Aire
Normalizado	870/930	Aire
Recocido	860/890	Horno / Aire
Cementación	900/925	Horno / Aceite
Temple capa cementada	840/870	Aceite
Revenido capa cementada	150/200	Aire

Tabla 1.5 Características de algunos tratamientos térmicos

Fuente: SOLÁ Pere, TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS METALES, Barcelona, España, Pág. 19 1991

1.9.2.2 Temple a la llama.

La variación de características en la superficie de la pieza por temple superficial se fundamenta en la transformación martensítica selectiva: sólo se realiza en la capa contorneada por la superficie. Con este objetivo, las áreas superficiales que deben transformarse a martensita se calientan con suficiente potencia de forma que se creen fuertes gradientes negativos de temperatura hacia el interior de la pieza.

En este momento, un enfriamiento rápido superior a la velocidad crítica de temple transforma a martensita la capa más exterior, a vainitas la interfase y sin variaciones apreciables el resto de la pieza.

El acero seleccionado debe tener en el tratamiento o estado elegido, la tenacidad requerida para el conjunto. Como debe sufrir transformación martensítica, el contenido en carbono debe ser el requerido para la dureza final de la martensita de la superficie, del orden de 0.4 a 0.6%.

Por idéntica razón debe disponer de elementos de aleación que mejoren la templabilidad, y permitan velocidades de enfriamiento no excesivamente altas

La llama oxicombustible permite calentar piezas de todas las formas y masas tanto superficialmente como a corazón entre 150ºC y 1500ºC de modo global o parcial, el calentamiento es producido por la combustión de gases de alta potencia calorífica como el acetileno, gas natural o propano.

El control de la profundidad de la capa austenizada se realiza por medio del flujo de gas combustible y el tiempo de permanencia de cada punto. Pero la potencia calorífica está limitada, pues la alta temperatura de la llama puede inducir sobrecalentamientos superficiales.

La ventaja principal del proceso de calentamiento por llama sobre el de inducción es que exige menor inversión, pero tiene algunos inconvenientes que dimanan de las condiciones de aplicación de la llama, como son:

- Menor control sobre el espesor por su menor potencia calorífica, descarburación.
- Riesgo superficial, si es llama oxidante.
- Peor incorporación a procesos automatizados

1.9.2.2.1 Aplicaciones del temple a la llama

Los campos de aplicación son numerosos y alcanzan a calderería, mecánica, construcción naval, etc.

Sus aplicaciones principales están en el conformado en caliente (forjado, embutición, etc.), pre y post calentamiento en soldadura, refusión de recubrimientos metálicos, zunchados.

La llama oxicombustible, utilizada con sopletes y quemadores adecuados puede ser utilizada para tratar térmicamente la superficie de las piezas y dotarlas de la dureza conveniente a la aplicación de las mismas (dientes de engranajes, etc.)

1.9.3 Revenido

Consiste en calentar el acero, después de haber sido templado a una temperatura inferior a la austenización, y luego someterlo a un enfriamiento rápido cuando se pretenden resultados altos en tenacidad, o lento, para reducir al máximo las tensiones térmicas que pueden generar deformaciones, es, por tanto, un tratamiento complementario al temple.

Con este tratamiento se pretende conseguir algunos de los siguientes objetivos:

- Mejorar los efectos del temple llevando al acero a un estado de mínima fragilidad.
- Disminuir las tensiones internas originadas por el temple.
- Modificar las características mecánicas disminuyendo dureza y resistencia a la rotura, así como el aumento de la tenacidad, plasticidad y estricción.

.El revenido da al acero las propiedades adecuadas al fin a que se destina. Cuanto mayor sea la dureza del acero templado, o sea cuanto mayor sea la cantidad de martensita que contenga, más alto será el nivel de las propiedades que puedan lograrse con un buen revenido, disminuyendo la dureza hasta un valor suficiente y aumentando en cambio la tenacidad.

Los factores que influyen en el revenido son los siguientes:

- La temperatura de revenido sobre las características mecánicas.
- El tiempo de revenido ya que a partir de un cierto tiempo límite la variación es tan lenta que se hace antieconómica su prolongación, siendo preferible un ligero aumento de temperatura de revenido.
- La velocidad de enfriamiento; es prudente que el enfriamiento no se haga rápido.
- Las dimensiones de la pieza, la duración de un revenido es función fundamental del tamaño de la pieza recomendándose de 1 a 2 horas por cada 25mm de espesor o diámetro.

Algunos aceros, en los cuales, en determinados intervalos de la temperatura de revenido, la resiliencia, en vez de aumentar, disminuye. A este fenómeno se le conoce como fragilidad del revenido; y, según la zona en que se presenta. Surgen dos tipos de fragilidad del revenido.

a. La fragilidad de revenido entre 250 y 400 ºC es debida a la formación de una delgada capa de cementita en los contornos de la martensita, que disminuye la tenacidad y aumenta la fragilidad. Se logra desplazar esta zona mediante adiciones de 0,5 – 2 % de silicio (Si).

b. La fragilidad de revenido entre 450 y 550 ºC se presenta en aceros que contienen pequeñas cantidades de Cromo (Cr) y Niquel (Ni). Se puede eliminar o retrasar con la adición de Molibdeno (Mo) o modificando las condiciones de temperatura, tiempo de revenido y velocidad de enfriamiento.

1.9.3.1 Tipos de revenido

Se distinguen tres tipos de revenido:

- Revenido de bajas temperaturas (entre 180 y 220oC); Con él se reducen las tensiones internas pero se conserva la estructura martesítica. Se usa en el revenido de herramientas de corte, en las que debe mantenerse la dureza y resistencia al desgaste.

- Revenido a medias temperaturas (entre 300-400 oC); A estas temperaturas la martensita se modifica y se transforma en lo que se conoce como troostita y se aplica en los muelles o matrices.

- Revenido de altas temperaturas (500-550 oC); A estas temperaturas la troostita se convierte en otra forma llamada sorbita, se aplica fundamentalmente para el acero de construcción

1.9.4 Cementación

La cementación es un proceso termoquímico que se realiza a piezas de acero de bajo carbono sin tratamiento térmico previo para acrecentar en carbono la superficie de la misma.

Consiste en aumentar el contenido de carbono de la superficie mediante un calentamiento a temperaturas comprendidas entre 850 y 950 ºC en presencia de un medio capaz de cederle carbono, denominado **agente cementante** o **carburante**. La cementación va seguida de un temple o revenido siempre.

Se aplica a piezas que requieran gran dureza superficial (60 o 65 HRc) y resistencia al desgaste, junto a elevados niveles de ductibilidad y resistencia para soportar esfuerzos de importancia. Se emplean principalmente aceros con contenido de carbono menor a 0,2%, aleados o no.

El proceso a seguir depende de varios factores que influyen sobre la estructura y el espesor de la capa (0,3 a 1,5 mm), entre ellos se hallan:

- Composición del acero.
- Agentes cementantes.
- Temperatura de cementación.
- Tiempo de cementación.

Al modificarse la composición química del acero en la capa superficial mediante el aporte o la difusión de ciertos elementos se tratan de conseguir algunos de los fines siguientes:

- Aumentar la dureza superficial sin alterar la tenacidad del núcleo.
- Favorecer las cualidades de lubricación y rozamiento.
- Aumentar la resistencia al desgaste.
- Mejorar la resistencia a la corrosión.
- Aumentar la resistencia a la fatiga.

1.9.4.1 Variedades de la cementación.

Según sea la naturaleza del agente cementante, se puede utilizar tres procedimientos distintos.

1.9.4.1.1 Cementación sólida o en caja._ Se colocan piezas completamente rodeadas de un carburante sólido (generalmente carbón vegetal) y en cajas, las cuales, perfectamente tapadas, se introducen en un horno de mufla calentados a menos de 1000ºC, donde se mantienen el tiempo necesario para que en las piezas se alcance el espesor de capa deseado.

Una vez enfriadas, se extrae las piezas y se les da el tratamiento térmico adecuado. Si sólo se requiere cementar determinadas zonas, es preciso proteger previamente las restantes mediante sobreespesores o materias protectoras capaces de evitar el contacto con el carbono, usualmente cintas, cobreado, pinturas, etc.

1.9.4.1.2 Cementación líquida._ Los cementados líquidos ejercen su acción en estado fundido y están constituidos por mezclas de sales (cianuros, cloruros, carbonatos, etc.). El proceso consiste en introducir las piezas en el baño de sales a la temperatura adecuada.

Este método es mucho más rápido, limpio y económico, pues con él se pueden emplear dispositivos automáticos que efectúen las operaciones de cementación y temple. Sus inconvenientes son la toxicidad de los baños de sales empleados y los riesgos de proyección o explosión del baño.

1.9.4.1.3 Cementación gaseosa._ En este procedimiento, las piezas son introducidas en hornos previamente calentados y en presencia de una atmosfera gaseosa carburante (gas de alumbrado preparado, mezcla de hidrocarburos, etc.) que ha sido preparada en instalaciones adecuadas o en el mismo horno.

Se emplea en gran escala en la industria automotriz y similares, ya que ofrece la posibilidad de trabajar en serie en hornos continuos. Las piezas salen totalmente limpias y se pueden tratar aquellas piezas de grandes dimensiones

1.10 CONTROL NUMERICO COMPUTARIZADO

1.10.1 Centro de torneado CNC

Un torno CNC puede hacer todos los trabajos que normalmente se realizan mediante diferentes tipos de torno y su rentabilidad depende del tipo de pieza que se mecanice y de la cantidad de piezas que se tengan que mecanizar en una serie.

Los ejes X y Z pueden desplazarse simultáneamente en forma intercalada, dando como resultado mecanizados precisos según la geometría de las piezas.

El portaherramientas, que va sujeto aun cabezal, es donde se alojan las herramientas a emplearse, las cuales rotan según el programa elegido, facilitando la realización de piezas de formas complicadas.

En el programa de mecanizado se pueden introducir parámetros como: velocidad de giro de cabezal portapiezas, avance de los carros (longitudinal y transversal), medidas de ejecución de la pieza.

Se emplean herramientas de metal duro (widea) debido a la velocidad de corte y el avance muy superiores a tornos convencionales.

1.10.1.1Angulo de la herramienta

Aunque en las cuchillas portaplaquitas parece que hay un ángulo de desprendimiento negativo, esto no es así. En el filo de la plaquita tienen una hendidura que riza la viruta y el ángulo de desprendimiento es en realidad positivo aunque la plaquita esté orientada para abajo. Las cuchillas de widia tienen también ángulo de desprendimiento positivo pero como la parte de arriba es un plano, toda la placa de widia está en ese ángulo (Fig. 1.90).

Un ángulo “negativo” indica que la herramienta trabaja a compresión y son eficaces para materiales duros y cortes interrumpidos. Si dicho ángulo es muy bajo, disminuye la vida útil de la herramienta, en cambio, si es demás elevado, los esfuerzos de corte y de potencia disminuyen pero la sección del filo se debilita.

Los ángulos habituales en las placas widia son de -8 a 25º, seleccionando el mayor posible sin que se rompa.

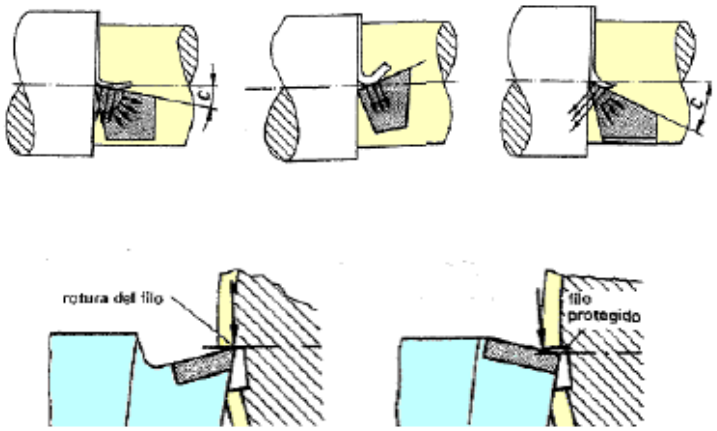


Fig. 1.90 Ángulo de la herramienta.

Fuente: TERUEL FRANCISCO, *CONTROL NUMERICO Y PROGRAMACION*, Barcelona, España, Pág. 46, 2002

1.10.1.2 Ciclos de Torneado

Los ciclos de torneado son aquellas funciones las cuales nos permiten realizar el desbaste, refrentado, etc., en una determinada pieza según el programa diseñado para su elaboración. Algunas de ellas son:

G71: Arranque de viruta en torneado.

G81: Ciclo de torneado.

G94 Ciclo de torneado de cara final.

1.10.2 Centro de mecanizado CNC

Un centro de mecanizado es una estación simple controlada por CNC, una máquina herramienta capaz de fresar, taladrar, escariar, etc. Estas máquinas herramientas son usualmente equipadas con un cambiador automático de herramientas (magazines) y diseñadas para realizar operaciones en distintas superficies de piezas sobre una mesa de trabajo. Por lo tanto, luego de una operación en particular, la pieza no tiene que ser removida y llevada a otra máquina para una transformación posterior.

Un centro de mecanizado puede estar equipado con más de 200 herramientas. Es capaz de manufacturar grandes y complejas partes y con gran exactitud. Los almacenadores de los

intercambiadores de herramientas ocultan las herramientas y los intercambia con esos en los husillos según los comandos del programa que asegura velocidades óptimas y almacenamiento tan bien como las coordenadas de los espacios necesarios para maquinar la pieza.

El alto nivel de flexibilidad de los centros de mecanizado se encuentra íntimamente relacionado con el alto nivel de automatización que poseen.

Los **centros de mecanizado con husillo vertical** son recomendados para realizar operaciones de mecanizado sobre superficies lisas con cavidades profundas. Producen partes con una muy buena tolerancia dimensional (Fig. 1.91a).

Los **centros de mecanizado con husillo horizontal** son recomendados para grandes piezas que requieren que varias de sus superficies sean mecanizadas. La mesa de trabajo puede rotar sobre varios ejes (Fig. 1.91b).

Los **centros de mecanizado universales** están equipados con ambos tipos de husillos: horizontal y vertical. Poseen una gran variedad de características y son capaces de mecanizar todas las superficies de una pieza (Fig. 1.91c).

a) 

b)



c)



Fig. 1.91 Centros de Mecanizado. a) Con husillo vertical. b) Con husillo Horizontal. c) Universal.

Fuente: http://www.logismarket.com.ar/molinari/centros-de-mecanizado/1889397553-1244808407-p.html

1.10.3 Set up de la máquina

Toda máquina CNC requiere un punto cero para referenciar todas las coordenadas, sin ello no es posible ninguna operación; este punto cero de máquina, representa el origen de coordenadas y generalmente es el lugar donde la máquina se ubica para el cambio de herramientas.

Cuando se realiza un mecanizado con varias operaciones, las herramientas utilizadas deben registrarse para que la máquina calcule las coordenadas respectivas y se posicione en el punto exacto para el corte.

Una vez que las herramientas están preparadas, el siguiente paso es encontrar el punto cero de nuestra pieza a trabajar, de este modo tenemos la referencia para cada operación de corte a realizar. La compensación de herramientas es más sencilla usando el sensor de compensación integrado en el propio torno CNC.

1.10.4 Selección de herramientas según el material

Las herramientas de torneado se diferencian en dos factores, el material del que están constituidas y el tipo de operación que realizan. Según el material constituyente, las herramientas son dependiendo del material a mecanizar.

La tipología de las herramientas de metal duro está normalizada de acuerdo con el material que se mecanice, puesto que cada material ofrece unas resistencias diferentes.

Esto ralentiza bastante el trabajo porque la herramienta se tiene que enfriar constante mente y verificar que el ángulo de incidencia del corte este correcto. Por ello, cuando se mecanizan piezas en serie lo normal es utilizar portaherramientas con plaquitas intercambiables, que tienen varias caras de corte de usar y tirar y se reemplazan de forma muy rápida.

El mecanizado de piezas templadas tiene mucho que ofrecer en componentes con durezas de 55–65 HRC. Con calidades de plaquita basadas en el nitruro de boro cúbico (CBN) y la cerámica de óxido de aluminio, el mecanizado le ha ganado mucho terreno al rectificado. Tiene las ventajas de que el proceso puede ofrecer más productividad, costes de producción y por pieza más bajos, mayor flexibilidad y un proceso de producción más sencillo. Y como permite prescindir de refrigerante, el mecanizado de piezas templadas es más respetuoso con el medio ambiente que el rectificado tradicional.

Las herramientas se eligen también con respecto a la velocidad de corte a la cual se va a trabajar, lo cual se detalla a continuación:

- ***Carburos (metal duro)***: Son los materiales más usados en el mercado de las herramientas de corte. Se pueden usar hasta velocidades de unos 150 m.min-1, pero si se los recubre con una delgada película de TiC o TiN pueden usarse hasta 280 m.min-1. Por lo general no se afilan.

- ***Cermets***: Igual que los carburos son materiales compuestos pero la matriz metálica es una aleación de Ni en cambio de Co. No son tan tenaces como los carburos pero resisten mejor al desgaste y la alta temperatura. Se pueden utilizar hasta velocidades de unos 370 m.min-1.

- ***Cerámicos***: Los principales cerámicos usados son AlO, AlO-TiC, un material compuesto de matriz de AlO whiskers de SiC y el Si N. Son muy frágiles y caros,

tienen baja conductividad térmica y la resistencia al shock térmico es muy pobre. No son soldables. Se pueden alcanzar velocidades de 1200 m.min-1.

- ***Diamante:*** Se usa sólo para el mecanizado a gran velocidad de metales no ferrosos y materiales compuestos. De todos los materiales es el más duro y menos tenaz, lo que limita su uso. Se pueden llegar hasta velocidades de 4500 m.min-1.

La calidad ISO de las placas widia se indica en el siguiente gráfico:

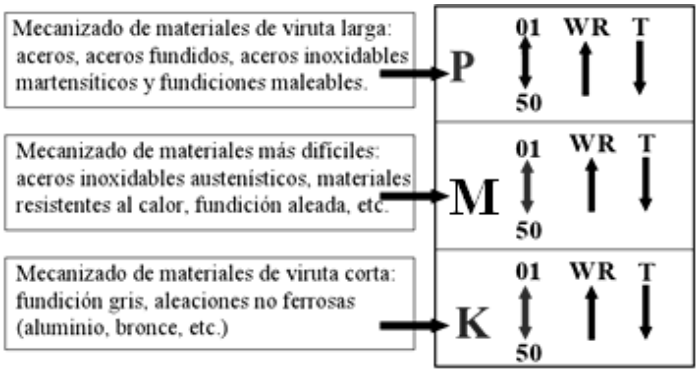


Fig. 1.92 Calidad ISO para placas widia

Fuente: www.fastcut.cl/placybar.htm

Donde la resistencia al desgaste (WR) depende de la velocidad de corte, generalmente alta, proporcionando un mejor acabado. La tenacidad (T) está en función del avance. La denominación anterior se explica de la siguiente manera:

- **P**: Acero, acero fundido, fundición maleable de viruta larga.
- **M**: Acero inoxidable.
- **K**: fundición.
- **H**: Acero templado (materiales endurecidos).
- **S**: Aleaciones termoresistentes, aleaciones de titanio.
- **N**: Materiales no férreos (aluminio, bronce, plástico, madre, etc.)

Los recubrimientos también brindan ciertas características a las herramientas, entre las cuales se puede enumerar:

- *Sin recubrimiento*._ Las características de la herramienta dependen del metal duro además de ser buena elección en cuanto a cortes más agudos, superficies más lisas, mayores requisitos de acabado. Su desventaja es la sensibilidad a vibraciones.

- *Con recubrimiento* (75%)._ Se posee una mayor resistencia al desgaste y se alarga la vida útil de la herramienta en 2 o 3 veces más de lo normal. Las capas de

recubrimiento formas capas de 5 a 20 micras por PVD o CVD. Por ejemplo los recubrimientos de TiC brindan mayor resistencia al desgaste a menores velocidades de corte.

1.10.5 Parámetros de programación

La estructura de un programa de torneado está constituido por una serie de secuencias y funciones donde se van programando las tareas que debe realizar la máquina de acuerdo con los parámetros de la pieza y las condiciones tecnológicas de su mecanizado.

Antes de empezar a confeccionar un programa de mecanizado se tiene que conocer apropiadamente el mecanizado que ha de realizarse y las dimensiones así como las características del material de partida, de igual manera la cantidad de piezas que componen la serie que se tiene que mecanizar. Con estos conocimientos previos, se establece el sistema de fijación de la pieza en el torno, las condiciones tecnológicas del mecanizado en cuanto a velocidad de corte, avance y número de pasadas.

Igualmente se establecen los parámetros geométricos del mecanizado señalando las cotas de llegada y partida de las herramientas, así mismo se selecciona las herramientas que se van a utilizar y las calidades de las mismas.

1.10.6 Lenguaje de programación y Programas

Un programa (Fig. 1.93) es una lista secuencial de instrucciones de maquinado que serán ejecutadas por la máquina de CNC.

A las instrucciones se les conoce como CODIGO de CNC, las cuales deben contener toda la información requerida para lograr el maquinado de la pieza.

Los códigos G´s se emplean para funciones de movimiento de la máquina (movimientos rápidos, avances, avances radiales, pausas, ciclos).

Los códigos M’s se describen para funciones misceláneas que se requieren para el maquinado de piezas, pero no son de movimiento de la máquina (arranque y paro del husillo, cambio de herramienta, refrigerante, paro de programa, etc.).

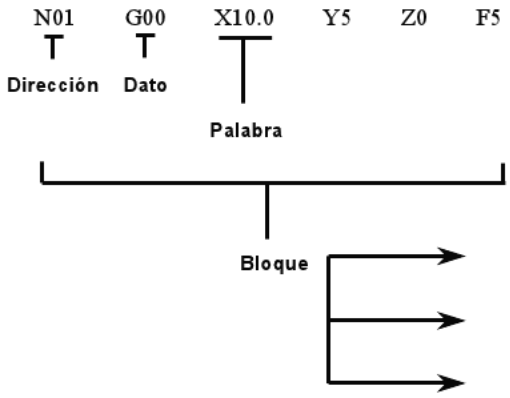


Fig. 1.93 Estructura de programa

Fuente: www.gulmi.com.ar/iso.pd

La estructura de un programa se debe mantener debido a que cada movimiento o acción se realiza secuencialmente. Las partes de un programa son:

- ***Inicio***._ Contiene todas las instrucciones que preparan a la máquina para su operación (Fig. 1.94).

%	Bandera de inicio
: 1001	Número de programa 0-9999
N5 G90 G20	Unidades absolutas, programación en pulgadas.
N10 T0202	Paro para cambio de herramienta, Usar #2
N15 M03 S1200	Prender husillo a 1200 rpm CW

Fig. 1.94 Inicio de programa

Fuente: www.gulmi.com.ar/iso.pd

- ***Remoción de material***._ Contiene las velocidades y movimientos de corte, circulares, lineales, movimientos rápidos, ciclos de torneado, ciclos de corte, etc. (Fig. 1.95)

N20 G00 X1 Y1	Mov. rápido a (X1,Y1)
N25 Z0.125	Mov. rápido a Z0.125
N30 G01 Z-0.125 F 5	Avance a Z-0.125 a 5ipm
N35 G00 Z1	Mov. rápido a Z1
N40 X0 Y0	Mov. rápido a X0,Y0

Fig. 1.95 Remoción de material

Fuente: www.gulmi.com.ar/iso.pd

- ***Apagar el sistema***._ Contiene todos los códigos G y M que desactivan todas las opciones que fueron activadas en la fase de inicio (Fig. 1.96). Funciones como el refrigerante y la velocidad del husillo deberán ser desactivadas antes de remover la pieza de la máquina.

N45 M05	**Apagar el husillo**
N50 M30	**Fin del programa**

Fig. 1.96 Secuencia de apagado de sistema y finalización del programa.

Fuente: www.gulmi.com.ar/iso.pd

- ***Comandos modales***._ Algunos comandos G permanecen activos una vez que se ejecutan hasta que se sobre escribe en ellos un código G diferentes.

En cuanto a los bloques, estos poseen algunas restricciones como son:

1. Deben contener únicamente un solo movimiento de herramienta.
2. Debe contener únicamente una velocidad de corte
3. Debe contener únicamente una herramienta o velocidad del husillo
4. El número del bloque debe ser secuencial

CAPÍTULO II

DESCRIPCION DEL ESTADO ACTUAL DE MAQUINAS, EQUIPOS Y DISPOSITIVOS.

2.1 CODIFICACION DE MAQUINAS, DISPOSITIVOS Y EQUIPOS

La codificación de equipos siempre es recomendable para el fácil reconocimiento del equipo dentro de los laboratorios.

El sistema de codificación que se propone está basado en la ubicación de los equipos y además se ha considerado los nombres actuales de los laboratorios para elaborar un código acorde a la situación actual.

Está constituido por cuatro campos que identificaran inequívocamente cada una de las máquinas de la instalación. Los tres primeros identifican la ubicación del equipo y son las letras iniciales de la sección que contiene al dispositivo, el cuarto campo es de tipo numérico, que identifica la maquina según el número.

La siguiente tabla se indica los números de identificación y las letras que se emplearán en el código de los equipos:

IDENTIFICACIÓN	LABORATORIO/SECCIÓN	TIPO
LI	Laboratorio de Ingenierías	Ubicación General
LM	Laboratorio de Mecánica	Ubicación de laboratorio
FL	Mecánica de fluidos	Ubicación Específica
MT	Maquinas Térmicas	Ubicación Específica
MH	Maquinas Hidráulicas	Ubicación Específica
TC	Transferencia de Calor	Ubicación Específica
TT	Tratamientos Térmicos	Ubicación Específica
CN	Control Numérico (CNC)	Ubicación Específica
FD	Fundición	Ubicación Específica
AU	Automatismos	Ubicación Específica
MR	Metrología	Ubicación Específica
TM	Termodinámica	Ubicación Específica

Tabla 2.1 Letras de identificación de las secciones dentro del laboratorio

Fuente: La Autora

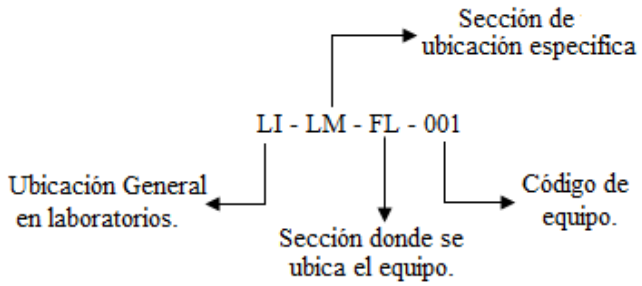
IDENTIFICACIÓN	EQUIPO / DISPOSITIVO	TIPO
001	Túnel de viento subsónico C15	Código de Equipo
002	Canal Multiuso C4-MkII	Código de Equipo
003	Ventilador Axial FM41	Código de Equipo
004	Banco para Viscosidad	Código de Dispositivo

005	Banco Hidrodinámico	Código de Dispositivo
006	Equipo para Presión Hidrostática	Código de Dispositivo
007	Equipo de Altura Metacéntrica	Código de Dispositivo
001	Compresor Centrífugo FM42	Código de Dispositivo
002	Unidad de Refrigeración RA1	Código de Equipo
003	Unidad de Aire Acondicionado RA2	Código de Equipo
001	Bomba de Engranes FM52	Código de Equipo
002	Bomba de Pistón FM53	Código de Equipo
003	Turbina de Reacción FM61	Código de Equipo
004	Turbina Pelton FM62	Código de Equipo
005	Banco de pruebas para bombas centrífugas	Código de Dispositivo
001	Presión de saturación TH3	Código de Equipo
001B	Consola eléctrica TH3-B	Código de Equipo
002	Proceso de expansión de gas perfecto TH5	Código de Equipo
002B	Consola Eléctrica TH5-B	Código de Equipo
001	Unidad de Transferencia de Calor HT10XC	Código de Equipo
001A	Transferencia de Calor Lineal HT11	Código de Dispositivo
001B	Transferencia de Calor Radial HT12	Código de Dispositivo
002	Unidad de Servicio HT30XC	Código de Equipo
002A	Intercambiador Tubular HT31	Código de Dispositivo
002B	Intercambiador de Calor de Placas HT32	Código de Dispositivo
002C	Intercambiador de Tubo y Carcasa HT33	Código de Dispositivo
002D	Intercambiador de Camisa y Agitador HT34	Código de Dispositivo
002E	Intercambiador Tubular Extendido HT36	Código de Dispositivo

Tabla.2.2 Numerología del Código de Identificación de Equipos y Dispositivos

Fuente: La Autora

Al desarrollar el código de identificación de manera completa tenemos que ordenar los campos de la siguiente manera, por ejemplo:



De esta manera, el código de cada equipo y dispositivo estará transcrito como se indica en la siguiente tabla:

EQUIPO / DISPOSITIVO	**CÓDIGO**
Túnel de viento subsónico C15	LI-LM-FL-001
Canal Multiuso C4-MkII	LI-LM-FL-002
Ventilador Axial FM41	LI-LM-FL-003
Banco para Viscosidad	LI-LM-FL-004
Banco Hidrodinámico	LI-LM-FL-005
Equipo para Presión Hidrostática	LI-LM-FL-006
Equipo de Altura Metacéntrica	LI-LM-FL-007
Compresor Centrífugo FM42	LI-LM-MT-001
Unidad de Refrigeración RA1	LI-LM-MT-002
Unidad de Aire Acondicionado RA2	LI-LM-MT-003
Caldera ELECON 7.5 – 10 BHP	LI-LM-MT-004
Bomba de Engranes FM52	LI-LM-MH-001
Bomba de Pistón FM53	LI-LM-MH-002
Turbina de Reacción FM61	LI-LM-MH-003
Turbina Pelton FM62	LI-LM-MH-004
Banco de pruebas para bombas centrífugas	LI-LM-MH-005
Presión de saturación TH3	LI-LM-TM-001
Consola eléctrica TH3-B	LI-LM-TM-001B
Proceso de expansión de gas perfecto TH5	LI-LM-TM-002
Consola eléctrica TH5-B	LI-LM-TM-002B
Unidad de Transferencia de Calor HT10XC	LI-LM-TC-001
Transferencia de Calor Lineal HT11	LI-LM-TC-001ª
Transferencia de Calor Radial HT12	LI-LM-TC-001B
Unidad de Servicio HT30XC	LI-LM-TC-002
Intercambiador Tubular HT31	LI-LM-TC-002A
Intercambiador de Calor de Placas HT32	LI-LM-TC-002B
Intercambiador de Tubo y Carcasa HT33	LI-LM-TC-002C
Intercambiador de Camisa y Agitador HT34	LI-LM-TC-002D
Intercambiador Tubular Extendido HT36	LI-LM-TC-002E

Tabla 2.3 Códigos de Equipos en la Sección FL, MT, MH, TC.

Fuente: La Autora

Para los equipos en las secciones que ya poseen una identificación, se ha decidido tomar aquella como parte de la codificación para mantener el orden ya establecido en los equipos.

Por lo tanto, los bancos hidráulicos que se ubican en la sección de automatismos se tendrá un código similar al anterior con la diferencia que el digito final será el indicado en la parte superior de los bancos de pruebas. Un ejemplo de la representación se indica en la tabla a continuación:

EQUIPO / DISPOSITIVO	CÓDIGO	TOTAL DE EQUIPOS
Banco neumático	LI-LM-AU-N1	… N8
Banco electrohidráulico	LI- LM-AU-EH1	… EH8
Banco electro neumático	LI-LM-AU-EN1	… EN4

Tabla 2.4 Códigos de los dispositivos en la sección de automatismos

Fuente: La Autora

Considerando los dispositivos en la sección de metrología se puede codificar los elementos con un número único para cada equipo, de esta manera se logra la ecuanimidad en la recopilación de datos.

EQUIPO / DISPOSITIVO	CÓDIGO
Probador de Peso Muerto	LI-LM-MR-001
Reloj Comparador	LI- LM-MR-002
Proyector de perfiles	LI-LM-MR-003
Verificador de concentricidad	LI-LM-MR-004
Calibres Pasa – No pasa	LI-LM-MR-005A …5Z
Pie de rey	LI-LM-MR-006B …6Z
Rugosímetro	LI-LM-MR-007
Mármol	LI-LM-MR-008
Escuadra	LI-LM-MR-009A…009Z
Galgas de paso de rosca	LI-LM-MR-010A…010Z
Galgas de espesores	LI-LM-MR-011A…011Z
Bloques patrón	LI-LM-MR-012A…012Z
Alexómetro	LI-LM-MR-013A… 013Z
Termómetro HH23	LI-LM-MR-014
Calibrador termómetro CL27	LI-LM-MR-015
Minímetro Borletti	LI-LM-MR-016
Minímetro Micron	LI-LM-MR-017
Micrómetros	LI-LM-MR-0018A…0018Z

Tabla 2.5 Códigos de los equipos en la sección de Metrología

Fuente: La Autora

Para la sección de tratamientos térmicos, fundición y control numérico computarizado, se considera la codificación como sigue:

EQUIPO / DISPOSITIVO	CÓDIGO
Horno N7/H – N 61/h	LI-LM-TT-001
Horno N7/H – N 61/h	LI-LM-TT-002
Recipiente Speedy	LI- LM-FD-001
Permeámetro	LI- LM-FD-002
Dispositivo de Compresión	LI- LM-FD-003
Formador de probetas	LI- LM-FD-004
Coquilla de acero	LI-LM-FD-005
Centro de Torneado	LI-LM-CN-001
Centro de Mecanizado	LI-LM-CN-002

Tabla 2.6 Códigos de los equipos en la sección de Fundición, Tratamientos Térmicos y CNC
Fuente: La Autora

2.2 OPERACIÓN GENERAL DEL SOFTWARE DE ARMFIELD

El software de ARMFIELD se opera de manera similar para cada equipo, salvo por los resultados a analizar y los esquemas de los componentes dentro del programa.

Se ha considerado la manera más idónea para el aprendizaje de los alumnos y el docente en el manejo del software, por lo tanto, el realizar videos tutoriales del programa de cada equipo es una forma más fácil y didáctica que el realizar un texto sobre el manejo de la herramienta. Se adjunta los videos del programa de cada equipo de manera que el estudiante poseerá una guía práctica y sencilla de instrucción.

Como antesala al manejo de los equipos y sus respectivos software, se detalla a continuación la forma habitual en la que utiliza el programa debido a que la interface y los componentes son comunes en cada uno de los programas de los equipos, componentes como la toma de muestras y su configuración, graficación y controladores PID, entre otros, se manipulan de la misma manera para cada equipo.

2.2.1 Ingreso al software

El ingreso al programa empieza por el menú INICIO (Fig. 2.1), dentro del cual se encuentra instalado el software de control dentro de los archivos de ARMFIELD. La siguiente figura indica la ubicación de los software.

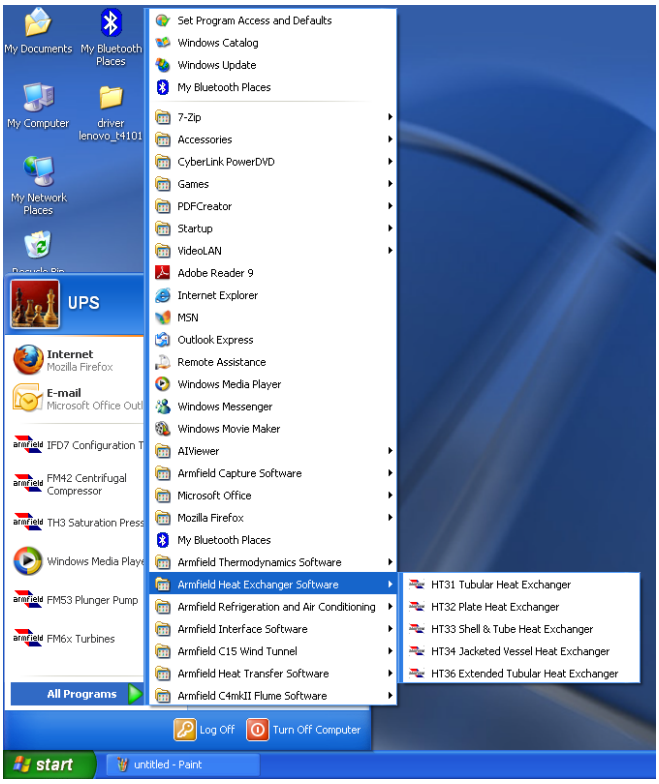


Fig. 2.1 Ingreso al software de control

Fuente: La Autora

Se elige el programa respetivo dentro del cual debe estar ubicado el equipo a emplear y se ingresa por medio de pulsar en el nombre del dispositivo. En la pantalla principal se mostrará la ventana de selección del experimento a realizarse que se elige de entre las opciones indicadas. (Fig. 2.2).

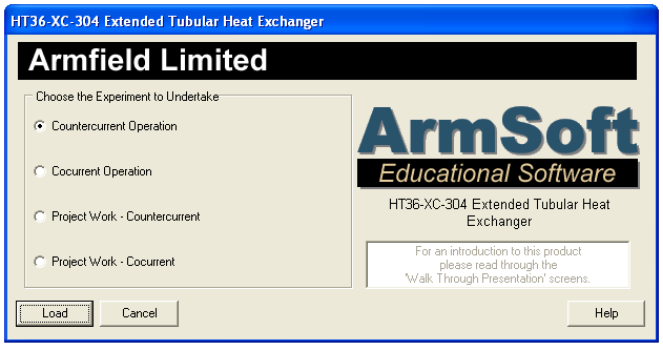


Fig. 2.2 Ventana de selección de experimento. (Equipo HT36 para el ejemplo)

Fuente: La Autora

Para ingresar al programa como tal, se pulsa “LOAD” o cargar que permite el ingreso a la ventana de bienvenida del software. “CANCEL” cierra la aplicación y “HELP” vincula la ayuda para el programa.

Se abrirá entonces una ventana de dialogo donde el fabricante ARMFIELD nos indicará la pantalla de bienvenida donde se hallan los vínculos internos del programa (Fig. 2.3).

Cabe recalcar que se debe verificar la correcta conexión entre la consola eléctrica y la PC en la parte inferior derecha de la pantalla de bienvenida donde se ubica "IFD:" que en caso de una adecuada conexión de la interface debe ser "OK". Si no existe una interface conectada de manera adecuada aparecerá "DEVICE ERROR" los cual indica que la interface posee un error de conexión que no permitirá la toma de datos, gráficos ni configuración de componentes.

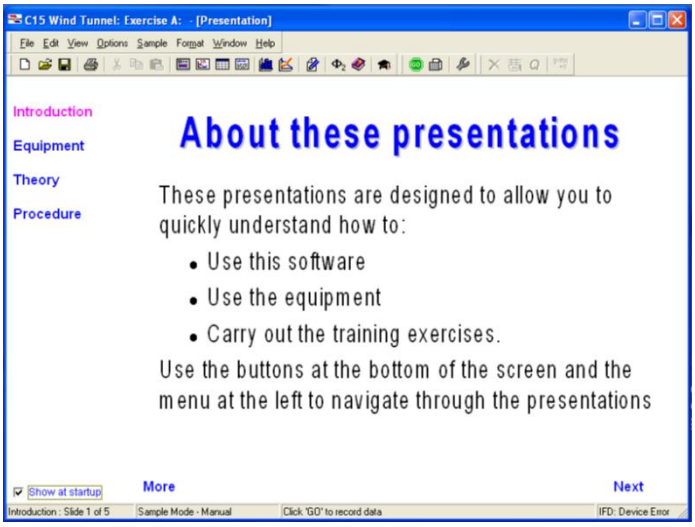


Fig. 2.3 Pantalla de bienvenida del Programa

Fuente: La Autora

En la pantalla, la opción "INTRODUCTION" indica los objetivos del software tales como manejo del equipo, uso del programa y navegación interna. La opción "EQUIPMENT" mostrará una descripción literal básica del equipo a usarse, detallando la capacidad de práctica y algunas de las partes principales del mismo."THEORY" señala la teoría necesaria para el correcto desarrollo del ejercicio y la opción "PROCEDURE" indica el proceso de puesta a punto del equipo.

Con un click en "NEXT", la pantalla vincula más sobre la opción elegida y mostrará el texto complementario mientras que "MORE" abrirá la pantalla de ayuda que está vinculada al contenido interno del software.

2.2.2 Navegación en el software

De la misma manera que en otros programas de uso general, el software de ARMFIELD posee enlaces como archivo, edición, vista, opciones, formato, herramientas y ayuda. Cada una de ellas despliega vínculos para manejo y control del programa y datos.

De la misma manera, se tienen barras de herramientas que facilitan la operación del programa. Los vínculos comunes con otros software son nuevo, abrir, imprimir, etc., más en el programa de Armfield se posee una barra de herramientas especiales para las diversas aplicaciones de los experimentos. (Fig. 2.4)

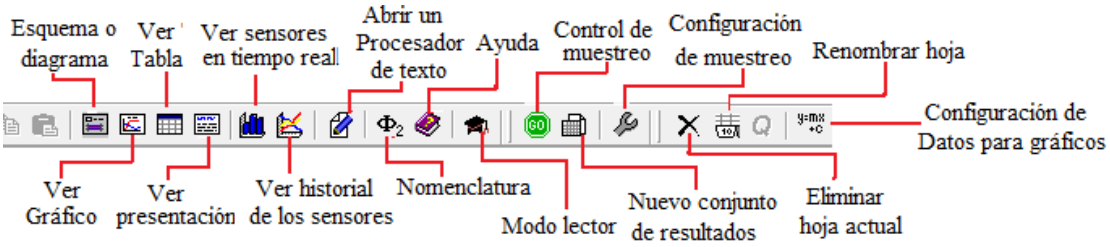


Fig. 2.4 Barra de herramientas del Software de Armfield.

Fuente: La Autora

En FILE o archivo, las opciones que se poseen son:

- Abrir (OPEN), que permite abrir archivos guardados con anterioridad.
- Guardad (SAVE) y guardar como (SAVE AS) que permiten al usuario guardar los archivos, en este caso los datos en la ubicación que se desee.
- Configurar pagina (PAGE SETUP) donde se da la opción de manipular el formato de hoja.
- Configuración de impresión (PRINT SETUP), al igual que en otros programas facilita la configuración de las opciones de impresión.
- Imprimir (PRINT) accede a la opción de impresión directa.
- Cargar nuevo experimento (LOAD NEW EXPERIMENT), esta opción genera que el experimento actual que se está desarrollando sea interrumpido y se retorne a la pantalla base de selección de experimentos.
- Salir (EXIT) que cancela todas las acciones y cierra el programa.

En EDIT las opciones que se muestran son:

- Cortar (CUT), Copiar (COPY), Pegar (PASTE) que, al igual que en programas generales, facilitan la manipulación de datos del programa.

- Capturar Pantalla (CAPTURE SCREEN) permite capturar la pantalla del programa donde se encuentre el usuario, está opción es similar a PRTSC (print screen) en los teclados. Además, al ejecutar un programa como Paint y optar por pegar, la pantalla capturada por el programa será incrustada.

VIEW nos despliega las opciones de:

- Diagrama (DIAGRAM) que mostrará en la pantalla el esquema del equipo que se está empleando.

- Gráfico (GRAPH), está opción mostrará el gráfico que se ha obtenido de las muestras tomadas.

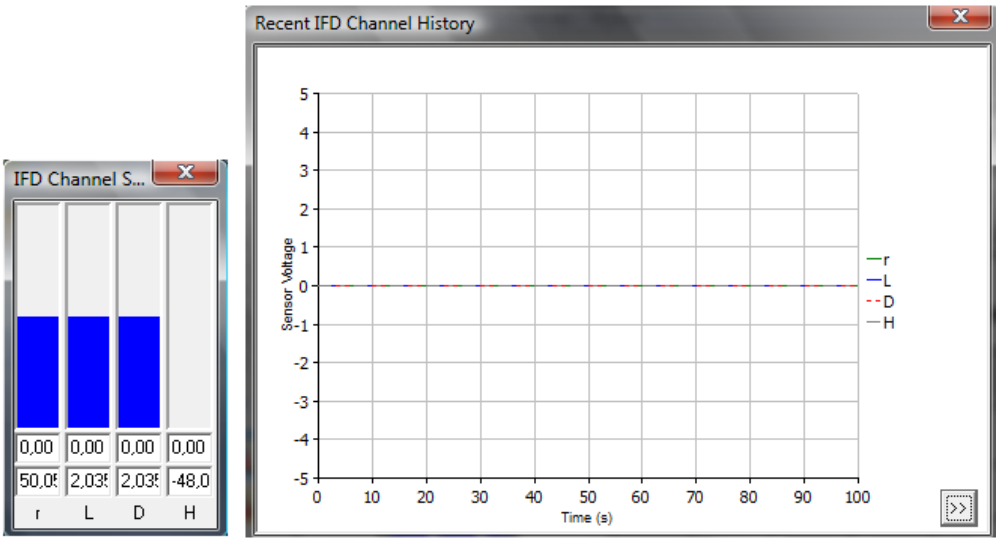
- Tabla (TABLE) mostrará la tabla de datos del programa.

- Presentación (PRESENTATION) que permite el retorno a la pantalla de bienvenida.

- Mostrar sensores (SHOW GAUGE) que abrirá la ventana que indica el estado de los sensores, voltajes, etc., que están actuando en el software en ese momento (Fig. 2.4).

- Mostrar Historia (SHOW HISTORY) que vincula al usuario con el grafico de desempeño de los canales IFD en voltaje o sensores vs el tiempo (segundos) (Fig. 2.5).

- Barra de Herramientas (TOOLBARS) que permite la selección de las barras de herramientas a incluir en la barra principal, estas son las barras estándar (STANDARD), muestreo (SAMPLING) y formato (FORMAT).



a) Sensores en tiempo real *b) Historia de los sensores o canales IFD*

Fig. 2.5 Visualización de las opciones de VER (VIEW)

Fuente: La Autora

Dentro de OPTIONS tenemos los siguientes enlaces

- Calibrar canales IFD (CALIBRATE IFD CHANNELS) permite la calibración de los sensores del equipo, por ejemplo, si se desea calibrar una termocupla, un manómetro u otro sensor (Fig. 2.6). La ventana que se abre luego de pulsar esta opción, permite que se seleccione el sensor a calibrar en su parte superior izquierda. En su parte inferior izquierda se muestra el gráfico de desempeño del valor de referencia dado (en caso de darse valor) vs el voltaje. El voltaje del sensor se muestra como porcentaje en la parte inferior derecha.

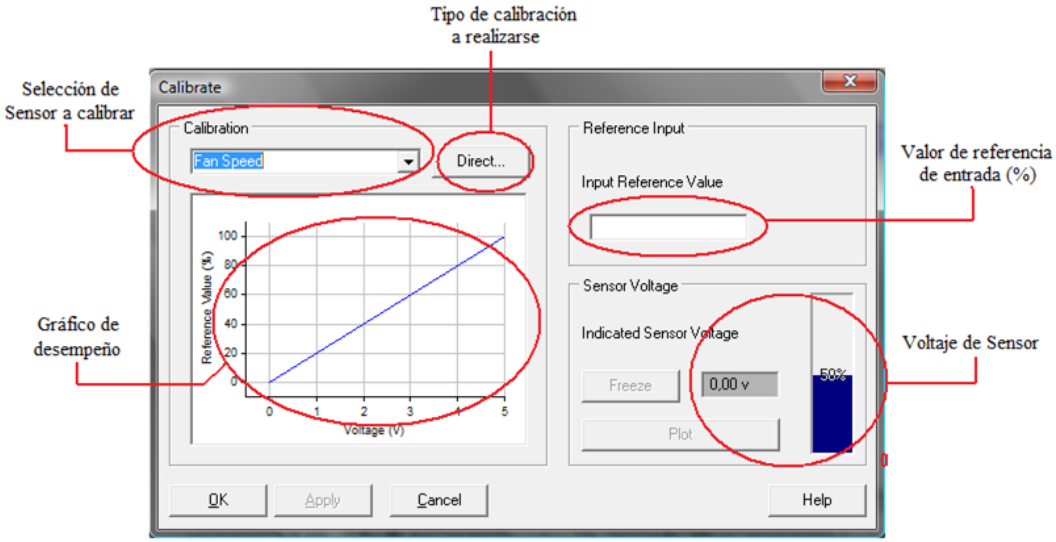


Fig. 2.6 Ventana de dialogo de la calibración de canales IFD

Fuente: La Autora

Con respecto al tipo de calibración a realizarse, esta puede ser manual o directa, la manera DIRECTA (DIRECT) indica que el sensor tomará el valor proporcionado por la consola IFD directamente. Para cambiar a MANUAL, se pulsa el botón DIRECT y nos despliega la tabla de datos a ingresar para la nueva calibración del sensor (Fig. 2.7).

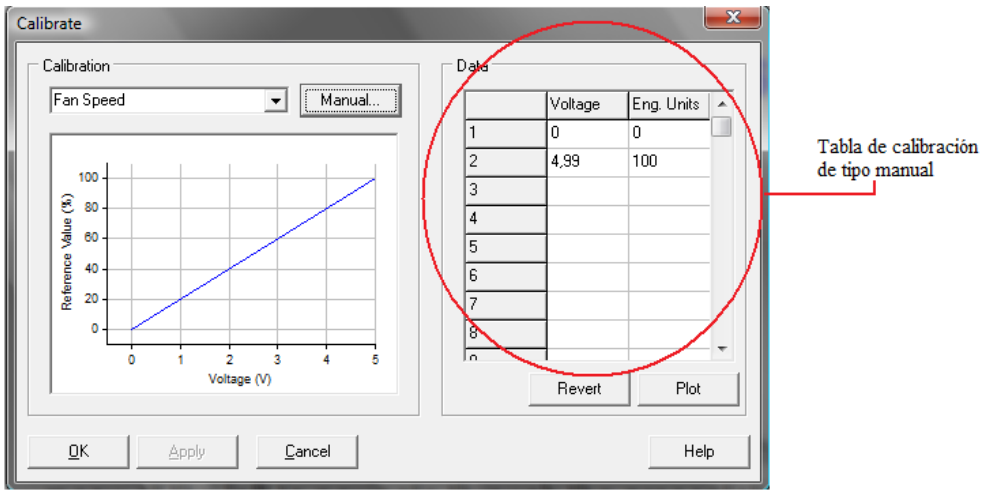


Fig. 2.7 Tabla de ingreso de valores para calibración manual.

Fuente: La Autora

El botón REVERT permite que los datos ingresados se borren de la configuración del sensor y PLOT permite que el grafico de desempeño del sensor se muestre en la pantalla.

En caso de calibrar al sensor de manera directa, si se ingresa el valor de referencia de entrada este desbloquea el botón FREEZE, el cual permite congelar el valor del voltaje en ese instante y graficarlo por medio de PLOT en el grafico de desempeño del sensor.

- Parámetros de Muestreo IFD (IFD SAMPLING PARAMETERS) permite que se modifiquen la frecuencia de muestreo de los canales IFD y de igual manera nos permite escoger el modo de filtrado de las señales (Fig. 2.8).

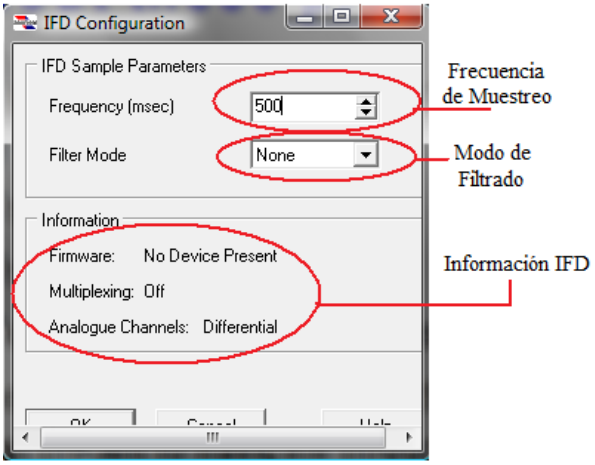


Fig. 2.8 Parámetros de configuración de elementos IFD
Fuente: La Autora

La información de la conexión será indicada en cuanto el equipo esté conectado a la consola IFD.

- Modo del lector (LECTURER MODE) permite que el usuario ingrese la clave del sistema para que los valores en la tabla de datos que están ocultos sean mostrados para comprobación del docente (Fig. 2.9).

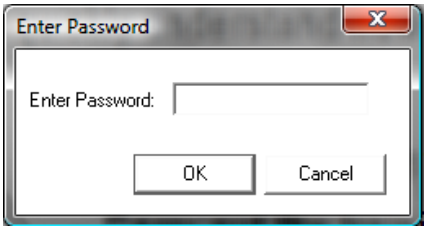


Fig. 2.9 Ingreso de clave del programa
Fuente: La Autora

- Cambio de clave (CHANGE PASSWORD), facilita el cambio de la clave del programa. Esto no es recomendable ya que la claves es única para todos los programas de Armfield (Fig. 2.10).

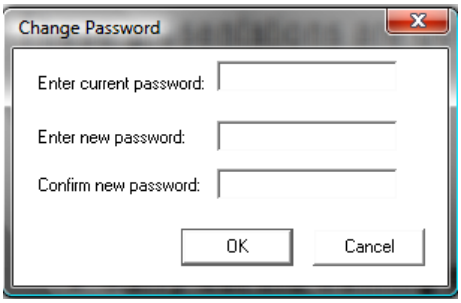


Fig. 2.10 Cambio de clave del programa

Fuente: La Autora

- Ubicación del procesador de texto (WORD PROCESSOR LOCATION). Una de las ventajas del programa de Armfield es la facilidad para exportar datos hacia cualquier procesador de texto deseado. Esta opción es empleada para abrir archivos de procesador de texto que se enlacen con el software (Fig. 2.11).

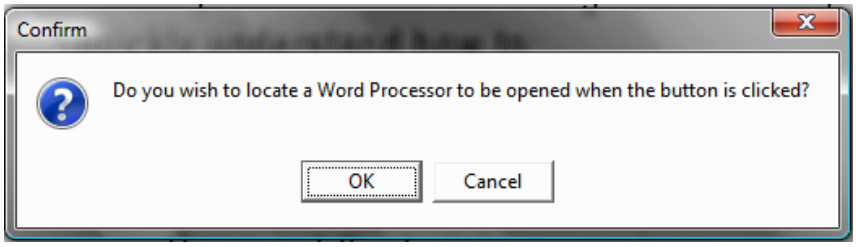


Fig. 2.11 Ventana para ubicación del Procesador de texto.

Fuente: La Autora

Se pulsa OK y se busca el procesador de texto que se desea sea abierto al iniciar esta opción.

En cuanto a SAMPLE se tienen las opciones de muestreo, las mismas que son:

- Muestrear Ahora (SAMPLE NOW), está opción permite que se tomen muestras de manera manual cada vez que se pulse el botón  . Las muestras tomadas serán mostradas en la tabla de datos respectiva del programa, además el número de muestras se contabiliza en la parte superior izquierda para un mejor control del número de muestras.

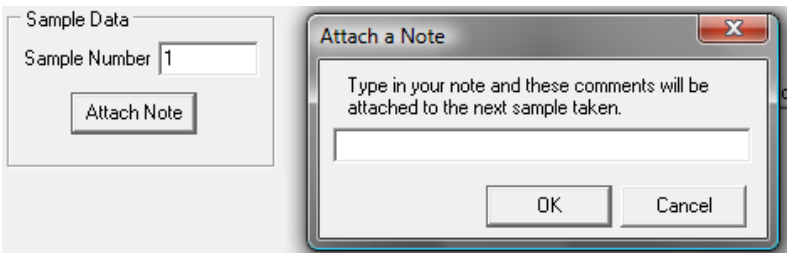


Fig. 2.12 Ventana de diálogo para añadir notas en las muestras

Fuente: La Autora

Pulsando el botón “ATTACH NOTE” (Añadir Nota) se abre la ventana de diálogo para el ingreso de notas de las muestras que se mostrarán en la tabla de resultados posteriormente (Fig. 2.12).

Cabe recalcar que se puede añadir una nota por muestra solamente.

- Próximos resultados (NEXT RESULTS) permite la apertura de una nueva tabla de resultados para tomar nuevos datos, es similar a abrir una nueva hoja de datos en un programa. El nuevo experimento se mostrará con el nombre RUN 1, RUN 2, RUN 3, etc., de manera de facilitar su identificación en el software.

- Configuración (CONFIGURE…) admite la configuración del muestreo que se desee realizar, este puede ser MANUAL o AUTOMATICO. En modo manual, se logrará el muestreo deseado por medio de pulsar el botón  tantas veces sea necesario según el número de muestras deseadas.

En modo Automático, se debe configurar el muestreo en la parte intermedia de la ventana que se abre. Se puede elegir el intervalo de muestreo (SAMPLE INTERVAL) ya sea en minutos, segundos o milisegundos. El valor del tiempo se ingresa manualmente en el cuadro de texto.

La duración del muestreo se elige en la parte inferior de la ventana de configuración. Con la opción Continua (CONTINUOUS) se configura para que el programa inicie el muestreo de manera indefinida durante tiempo indefinido. En cambio con la opción de duración fija (FIXED DURATION) se elige el tiempo de duración del muestreo, este puede ser en horas, minuto o segundos, de manera que el programa terminará el muestreo en un tiempo determinado de manera automática (Fig. 2.13).

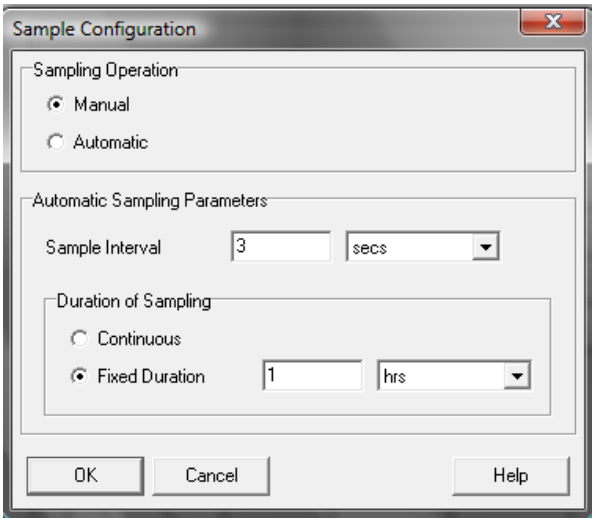


Fig. 2.13 Configuración de muestreo

Fuente: La Autora

Se debe aclarar que la opción FORMAT no estará disponible hasta q se ingrese a la opción de Gráfico o Tabla.

Al ingresar en gráfico, se activarán las dos primeras opciones: Datos de gráfico (GRAPH DATA) y Gráfico (GRAPH).

En la opción *Datos de Gráfico*, se seleccionan los datos que se desean observar en los ejes de los gráficos que se obtienen de las muestras tomadas. Las series de datos son diferentes en cada experimento, por lo tanto, se tendrán datos de velocidad, torque, número de Reynolds, eficiencia, flujo de agua, entro otros.

En la parte superior de la ventana de configuración se puede seleccionar el contenido del eje X, este también varía según el ejercicio pudiendo elegirse el número de muestra, la velocidad del aire, puntos de toma de los sensores, tiempo de muestreo, ángulo de rotación y otras series que dependen del experimento (Fig.2.14).

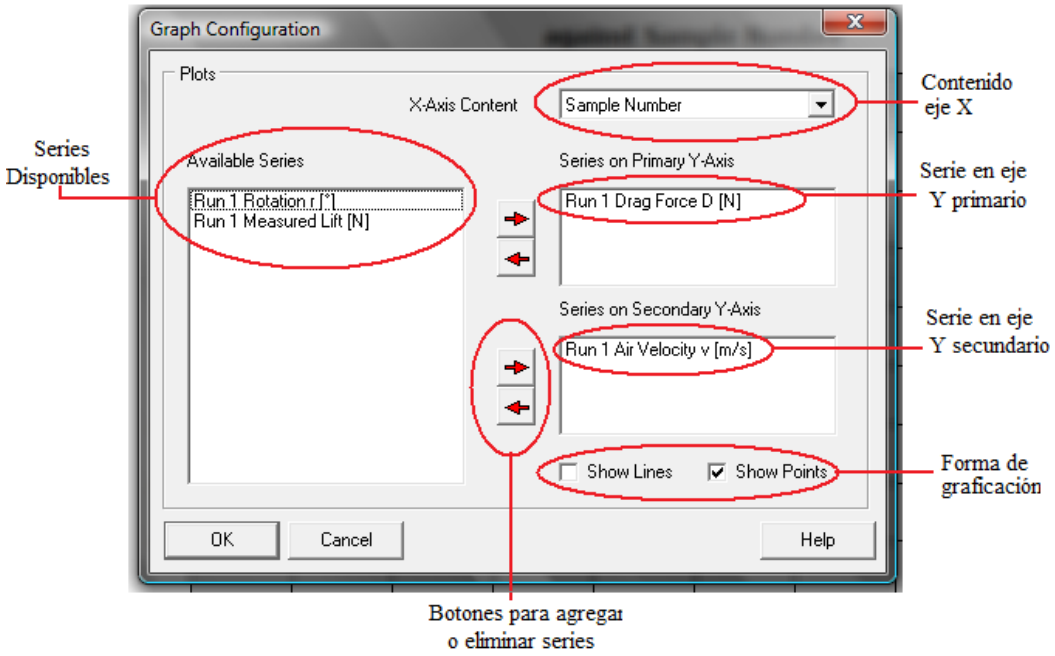


Fig. 2.14 Selección de datos de gráficos

Fuente: La Autora

La opción de Gráfico (GRAPH) se pueden modificar los gráficos ya sea sus colores de representación de series, denominación de los ejes, cambio de las series, colores de fondo, tipo y tamaño de la fuente, escala de los ejes, leyendas, entre otras opciones (Fig. 2.15).

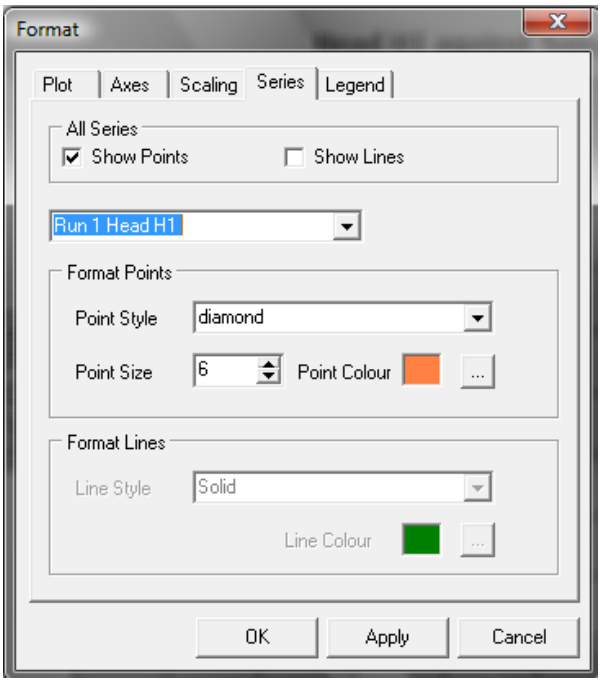


Fig. 2.15 Formato de Series

Fuente: La Autora

Una vez se sitúa en la tabla del programa que contiene los resultados medidos, se activarán las dos opciones restantes del menú: Eliminar hoja (DELETE SHEET) y Renombrar hoja (RENAME SHEET). Tal como se indica, se puede eliminar o renombrar las hojas en las que se trabajan.

Para la eliminación respectiva se señala la hoja a eliminar y se accede a esta opción mientras que para renombrar una hoja se elige la hoja a cambiar el nombre y se escoge la opción antes mencionada. Se mostrará en pantalla la ventana para el cambio de nombre respectivo, el cual se mantendrá en memoria del software.

La opción Ventana "WINDOW" permite visualizar las ventanas empleadas en el software de la manera en que mejor se adapte el usuario, por ejemplo, en cascada.

En el menú Ayuda "HELP" se puede enlazar al estudiante con el contenido de ayuda de la manera como operar el programa, manejo de datos, calibración de sensores, descripción, nomenclatura, procedimiento de operación del equipo, entre otras opciones.

2.3 Distribución de equipos

Para la selección correcta de los equipos y su aplicación en las materias para las prácticas a realizarse, se ha considerado la planificación micro curricular de las asignaturas, lo cual ha conllevado a que los equipos se elijan según las áreas de aplicación y las posibles prácticas a realizarse.

2.3.1 MECÁNICA DE FLUIDOS

2.3.1.1 C15-10 TUNEL DE VIENTO SUBSONICO

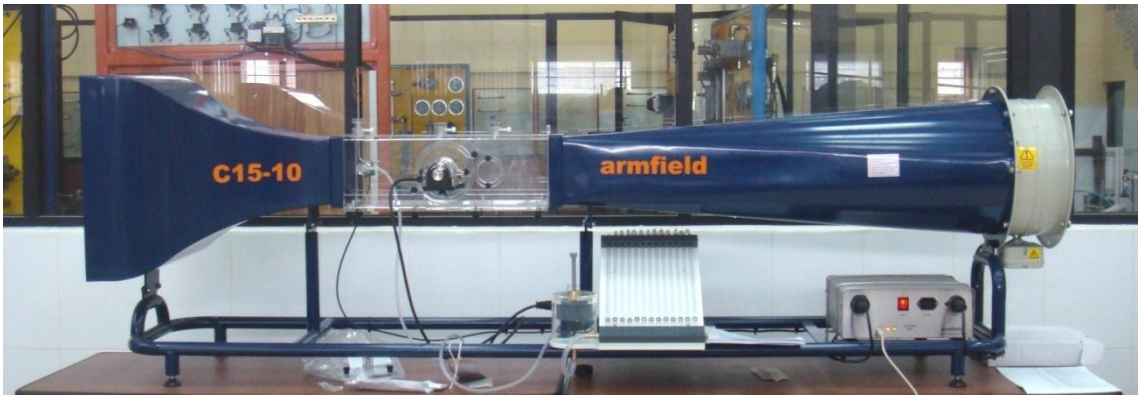


Fig. 2.16 Túnel de viento Subsónico controlado por computadora

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo.

El C15-10 es un pequeño túnel de viento con una sección de trabajo cuadrada que está diseñada para óptimos desempeños. El aire es empujado a través del área de trabajo por un ventilador de velocidad variable localizado al inicio de la descarga del túnel (Fig. 2.16).

Un regulador de flujo laminar de "nido de abeja" se incorpora en la entrada y una relación de contracción de 9.4:1 aseguran el flujo de aire bien desarrollado a través de la sección de trabajo.

La sección de trabajo es un cuadrado de 150 mm (6") y construido de acrílico para mayor visibilidad de los modelos en operación. La longitud total de la sección de trabajo es 455 mm. La base entera de la sección de trabajo es removible para permitir la inserción de modelos complejos o construidos por el estudiante.

La consola IFD7 es una consola eléctrica que permite el control desde el PC vía puerto USB. (Fig. 2.17)



Fig. 2.17 Consola de Interface IFD7

Fuente: La Autora

El sensor de presión estática está posicionado en una pared de la sección de trabajo y mide la presión estática dentro de la misma, permitiendo que la velocidad instantánea sea calculada y mostrada en la computadora.

El banco de manómetros inclinado (Fig. 2.18) permite que las lecturas puedan ser integradas y guardadas pero es necesario ingresarlas en la computadora manualmente y posee conexiones rápidas para facilidad de conexión de los instrumentos. Consta de 13 tubos transparentes inclinados 30º de 120 mm de longitud para medir diferencias pequeñas de presión (0-160 mm H2O) usando para este fin agua que es uso seguro. Incorpora un reservorio de agua con un tornillo móvil para permitir el rápido ajuste del nivel del datum en el manómetro. Un cambio en el nivel de un tubo afecta la medición en el resto de tubos, por lo tanto luego de cada cambio en el sistema este tornillo debe ser ajustado hasta lograr volver al datum original. Incorpora conexiones rápidas para facilitar la conexión de modelos o instrumentos, además el conector de 10 vías está conectado a los tubos del 1 al 10 y dos conectores están conectados al tubo 11 y 12. Un cursor desplazable está ubicado en cada tubo para medir diferentes niveles de agua, la misión de este cursor es hacer que el cálculo de las diferentes medidas sea más fácil y ayuda a reducir errores paralelos. Cada línea del manómetro esta graduada de tal manera que cada línea gruesa corresponde a 10 mmH2O y cada línea fina corresponde a 2 mmH_2O.

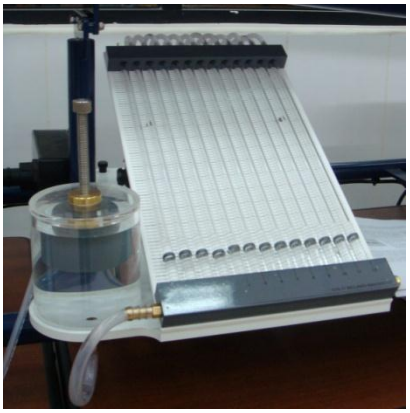


Fig. 2.18 Banco de manómetros inclinados
Fuente: La Autora

Algunos modelos opcionales son montados a través de una apertura circular de 120 mm de diámetro en la parte frontal de la sección de trabajo. Estos modelos son montados en una trampa que cubre y sella la apertura, la misma que está asegurada con mordazas de sujeción rápida lo cual permite el cambio de modelo de manera rápida y segura. Esta trampa posee un cuerpo central con un agujero, que centra la chaveta y el tornillo de sujeción.

Los tornillos en la parta superior de la sección de trabajo son útiles para visualizar el sistema de flujo. Son en total un número de tres, localizados en la parte superior inicial de

la sección de trabajo, en la parte intermedia y posterior del modelo. Cada uno incorpora un tapón liso al mismo nivel con la pared interior de la sección de trabajo, que pueden ser colocados cuando el macho roscado no es usado para evitar disturbios en la sección de trabajo.

El ventilador que permite el ingreso del aire está ubicado en la salida del túnel de viento, este posee una malla de protección para evitar el contacto de estudiante con las aspas del ventilador.



Fig. 2.19 Malla "Panal de abeja"
Fuente: La Autora

Para la visualización del flujo de aire, en la sección de trabajo se posee un cable lo suficientemente ligero para que siga el sentido del flujo alrededor del modelo y muestra dónde el flujo es turbulento o no, además de indicar dónde surge una separación en los límites de capa. El cable pasa a través de un tubo de acero en forma de L que puede ser colocado en cualquiera de los machos roscados anteriormente mencionados. La posición vertical del tubo (ascenso o descenso) que contiene al cable se controla mediante un tornillo en la parte superior de la sección de trabajo, el mismo que debe ser ajustado lo suficiente para sostener el tubo caso contrario un apreté mayor dañaría el tubo. Su posición horizontal es manejada mediante la rotación del tubo para lo cual el tornillo de sujeción superior debe ser desajustado. La longitud del cable es mejor variarse mientras el equipo está en operación, permitiendo la mayor o menor cantidad de alambre en el tubo. El cable está asegurado mediante un aro de goma alrededor del tope del tubo, se desliza este aro hacia arriba y fuera del tubo, entonces se reduce la longitud tirando del cable o se alarga empujando el cable hacia el tubo que lo contiene, si la longitud es la deseada se empuja lentamente el aro de vuelta a su posición para asegurar la longitud obtenida.

El balanza de levante y arrastre aerodinámico tiene un rango de medida de 0 – 54 N (1.2 lbf) y rotación de 45º. Los sensores electrónicos son empleados para medir el levante y el arrastre en modelos, el arrastre es medido directamente y el levante por medio de la

reducción en el peso del modelo. Todos los datos son mostrados en la computadora, más existen tres datos q deben ser encerados antes del uso del equipo, estos son: la lectura del levante con el peso del modelo, la lectura del arrastre con ninguna fuerza aplicada y la rotación debe ser encerada en comparación con el ángulo de ataque (cursor en el medio del modelo-dos líneas alineadas).

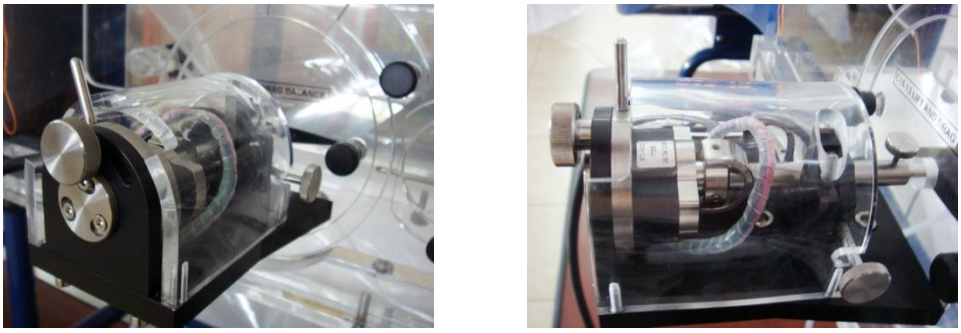


Fig. 2.20 Balanza de Levante y arrastre aerodinámico

Fuente: La Autora

Además posee seguridad electrónica como el inversor de seguidores de AC controlado para el control exacto de la velocidad hasta 34 m / s la velocidad del aire.



Fig. 2.21 Componentes del Túnel de Viento subsónico C15-10

Fuente: La Autora

1. *Base*
2. *Regulador de flujo laminar de "nido de abeja"*
3. *Radio de contracción.*
4. *Cable ligero*
5. *Sensor de presión.*
6. *Conexiones roscadas superiores.*
7. *Escotilla circular.*
8. *Escotilla pequeña.*
9. *Sección de descarga.*
10. *Ventilador de velocidad variable.*
11. *Consola eléctrica IFD 7*
12. *Banco Inclinado de manómetros.*
13. *Regulador de tornillo.*
14. *Caja de interface electrónica*
15. *Sección de Trabajo.*

b. Operación del Equipo.

- Antes de encender el equipo se debe asegurar que:

- El modelo a experimentar ha sido instalado de manera adecuada con el seguro colocado, ajustado y sin impurezas en la sección de trabajo.
- Cada elemento o parte removible debe ser asegurado para prevenir el movimiento.
- Ningún elemento está bloqueando la entrada del aire al equipo.
- La consola IFD7 está conectada correctamente al puerto USB.
- Encender el interruptor RCD en la parte posterior de la consola IFD7.
- Encender el interruptor principal en la parte frontal de la consola IFD7.

- Durante el uso del equipo:

- Encender el ventilador con un click en el icono "fan on" del software y verificar que el botón indique "1", lo cual indica que el ventilador esta encendido.
- Incrementar la velocidad del ventilador usando la casilla de control del software hasta que la velocidad del aire (m/s) sea la adecuada. La velocidad del ventilador está fijada como porcentaje que va desde 0% hasta100%. Siempre se debe empezar por una velocidad baja y entonces gradualmente se aumenta la velocidad verificando las lecturas de los manómetros, el balanza de arrastre y levante, etc. El valor de la velocidad debe ser introducido manualmente o por medio del uso de los botones del software.
- Debe permitirse al ventilador que estabilice su velocidad una vez ajustado el valor deseado ya que de esta manera se tendrán datos reales al momento de verificar los resultados.
- El accesorio C15-21 (modelo de ala) variará la velocidad del aire conforme el modelo es rotado en diferentes ángulos de ataque porque la obstrucción en la sección del trabajo cambiará.

Para medir la velocidad del aire usando el banco de manómetros inclinado se debe considerar que:

- ✓ El tubo 1 indica la presión estática en el inicio de la sección de trabajo.
- ✓ Los tubos 11 y 12 indican la presión atmosférica cuando no se tiene ningún modelo o instrumento conectado.
- ✓ La velocidad se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$v = \sqrt{2 * \rho_{manómetrica} * 9.81 * Diferencial\ de\ presión / \rho_{aire}}$$

Donde tanto la $\rho_{manómetrica}$ y ρ_{aire} dependen de la temperatura, por lo tanto se debe realizar una medición a temperatura ambiente para mayor exactitud. Las densidades son calculadas por el programa de manera automática, aunque pueden determinarse por medio de tablas si se desea.

- Después de utilizar se debe asegurar que:

- Como primer paso se debe **cerrar el programa** antes de apagar la consola.
- Apagar el interruptor principal en la parte frontal de la consola IFD7.
- Apagar el interruptor RCD en la parte posterior de la consola IFD7.
- Desconectar el cable USB que enlaza la consola con el equipo.
- Asegurarse de que el ventilador ha dejado de rotar en su totalidad antes de colocar el cobertor del equipo.

Uso del banco de manómetros inclinados

Los modelos pueden ser conectados al manómetro de 10 vías o dos conectores de una vía ubicados al lado izquierdo del banco.

El cebado es necesario antes del uso del banco de manómetros ya que el atrapar burbujas de aire afectará la eficacia de los resultados.

Como se mencionó en párrafos anteriores, el banco incorpora un reservorio de agua con un tornillo móvil para permitir el rápido ajuste del nivel del datum en el manómetro, por lo tanto la presión. Cada línea del manómetro esta graduada de tal manera que cada trazo grueso corresponde a 10 mmH2O y cada línea fina corresponde a 2 mmH2O.

La medida de los manómetros debe tomarse desde la base y por lo consiguiente es importante ubicar los cursores que el límite superior del cursor se alinee con el fondo del la curva del cursor. Cuando se usa el banco, el cursor permite marcar la posición del agua en la columna antes de realizar algún cambio.

- **Conector de 10 vías**

El conector de 10 vías (Fig. 2.22) tiene tubos numerados del 1 al 10, los cuales corresponden a la misma numeración de los tubos en el manómetro electrónico y en los cuadros numerados en el software si se conecta un manómetro electrónico.

Con la muesca exterior, empuje el terminal recta y horizontalmente (sin girar) hasta que las dos partes empaten. Ajuste el broche rojo para LOCK /BLOQUEAR (derecha) al cierre de las dos partes del conector. Antes de remover el conector se debe asegurar que este ajustado en OPEN /ABIERTO y entonces empuje el terminal fuera horizontalmente sin girar.



Fig. 2.22 Conector 10 vías del Banco de manómetros inclinado.
Fuente: La Autora

- **Conectores de 1-vía**

Son usados como accesorios y están nombrados como A (11) y B (12) (Fig. 2.23).

Nótese que tanto las uniones rápidas de los conectores de 10 vías y de 1 vía pueden ser cambiados mientras el túnel de viento subsónico este en operación permitiendo que las lecturas sean tomadas sin cambiar la configuración del equipo.

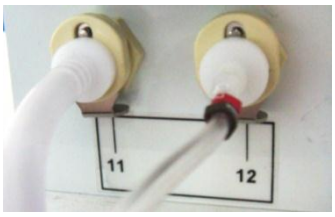


Fig. 2.23 Conectores de 1 vía
Fuente: La Autora

Uso de la Balanza de levante y arrastre

El cable de la balanza de levante y arrastre se conecta en el enchufe en la parte frontal de la caja negra localizada en la parte posterior del equipo. Las señales son enviadas a la consola IFD7 y al PC donde las salidas del sensor son mostradas en el diagrama.

La balanza de levante y arrastre es un instrumento delicado y debe ser manipulado con cuidado, debe ser empleado con modelos suministrados por ARMFIELD o modelos realizados según las especificaciones del fabricante.

La barra es asegurada al collar apretando el tornillo. El pasador de ubicación asegura que el modelo sea instalado correctamente en la orientación relativa adecuada a la balanza y

también asegura que la barra sea insertada en la profundidad correcta, posicionando al modelo en la línea central del túnel (Fig. 2.24).

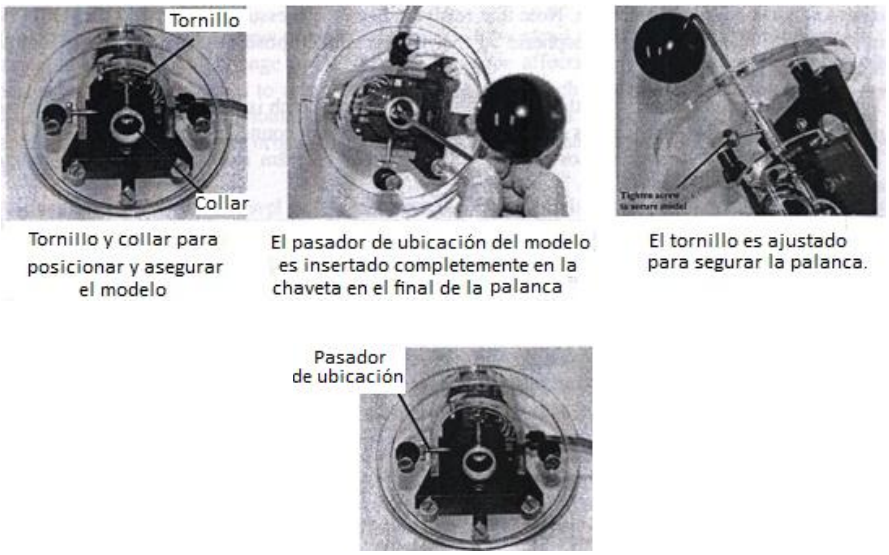


Fig. 2.24 Proceso de fijación de modelos

Fuente: Manual Armfield del Túnel de Viento Subsónico C15-10.

Un tornillo de transición está colocado a la balanza para bloquear la palanca cuando la balanza no está en uso activo. Este tornillo es rápidamente accesible en un lado del cuerpo de la balanza. Bloquear esta palanca previene de daños a las células de carga asegurando que no hay cargas en ellas resultantes del movimiento de la palanca. El tornillo de transición debe ser ajustado todo momento cuando la balanza no esté siendo usada para tomar datos.

La balanza mide la componente del levante (fuerza perpendicular al piso de la sección de trabajo) que actúa en el modelo, y la componente de arrastre (fuerza que actúa en la misma dirección del flujo de aire, paralelo a las paredes y el piso de la sección de trabajo). También mide el ángulo de ataque del levante y arrastre aerodinámico, si se analiza. Más no mide ningún momento que surge en el modelo.

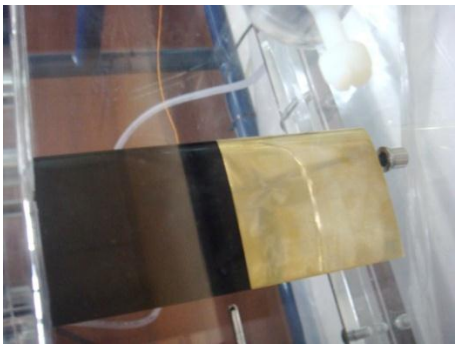


Fig. 2.25 Modelo de ala de avión

Fuente: La Autora

- **Tubo Pitot**

El tubo estático Pitot mide simultáneamente la carga total y la carga estática dentro de la sección de trabajo (Fig. 2.26).

Esta construido de dos tubos concéntricos de acero. El tubo interior está abierto en su parte superior y mide la carga total. El tubo exterior incorpora un anillo con pequeños agujeros en un lado que mide la carga estática. El diámetro total del tubo Pitot es 4 mm y su forma en "L" proporciona la mínima dificultad en el punto de medición.

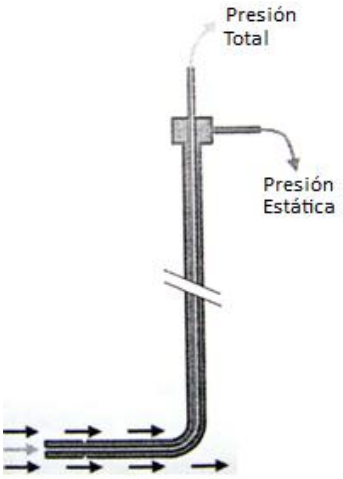


Fig. 2.26 Tubo Estático Pitot

Fuente: Manual Armfield del Túnel de Viento Subsónico C15-10.

Puede ser montado en cualquiera de los tres puntos de la parte superior de la sección de trabajo. Para colocarlo remueva el conector del techo e introduzca el brazo corto del tubo a través del agujero, gire el tubo 90º hasta que el codo se posicione en la entrada entonces deslice el tubo en la sección de trabajo hasta que la conexión encaje en el punto de colocación, similar a la colocación del tubo que contiene el alambra ligero. Este soporte debe ser asegurado usando el tornillo y su altura es ajustada deslizándola a través del anillo en el soporte.

La conexión de carga estática (brazo del tubo) se conecta a la unión Nº 11 y la conexión de carga total (tope del tubo) se conecta a la unión Nº 12.

c. Mantenimiento del equipo

El dispositivo debe estar desconectado de la fuente eléctrica cuando no esté siendo empleado y el agua debe ser drenada del equipo. NO usar disolventes o abrasivos.

Debe limpiarse el equipo usando esponja o trapos de contextura suave y si es necesario emplear detergente de consistencia suave, de preferencia evitar el uso de detergentes para vidrio.

Las escotillas, soportes y modelos deben ser limpiados en agua caliente con detergentes suaves y deben secarse con telas suaves o ser colocados en un lugar donde el aire permite su secado.

Los modelos con tornillos no deben ser sumergidos en agua, en su lugar emplear un trapo húmedo y luego ser secados de manera precisa, debido a que el agua que permanezca en los agujeros puede causar medidas erróneas el momento de medir la presión.

La balanza de levante y arrastre debe ser retirada antes de la limpieza del túnel de viento y además debe limpiarse con un trapo seco ya que la humedad o el agua dañarían a los componentes electrónicos.

No se debe humedecer o limpiar con agua el ventilador, mucho menos usar detergentes.

El banco de manómetros inclinados deber ser higienizado por medio de la circulación de agua limpia a través de los tubos.

El dispositivo RCD que protege al equipo y se halla ubicado en la parte posterior de la consola IFD7 debe ser probado mensualmente presionando el botón “TEST”, si el botón RCD no titila, es indicativo de que el equipo no debe usarse pero debe ser inspeccionado por un técnico.

El ventilador sebe ser probado en intervalos regulares para asegurarse de que este en su lugar. Una vez apagado el equipo, la cobertura del ventilador debe removerse y el ventilador probado, después de su comprobación la cobertura del ventilador debe colocarse y asegurarse.

Antes de usar el equipo el banco de manómetros debe ser drenado de cualquier residuo de agua y los tubos secados totalmente. De igual manera se debe reemplazar el agua del reservorio y llenarlo con agua limpia.

La calibración de los potenciómetros para los circuitos electrónicos no es necesaria debido a la protección continua que posee el equipo más en caso de requerirse una calibración entonces los potenciómetros adecuados deben ser ajustados como sigue:

VR1	Levante	Ajuste de duración
VR5	Presión estática	Ajuste de duración
VR2	Levante	CERO
VR4	Arrastre	CERO
VR3	Arrastre	Ajuste de duración
VR6	Presión estática	CERO

La balanza de levante y arrastre mide la reducción peso/fuerza y por lo tanto deber ser ajustado de la siguiente manera:

VR1.- Ajustarse para dar la lectura de 4.1 N (escala completa) con la BEAM cerrada (sin carga en el sensor).

VR2.- Ajustarse para dar la lectura de 4.1 N hasta la carga de calibración por el peso, con la BEAM CLAMPED y el peso de calibración del modelo colocado en el eje central del túnel. Por ejemplo, si el peso de calibración es 336 gr (3.3 N) entonces VR2 debe ser ajustado para leer de 0.8 N (4.1 - 3.3).

d. Manejo de Software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Tunel viento subsónico	**Marca:**	Armfield
Serie No:		**Modelo:**	C15-10
Ubicación:	Laboratorio de Ingenieria	**Sección:**	Mecanica fluidos
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI - LM - FL - 001
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,46 m	**Peso:**	220 **kg**
Ancho:	0,70 m	**Volumen:**	1,5 **m3**
Largo:	2,25 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Sensor de presion			1			Color negro
Caja de recepcion de señales	Armfield	C15-10G	1	220	10	024166-001
Balanza levanta arrastre	Armfield	C15-13 024168-001	1			
Elementos Electricos						
Autotransformador	Tacima	024004-002	1	110	6	
Consola interface F107		Q67514-005	1	240	5	
Variador velocidad	ZIEHL-ABEGG	ZAC315-23	1			
RCD	Mueller		1	230	25	
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Manometro tubos inclinados		C15 - 11	1			Dos tomas de presion, un conector 10 vias
Visualizador flujo		Color tomate	1			Dentro tubo L
Tubo Pitoto		C15 - 14	1			
Ventilador		7 aspas	1			Colocado final del tunel
Resipiente de agua			1			Alimenta manometro
Ala modelo levanta arrastre	Armfield	C15 - 20	1			Mitad de color oro y la otra mitad de color negro
Repuesto de piso seccion de trabajo	Armfield	C15 - 26 024277- 001	1	47 * 205 * 15		Acrilico

Tapones		Armfield		2	D=29, d=15, h=35		Acrilico
Visualizador flujo repuesto		Armfield		1			Color tomate
Repuesto conector 10 vias		Armfield		1			Color negro, de plastico
Toma de conexión simple via		Armfield		1			Color blanco de acrilico
Tapa de colocacion modelos		Armfield		1			Seccion circular, posee regleta, es de acrilico
Accesorios		**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Motores Electricos		**Características Técnicas**					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

2.3.1.2 C4-MKII CANAL MULTIUSOS



Fig. 2.27 Canal Multiusos C4-MKII

Fuente: La Autora

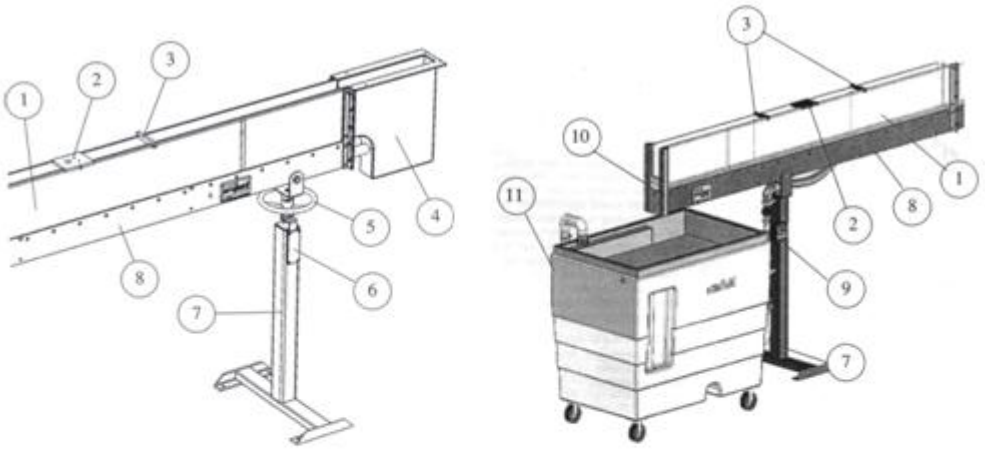
a. Descripción del equipo

El Canal Multiusos ha sido específicamente diseñado para demostrar los principios de la mecánica de fluidos cuando se aplica a las obras de ingeniería en el flujo de canal abierto (Fig. 2.27).

El canal consiste en un sección transparente hecha de acrílico abierta en la parte superior para trabajo soportada sobre una estructura rígida con un tanque de agua de ingreso (Fig. 2.28).

El fondo de la sección de trabajo incorpora llaves de presión y válvulas de aislamiento y puntos de fijación de los accesorios.

Dos instrumentos móviles montados a lo largo de los límites superiores de los muros del canal permiten enganchar los medidores de nivel para medir la profundidad del agua en cualquier posición y de igual manera aseguran que el canal se mantenga rígido.



1. *Sección de trabajo del canal.*
2. *Medidor de flujo.*
3. *Espaciadores.*
4. *Tanque de entrada.*
5. *Rueda Manual.*
6. *Indicador de altura.*
7. *Pedestal.*
8. *Base del canal.*
9. *Medidor de flujo electrónico*
10. *Salida de agua*
11. *Banco Hidráulico F1-10*

Fig. 2.28 Componentes el Canal Multiusos

Fuente: Manual ARMFIELD para el Canal Multiusos C4MII-K

La estructura está sostenida sobre pedestales y un gato de tornillo manual que permite que el canal sea inclinado en una pendiente precisa.

El tanque de entrada en el extremo del canal incorpora una amortiguación para difundir el flujo de agua antes de entrar en el canal, asegurando un flujo suave y uniforme por medio del uso de un difusor, una malla, logrando así reducir la turbulencia.

El nivel de la sección de trabajo del canal de flujo se controla mediante una represa de paso superior en el extremo de la descarga, esto se logra mediante el uso de compuertas falsas que se colocan en la ranura al final del canal, pudiendo variar la altura que deseamos en la sección de trabajo mediante la eliminación o añadidura de las compuertas.

Entre los accesorios se tienen los medidores de gancho y punta que se emplean para medir el nivel de líquido en el canal.

El banco hidráulico F1-10 (Fig. 2.29) posee una base construida en plástico robusto, resistente a la corrosión de moldeo y capacidad del depósito de 250 litros, Además para facilitar el control posee medición de caudal volumétrico a través de la mirilla a distancia. La capacidad es de 0-6 (min) y 0-40 litros (máx.). En la base del tanque volumétrico está instalada una válvula de tapón, la cual permite el ingreso del agua al reservorio para su posterior reciclaje. El agua es succionada

desde el reservorio por medio de la bomba centrífuga ubicada dentro del tanque. Un panel con la respectiva válvula de control está ubicado en la parte frontal del banco hidráulico para regular el flujo desde la bomba hacia el exterior.



Fig. 2.29 Banco Hidráulico F1-10

Fuente: La Autora

La válvula de drenado del tanque se ubica en la parte inferior del mismo, facilitando la extracción de agua del tanque. La entrega de electricidad es proporcionada al motor por el interruptor y un dispositivo de corriente residual (RCD) ubicado en la parte anterior del banco junto a la válvula de control del flujo (Fig. 2.30).

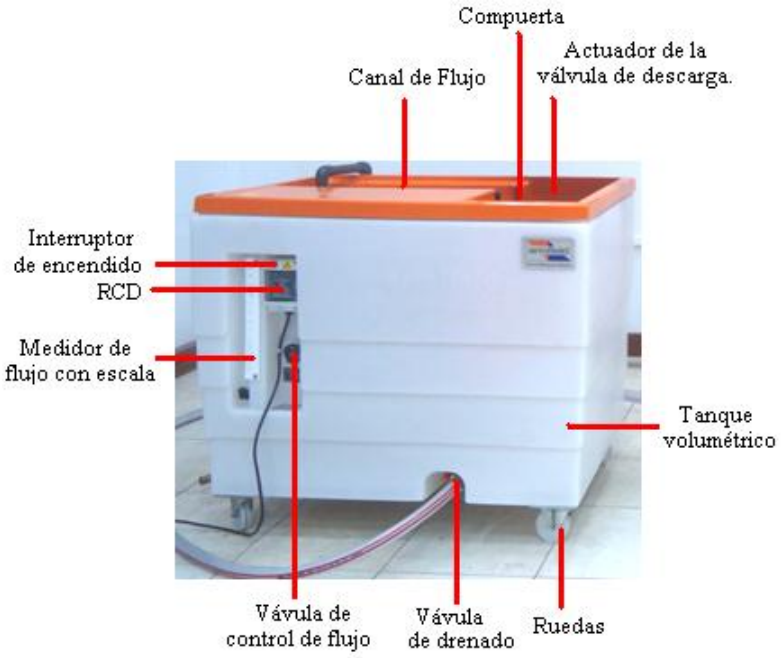


Fig. 2.30 Componentes del Banco Hidráulico F1-10

Fuente: La Autora

- **Medidor de flujo electrónico**

El medidor de flujo electrónico (Fig. 2.31) es suministrado y configurado para operar con el modo "AHORRO DE BATERIA" ajustado al encender el dispositivo, ésta configuración permite alargar la vida de la batería significativamente. El medidor de flujo electrónico puede usarse en cualquier momento con sólo presionar "ENTER" generando la medición del flujo de agua suministrado al canal en litros por minuto.

Si se desea observar el valor del flujo total se presiona "ENTER" nuevamente hasta que el valor sea mostrado en la pantalla, esta se mantendrá por 30 segundos indicando el resultado. Para tomar otra medida se oprime "ENTER" otra vez y así repetidas veces según las muestras que se deseen tomar.



Fig. 2.31 Medidor de Flujo electrónico
Fuente: La Autora

Si se desea reconfigurar el medidor se debe considerar que la instalación del flujometro está dividida en seis pantallas como sigue:

- RATE 1 Factor de la tasa de flujo de ingreso (Sr).
- RATE 2 Visualización de factor decimal de flujo de ingreso (Dr).
- RATE 3 Interruptor modo "Ahorro de Batería" (ON habilitado, OFF deshabilitado).
- TOTAL 1 Factor de escala total del flujo de ingreso (St).
- TOTAL 2 Visualización de factor decimal de flujo total de ingreso (Dt).
- TOTAL 3 Interruptor del panel frontal del botón "BORRAR TODO" (ON habilitado, OFF deshabilitado).

Al usarse el canal multiusos C4-MkII la configuración recomendada es:

- RATE 1 06.7077
- RATE 2 0000.0
- RATE 3 ON
- TOTAL 1 00.1118

- TOTAL 2 0000.0
- TOTAL 3 ON

Se presiona el botón “ENTER” y se mantiene así durante 1.25 segundos para ingresar al modo de programación.

La pantalla de RATE 1 es mostrada. Para cambiar el valor se presiona el botón “CLEAR SETPOINT” (▶) hasta q el digito requerido titile y entonces se presiona el botón “CLEAR TOTAL” (▲) repetidamente hasta que el valor requerido para ese digito sea mostrado. Se repite el proceso hasta que todos los dígitos sean mostrados en pantalla correctamente, entonces se presiona “ENTER” para moverse a la siguiente pantalla.

La pantalla RATE 2 es mostrada. Se presiona el botón “CLEAR TOTAL” (▲) para mirar el punto decimal aparecer y entonces presione el botón “CLEAR TOTAL” (▲) repetidas veces hasta que el punto decimal este localizado en la ubicación deseada. Presione “ENTER” para moverse a la siguiente pantalla.

La pantalla RATE 3 se muestra a continuación. Presione el botón “CLEAR TOTAL” (▲) para ingresar a modo “AHORRO DE BATERIA”, se habilita con “ON” y se deshabilita con “OFF” como se necesite. Se recomienda habilitar este modo para alargar la vida de la batería. Se presiona “ENTER” para moverse a la siguiente pantalla.

La pantalla TOTAL 1 se expone. Se ingresa el valor de escala total. Para cambiar este valor se presiona el botón “CLEAR SETPOINT” (▶) hasta q el digito requerido titile y entonces se presiona el botón “CLEAR TOTAL” (▲) repetidamente hasta que el valor requerido para ese digito sea mostrado. Se repite el proceso hasta que todos los dígitos sean mostrados en pantalla correctamente, entonces se presiona “ENTER” para moverse a la siguiente pantalla.

Cuando la pantalla TOTAL 2 se presenta se presiona el botón “CLEAR TOTAL” (▲) repetidas veces hasta que el punto decimal este localizado en la ubicación deseada. Presione “ENTER” para moverse a la siguiente pantalla.

En la pantalla TOTAL 3 Presione el botón “CLEAR TOTAL” (▲) para ingresar a modo “ON” o “OFF”. Se recomienda habilitar este modo para permitir que el flujo total ser reajustado a cero. Presione el botón “ENTER” por 1.25 segundos para salir del modo de programación.

El medidor de flujo electrónico volverá a la pantalla base en caso de no presionar ningún botón en 20 segundos.

En cuanto a mantenimiento, el medidor de flujo necesita solo las inspecciones periódicas, más si las lecturas son incoherentes se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Desenroscar el tornillo de la unión y cuidadosamente remover el sensor de la tubería de llenado del canal sin girar el cuerpo del medidor.
- Inspeccionar el medidor en búsqueda de obstrucciones o averías tales como cabellos u otros.
- Inspeccionar los sellos en caso de daños y cambiar los que estén en mal estado.

b. Operación

El canal multiuso descarga el agua en el canal horizontal que está colocado en la parte superior del banco hidráulico, por lo tanto este debe ser posicionado de tal manera que permita la descarga de equipo con el menor esparcimiento de agua. El líquido debería entrar al canal justo más allá de la apertura (sin golpearla). (Fig. 2.32)

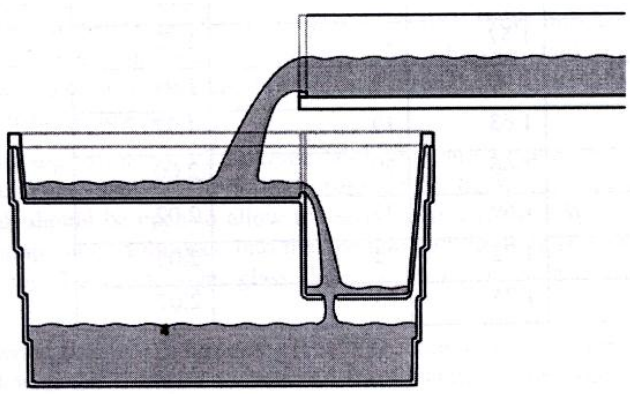


Fig. 2.32 Caída de agua desde el equipo C4-MkII hacia el banco hidráulico

Fuente: Manual ARMFIELD para el Canal Multiusos C4MII-K

En caso de que el canal haya sido inclinado, se debe posicionar el banco hidráulico de tal manera que se asegure la descarga del flujo de agua en la parte central del canal del banco.

Para conectar el banco hidráulico F1- 10 primero se debe asegurar que el banco esté apagado y la válvula de control de flujo este cerrada entonces desconecte la conexión rápida del fondo del canal. Enrosque el adaptador del canal multiusos en la salida roscada del fondo del canal y conecte el tubo flexible del C4-MkII a la unión en el tope del adaptador. La unión incorpora un aro reten y solo necesita ser ajustado manualmente.

Para restablecer el uso normal del banco, desconecte la unión del tubo flexible y el adaptador. Enrosque la conexión rápida en la salida roscada para permitir que el banco sea usado con otros accesorios.

- **Colocación de modelos**

  Se poseen varios accesorios para el análisis de diversos temas como el salto hidráulico, compuertas, ecuación de la energía, etc. (Fig. 2.37).



a) b)

Fig. 2.33 Accesorios del canal C4-MkII a) compuertas b) vertedero crump
Fuente: La Autora

La colocación del modelo empieza por la introducción del accesorio al canal, el gancho que está en la base se afloja desde su parte posterior bajo el canal cuidando que el anillo que sella el orificio en caso de fugas no se extravíe, y se eleva hasta que entre en contacto con la abertura que posee el accesorio a colocar. Una vez colocado se tira del gancho hacia abajo hasta que el modelo se ubique en el fondo del canal de manera ajustada (Fig. 2.34).

Para evitar filtraciones por las paredes del accesorio, se coloca la pasta aislante en la unión del modelo y el canal.

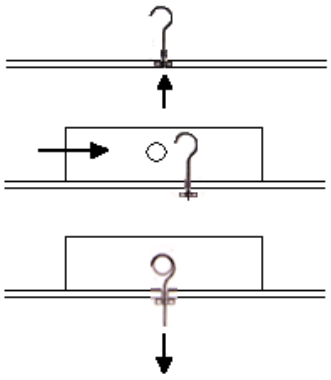


Fig. 2.34 Colocación de los accesorios en el canal multiusos.
Fuente: Manual ARMFIELD para el Canal Multiusos C4MII-K

El accesorio de canal Venturi se coloca dentro del canal y se emplaza por medio de un tornillo ensanchador que se ajusta hasta que el canal esté fijado en el equipo. Se debe precaver que el tornillo tenga contacto con el agua por lo tanto debe ser ubicado sobre el nivel del agua (Fig. 2.35).

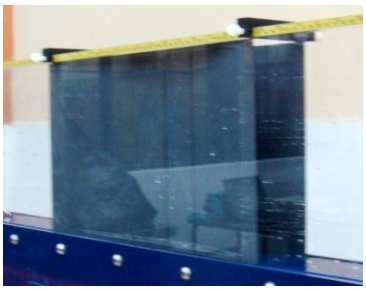


Fig. 2.35 Ubicación del Canal Venturi
Fuente: La Autora

c. Mantenimiento del equipo

El equipo debe estar desconectado de la fuente de energía y toda el agua debe ser drenada si el dispositivo no está siendo usado.

El dispositivo RCD del banco hidráulico debe ser verificado mensualmente presionando el botón TEST. Si el RCD no titila luego de presionar el botón el equipo no debe ser usado pero debe inspeccionarlo un técnico

La superficie de aluminio dentro del canal está tratada con pintura de caucho clorada para proporcionar resistencia a la corrosión y debe mantenerse cubierta de este aditamento para lograr una larga vida útil del equipo. Cualquier daño de la pintura debe ser considerado inmediatamente.

Se debe inspeccionar que la tubería que comunica al canal C4-MkII y al banco F1-10 no contenga fugas o goteras ya sea a lo largo de la conexión o en las uniones, esto se realiza para prevenir una deterioración del equipo. Cuando el banco Hidráulico está siendo drenado se debe inspeccionar la bomba centrifuga.

En caso de haber fugas graves, deben ser selladas con “Sellante plástico RTV” que es el usado por Armfield en el momento de la fabricación.

El banco hidráulico debe ser higienizado usando agua caliente con detergente para luego ser enjuagado y secado. Se debe tener sumo cuidado con las paredes de acrílico del canal si hay depósitos que no permiten la visibilidad correcta, estos deben ser limpiados con un abrasivo para metales.

Los modelos a usarse en el canal multiusos deben ser lavados con agua caliente y poco de detergente, así mismo deben ser enjuagados con una cantidad de agua hasta lograr que todo residuo de detergente haya sido retirado.

Se debe verificar que el agua a emplearse dentro del Banco hidráulico este pura y pueda usarse. De ser posible, el uso de compuestos anti-corrosión puede ayudar a mantener el agua más útil por más tiempo.

Para realizar el cambio de agua se abre la válvula de drenaje para permitir el escape de agua del banco. Para volver a cargar al tanque reservorio se conecta la manguera de llenado en la ranura de desbordamiento a un lado del tanque volumétrico de manera que el agua corra directamente al tanque del banco. Levante la válvula de descarga para poder visualizar el nivel de agua dentro de reservorio.

Se enciende el suministro de agua y se verifica que el tanque se llene hasta que el nivel de agua este justo bajo la salida en el fondo del tanque volumétrico. Una vez lleno el tanque se apaga el suministro de agua y se remueve la manguera de llenado.

Ubicar la válvula de descarga en la base del tanque volumétrico y se dispone al actuador en posición de 90º pero levantada para permitir que el agua retorne al tanque reservorio desde el tanque volumétrico.

Una vez realizado el llenado del tanque se conecta la manguera de alimentación al canal y se enlaza el banco hidráulico con la fuente de energía eléctrica. Se requiere que se inspeccione que el agua sea suministrada hacia el banco hidráulico y por ende al canal.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 1 / 2



Maquina-Equipo:	Canal Multiusos	**Marca:**	Armfield
Serie No:	024177-001	**Modelo:**	C4-MK11
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Mecanica de Fluidos
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI-LM-FL-002
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo

Caracteristicas Generales

Altura:	1,46 m	**Peso:**	330 kg
Ancho:	0,62 m	**Volumen:**	2,8 m3
Largo:	2,91 m	**Condición:**	

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Flujometro	Blue-white	20-200 LPM	1			Color negro
Elementos Electricos						

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Gancho de sujeción			2		Acero Inoxidable
Plastilina Aislante			1/2 KG		Blanco
Compuerta Aireada			1	7,5x11,5	
Medidores de Altura	Armfield	MI-2	2		
Malla tipo Panal			1		
Compuerta			1	19x7,5x5 cm	
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Compuerta bordes anchos			1	35x7,2x10 cm	
Vertedero bordes finos			1	36,5x7,5 cm	
Compuertas deslizantes			3	9x5 cm	
Compuertas deslizantes			3	9x2,5 cm	

Compuertas deslizantes				2	9x1 cm		
Canal Venturi				1	24x40 cm		
Motores Electricos		**Características Técnicas**					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 2 / 2



Maquina-Equipo:	Banco Hidraulico	**Marca:**	Armfield
Serie No:	023669-003	**Modelo:**	FI-10
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Mecanica de Fluidos
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI-LM-FL-002B
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo

Caracteristicas Generales

Altura:	1 m	**Peso:**	160 kg
Ancho:	1,13 m	**Volumen:**	1,5 m3
Profundidad:	0,73 m	**Condición:**	

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Elementos Electricos						
RCD	ABB		1	230 V	25 A	
Switch			1			

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Bomba			1		No visible
Salida de Agua			1		
Valvula de paso			1		
Medidor de nivel de agua			1		

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

2.3.1.3 FM41 UNIDAD DE DEMOSTRACION DE VENTILADOR AXIAL

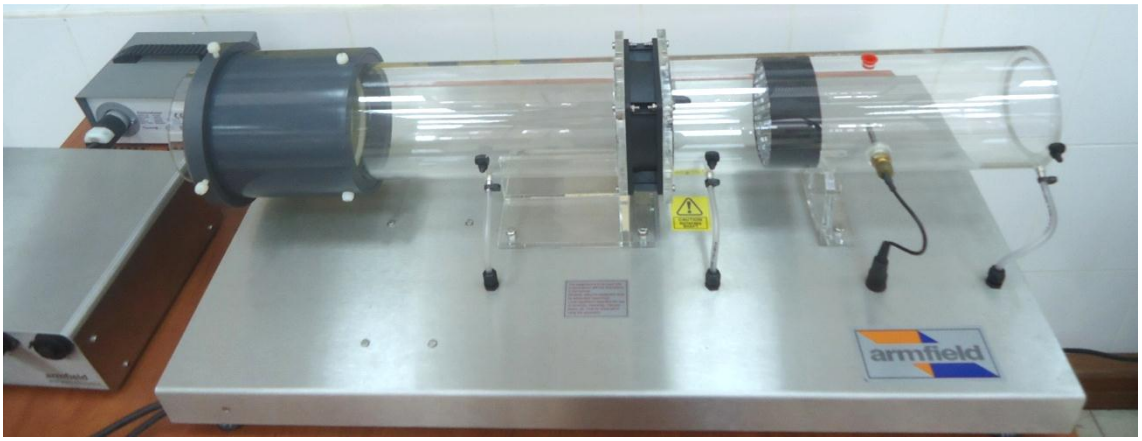


Fig. 2.36 Unidad de demostración de ventilador axial.

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El ventilador (Fig. 2.36) es un tipo axial de inducción montado sobre un zócalo de acero inoxidable entre los ductos de entrada y salida del aire permitiendo que el movimiento de las aspas sea visto.

El ducto de entrada (Fig. 2.37) es de acrílico transparente y posee un control de apertura hecho de goma conectado a un collar que debe ser rotado manualmente al girar la goma y reducir o incrementar el flujo de aire. Se hallan dos puntos roscados, uno conectado en un lado de un sensor de presión con el otro lado conectado a otro sensor de presión igualmente en el ducto de salida, lo cual provee una medida de diferencial de presión a lo largo del ventilador. El diámetro interno del ducto es de 123 mm, tal como el ducto de salida, y el diámetro del orificio es 100 mm. El punto de control de presión relativa a la presión atmosférica está ubicado en el orificio.

El ducto de salida posee un dispositivo variable hecho de goma que se rota manualmente para incrementar o reducir el área de la sección de salida del aire y por lo tanto variar la carga o el flujo de aire del ventilador. Para asegurar dicho dispositivo se emplea un pequeño tornillo roscado ubicado en la periferia del dispositivo.

Los sensores electrónicos miden la carga de presión a través del ventilador, la presión en la placa perforada (y por tanto el caudal), la velocidad de rotación del ventilador y la temperatura del aire. La velocidad del ventilador es controlado por la fuente de corriente continua modulada, completado con el sensor de corriente para permitir que la potencia absorbida por el ventilador que sea medida.

Un IFD7 está obligado a proporcionar la electrónica de acondicionamiento para los sensores y permitir que sus lecturas se muestren en el software del ordenador. Las conexiones a la IFD7 de un solo conector de múltiples vías para los sensores y un conector de alimentación para la unidad del ventilador.

El sensor de temperatura está ubicado en el ducto de entrada y mide la temperatura de ingreso del aire.

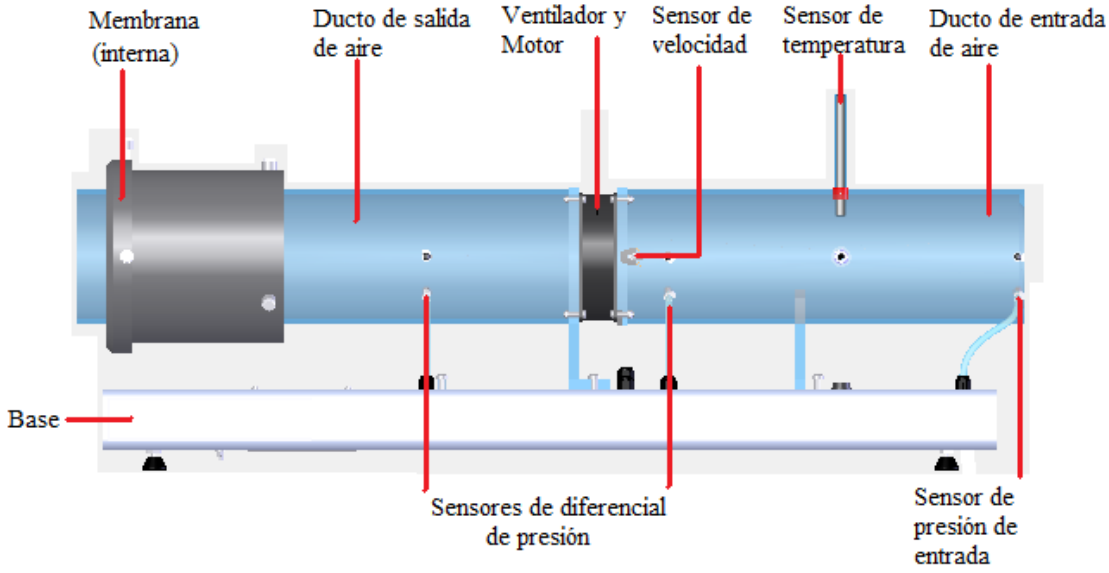


Fig. 2.37 Componentes de la Unidad de demostración de ventilador axial.

Fuente: La Autora

b. Operación del equipo

El ventilador debe ser encendido mediante el software usando el botón “Fan On” que se ubica en la pantalla que contiene el diagrama del equipo. El ajuste del ventilador se muestra como porcentaje en la casilla “Fan setting”. Para operar el ventilador se puede ingresar el valor deseado manualmente o por medio de las flechas alado de la casilla para elevar o disminuir el ajuste.

Para ajustar la apertura del ducto de salida, primero se aflojan los tornillos de seguridad (Fig. 2.38), se gira el cilindro sosteniendo la apertura alrededor del ducto. Monitorear los sensores de salida es necesario para encontrar el ajuste correcto. Se aprieta los tornillos de seguridad de nuevo para asegurar la apertura en su nueva posición. Usualmente un solo tornillo será suficiente para mantener el cilindro en su lugar cuando se está tomando muestras. Cuando se están tomando varias lecturas en el mismo ajuste, los usuarios de preferencia deben apretar varios tornillos para asegurar que el cilindro se mantenga fijo.

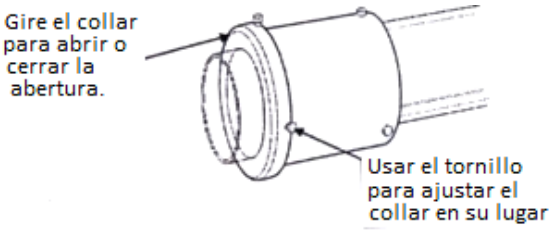


Fig. 2.38 Ubicación de los tornillos para fijar posición
Fuente: Manual Armfield para el Ventilador Axial FM41

Las lecturas de los sensores son mostradas en el diagrama en sus respectivas casillas, así mismo las unidades en las cuales los valores son medidos están mostradas al lado de los resultados.

Las lecturas del sensor de presión deben ser ajustadas a cero antes de recoger datos, para ello pulsar el botón "Zero" alado de cada medidor de presión. Asegúrese que el ventilador esté ajustado a 0% y que las cuchillas están detenidas. Asegurarse que la tasa de flujo calculado indique cero luego de que el sensor de presión del orificio de entrada ha sido encerado.

Las lecturas de los sensores pueden ser guardadas en la tabla de resultados del programa pulsando el icono "GO". Deben guardarse los resultados usando el menú archivo "FILE", caso contrario estos se perderán al cerrar el programa.

De la misma manera que en equipos anteriores se debe verificar que la configuración de la consola IFD7 este correcta. Esto se logra mediante el ingreso por el menú inicio en Windows y seleccionando el código del equipo, luego se presiona el botón "WRITE". El proceso toma pocos minutos y en caso de fallar la conexión el programa indicara el error.

c. Mantenimiento del equipo

Siempre se debe dejar la apertura de salida completamente abierta, el equipo y los puertos USB deben ser desconectados de la fuente de energía cuando el equipo no está siendo usado.

Todo el equipo debe ser inspeccionado de manera general en daños y corrosión una vez al año. Un chequeo eléctrico de los cables usados en el equipo debe realizarse al menos una vez al año.

Se debe remplazar los tornillos y tuercas en mal estado. Los sellos en las juntas acrílicas requieren ser selladas con adhesivo acrílico. Manchas, rayas o decoloraciones en las partes de acrílico en los ductos deben ser removidas usando un pulimento apropiado para acrílicos. Cualquier signo de corrosión en la base debe tratarse inmediatamente, usando un pulimento para metales teniendo cuidado de no dañar ninguna parte no metálica.

El equipo debe ser limpiado antes de guardarse y todas sus partes inspeccionadas para asegurarse que se mantienen en su lugar. Además debe ubicarse el equipo en un lugar protegido de la luz del sol o fuentes de calor directas, así como protegido de solventes y atmosferas potencialmente corrosivas. El equipo debe ser cubierto para evitar su contaminación por el polvo.

El exterior del equipo y el interior de los ductos deben ser limpiados periódicamente usando telas compactas con agua fría o tibia más no caliente. El equipo debe ser secado luego de su limpieza para prevenir marcas de agua. De preferencia no usar detergentes, abrasivos, alcohol, solventes orgánicos, ácidos minerales ni detergentes para vidrio.

Para limpiar las cuchillas del ventilador se debe remover el conducto de salida y /o entrada para mejor accesibilidad. La limpieza del polvo es posible con un cepillo de cerdas finas largas y suaves, en caso de ser necesario mayor limpieza se emplea tela compacta y se debe verificar que el motor del ventilador permanezca seco. La marca blanca y negra en la cara del rotor debe tratarse con cuidado, su daño afectara el rendimiento del sensor de velocidad del ventilador.

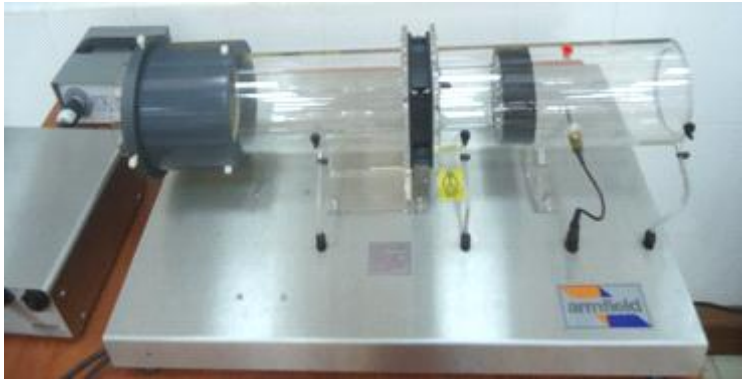
El dispositivo RCD debe ser verificado mensualmente presionando el botón TEST. Si el RCD no titila luego de presionar el botón el equipo no debe ser usado pero debe inspeccionarlo un técnico

d. Manejo del Software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Ventilador Axial	**Marca:**	Armfield
Serie No:		**Modelo:**	FM41
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Mecanica de fluidos
Fabricante:	ARMFIELD	**Codigo:**	LI-LM-FL-003
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo

Caracteristicas Generales

Altura:	0,945	m	**Peso:**	35	kg
Ancho:	0,45	m	**Volumen:**	0,6	m3
Largo:	0,85	m	**Condición:**		

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Sensor de presion de entrada			1			Ingreso del ducto
Sensor de velocidad			1			
Sensor de temperatura		OPB 704	1			Ducto de ingreso
sensor diferencial de temperatura			2			Antes y despues del ventilador.
Elementos Electricos						
Ventilador y motor			1			Conjunto entre ductos de salida e ingreso
autotransformador		024108-001	1	120 V	15 A	6o Hz
consola interfase IFD7		024108-001	1			240 V de salida
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Base			1	510x88x16		Acero
Membrana			1			caucho
Ducto			2			Dividido en salida e ingreso
Laminador			1			Ducto de entrada
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Motores Electricos

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

2.3.1.4 BANCO PARA VISCOSIDAD



Fig. 2.39 Banco para viscosidad
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El banco en la figura 2.39 posee cinco tubos de vidrio distanciados entre si cada 15 cm para facilidad de uso del estudiante.

En la parte superior de cada uno de los tubos se encuentra un tapón removible que posee un agujero de diámetro 10 mm en el centro para el ingreso de las esferas de acero q son empleadas para las prácticas de los alumnos.

Para la extracción de las esferas y del fluido en caso de ser necesario un cambio del mismo, en la parte inferior de cada tubo se halla una válvula que permite el vaciado del tubo respectivo.

Junto a cada tubo se halla de igual manera una cinta reglada para medir la distancia de recorrido de las esferas al momento de la experimentación.

b. Operación del Equipo

Se retira el tapón removible y se llena el tubo con el fluido a emplearse, actualmente se contiene Glicerina, Aceite SAE 30 y SAE 90.

Se eligen, por lo general, tres esferas de distinto diámetro para realizar la práctica con el equipo, se procede a pesarlas en la balanza digital y a medir sus diámetros con el calibrador electrónico para una medición más exacta de las dimensiones.

Posteriormente se procede a ingresar cada una de las tres esferas en cada fluido, de la misma manera se determina la distancia total de medición para cada tubo, esta puede variar de 50 hasta 70 centímetros y se mide el tiempo que tarda en caer cada esfera durante el recorrido establecido.

Se abre la válvula de la parte inferior del tubo y se permite el escape del fluido y de las esferas.

c. Mantenimiento del equipo

La limpieza del dispositivo es primordial debido a la posible contaminación que ingrese junto con el luido al ingresarlo a los tubos.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco para viscocidad	**Marca:**	UPS
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Mecanica de fluidos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-FL-004
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	1,71 m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	0,95 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Estructura				1000x1710x95	Color Azul

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Tapones			5		Color naranja
Tubos			5	1120x120	Vidrio
Cinta metrica			4		0-99 cm, Junto a los tubos.
Soporte				1710x97	Madera

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

2.3.1.5 BANCO HIDRODINÁMICO



Fig. 2.40 Banco Hidrodinámico

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El banco hidrodinámico (Fig. 2.40) está integrado por una bomba centrífuga PKm65 ubicada en su base en la parte interior que proporciona de 5 a 50 Lpm con altura mínima de 8 m y máxima de 55 m y 0,7 HP de marca PEDROLLO.

En la parte superior del banco se ubica el tubo Venturi con las conexiones hacia el manómetro y un graduador con rango de 0 a 90º e indica los ángulos en los cuales podemos variar la inclinación del tubo. La entrada de agua hacia el tubo se realiza por medio de la conexión a la tubería de alimentación de la bomba que succiona el fluido desde el reservorio del banco hidrodinámico, el mismo que está fabricado en fibra de vidrio para proporcionarle mayor resistencia y menor peso.

El manómetro consta de 12 tubos de vidrio que proporcionan medidas desde 0 hasta 420 mm H_2O de altura y de los cuales solamente 6 están conectados a los puntos de presión en el tubo Venturi.

En la parte izquierda del banco se halla panel de control (Fig. 2.41), el cual posee el pulsante de encendido y apagado así como el variador de velocidad de la bomba y del sistema. Los datos de caudal (Lpm) y de presión (bar) son mostrados en el display ubicado en la parte central del panel.



Fig. 2.41 Panel de Control del Banco Hidrodinámico

Fuente: La Autora

b. Operación del equipo

Como primer paso se debe conectar el banco a la red eléctrica por medio del conector ubicado en la parte posterior y encender el breaker general que se halla en la parte interna del equipo y posteriormente se enciende el dispositivo mediante el interruptor principal.

En el panel de control se gira la perilla "FUENTE" y se debe verificar que el led "Encendido" se ilumine y se procede a encender la "TRANSMISION DE DATOS" mediante su respetivo switch y debe confirmarse que le display se ilumine.

Una vez encendida la transmisión de datos se debe encender la bomba de agua y para ello se pulsa el círculo de color verde en el panel, su verificación se da por la iluminación del led "bomba", este permitirá que la bomba empiece a enviar el caudal que será modificado mediante el variador de velocidad.

Los tubos del manómetro empezarán a llenarse con el fluido indicando la altura piezométrica en cada punto de medición. En caso de ser necesario para la práctica a realizarse se puede inclinar el tubo Venturi aflojando la sujeción de la base y elevando al ángulo deseado para la experimentación.

Como último paso se ubica el tubo Venturi en su posición original comprobando su equilibrio por medio de los niveles colocados en la base.

c. Mantenimiento del equipo

Tener precaución en la limpieza del equipo debido a los contaminantes que podrían ingresar a la bomba el momento de la succión y por ende generarían problemas en su funcionamiento. Precaver que no existan fugas en las juntas, para ello se debe realizar una inspección periódicamente tanto a las tuberías como a las válvulas. El sistema eléctrico debe ser sondearse de manera habitual para evitar problemas en el desempeño del equipo.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Tanque Hidrodinamico	**Marca:**	UPS
Serie No:	024163-001	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Mecanica de Fluidos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-FL-005
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,29 m	**Peso:**	20 kg
Ancho:	0,56 m	**Volumen:**	0,20 m3
Largo:	0,18 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Panel de Control			1			Elementos:Display,Interruptor ON-OFF,Potenciometro de bomba,Pulsante de emergencia,Salida de datos.
Sensor de Flujo			1			
Elementos Electricos						
Tablero Electrico			1	110 V		Ubicado en la parte posterior del tanque.Toma de energia-Switch principal-luces indicadoras.
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Tubo Venturi			1			Dimensiones graficadas en el elemento.
Niveladores			2			
Valvula de Bola			1			Color Negro
Manometro multitubo			1			Contiene 12 tubos
Bomba		PKm65	1			Q=5-50 l/min Hmax=55m
Tomas Rapidas			3			
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Motores Electricos		**Características Técnicas**					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Interna	0,7		VL=250V				

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

2.3.1.6 EQUIPO DE ALTURA METACENTRICA



Fig. 2.42 a) Dispositivo de altura metacéntrica

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El Flotador (Fig. 2.42 a) consta de una base rectangular de dimensiones b1 y b2, y de dos masas deslizantes, el pontón de masa Mp que se desliza a lo largo del mástil y la Cupla transversal que se desliza a lo largo del eje x – x de masa Mct. La base del flotador tiene un espesor a y R es la masa total del flotador (Fig. 2.42 b).

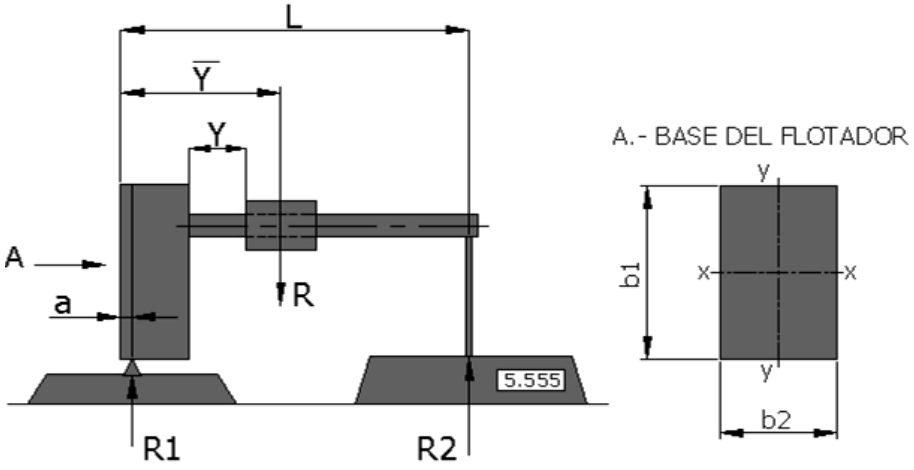


Fig. 2.42 b) Dimensiones del equipo.

Fuente: Guía de Práctica de Mecánica de Fluidos, 2004, Universidad Politécnica Salesiana

Las dimensiones del equipo de altura Metacéntrica son:

NOMBRE	NOMENCLATURA	MEDIDA	UNIDAD
Masa del flotador	R	1.3482	kg
Masa cupla transversal	Mct	0.123	kg

Masa del Pontón	Mp	0.175	kg
Longitud Mástil – base	L	366	mm
Espesor base flotador	a	4	mm
Longitud base flotador	b1	295	mm
Ancho base flotador	b2	190	mm

Tabla 2.7 Medidas del flotador.

Fuente: Guía de Práctica de Mecánica de Fluidos, 2004, Universidad Politécnica Salesiana

b. Operación del equipo

Existen dos maneras de emplear el dispositivo, las mismas que se detallan a continuación.

2.3.1.6.1 Localización del Metacentro por medida

Se soporta la base del flotador en 2 puntos, la línea debe ser paralela a la base del flotador, como se muestra en la Fig. 2.42.

Ahora se mide la distancia de la línea de soporte desde la base.

Se soporta el mástil en su punta sobre el plato de una balanza y se mide la distancia de esta punta a la base del pontón, cabe recalcar que el mástil debe estar nivelado horizontalmente durante la prueba.

Como punto final se mide la reacción existente en la balanza para varias distancias Y del pontón.

2.3.1.6 .2 Localización del Metacentro por medio de la cupla transversal

Se ubica el flotador en el tanque hidrostático con agua con una determinada cantidad para que el dispositivo pueda flotar sin problema.

Ahora se mueve la masa transversal a lo largo del eje x – x, anotando las correspondientes lecturas “x” en la escala lineal y cuando el indicador del ángulo deje de balancearse se lee el ángulo θ q corresponde a dicha inclinación.

c. Mantenimiento del equipo

Se debe procurar que tanto el eje vertical del pontón como el eje horizontal de la masa transversal estén libres de oxido y con la adecuada lubricación para favorecer el deslizamiento de las masas en su respectivo eje.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Altura metacéntrica	**Marca:**	UPS
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Mecánica de Fluidos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-FL-007
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,38 m	**Peso:**	kg
Ancho:	0,19 m	**Volumen:**	m3
Largo:	0,3 m	**Condición:**	**Regular**

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones

Elementos Electricos

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Pontón		Acero	1	ø14 X150 mm	Perpendicular a la regleta
Masa Vertical		Color naranja	1		Perpendicular a la regleta
Masa Horizontal		Acero	1	ø40 X 150 mm	Sobre el eje transversal
Eje Transversal		Acero	1	ø1/2 PULGADA X 200	Sobre la regleta
Regleta		Color Blanco	1	12X 23X 180mm	Medida dos sentidos de 0 a 90º

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Tanque Hidrostatico		Vidrio	1	300X 420X 200 mm	Montada sobre estructura de soporte

Motores Electricos		Características Técnicas					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

2.3.1.7 EQUIPO PARA PRESIÓN HIDROSTÁTICA



Fig. 2.43 Equipo para presión hidrostática y tanque hidrostático

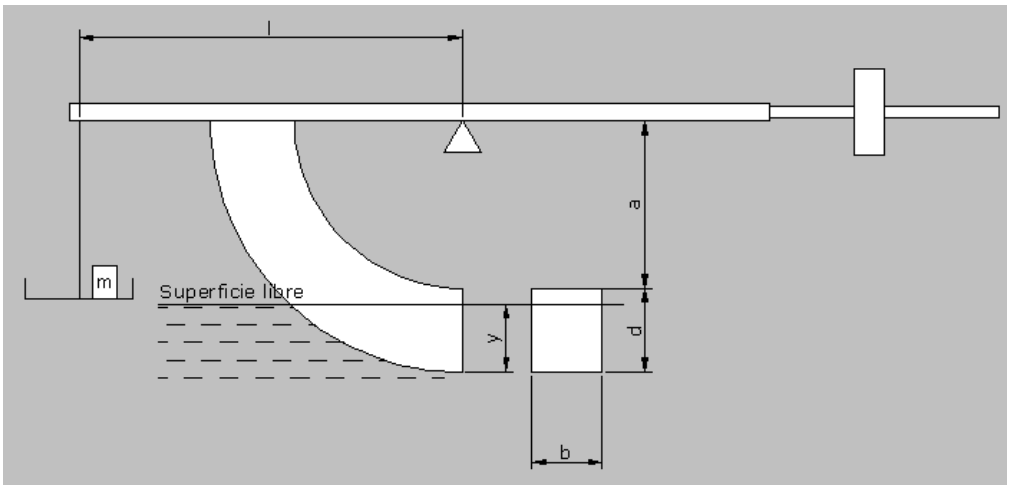
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El equipo para presión hidrostática (Fig. 2.43) posee un eje transversal que permite la ubicación, soporte y nivelación del dispositivo al momento de colocarlo en el tanque hidrostático.

En el extremo del brazo posee una terminación roscada en la cual se ubica una masa que se desplaza para equilibrar el dispositivo mientras que el extremo contrario posee una apertura para la ubicación del plato de balanza dentro del que se colocan pequeñas esferas de plástico para favorecer la estabilidad.

El cuerpo del dispositivo es de forma redondeada como un cuarto de circunferencia, cuyas dimensiones se indican en la tabla a continuación (Tabla 2.8).



Denominación	Nomenclatura	Dimensión	Unidades
Longitud de brazo	L	315	Mm
Ancho de superficie plana	B	34	Mm
Altura de superficie plana	D	10	Mm
Distancia hasta el brazo	A	10	Mm
Nivel de agua	Y	Según práctica	Mm
Masa de nivelación	M	Según práctica	Gr

Tabla 2.8 Dimensiones del dispositivo.

Fuente: Guía de Práctica de Mecánica de Fluidos, 2004, Universidad Politécnica Salesiana

b. Operación del equipo

Las dos maneras de emplear el dispositivo se describen a continuación.

2.3.1.7.1 Inmersión parcial

Primero se registran las dimensiones del dispositivo lo cual implica las dimensiones l, a, b, d. Se ubica el equipo en el tanque hidrostático y se equilibra por medio de la masa en el extremo derecho hasta que el nivel indique el equilibrio. Se llena el recipiente con agua, sin cubrir la superficie plana hasta que el dispositivo se nivele por sí solo, este será el valor de referencia cero.

Se llena el tanque con agua nuevamente a determinadas medidas y se registran los valores de "y" y de "m" a la mesuras indicadas. (Fig. 2.44)

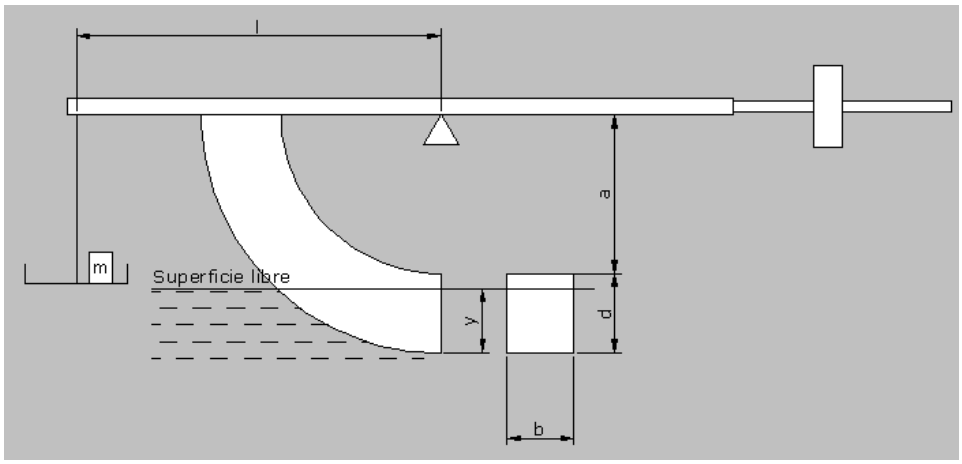


Fig. 2.44 Diagrama de la inmersión parcial.

Fuente: Guía de Práctica de Mecánica de Fluidos, 2004, Universidad Politécnica Salesiana

2.3.1.7 .2 Inmersión completa

Se llena el tanque hidrodinámico hasta cubrir la superficie plana, como se indica en la Fig. 2.45. Se anotan los valores de altura del nivel del agua en la superficie sumergida "y" que será nuevamente el valor referencia cero y los valores de masa con los cuales se equilibra el sistema "m".

Se repite el proceso de llenado a diversas medidas y registro de los valores "Y" y de la masa "m".

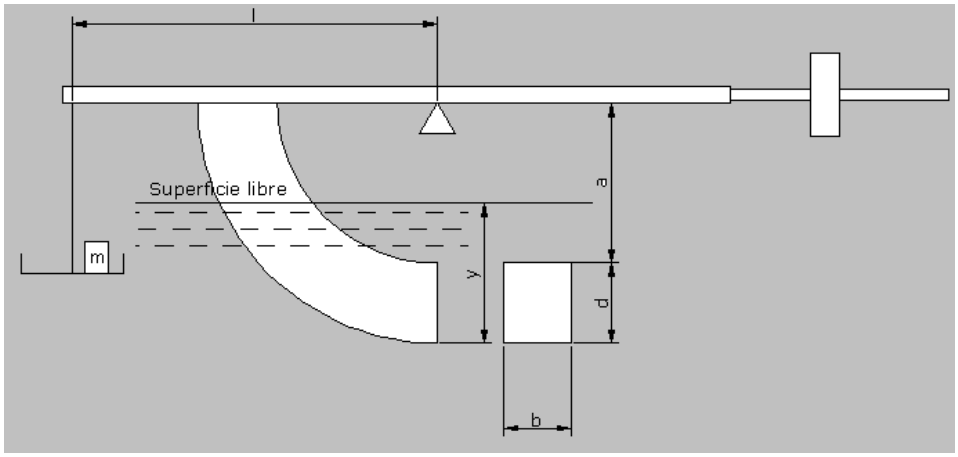


Fig. 2.45 Diagrama de la inmersión completa.

Fuente: Guía de Práctica de Mecánica de Fluidos, 2004, Universidad Politécnica Salesiana

c. Mantenimiento del equipo

Se debe procurar que no existan fugas en el tanque hidrostático. La limpieza del dispositivo antes de su almacenamiento es importante para evitar corrosión y es significativo también sortear golpes o caídas para no generar daños es su estructura.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Presión Hidróstatica	**Marca:**	UPS
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Mecánica de Fluidos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-FL-006
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,24 m	**Peso:**	kg
Ancho:	0,68 m	**Volumen:**	m3
Largo:	0,33 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Eje transversal		Acero	1	320mm	Ubicado sobre la base, sostiene al brazo.
Cuerpo		Color naranja	1	20X 33mm	Montado sobre el brazo
Base		Color gris	1	190X 290X 130mm	Sostiene todo el sistema.
Masa contrapeso		Acero	1	ø60 mm	Ubicado en el extremo del brazo
Nivel		Color Verde	1		Ubicado en l aparte posterior del brazo
Brazo		Color Blanco	1	620mm	Sostiene al cuerpo y contiene el nivel.
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Tanque Hidrostatico		Vidrio	1	300X 420X 200 mm	Montada sobre estructura de soporte

Motores Electricos		**Características Técnicas**					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

2.3.2 MAQUINAS TÉRMICAS

2.3.2.1 FM42 UNIDAD DE DEMOTRACION DE COMPRESOR CENTRÍFUGO

Los compresores de etapas múltiples se utilizan industrialmente para las entregas de alta presión de los flujos de gas o de los derechos de succión. La energía cinética impartida al gas por la rotación del impulsor se convierte en energía de presión que aumenta progresivamente de una etapa a otra.

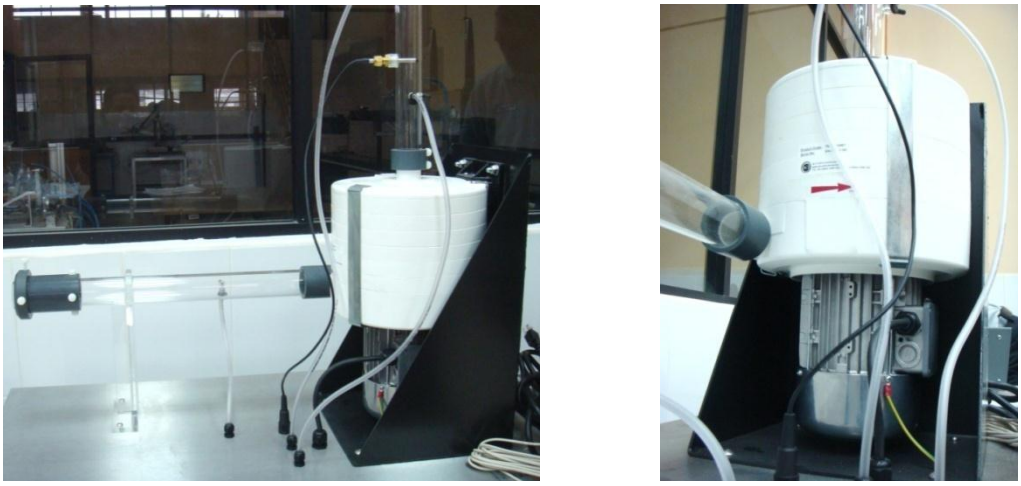


Fig. 2.46 Compresor centrífugo FM42
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

La unidad consiste en un compresor centrífugo (Fig. 2.46) con una serie de 7 etapas (juego de aletas) montados sobre el mismo eje, el cual es manejado por un motor de inducción trifásico montado en un soporte de acero inoxidable y posee además ductos de entrada y salida de aire de acrílico transparente. Cada etapa posee la misma velocidad rotacional.

El ducto vertical o de entrada está montado sobre el compresor (Fig. 2.47). Un orificio es posicionado en la entrada del ducto para medir el flujo de aire. Hay dos juegos de puntos roscados en el ducto de entrada, uno está conectado a un lado del sensor de presión y otro conectado en el ducto de salida, de esta manera el programa nos muestra el diferencial de presión medido a través del compresor. El segundo punto roscado está conectado a un sensor de diferencial de presión que provee una lectura de la presión atmosférica.

El ducto de salida posee las mismas características que el ducto de entrada, más la diferencia radica en que tiene un control de apertura hecho de goma conectado a un collar que debe ser rotado manualmente al girar la goma y reducir o incrementar el área de la sección de la salida.

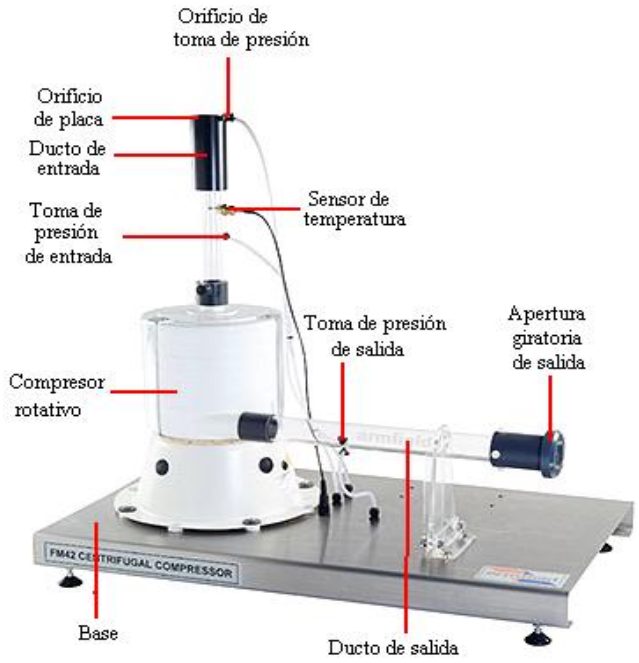


Fig. 2.47 Componentes del Compresor Centrífugo FM42.

Fuente: http://www.discoverarmfield.co.uk/data/fm42/?js=enabled

Los sensores electrónicos miden la presión a través del ventilador, la presión de entrada, caudal y temperatura del aire. La velocidad del compresor es controlada con precisión mediante el inversor electrónico en la unidad IFD7, este inversor también calcula el par producido en el eje de impulsión del motor.

b. Operación del equipo.

Una vez conectada la consola IFD7 al PC y por ende al software, se enciende el compresor con un click en el botón "COMPRESSOR ON", el cual marcará 1 como señal de que el compresor ha empezado a trabajar.

Se debe verificar que los sensores den valores nulos, es decir, las lecturas de los sensores deben estar en cero. Se ajusta la velocidad del ventilador al 100% y verifica que el ventilador empiece a girar y se acelera a 3000 rpm. Una vez el compresor empiece a comprimir se inspecciona que la entrada y el diferencial de compresión cambien en respuesta al flujo de aire.

Se cierra la apertura de salida aflojando los tornillos y girando el cilindro, volviendo a ajustar los tornillos cuando se obtenga el valor deseado, de igual manera se verifica que la tasa de flujo de descarga se aproxime a cero, más no llegue a cero. Se abre completamente la apertura de salida, se ajusta el ventilador a 0% y se debe inspeccionar que el ventilador se detenga y las lecturas de los sensores vuelvan a cero.

c. Mantenimiento del equipo

Para preservar la vida útil y la operación eficiente del equipo, este debe desconectarse de la fuente de energía eléctrica y el agua debe ser drenada del dispositivo. El dispositivo RCD que protege al equipo y se halla ubicado en la parte posterior de la consola IFD7 debe ser probado mensualmente presionando el botón "TEST", si el botón RCD no titila, es indicativo de que el equipo no debe usarse pero debe ser inspeccionado por un técnico.

Se debe realizar la inspección de los cables eléctricos que usa el equipo al menos una vez al año, así como una reconocimiento general de daños o corrosión, la última indica un mal uso del equipo o su almacenamiento en un lugar erróneo.

El exterior del equipo y el interior de los ductos deben ser limpiados periódicamente usando telas compactas con agua fría o tibia más no caliente. El equipo debe ser secado luego de su limpieza para prevenir marcas de agua. De preferencia no usar detergentes, abrasivos, alcohol, solventes orgánicos, ácidos minerales ni detergentes para vidrio.

La **membrana en la apertura** de salida es robusta y debe durar por varios años si se mantiene al equipo de la manera adecuada. De todas maneras si un cambio es necesario debe ser realizado por un experto a pesar de ser un procedimiento sencillo. Se necesita una membrana de repuesto y dos cables de longitud mínima 150 mm, la única herramienta requerida es un destornillador cabeza plana y algunos medios para cortar los cables de plástico. Se usa el destornillador para remover los cuatro tornillos que sujetan al cilindro en la apertura. Se sujeta el collar de la apertura en su lugar, se desliza el cuerpo de la apertura a través del ducto de salida. El rotar el cuerpo suavemente favorece la extracción. Se remueven los cables y la membrana, considerando los agujeros en los que cables son sujetados. Se ajustan los finales de la nueva membrana sobre el fin del ducto de salida y el fin de la sección de rotación así que la membrana se extiende sobre los agujeros de los cables. Se asegura en su lugar con los nuevos cables, que se sujetan sobre la membrana y dentro de los agujeros y se los sujeta a los fines de los cables.

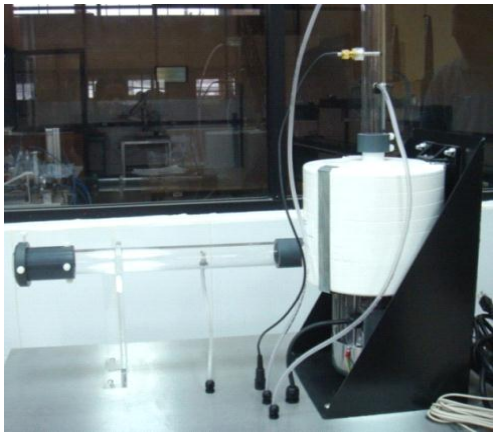
Se desliza el cuerpo de la apertura de vuelta en su posición original, se coloca la sección giratoria y se asegura el dispositivo con los cuatro tornillos de sujeción. Se verifica que el collar rotativo puede ser girado y la membrana esté flexible cuando el collar este en posición neutral.

d. Manejo del Software

REFERIRSE A VIDEO TUTORIAL

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Compresor centrifugo	**Marca:**	Armfield
Serie No:		**Modelo:**	FM42
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Maquinas termicas
Fabricante:	ARMFIELD	**Codigo:**	LI-LM-MT-001
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,945 m	**Peso:**	35 kg
Ancho:	0,51 m	**Volumen:**	0,6 m3
Largo:	0,88 m	**Condición:**	

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Sensor de presión			2			Salida y entrada
Sensor de temperatura			1			Ducto de entrada
Elementos Electricos						
Consola interfase IFD7		024178-006				240 V de salida
Motor						Ubicado bajo el compresor
Autoransformador		024178-007		120V	15 A	
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Base			1	510x880x16		
Ducto			2	Φ=45x 477		Salida y entrada, Acrilico
Compresor rotativo		SN-06048360	1			Siete etapas
Membrana						Caucho , Ubicado en el ducto de salida
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones
Compresor			220 V			3	Ubicado bajo el compresor, sobre su base.

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

2.3.2.2 RA1 SISTEMA DE REFRIGERACION POR COMPRESION DE VAPOR

El sistema de refrigeración por compresión de vapor es el sistema de refrigeración más común utilizado en la actualidad.

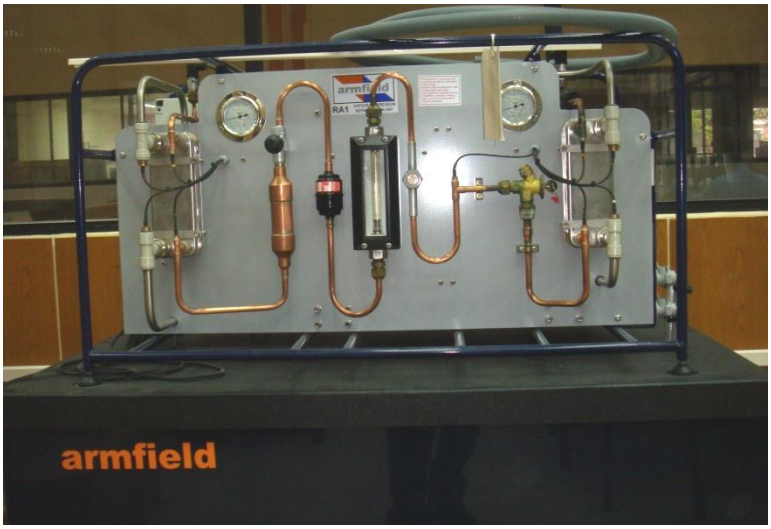


Fig. 2.48 Unidad de refrigeración por compresión de vapor
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El equipo RA1 es un sistema de refrigeración por compresión de vapor controlado por ordenador con la grabación automática de las variables del proceso adecuado con un dispositivo integral de interfaz USB (Fig. 2.48). Esto permite que el estudiante adquiera un conocimiento profundo del proceso de refrigeración por cambio de la operación de las diferentes partes del proceso y el registro de la respuesta del sistema completo.

Los componentes del proceso están montados sobre un bastidor de metal que está diseñado para estar en la parte superior del depósito de agua (Fig. 2.49). El depósito de agua está diseñado para estar en el suelo. Conectores de unión rápida auto sellantes y los tubos flexibles se conectan del depósito a la unidad de refrigeración.

La velocidad del compresor puede ser variada y el par se puede medir a través de un inversor que permite cambios en el desempeño de velocidad y el par puede estar conectado continuamente.

El condensador y evaporador que se utilizan son intercambiadores de calor de placas soldadas con agua como medio de transferencia térmica que permite el equilibrio de la energía total que se generará y las condiciones en el condensador y evaporador pueden variarse con precisión y de forma independiente usando bombas de velocidad variable, la misma que es fijada en el

software, además que el flujo de agua a través de cada intercambiador de calor es independiente dependiendo de la velocidad de la bomba respectiva.

El equipo RA1 está instrumentado con sensores electrónicos de medición de temperaturas a lo largo del proceso, la presión en ambos lados de la velocidad de flujo de agua a través del compresor y el condensador y evaporador, son medidos permitiendo que todos estos parámetros se registren continuamente.

Dos indicadores tipo Bourdon para el refrigerante indican la presión y la temperatura del refrigerante correspondiente a ambos lados del compresor y este es independiente de los sistemas electrónicos.

La fuente de depósito de agua a una temperatura estable y la presión en el condensador y evaporador eliminan las fluctuaciones del sistema. La tasa de flujo de refrigerante también se mide por un caudalímetro de área variable.

La válvula de expansión puede ajustarse para cambiar el punto de funcionamiento, lo cual se conoce como recalentamiento de ajuste. Esta válvula permite que el refrigerante líquido se expanda a través de un agujero de diámetro pequeño causando que el refrigerante disminuya su temperatura considerablemente. El flujo del refrigerante es variado por el termostato dentro de la válvula que está conectado a un detector de temperatura adjunto a la tubería de salida del refrigerante en el evaporador. Luego de la válvula de expansión el refrigerante es 90% líquido y 10% vapor, y el flujo es regulado automáticamente por el termostato que no permite que el evaporador sobrecargado o descargado de refrigerante.

El compresor es impulsado por un motor eléctrico trifásico con un variador que permite alcanzar velocidades de funcionamiento diferentes. El inversor incorpora control vectorial de par y permite que la velocidad y el torque del motor puedan ser medidos y registrados por el PC de control.

La refrigeración por agua del condensador y evaporador de agua caliente utilizan una reserva de agua para reducir al mínimo los cambios en la presión del agua o la temperatura durante la operación. El uso de un depósito para recircular el agua misma continuamente también elimina la necesidad de una conexión de red de agua permanente o el agua que fluye continuamente a la fuga.

El uso de agua como medio de transferencia de calor en el condensador y el evaporador permite un balance energético completo del proceso que se llevará a cabo y los resultados a medir son por ende precisos.

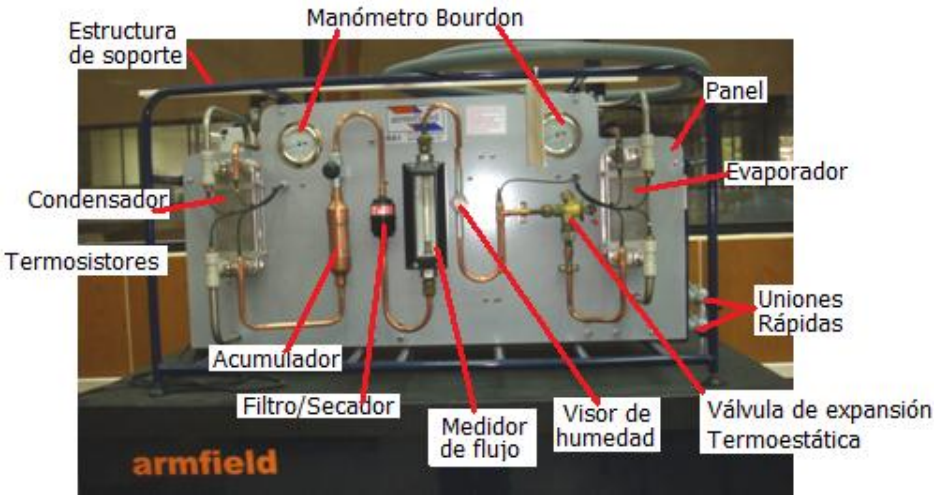
La unidad es totalmente autónoma, que sólo requiere la conexión a un suministro eléctrico y un equipo adecuado. El equipo se suministra con el software necesario e incorpora un dispositivo de interfaz USB del ordenador para conexión directa a un PC.

El refrigerante empleado por el sistema es el 134a, debido a que es amigable con el medio ambiente.

El equipo posee una mirilla para control del refrigerante líquido que pasa por el sistema luego de salir del condensador. En este punto del sistema ninguna burbuja de aire o vapor debe estar presente. Este hecho es muy importante en un sistema con válvula de expansión termoestática debido a que el flujo a través de la válvula se volverá inestable si existe vapor presente. El anillo de color verde colabora con el control ya que cambiará a color amarillo en caso de existir vapor o burbujas de aire en el sistema hasta este punto.

Otros datos importantes del equipo son:

Rango de velocidad del compresor: 200 a 1050 RPM
Potencia de salida del motor: 0,37 kW
Capacidad de trabajo del tanque de agua: 400 litros
Sensores de temperatura: tipo termistor, rango de -10 a 60 º C.
Medidor de caudal de refrigerante: tipo de área variable, entre 9 -38 l / h
Tanque de agua: Longitud: 1,2 m, Anchura: 0,6 m, Altura: 0,84 m.



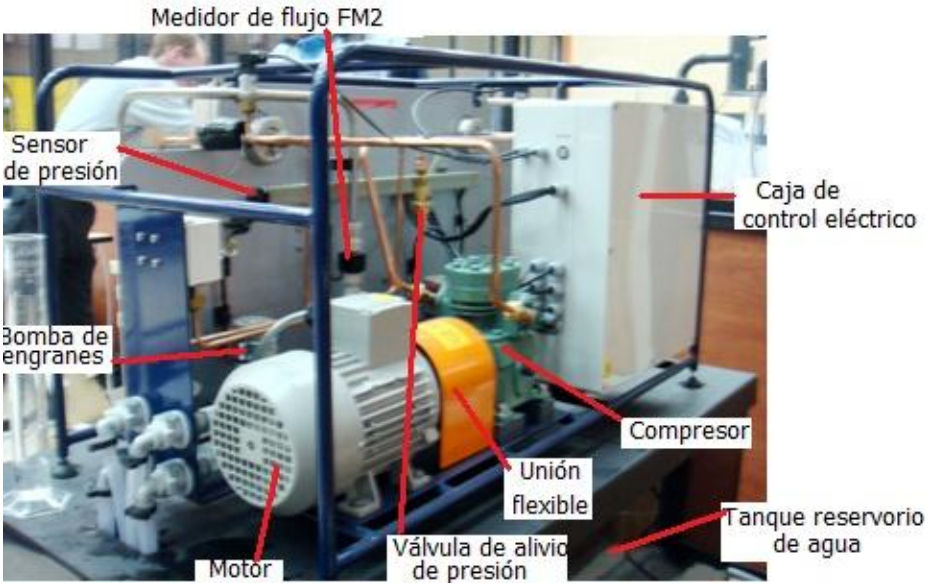


Fig. 2.49 Componentes del equipo RA1

Fuente: La Autora

b. Operación del equipo

Para encender el RA1 se debe asegurar que la interfaz entre el equipo y el software este realizada de manera correcta. Se inspecciona que la RCD y todos los breakers estén en encendidos, no solamente de manera visual en el panel del dispositivo sino también en el software.

Entonces presione el botón "POWER ON" para encender el dispositivo. Se debe tener cuidado con las dos notas en la parte inferior del diagrama del programa de control.

La primera nota indica las altas o bajas temperaturas medidas en T4 y T7, lo cual activará la alarma en el sistema. Si la temperatura en T4 excede 65ºC y en T7 la temperatura disminuye por debajo de - 2.5ºC, el motor del compresor se detendrá automáticamente para prevenir un daño en el sistema. El motor reiniciará su marcha cuando las temperaturas se hayan normalizado en el dispositivo. El problema debe investigarse para determinar si es simplemente un ajuste incorrecto como flujo insuficiente de agua al condensador o un problema del sistema como perdida de refrigerante.

La segunda nota indica los interruptores de alta y baja presión, estos controlan la presión del refrigerante antes y después del compresor. Si ocurre una falla de cualquier índole, será necesario el pulsar el botón "RESET" en la caja de control para resetear el sistema.

De ahora en adelante, el equipo será controlado por el software proporcionado por Armfield.

c. Mantenimiento del equipo

El equipo debe estar desconectado de fuentes de energía y de agua al no estar en uso y el agua debe ser drenada del tanque reservorio.

La válvula de expansión se debe ajustar el compresor al 80%, la velocidad de giro de la bomba de agua del condensador debe ser de 50% y la velocidad de giro de la bomba del evaporador debe ser 70%. Se permite que el sistema de estabilice y entonces lentamente se ajusta la válvula de expansión en pequeños movimientos hasta que el diferencial de temperatura a través del evaporador (T3 – T7) sea de 4ºC a 6ºC.

En la calibración de los sensores de temperatura se debe considerar que los termistores no poseen características lineales y por lo tanto es necesaria la calibración para diferentes temperaturas, además de que las terminales de los mismo no pueden ser sumergidos directamente en un liquido conductor como agua, sino primero deben ser colocados en bolsa plásticas y posteriormente se puede sumergirlos en líquido donde se posea un termómetro de referencia.

El proceso para la calibración empieza por remover cuidadosamente de sus ubicaciones y colocar las terminales en bolsas plásticas. Se debe preparar una taza de agua caliente a no más de 60ºC, temperatura que debe asegurarse con el termómetro de referencia y se introducen los terminales en el agua caliente. En el programa se selecciona la opción “OPTIONS” en “CALIBRATE IFD CHANNELS” en la parte superior del menú. Se selecciona el sensor a calibrar y entonces se ingresa el valor de voltaje y el dato de temperatura de referencia en la tabla luego de seleccionar la opción “MANUAL”. Se disminuye la temperatura del agua y se repite el proceso, de ser posible se puede realizar un ajuste a 0ºC introduciendo hielo al agua.

Cuando la tabla de calibración haya sido concluida, se presiona “PLOT” y “APPLY” y se reinicia el software para que los valores sean guardados en el programa.

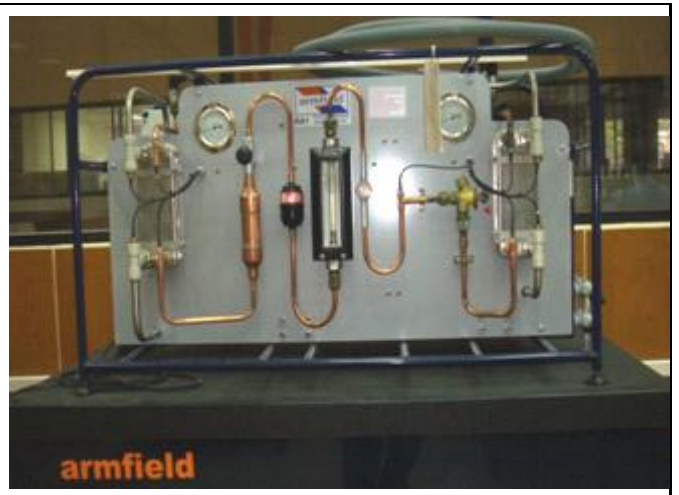
Para la calibración de los sensores de presión se realiza de la misma manera en el software pero se emplean los manómetros Bourdon. Los sensores poseen características lineales y por lo tanto se puede calibrar los sensores en dos puntos de trabajo, alta y baja presión.

d. Manejo del Software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Unidad de refrigeración por compresión de vapor	**Marca:**	Armfield
Serie No:		**Modelo:**	RA 1
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Maquinas térmicas
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI-LM-MT-002
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,60 m	**Peso:**	125 kg
Ancho:	0,52 m	**Volumen:**	1,1 m3
Largo:	0,45 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Sensor de presión	MPM	3100R0010G04B0001	2			Rango: 0-10 bar G
Medidores de presión Bourdon	REFCO	clase 1,6	2			Rando: - 60 °C / 80 °C
Sensor de temperatura		Numeradas	9			En el equipo
Autotransformador			1			
IFD7 Consola de interface			1			
Elementos Electricos						
Compresor de pistón						Ubicado en parte posterior del equipo
Interuptor de presión	DANFOSS	KP15/060-1243	1			
Caja de control eléctrica	ARMFIELD	024004-002	1	220 V	6, A	60 Hz
Bombas de agua de velocidad variable	TRIDENT	M1443,3	2			Ubicado en parte posterior del equipo
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Acumulador		Equipo	1	15 cm * Ø 5 cm		
Condensador	ARMFIELD	Equipo	1			
Evaporador	ARMFIELD	Equipo	1			
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Valvula de alivio de presión		30,16	1	1/4"		Rango 8,4 kgs

Filtro / Secador		DANFOSS	DML 0335	1	1/4"		Serial 023Z4555 Volumen en lt: 0,0387m
Válvula de expansión termostática		DANFOSS	Equipo	1	1/4"		
Visor				1	1/4"		
Visualizador de flujo				1	1/4"		Rango: 9-38 lt
Acoples rápidos			Equipo	4			
Direccionador de flujo				1			Sentido del flujo ↑
Tanque reservorio		ARMFIELD	Equipo	1			Capacidad 400 lt / Ancho: 0,6 m
Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Máquina		0,37	230	1,9	910		cosρ : 0,6. Torque: 3,88 N.m. 5V
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

2.3.2.3 RA2 UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO

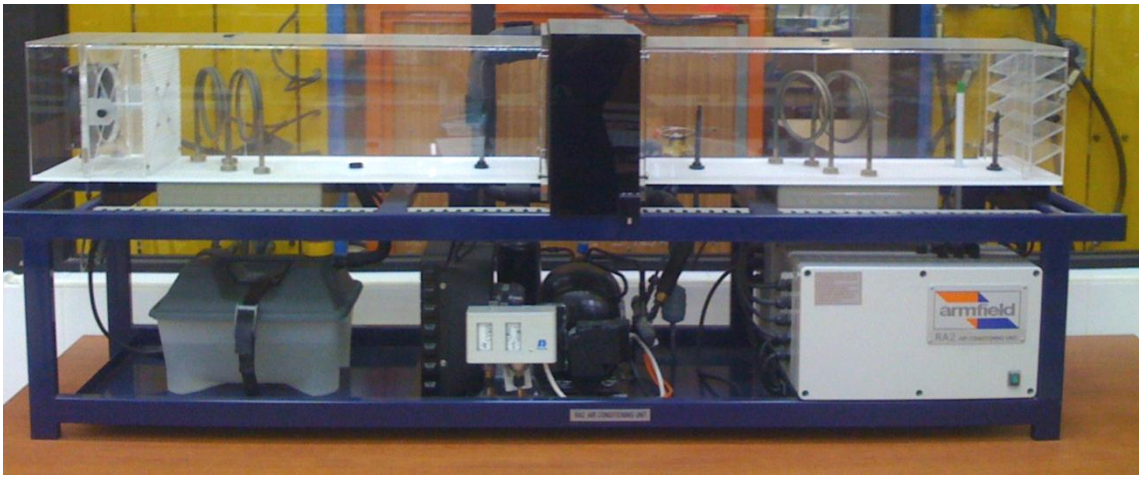


Fig. 2.50 Unidad de Aire Acondicionado RA2.

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El RA2 (Fig. 2.50) es un banco totalmente instrumentado para la enseñanza de todos los aspectos de los sistemas de aire acondicionado.

El conducto está fabricado en material acrílico transparente para mayor visibilidad y montado en un marco de acero pintado. El aire entra por el conducto de un ventilador de velocidad variable, que cuenta con la protección para que el usuario no entre en contacto con las cuchillas, y se pasa a través de un regulador de flujo laminar a los aros de precalentamiento. El aire se hace pasar por una boquilla de una caldera de vapor (Fig. 2.51), que permite que el aire puedas ser humidificado.

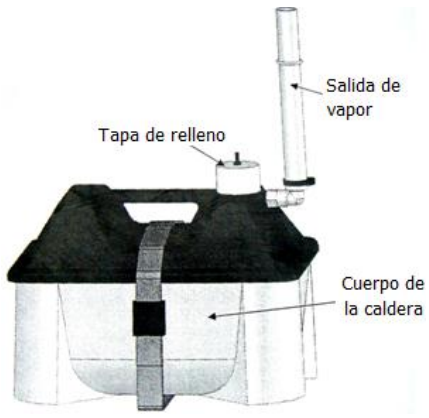


Fig. 2.51 Caldera de humificación

Fuente: Manual Armfield para Unidad de Aire Acondicionado RA2

Los aros de pre y re calentamiento están ubicados de manera angular para generar una transferencia de calor eficiente al aire. Termostatos que controlan la temperatura del aire para proteger al equipo de sobrecalentamiento (Fig. 2.55).

El siguiente componente en el conducto es el evaporador (Fig. 2.52) de la unidad de refrigeración donde a medida que el aire pasa a través del evaporador se enfría y se deshumidifica. La cubierta del evaporador permite que cualquier agua que se condensa del aire que debe recogerse en un recipiente externo. Después de que el evaporador del aire pasa por encima de los elementos de recalentamiento y a través de una salida de ventilación. La capacidad del evaporador es aproximadamente 500 W a 20ºC. El evaporador consiste en una bobina de expansión directa operada por la válvula de expansión termoestática, la cual permite el ingreso del refrigerante R134a suficiente a la bobina para convertirlo de líquido a gas.

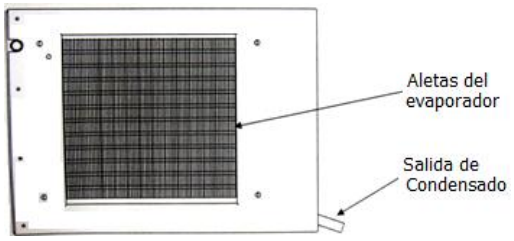


Fig. 2.52 Evaporador

Fuente: Manual Armfield para Unidad de Aire Acondicionado RA2

Los sensores (Fig. 2.53) de temperatura y humedad relativa se proporcionan en la entrada de aire, después de que el precalentamiento y el humidificador, después de que el evaporador y después del recalentamiento. El flujo de aire se mide por un sensor electrónico con rango de 0-10 m/s. La tensión de alimentación de la red se controla en el equipo para permitir el cálculo de las competencias de calefacción eficaces. Los sensores T/RH pueden operar en rango de 10 a 100% de humedad relativa y son resistentes al agua.

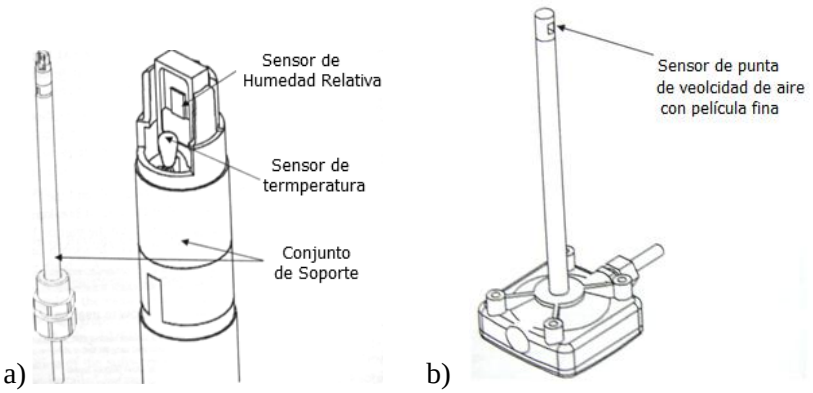


Fig., 2.53 a) Sensores RH/T. b) Sensor de Velocidad de aire

Fuente: Manual Armfield para Unidad de Aire Acondicionado RA2

Por debajo del conducto se montan la caldera de vapor para el humidificador que es fabricado en plástico con capacidad de 5 L, donde el agua es hervida por medio del calentamiento del elemento eléctrico (2kW) y posee un interruptor para proteger al elemento en caso de faltar agua en la caldera. De igual manera, el compresor y el condensador para el sistema de refrigeración y la caja de control electrónico se hallan a nivel del humificador (Fig. 2.54).

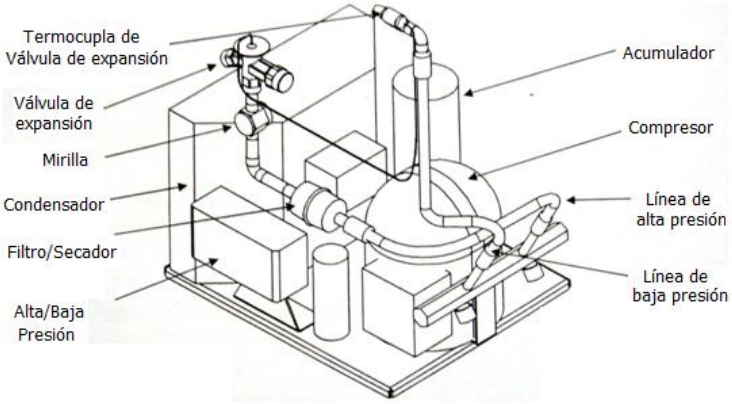


Fig. 2.54 Componentes de la Unidad de Condensación

Fuente: Manual Armfield para Unidad de Aire Acondicionado RA2

Otros detalles técnicos de consideración son:

Dimensiones de conducto: 200 mm x 200 mm

Velocidad Variable del aire: > 1 m / s

Aros pre-calentadores de 400W.

Aros re-calentadores de 200W.

Refrigerante R134a.

Potencia nominal de la caldera 2KW.

Enfriadores de energía 500W nominales.

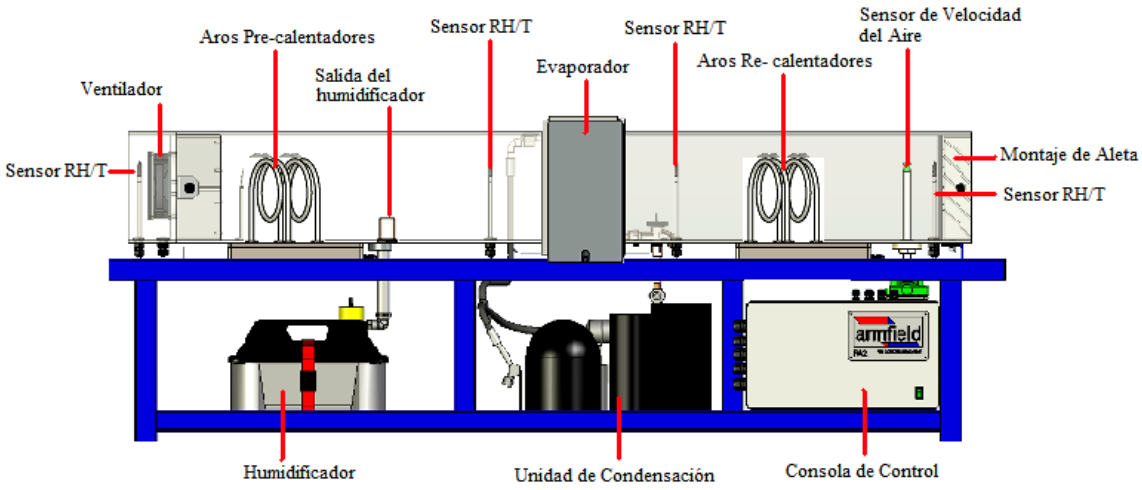


Fig. 2.55 Componentes del equipo.

Fuente: La Autora

b. Operación del equipo

Se debe verificar que el equipo este en correcto estado. Se conecta las fuentes de energía y se enlaza el dispositivo con el PC.

Se debe tener en consideración que el ventilador debe permanecer siempre encendido cuando se empleen los aros pre y post calentadores para evitar daños al ducto de acrílico.

Se ingresa al software de control y se verifica que todos los datos iniciales estén en 0, como paso adicional se llena el tanque reservorio de agua para generar el efecto de humedad de ser necesario.

El humificador es controlado por el software por medio de un controlador PID dentro del programa que mantiene a la cadera ajustada a la temperatura medida en el termosistor T5. El nivel del agua debe ser monitoreado mientras se usa el equipo y debe ser llenado en caso de un nivel bajo de agua. Los valores de SET POINT, PROPORTIONAL BAND, INTEGRAL y DERIVATIVE TIMES deben ser ajustados por el estudiante y el valor de potencia de la caldera debe ser introducido como porcentaje.

El manejo total del equipo se da mediante el software de control.

c. Mantenimiento del equipo

El equipo debe ser desconectado de fuentes de energía y fuentes de agua, y debe ser drenado antes de su almacenaje.

Se debe comprobar el funcionamiento de la RCD por medio del botón TEST, de manera similar a lo realizado en otros equipos (Fig. 2.56).

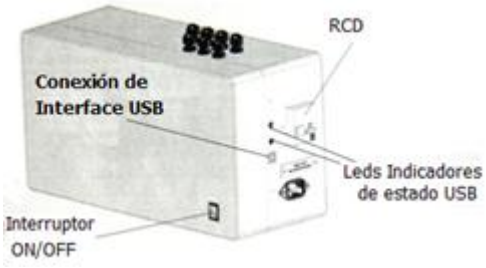


Fig. 2.56 Caja de control y Conexión USB
Fuente: Manual Armfield para Unidad de Aire Acondicionado RA2

Para calibrar los sensores de humedad relativa se debe ingresar al software y seleccionar "opciones" y seleccionar "Calibrate IFD Channels", lo cual abre la ventana de calibración. En

la parte superior de la ventana se selecciona el sensor a ser calibrado y se presiona el botón "Direct".

Se muestra un grafico y una tabla de calibración. Cada sensor posee un número marcado en él y los certificados de calibración son proveídos por cada número que define la compensación del cero y la pendiente para el sensor.

Los demás valores de calibración tomaran efecto luego del reinicio del software y serán guardados dentro del programa hasta una nueva calibración.

Los sensores de temperatura y flujo de aire no necesitan calibración, en caso de calibrarlos se realiza de la misma forma que para los sensores de humedad.

Para limpiar el ducto de ventilación se debe desarmar el equipo en sus cuatro partes: el ensamble izquierdo, ensamble derecho, ensamble del ventilador y ensamble de rejilla.

El ventilador puede ser extraído desenroscando los 2 tornillos que lo sujetan, lo mismo se realiza con la ventanilla al final del ducto. Tanto el ensamble izquierdo como el derecho pueden extraerse sacando los 4 tornillos que tiene cada ensamble en su base.

Se debe tener cuidado con los sensores y los aros calentadores para que no sufran daño con la pieza.

Se debe usar esponja con un cepillo de cerdas suaves para la limpieza con agua fría o tibia, y un detergente no abrasivo en caso de ser necesario. Para limpiar las manchas en los ductos de acrílico no se deben usar solventes sino un pulidor especial para superficies plásticas.

El sensor de velocidad debe ser limpiado usando aire o un cepillo suave, o un poco de alcohol isopropil.

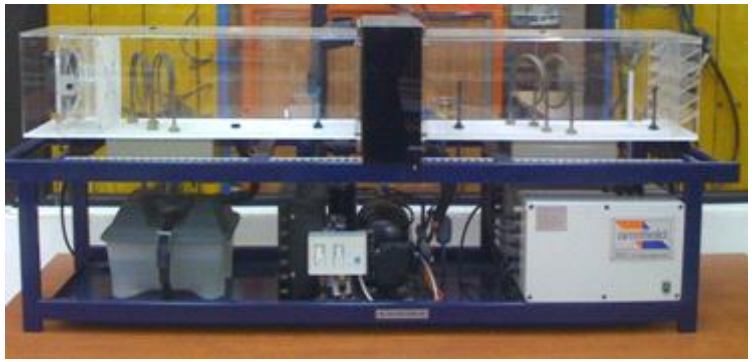
El contenedor de agua se debe limpiar con agua destilada y luego ser secada completamente.

d. Manejo del Software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Unidad de Aire Acondicionado	**Marca:**	ArmField
Serie No:		**Modelo:**	RA2
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Maquinas Termicas
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI-LM-MT-003
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,60 m	**Peso:**	150 kg
Ancho:	0,40 m	**Volumen:**	1,2 m3
Largo:	1,72 m	**Condición:**	**Buena**

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Sensor de temperatura y humedad relativa RH/T			4	220		0-100% HR, al interior de las secciones de trabajo.
Sensor de velocidad de aire			1			Rango 0-10 m/s
Interface IFD7	Armfield	SC5821	1	110/220		50-60 Hz
Humificador	Armfield	Mod. 5S76		320V/50Hz		2KW / volumen total 52
Elementos Electricos						
Ventilador	EBMPAPST	5214NN	1	24 V DC	271 mA	0,5 W
Anillos precalentadores			2			200 W
Anilos recalentadores			2			200 W
Evaporador						Refrigerante R134a
Unidad de condensacion		THB4419Y HR	1	220/240	16	50 HZ
Autotransformador		Ser. N671893				

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Ensamble ranurado	Armfield	Equipo			5 ranuras

Motores Electricos		Características Técnicas					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

2.3.2.4 CALDERA ELECON 7.5 -10 BHP



Fig. 2.57 Caldera ELECON 7.5 - 10 BHP.
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo.

La caldera ELECON 7.5 BHP (Fig. 2.57) es de tipo pirotubular vertical con una presión máxima de 100 PSI durante el trabajo.

Se halla formada por un cuerpo cubierto con planchas de acero inoxidable dentro del cual se encuentra una capa de lana de vidrio como aislante térmico y en su hogar se hallan los tubos de humos que generan la transferencia de calor.

La presión de trabajo es controlada mediante el presostato ubicado en la parte anterior de la caldera sobre el controlador del nivel de agua.

Tipo:	Pirotubular vertical	**Presión de trabajo**	100 PSI (689.5 kPa)
Temperatura vapor saturado	329ºF (165ºC)	**Tipo de combustible**	Gas propano
Potencia:	250 Hp	**Amperaje**	11 A

Capacidad:	10 BHP	**Consumo de comb. (máx. Carga)**	10 kg/h
Fabrica:	ELECON	**Voltaje**	110 V
Modelo Nº	CAL EO7.5GO611	**Año de fabricación**	2007
Serial Nº	CE-7.5HPG001	**Número de pasos**	3
Diámetro exterior de tubos	1 in. Ced – 10	**Material de los tubos**	ASTM A-312-T.304L
Numero de tubos:	52		

Tabla 2.9 Características del Caldero ELECON 7.5 – 10 BHP.

Fuente: La Autora conjunto con datos de Manual de Caldero ELECON 7.5-10 HP

El controlador PLC incorporado en la caja de control permite que una vez programada la temperatura deseada, la caldera mantenga esta temperatura constante en forma automática y permitiendo un ahorro de combustible y energía.

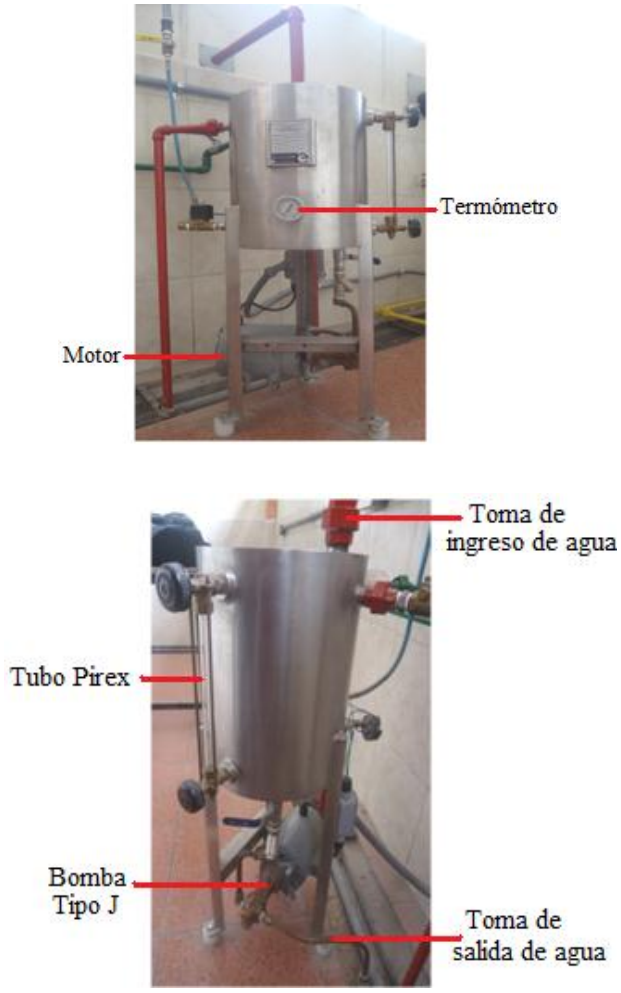


Fig. 2.58 Tanque de Condensado con sus componentes.

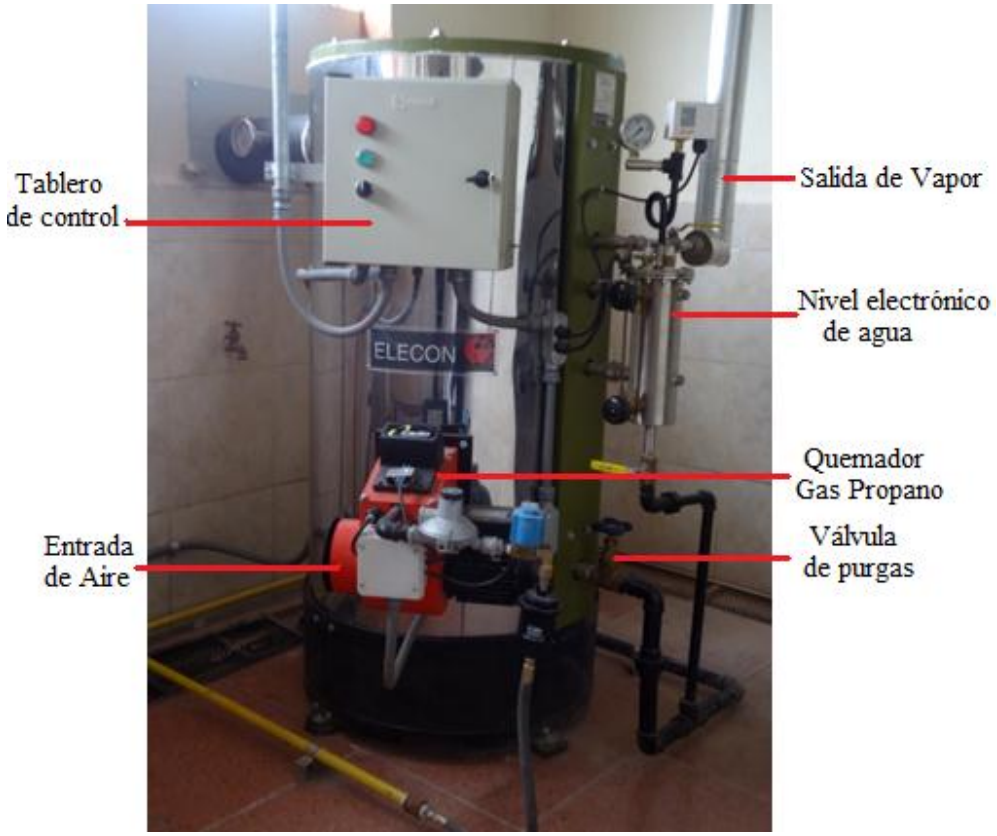
Fuente: La Autora

Para el ingreso de agua de alimentación, se posee el tanque de condensado (Fig. 2.58), el cual proporciona el agua a la temperatura adecuada a la caldera, en este caso la calienta por medio de la electroválvula que es abierta mediante un termostato. El control de temperatura del agua se realiza mediante el termómetro de carátula que se posee en la parte baja del tanque.

La entrada de agua se realiza mediante la conexión en su base con la tubería de acero de 1in de diámetro y la salida de gases por medio de la tubería de 2 in en la parte posterior del cuerpo, la temperatura de salida de gases es muy importante debido a que es un indicador de la calidad de combustión de la caldera y el estado de la misma, por lo tanto se controla mediante un termómetro de carátula ubicado en la tubería.

La electroválvula ubicada sobre el quemador permite el cierre al paso del combustible en caso de no haber llama y la fotocélula permite el destello inicial para el encendido del quemador (Fig. 2.59).

Una seguridad básica de la caldera es la válvula de seguridad, la misma que en caso de subir la presión en el interior del equipo, está se abrirá para aliviar la presión excesiva al ambiente.




Transformador
Regulador de Presión
Motor
Electroválvula ev
Filtro de gas


Chimenea
Válvula de seguridad
Registro de limpieza
Entrada de agua
ELECON

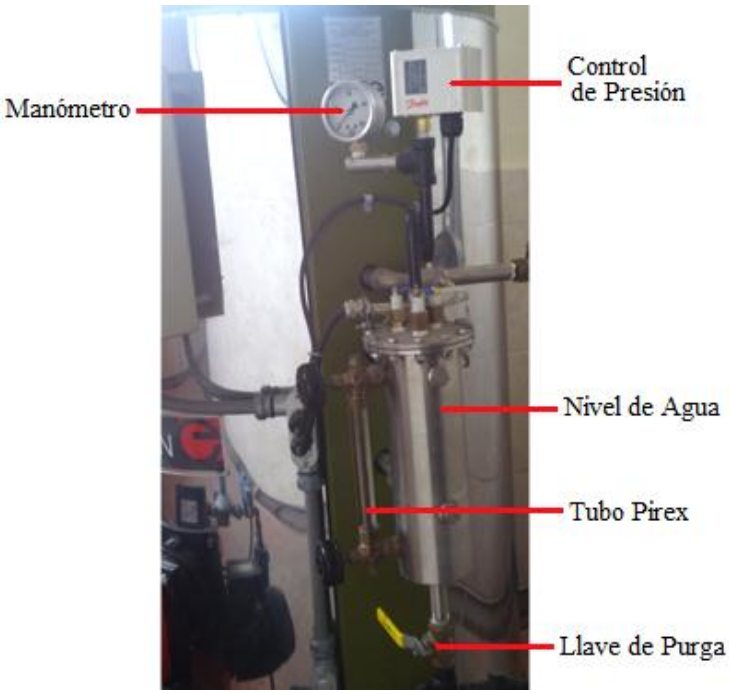


Fig. 2.59 Caldera ELECON 7.5 BHP y sus partes.

Fuente: La Autora

b. Operación del equipo.

- *Antes de encender el equipo*

- Inspeccionar que la válvula de salida de vapor este cerrada.
- Verificar que las válvula de nivel de agua estén abiertas, esto se distingue cuando durante el ingreso del agua el nivel se puede ver en el tubo pirex.
- Verificar que la llave de desfogue de agua este cerrada y con el correspondiente tapón y de igual manera inspeccionar que la llave de purga esté cerrada (posición horizontal).
- La llave de paso de gas y la llave de paso de agua siempre deben estar abiertas.

- *Durante el manejo del equipo.*

Debido al PLC incorporado en su caja de control, se presiona el botón de encendido (verde) el cual iniciará el quemador por medio del chispazo inicial de la fotocélula o sensor de llama incorporado en el cuerpo del quemador, se debe destapar la tapa superior donde se halla el transformador HV y el sujetador de la fotocélula, así mismo, dentro del quemador se encuentra el sensor de giro, al destapar el quemador se podrá observar una platina.

El sensor de giro debe tener un grado de libertad oscilando en una dirección y haciendo contacto con la arandela cuando exista flujo de aire en el quemador.

Cuando el equipo se halla funcionando sin ningún problema se podrá observar que el foco piloto permanece encendido.

Se procede entonces a llenar el tanque de condensado y verificado que el nivel de agua sea el correcto, se calienta el agua de ingreso a 80 ºC para evitar el choque térmico con el interior de la caldera, alcanzada la temperatura de agua de ingreso se permite el paso de la misma a la caldera.

Se debe esperar aproximadamente 30 minutos para que la caldera empiece a generar vapor, este vapor es trasladado por medio de las tuberías aisladas hacia el manyfull, el cual distribuye el vapor al sistema, en este caso hacia el intercambiador de calor de coraza y tubos que cumplirá su función recibiendo el vapor concebido.

Una vez que se ha generado vapor, la caldera puede trabajar de manera continua proporcionando vapor.

Se debe verificar que el suministro de agua y gas sea continuo y que no existan fugas de vapor en el tapón de entrada de químicos.

Cuando la caldera haya alcanzado su máxima presión de trabajo y antes de abrir la llave de salida de vapor, se debe abrir y cerrar la llave de purga durante 5 segundos y luego cerrarla con la finalidad de que todas las impurezas posibles que estén en el caldero sean evacuadas.

Una vez alcanzada la presión de trabajo se abre lentamente la llave de salida de vapor para evitar que se la tubería comience a oscilar y genere golpe de ariete.

- *Tras el uso del equipo.*

Para apagar el caldero se debe colocar el selector en la posición de apagado y verificar que la llave de salida vapor este cerrada.

Purgar la caldera para evitar la corrosión de los tubos internos, se debe esperar que la misma disminuya su presión y por ende la temperatura se reduzca considerablemente.

b.1 Detección de errores

Aunque la caldera funciona automáticamente, al detectar un error el ciclo de encendido es reiniciado de manera autómata, cabe recalcar que si se detectan tres errores consecutivos la caldera dejará de funcionar y mantendrá la señal de error.

Los errores que pueden presentarse debido a una falla en su funcionamiento son:

b.1.1 Falta de agua

El nivel de agua se visualiza en el tubo pirex en el caldero y su nivel mínimo es 1/3 de dicho tubo. Al detectar este error no se reinicia automáticamente debido a que al no contar con la cantidad mínima de agua este no debería encenderse.

Se debe visualizar el mensaje "NIVEL DE AGUA MÍNIMO".

b.1.1.1 Soluciones

Si el nivel de agua en el tubo pirex es bajo, se debe colocar el selector de la bomba en manual (posición izquierda), encendiéndola y llenando la caldera hasta el nivel mínimo de agua requerido. En caso de que la caldera no esté llenándose de agua a pesar de que la bomba esté encendida, se debe revisar el tanque de condensado para verificar que no se halle suciedad en su base y así mismo revisar el filtro de agua.

Si el nivel de agua en el tubo pirex es mayor a lo requerido en la caldera se debe revisar las sondas de control de nivel de agua para asegurar que están libres de suciedad, de igual manera se debe revisar los relés del tablero de control electrónico y el rectificador ELECON de dicho tablero.

Se debe recordar que la bomba debe apagarse automáticamente el momento en que se llega al nivel máximo de agua.

b.1.2 Error de encendido

Este error es producto de un fallo en el sensor de llama (fotocélula), esto indica que se ha detectado una llama ya previa en el quemador sin que se halle funcionando el mismo, lo cual **indica que la fotocélula esta cortocircuitada**. Se da en dos oportunidades, *antes de presionar arranque* en el tablero o *después de llegar a la presión de trabajo*.

Se indica el mensaje "ERROR DE ENCENDIDO FOTOCELULA CERRADA".

En caso de encontrarse **abierta la fotocélula**, el quemador no tendrá llama interna cuando la electroválvula y el transformador se encuentran activadas así como la salida del LOGO hacia el motor del quemador.

b.1.2.1 Soluciones

En caso de que la fotocélula esté cortocircuitada se debe revisar el correcto funcionamiento por medio de un multímetro, considerando la resistencia de calibración colocada desde la fábrica.

Si la fotocélula se halla abierta, se debe revisar que se halle abierta la llave del combustible y que exista la mínima cantidad para el funcionamiento de la caldera. Inspeccionar empleando un multímetro el funcionamiento de la fotocélula.

En caso de que la fotocélula esté en perfecto estado, se debe modificar la resistencia de calibración, dichas resistencias tienen ½ W de potencia.

b.1.3 Error de arranque

Si el **sensor de giro se halla cerrado** este detecta que existe flujo de aire dentro del quemador sin que se halle funcionando el motor del mismo. Se da en dos oportunidades, *antes de presionar arranque* en el tablero o *después de llegar a la presión de trabajo*.

Se indica el mensaje “ERROR DE ARRANQUE SENSOR DE GIRO CERRADO”

Cuando el **sensor de giro se encuentre abierto** quiere decir que no existe flujo de aire en el quemador cuando la salida del LOGO hacia el motor del quemador se encuentra activa.

Se indica el mensaje “ERROR DE ARRANQUE SENSOR DE GIRO ABIERTO”

b.1.3.1 Soluciones

En caso de que el sensor de giro esté cerrado, se debe revisar que éste se encuentre limpio o en contacto con la arandela.

Se debe revisar que el sensor de giro posea un grado de libertad y que el motor del quemador se halle en condiciones de funcionamiento adecuadas.

c. Mantenimiento del Equipo.

Se debe procurar que el tanque de condensado y la caldera sean purgados luego de su utilización siempre y cuando la temperatura haya disminuido así como la presión de manera considerable para evitar accidentes.

Se debe inspeccionar periódicamente que no exista hollín las tuberías de salida, caso contrario estaría dándose un problema en la combustión.

Realizar un análisis de gases de manera de controlar la calidad de la combustión de la caldera, esto con fines de prevenir accidentes y para determinar un posible baqueteado de la misma.

Los parámetros de seguridad a considerar son el control de la presión con el presostato, el control de nivel de agua con los visores en la parte lateral de la caldera y el tanque de condensado.

El cambio de filtro de agua se debe realizar cada 600 horas de trabajo mientras que el cambio de filtro de gas se debe efectuar cada 800 horas, en cuanto a este último filtro, el reemplazo debe hacerse con un filtro del mismo tipo y que posea la misma numeración, caso contrario la combustión será defectuosa en el quemador.

Es recomendación del fabricante que el baqueteado se realice cada 800 horas de trabajo, dependiendo de la calidad y limpieza del combustible. La forma en que se detecta el tiempo de baqueteado es mediante el sonido que produce la caldera al operar, el cual debe ser continuo.

Con lo que respecta al lavado químico, se debe realizar antes del primer funcionamiento de la caldera para eliminar cualquier tipo de grasas o impurezas tales como óxidos que se hallen en el interior de la caldera. Cada 2000 horas es recomendable abrir el registro de limpieza de la caldera y verificar de manera visual el estado de los tubos y encaso de existir oxidación excesiva o incrustaciones es necesario un lavado químico.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 1 / 3



Maquina-Equipo:	Calderon 7,5 BHP	**Marca:**	Elecon
Serie No:	CE - 7,5 HPE 001	**Modelo:**	CAL - EO 7,5 GO611
Ubicación:	Laboratorio de Ingenieria	**Sección:**	Maquinas termicas
Fabricante:	Elecon	**Codigo:**	LI - LM - MT - 004
Representante:	Elecon	**Tipo:**	Calentador piro tubular vertical
Caracteristicas Generales			
Altura:	**1,36 m**	**Peso:**	**kg**
Diametro:	**0,63 m**	**Capacidad:**	**7,5 VHP**
Largo:	**m**	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Presostato	Telemecanic	6448	2	230 V	10:00 AM	
Breaker	Siemens	55 * 1	1	220 V		
PLC LOGO! 230 RC	Siemens	6EDI052 - IFB	1	240 V		00 - 0BA5
Elementos Electricos						
Ventilador	CARLIN	41000/PQ5 - 175	1	220 V		
Motor	SEAR	KF /1/1769851	1	120 V	4,4 A	3450 RPM/60 Hz/0,37 Kw/0,5 HP/44 IP
Presostato	Danfoss		1			0 - 2, H m3/h / 40 - 9m / 20uF / 6 kg
Solenoide valvulas	Danfoss	042N7430	1	110 V		10 W
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Ducto para gases de combustion						
Lana de vidrio						
Valvula de presion	G.P.L	738	1			10 kg / h
Manometro analogico	EPEO		1			0 - 200 PSI
Nivel de agua			1			Visor Vidrio / Nivel electrico
Valvula de bola	Apollo	60 w 06	3	1/2"		Mango amarillo / cuerpo bronce
Manometro	McAir		1			0 - 3 PSI

Codos			T - 304	2	1 / 2"		
Codos			304	1	1 / 2"		
Accesorios		**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Codos				2	1 / 2"		
Codos				4	1"		
Uniones				2	1"		
Uniones				4	1 / 2"		
Valvula de globo		NI800		1			125 SWF
Valvula check		Gelbert	1 / 2 160	2	1 / 2"		
Uniones		K I	316	3	1 / 2"		
Termometro				1			10 - 250 °C
FiHc		Nova	TF-49079	1			Flujo acendente
Tuberias					1 / 2" * 340 cm		Dividida en tramos
Tuberias					1" *145 cm		Dividida en tramos
Motores Electricos		**Características Técnicas**					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 2 / 3



Maquina-Equipo:	Tanque de Condensación	**Marca:**	Elecon
Serie No:	CE - 7,5 HPE 001	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenieria	**Sección:**	Maquinas termicas
Fabricante:	Elecon	**Codigo:**	Parte de la caldera
Representante:	Elecon	**Tipo:**	Reservorio agua caliente
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,49 m	**Peso:**	kg
Diametro:	0,29 m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Bomba de agua	OBEP DORFER	6656	1			5008 - 5J
Motor	General Electric	5XC55INI501	1	115 - 230V		1 HP / 725 RPM
Calentador agua	Termowat	R - T - M	1	250V	15A	
Valvula selecnoide presion	Mit - UNIV - CAS	US - 10 NTT	1	110V		
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Termometro analogico	Winte´s		1			10 - 150 °C
Visor de nivel			1			Tubo de vidrio
Valvula check		GW617NPN20	1	1 / 2"		Flujo descendente
Union		316	4	1 / 2"		
Valvula bola	Val - GE	PN 25	1	1 / 2"		
Valvula bola	Ball Valvue	S 304	1	1 / 2"		
Tuberia (agua caliente)				1 / 2 "		102 cm por tramos
Tuberia (agua caliente)				1"		75 cm por tramos
Tuberia (agua fria)			1	1 / 2"		182 cm por tramos

Codos			4	1 / 2"		
Codos			1	1"		
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Motores Electricos						
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación						
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas						

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 3 / 3



Maquina-Equipo:	Distribuidor de Vapor	**Marca:**	Elecon
Serie No:	CE - 7,5 HPE 001	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenieria	**Sección:**	Maquinas termicas
Fabricante:	Elecon	**Codigo:**	Parte de la caldera
Representante:	Elecon	**Tipo:**	Accesorio
Caracteristicas Generales			
Altura:	**m**	**Peso:**	**kg**
Diametro:	**0,9 m**	**Volumen:**	**m3**
Largo:	**0,49 m**	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Elementos Electricos						

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Termometro de caratula	Winter´s		1		10 - 250 °C
Manometro de presion	Empeu		1		0 - 200 PSI
Valvula de bola	Ball valvue	304	5		
Uniones		316	5	1 / 2"	
Codo		316	1	1 / 2"	
Tapa		316		1 / 2"	

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

2.3.3 TRANSFERENCIA DE CALOR

2.3.3.1 HT10XC UNIDAD DE TRANSFERENCIA DE CALOR



Fig. 2.60 Unidad de Transferencia de calor HT10XC

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El HT10XC de Armfield (Fig. 2.60) es una unidad de servicio, que puede ser usado en conjunción con una gama de accesorios de pequeña escala para una amplia gama de manifestaciones en los modos de transferencia de calor. Los factores que afectan la transferencia de calor pueden ser investigados y algunos de los problemas prácticos asociados a la transferencia de calor se pueden demostrar con claridad.

Los accesorios de transferencia de calor puede ser individual relacionada con la unidad de servicio HT10XC, que proporciona los materiales necesarios y las instalaciones eléctricas de medición para la investigación y comparación de las diferentes características de la transferencia de calor.

Una característica específica de la HT10XC es que incorpora las instalaciones y medidas de seguridad para permitir que los accesorios para ser controlado remotamente desde una computadora externa, cuando sea apropiado. Con adecuado (usuario siempre) de software, esto significa que el equipo puede ser controlado de forma remota, por ejemplo a través de una intra-net o incluso a través de Internet. Todas las instalaciones también se puede acceder localmente utilizando los controles del panel frontal y la pantalla.

Posee 10 entradas de temperatura (Fig. 2.61) y circuitos de acondicionamiento para los termopares tipo K: 9 apagado, 0 a 133 ° C, resolución <0.1 ° C y 1 en la posición 10, 000-500 ° C, resolución <0,15 ° C. Instrumentación de insumos para la tensión de calefacción,

calentador de corriente, el flujo de aire, flujo de agua, la radiación y medidor de luz. Integral de interfaz USB, y software educativo para todos los accesorios. Regulador del circuito de seguridad del operador y equipo en caso de falla en la computadora o interfaz al ser controlados de forma remota (por ejemplo, en una red o el usuario de Internet utilizando el software escrito).

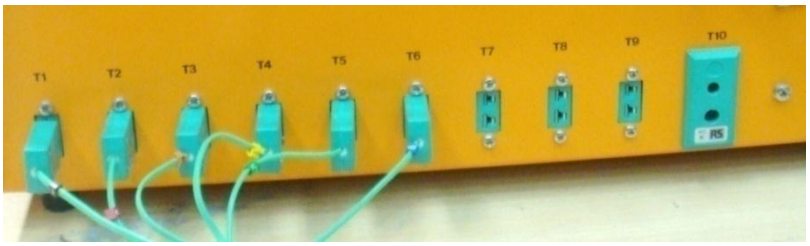


Fig. 2.61 Entradas de termocuplas
Fuente: La Autora

b. Operación del equipo

a. *Modo manual*

En modo manual, las salidas están bajo el control de los potenciómetros en el panel frontal de la unidad. Un potenciómetro giratorio controla el voltaje para el calentamiento mientras que otro potenciómetro igualmente giratorio controla la salida auxiliar.

El modo manual se consigue cuando el interruptor manual esta encendido y el interruptor Manual / Remoto esta en manual.

Las salidas del accesorio son mostradas en las pantallas del panel frontal. Una pantalla es usada para las diez entradas de temperatura, y el interruptor de selección es usado para escoger la entrada apropiada. Similarmente, todas las otras entradas son mostradas en otra pantalla y otro interruptor de selección es usado para escoger la entrada que será mostrada.

b. *Modo remoto*

En modo remoto las dos salidas a los accesorios son controladas por computadora o un dispositivo externo.

Como la salida que genera calor es capaz de proveer grandes corrientes y producir altas temperaturas en los accesorios, el equipo contiene protecciones incorporadas para la seguridad del operador y del dispositivo en caso de una falla de la computadora.

Para el **modo remoto** se deben seguir las siguientes condiciones:

- El interruptor principal de la consola HT10XC debe estar encendido.
- El interruptor de manejo Manual/Remoto se debe posicionar en Remoto.
- El control "Watchdog" debe estar generando pulsos entre 0 y 1.
- La unidad puede ser completamente cargada ajustando el pulsante "Power On" en la interface.

En caso de alguna falla del control del equipo, los pulsos en la vigilancia "Watchdog" se detendrán y luego de unos segundos el equipo se auto ajustará a la condición inicial, es decir se reseteará. En modo automático las lecturas de los sensores son usualmente mostradas en la computadora según el software usado.

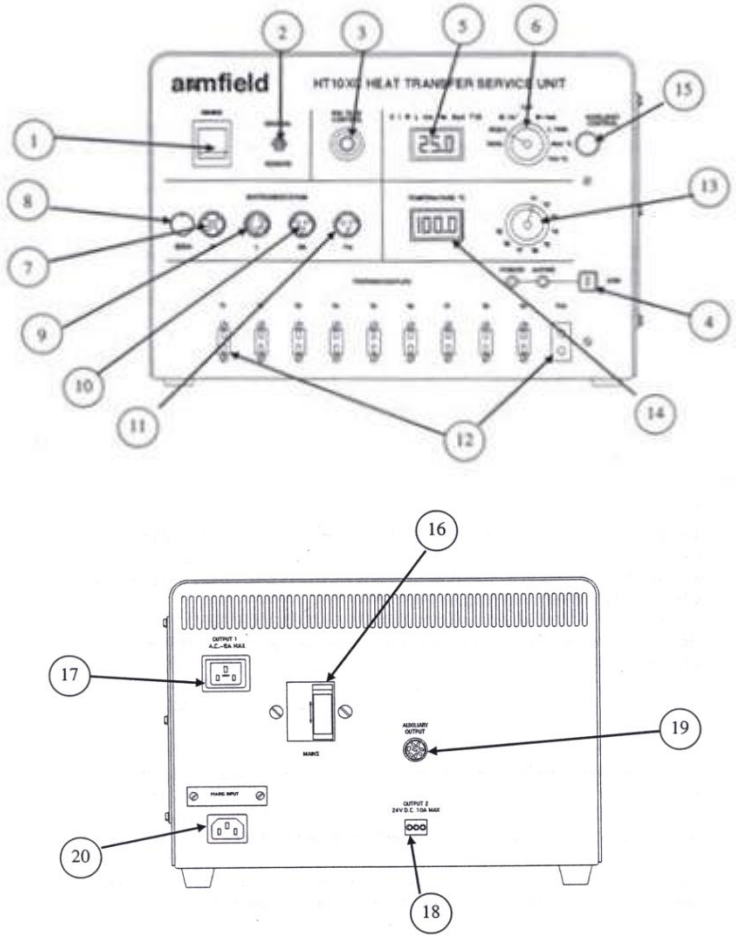


Fig. 2.62 Unidad de Servicio HT10XC

Fuente: Manual Armfield para Unidad de Servicio HT10XC

1. *Interruptor Principal*.- Permite que la unidad sea apagada totalmente o habilitada.
2. *Interruptor Manual/Remoto*.- Define si la unidad será operada bajo el control de panel o bajo el control de computadora.

3. *Potenciómetro de voltaje DC*.- se alimenta de la conexión de salida desde la parte posterior de la unidad (OUTPUT 2), y está marcada como VOLTAGE CONTROL. El rango de salida de voltaje es ajustable de 0 a 24 V, con resolución de 0.1 V.
4. *Puerto USB*.- Conexión para uso externo.
5. *Panel de medición*.- monitorea el voltaje suministrado al equipo.
6. *Interruptor de selección de medida*.- Ajusta las unidades de los datos a medir. En caso de medirse intensidad se ajusta en I, donde se medirá en Amperios en rango de 0 a 9 A y resolución de 0.01 A.
7. *Conexión para medir radiación térmica (R).*
8. *Potenciómetro Zero*.- Permite corregir los datos de la radiación térmica.
9. *Conexión para medir la iluminación* (L).
10. *Conexión para medir la velocidad el aire* (Ua).
11. *Flujo de agua de enfriamiento (Fw).*- Se mede en litros/minuto en rango de 0 a 1.50 l/min con resolución de 0.01 l/min.
12. *Termocuplas tipo K*.- cada termocupla esta numerada para permitir la conexión apropiada con el equipo. La temperatura a leer se selecciona por un interruptor y se muestra en la pantalla al lado izquierdo. Las termocuplas T1-T9 son conectadas con plugs, y miden en rango de 0 a 133 ºC en resolución de 0.1 ºC. la termocupla T10 es conectada con un plug estándar, mide en rango de 0 a 600 ºC a resolución de 1 ºC. las entradas son polarizadas por tamaño para prevenir que termocuplas de alta temperatura sean conectadas en canales de baja temperatura.
13. *Interruptor de selección de temperatura*.
14. *Panel de visualización de temperatura*.
15. *Potenciómetro auxiliar de control*.- Controla la salida de la válvula de control e flujo de agua de enfriamiento. El porcentaje de salida se ve en el panel cuando el selector de unidades se ajusta en Aux.
16. *Breaker de corriente residual*.- Es un dispositivo de protección de personal en caso de una falla eléctrica o un corte a tierra. La operación normal del equipo se alcanza cuando el interruptor esta posicionado arriba.
17. *Conexión principal de corriente*.- es la fuente de poder principal, su voltaje y frecuencia es el mismo que la fuente eléctrica de la unidad de servicio.
18. *Salida de voltaje DC*.- Provee el voltaje variable para calentar el accesorio a usarse y provee inmunidad de fluctuaciones en la fuente eléctrica principal.

b. Operación del equipo

La unidad es encendida con el interruptor principal, los breakers y la RCD deben también estar encendidos, esto se verifica con la iluminación del panel de control de temperatura y el panel de conductividad.

Si se opera el equipo manualmente asegúrese que el interruptor Manual/Remoto este en posición manual. Esto permite al voltaje suministrado al calentador del accesorio ser ajustado usando el control de voltaje.

Mientras se ajusta el voltaje de calentamiento este puede ser monitoreado ajustando el interruptor de unidades en la posición V, la lectura es mostrada directamente en voltios en el panel superior. De igual manera la corriente puede ser medida colocando el interruptor en I.

Como la fuente eléctrica para el calentamiento es corriente directa, el poder aplicado se obtiene del producto voltaje x corriente.

Para monitorear cualquiera de las termocuplas instaladas en uno de los accesorios de transferencia de calor simplemente se ajusta el interruptor de selección de temperatura en la posición requerida y se lee el valor correspondiente en el panel del lado izquierdo.

Si se maneja el programa en modo Remoto se controla mediante el software que provee Armfield.

c. Mantenimiento del equipo

La unidad de transferencia de calor y los equipos de transferencia deben estar desconectados de fuentes de energía y de fuentes de agua luego de su uso.

Se debe verificar el funcionamiento de la RCD por medio del botón TEST, de la misma manera que en equipos anteriores.

En caso de un problema eléctrico del HT10XCse debe destornillar los cuatro tornillos de la carcasa y los tornillos que sostienen la ventanilla de inspección de las termocuplas cuidadosamente de manera de no desconectar la conexión a tierra del equipo. Una vez revisado el problema se vuelve a ensamblar el dispositivo siempre cuidando la conexión a tierra.

Los circuitos de las termocuplas (Fig. 2.63) ubicados en la consola eléctrica son calibrados desde la fábrica pero en caso de una re calibración, los canales de salida USB pueden ser calibrados desde el software. La recalibración manual de la consola se logra usando un ajuste

manual de los potenciómetros. Se pueden acceder a ellos removiendo la ventanilla de la calibración de termocuplas a un lado del HT10XC.

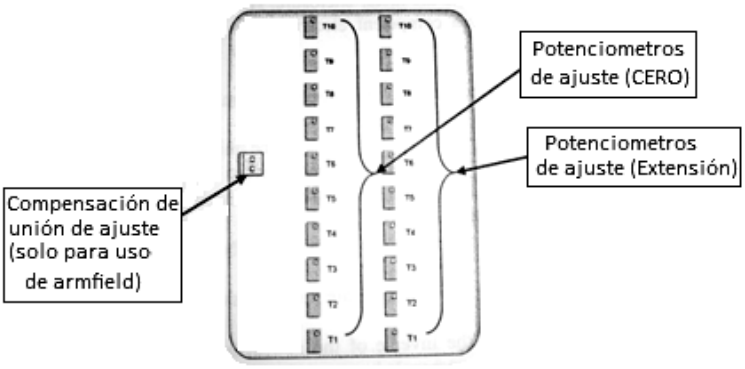


Fig. 2.63 Consola de calibración de termocuplas

Fuente: Manual Armfield para Unidad de Servicio HT10XC

Cada canal de termocupla posee un potenciómetro ajuste cero y un potenciómetro de ajuste de duración. Existe también un ajuste de compensación de unión de ajuste que afecta a los canales.

La fuente de poder de 24 V incorpora un fusible de 10 A para protección interna. La fuente de poder de corriente directa para interruptores de instrumentación incorpora un fusible de 2 A para proteger la entrada principal a la fuente de poder. Si la consola no se ilumina cuando la RCD, el switch principal y manual están habilitados debe chequearse el fusible para continuar. El fusible está localizado en un porta fusibles en el fondo del PCB.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 1 / 3



Maquina-Equipo:	Unidad de servicio de transferencia de calor	**Marca:**	Armfield
Serie No:	023456-001	**Modelo:**	HT10XC-B
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Transferencia de calor
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI-LM-TC-001
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo

Caracteristicas Generales

Altura:	0,24	m	**Peso:**	15	kg
Ancho:	0,32	m	**Volumen:**	0,05	m3
Largo:	0,39	m	**Condición:**	**Buena**	

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Displays		Color rojo	2			Control de unidades y temperatura
Termocuplas		Color verde	10			T10 de mayor proporciones y forma
USB		Color negro	1			Posee leds para indicar encendido y apagado
Elementos Electricos						
RCD	EUROPA COMPONENTS	EURO 1	1	240/415 V	25 A	ESTA EN LA PARTE POSTERIOR DE LA CONSOLA
MAINS		Color negro	1			POSEEE DOS POSICIONES ON - OFF
SWITCH		Cromado	1			POSEEE DOS POSICIONES MANUAL - REMOTE
Control de Voltaje		Color negro	1			CONTROLADOR DE VOLTAJE
Control Auxiliar		Color negro	1			CONTROL AUXILIAR
Zero		Color negro	1			
Selectores		Color negro	2			Uno de Unidades y uno de temperatura
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Intrumentación		Color blanco	4	14mm		Entradas auxiliares para diversos instrumentos de medición.
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Motores Electricos						

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

2.3.3.2 HT11 TRANSFERENCIA DE CALOR LINEAL

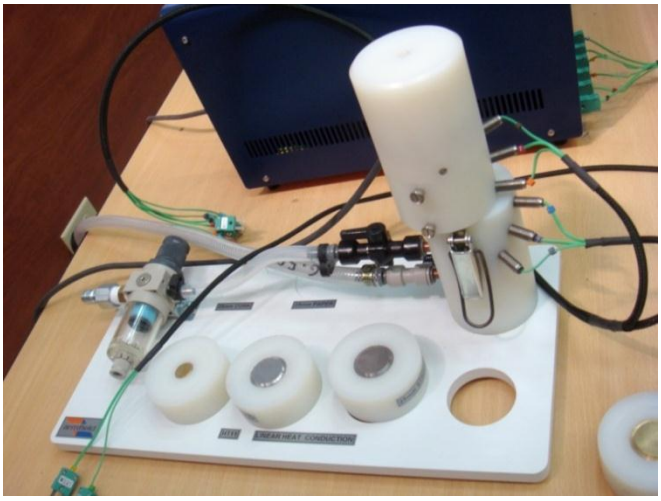


Fig. 2.64 Dispositivo de Transferencia de Calor HT11

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El accesorio de transferencia de calor de conducción lineal (Fig.2.64) ha sido diseñado para demostrar la aplicación de la ecuación de Fourier a la conducción sencilla en el estado de equilibrio en una dimensión.

La unidad se puede configurar como una simple pared plana de material uniforme y constante de la sección transversal o en las paredes piloto compuestas con diferentes materiales o cambios en el área de corte transversal para permitir que los principios de flujo de calor por conducción lineal para ser investigados. La medición del flujo de calor y el gradiente de la temperatura permite que la conductividad térmica del material sea calculado.

El diseño permite que la conductividad de las muestras de poco espesor de material aislante sea determinada.

La sección de calentamiento se fabrica a partir de 25 mm de diámetro de barras de latón cilíndrico con un elemento de tipo cartucho de calefacción eléctrica instalada en un extremo. El elemento de calefacción se funciona a bajo voltaje para mayor seguridad del operador y está protegido por un termostato para evitar daños por sobrecalentamiento. El elemento calefactor está calificada para producir 60 vatios nominalmente a 24 DC. La potencia suministrada a la resistencia puede variar y se mide con el HT10X (Fig. 2.65).

Tres termopares están situados a lo largo de la sección caliente a intervalos uniformes de 15 mm para medir el gradiente de temperatura a lo largo de la sección (T1, T2 y T3). La sección de enfriamiento se fabrica a partir de 25 mm de barras cilíndricas de latón para que coincida

con la sección de calentamiento y enfriado en un extremo por el agua que pasa a través de galerías en la sección. Tres termocuplas (T6, T7 y T8) están posicionadas a 15 mm de distancia para medir al gradiente de temperatura en la sección. Las termopcuplas T3 y T6 están ubicadas a 7.5 mm de distancia desde el borde de las superficies respectivas.

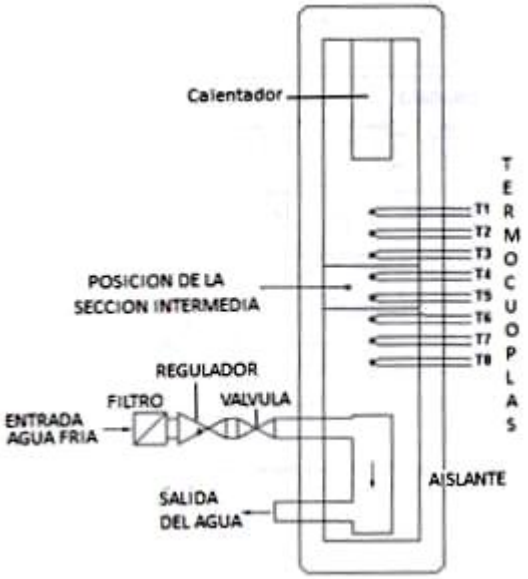


Fig. 2.65 Diagrama esquemático del HT11

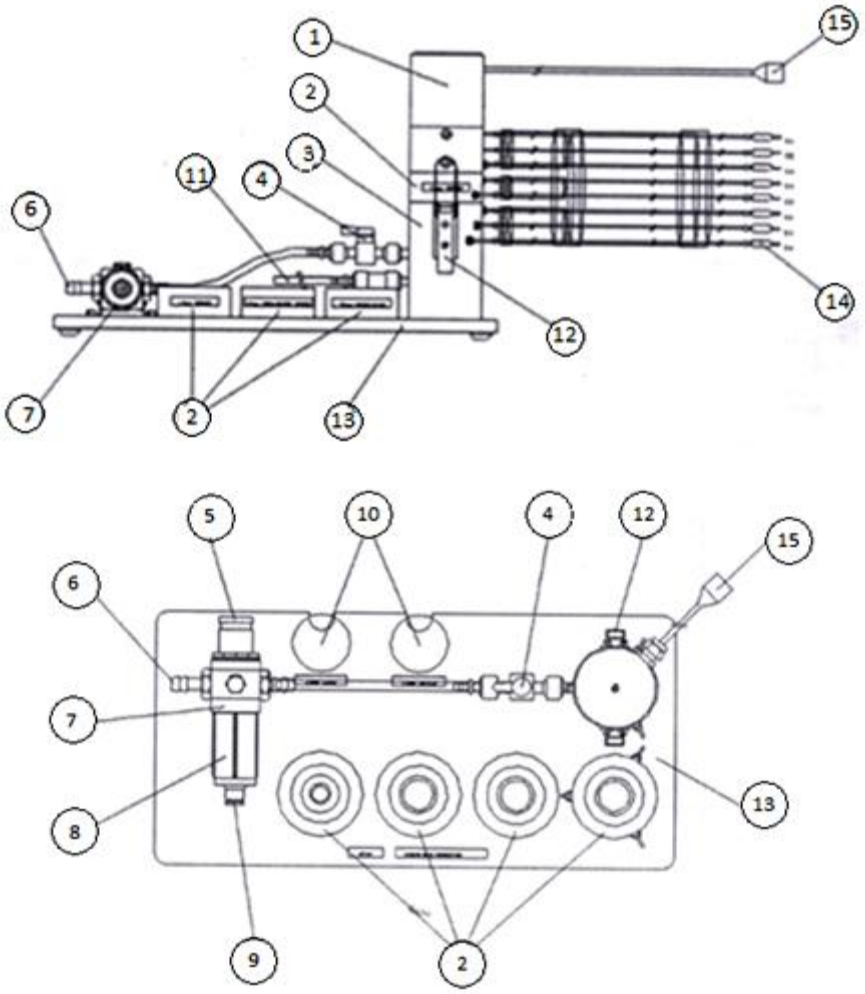
Fuente: Manual Armfield para Conducción Lineal HT11

Las dos secciones pueden ser sujetas simplemente con abrazaderas o con las secciones intermedias intercambiables entre ellos, según sea necesario. La diferencia de temperatura creada por la aplicación de calor a un extremo de la pared que resulta y la refrigeración en los resultados de otro extremo en el flujo de calor de forma lineal a través de la pared por conducción.

La sección de calentamiento, la sección de enfriamiento y todos los sectores intermedios se encuentran coaxial dentro de carcasas de plástico que proporcionan un espacio de aire y aislamiento de la sección para minimizar la pérdida de calor hacia el entorno y evitar quemaduras al operador. Los alojamientos poseen guías para la correcta ubicación de las secciones intermedias. Dos espárragos alternativos están dispuestos en la sección calentada que permite el cierre en caso de realizarse los ejercicios sin secciones intermedias.

Todas las temperaturas se miden usando termopares tipo K, cada uno equipado con un enchufe en miniatura para la conexión directa a la unidad de servicio HT10X. Ocho termopares en total se han instalado a lo largo de las secciones climatizada, intermedios y de refrigeración, sus finales están localizados en el centro de cada sección en agujeros en diferentes posiciones angulares para minimizar la perturbación del flujo de calor a lo largo de las secciones. El accesorio de conducción de calor lineal es una placa de base de PVC que se encuentra en la

mesa de trabajo junto a los HT10X. Las secciones intermedias y las muestras de los aisladores se almacenan en la placa base cuando no estén en uso (Fig. 2.66).



1. *Sección de Calentamiento*
2. *Sección Intermedia*
3. *Sección de Enfriamiento*
4. *Válvula de control manual.*
5. *Perilla*
6. *Abrazadera dentada*
7. *Regulador de Presión*
8. *Filtro*
9. *Control del regulador de presión*
10. *Aislantes*
11. *Entrada de agua fría.*
12. *Mordazas*
13. *Base*
14. *Conector*
15. *Elemento de calentamiento*

Fig. 2.66 Componentes del HT11

Fuente: Manual Armfield para Conducción Lineal HT11

Las conexiones rápidas permiten una unión rápida a un suministro de agua fría. Un regulador de presión se incorpora para minimizar el efecto de las fluctuaciones en la presión de suministro. Una válvula de control manual permite el flujo de agua fría a variar,

si es necesario, en el rango de operación de 0-1,5 litros / min. La medición del caudal de agua de refrigeración no es esencial para los ejercicios de la enseñanza, sino un tipo de sensor de flujo de turbina opcional se puede montar si es necesario utilizar los accesorios de liberación rápida. El sensor de caudal (opcional) se conecta directamente a la HT10X para proporcionar lecturas de caudal de agua de enfriamiento directamente en litros / min.

Cuatro secciones intermedias se suministran como sigue:

• Sección de bronce de 30 mm de largo y 25 mm de diámetro con dos termopares con 15 mm de intervalo de distancia. Cuando la sección es colocada entre la sección de calentamiento y enfriamiento se crea una pared plana de material uniforme y una sección transversal con temperaturas a medir con las ocho termocuplas. La conductividad térmica es aproximadamente 110 a 180 W/mºC (Fig. 2.67a).

• La sección de acero inoxidable de las mismas dimensiones que la sección de metales para demostrar el efecto de un cambio en la conductividad térmica (30 mm x φ 25 mm). Este no posee termocuplas. Su conductividad es aproximadamente 25 W/mºC (Fig. 2.67b).

• La sección de aluminio de 30 mm x φ 25 mm para demostrar el efecto de un cambio en la conductividad térmica. Esta no posee termocuplas. Su conductividad es aproximadamente 180 W/mºC (Fig. 2.67c).

• Sección de bronce de 30 mm de largo y diámetro reducido a 13 mm de diámetro para demostrar el efecto de un cambio en el área de corte transversal. Su conductividad térmica es 110 a 180 W/mºC (Fig. 2.67d).

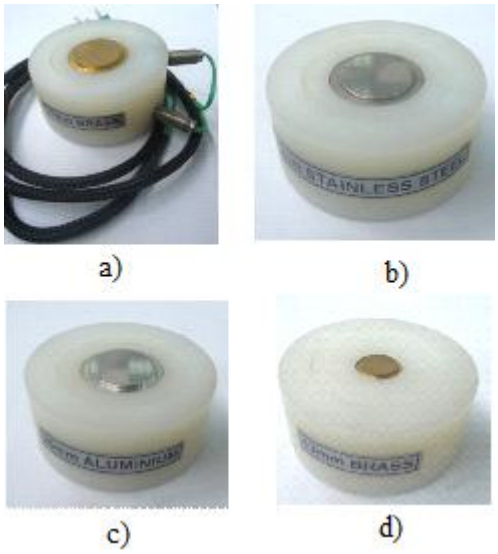


Fig. 2.67 Secciones Intermedias

Fuente: La Autora

El calor de la realización de las propiedades de los aisladores se pueden encontrar simplemente insertando las muestras de papel o corcho suministrado entre las secciones de calentamiento y enfriamiento.

Un tubo de pasta térmica se proporciona para mostrar la diferencia entre un buen contacto térmico y un contacto pobre entre las secciones. La pasta es aplicada en las superficies de contacto para minimizar el gradiente de temperatura a través de las juntas. El efecto de una transferencia de calor deficiente se demuestra tomando lecturas equivalentes cuando la pasta térmica no está aplicada.

b. Operación del equipo

Se conecta el equipo a una fuente eléctrica. Se debe ubicar el dispositivo en una superficie plana y se conecta las termocuplas a la unidad de servicio para lo cual cada una está numerada facilitando el proceso.

Se conecta el tubo de entrada de agua al regulador de presión de agua fría, posteriormente se ajusta el regulador asegurándose que la válvula este completamente cerrada jalando la perilla hacia el frente y girándola completamente en sentido anti horario. Asegúrese que la salida del filtro transparente este serrada girándola totalmente en sentido horario.

Abra la válvula de control de flujo de agua completamente. Gradualmente abra la válvula reguladora de presión girando la perilla en sentido horario hasta que el flujo de agua sea aproximadamente 1.5 l/min. Esto se verifica usando un cronometro y si el sensor de flujo está conectado se puede leer el valor en el panel con el interruptor en manual y el interruptor ubicado en Fw. Cuando el flujo sea aceptable se empuja la perilla para bloquear el ajuste de regulador de presión. No se debe usar la válvula regulador de presión para ajustar el flujo de agua, aunque este valor no es importante de determinar en comparación con los ejercicios.

Asegurarse que la RCD está en posición de encendido de la misma manera que los breakers O/P1 y O/P2 y el breaker del circuito térmico.

Verificar que los dos paneles digitales están encendidos y si no hay energía proporcionada al accesorio en esta etapa la temperatura mostrada debería indicar aproximadamente la temperatura ambiente.

Se debe asegurar que las caras metálicas de las probetas en la sección de calentamiento y enfriamiento estén limpias y entonces serrar los seguros de las dos secciones juntas y de manera simultánea.

Ubique el selector de temperaturas en la posición T1 para indicar la temperatura en la parte caliente de la barra y asegúrese que sea aproximadamente la temperatura ambiente. Ajuste el interruptor de selección de unidades en la posición V para indicar el voltaje suministrado al dispositivo, es recomendable iniciar desde 9 V hasta 24 V aumentando a razón de 3 V en cada prueba, así mismo se recomienda esperar un lapso de tiempo prudente para permitir la estabilización del elemento.

Luego de realizado el ejercicio apague la fuente de poder del calentador ajustando el potenciómetro a 0. Se debe permitir al accesorio enfriarse antes de desconectar el ingreso de agua.

Para ajustar el voltaje de calentamiento manualmente se posiciona el interruptor en MANUAL, lo cual permite que el regulador de voltaje pueda variar de 0 a 24 V usando el potenciómetro. Si se desea realizar la misma operación de forma remota, el interruptor se posiciona en REMOTO, lo cual permite que el voltaje suministrado pueda controlarse desde la pantalla del software que contiene el diagrama del equipo usando las flechas arriba o abajo o introduciendo el valor por teclado.

Para medir las temperaturas en las termocuplas se puede realizar de manera más eficaz por medio de la pantalla del programa que nos permite visualizar los valores alcanzados en el equipo. Caso contrario con girar el interruptor de temperatura ya sea en posición T1, T2, etc., bastara para que la pantalla de la unidad de servicio nos muestre el valor de la temperatura en la termocupla.

En cuanto al uso de aislantes, en caso de que la sección intermedia de bronce (30 mm x φ 25 mm) esté ubicada entre la sección climatizada y la de refrigeración, las termocuplas asumen las identidades T4 y T5 para proveer una plano continuo de medición con las seis termocuplas restantes.

Si no se emplean secciones intermedias o se emplea un aislante entre las secciones de calentamiento y enfriamiento, la temperatura de las superficies debe ser calculada con las temperaturas tomadas en la sección apropiada.

$$T_{Superficie\ caliente} = T_3 - \frac{T_2 - T_3}{2}$$

En caso de que la temperatura de la sección fría sea mayor, la temperatura se calcula como sigue:

$$T_{Superficie\ fría} = T_6 + \frac{T_6 - T_7}{2}$$

c. Mantenimiento del equipo

La unidad debe ser desconectada de la fuente de energía y de la fuente de agua cuando esta sin operar.

El agua debe ser drenada de la sección de enfriamiento desconectando el tubo de la entrada de la válvula de control de flujo y permitiendo al agua fluir hacia la tubería por efecto de la gravedad asegurándose de que la válvula está totalmente abierta.

Luego del uso de secciones intermedias, estas deben ser colocadas en la plataforma base del dispositivo para evitar daño en la superficie de contacto. Así mismo debe removerse cualquier residuo de pasta térmica mediante el uso de un pulimento para metales aplicado en una tela suave.

La correcta operación del equipo depende de que las superficies de contacto se mantengan planas, por lo tanto, no se debe exceder en fuerza al colocar las secciones y asegurarlas o usar productos abrasivos para la limpieza de las superficies.

El regulador de presión incorpora un filtro para prevenir que las partículas o fibras en el agua ingresen al regulador. El recipiente transparente permite que la condición del elemento filtrante sea inspeccionada. Cualquier contaminación en el recipiente o en el filtro debe removerse desenroscando el contenedor y sumergiéndolo junto con el filtro en agua limpia antes de volver a ensamblar el elemento.

Con el uso prolongado las agarraderas o la posición de las barras de sujeción dentro de las secciones de calentamiento y/o enfriamiento pueden requerir ajustes para asegurar un buen contacto térmico entre superficies.

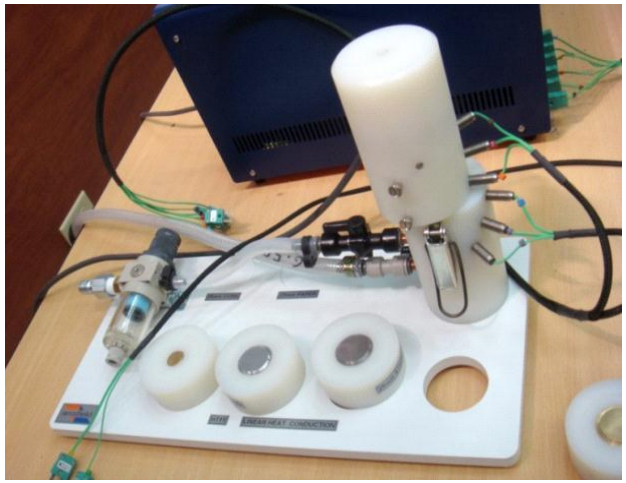
d. Manejo del Software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 2 / 3



Maquina-Equipo:	Conduccion Lineal	**Marca:**	Armfield
Serie No:	023456-001	**Modelo:**	HT11
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Transferencia de Calor
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI-LM-TC-001A
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Accesorio

Caracteristicas Generales

Altura:	0,29	**Peso:**	5	kg
Ancho:	0,43	**Volumen:**	0,04	m3
Largo:	0,21	**Condición:**	**Buena**	

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Termocuplas		Terminales	8			3 en sección de enfriamiento y 3 en sección de calentamiento, todas tipo K.
Elementos Electricos						
Sección calentamiento	ARMFIELD		1	ø70 mm X 115mm		Posee niquelina interna
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Sección enfriamiento	ARMFIELD		1	ø70 mm X 115mm		
Sección intermedia removible	ARMFIELD		1	25mm ALUMINIUM		Cubierto de acrílico
Sección intermedia removible	ARMFIELD		1	13mm BRASS		Cubierto de acrílico
Sección intermedia removible	ARMFIELD		1	25mm STAINLESS STE		Cubierto de acrílico
Sección intermedia removible	ARMFIELD		1	25mm BRASS		Cubierto de acrílico y posee dos termcuplas tipo k.
Aislantes	ARMFIELD		1	25mm CORK		Color café
Aislantes	ARMFIELD		1	25mm PAPER		
Pasta térmica	RS	RS 554-311	1	Tubo de 20 ml		Compuesto dispersador de calor
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Válvula reguladora de presión con filtro			1	1/2 PULGADA		
Válvula de paso			1	1/2 PULGADA		

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

2.3.3.3 HT12 TRANSFERENCIA DE CALOR RADIAL



Fig. 2.68 Dispositivo HT12 Conducción Radial
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El accesorio de transferencia de calor por conducción radial (Fig. 2.68) ha sido diseñado para demostrar la aplicación de la ecuación de Fourier a la conducción radial en estado de equilibrio a través de la pared de un tubo.

La transferencia de calor se da en un disco de metal sólido de latón de 3.2 mm de espesor y 110 mm de diámetro, con un núcleo central de cobre. La conductividad térmica del disco de latón es aproximadamente 125 W/mºC. Tanto el disco como al núcleo se hallan dentro de una envoltorio plástico el cual aísla la sección para minimizar las pérdidas de calor hacia el exterior. La transferencia de calor se genera hacia el exterior radialmente desde el centro hacia la periferia, lo que permite la distribución de la temperatura y el flujo de calor por conducción radial para ser investigados

El núcleo es calentado por medio de un termoelemento tipo cartucho que es operado con bajo voltaje para prevenir que el termostato no sufra daños por sobrecalentamiento. Este elemento produce 100 Watts a 24 VDC.

La periferia del disco es enfriada por agua que circula constantemente dentro de un tubo de cobre que esta sujetado a la circunferencia del disco.

La potencia del calentador y el caudal de agua de refrigeración se controlan manualmente.

Seis termopares tipo K se colocan en diferentes radios en el disco se calienta el gradiente de temperatura desde el núcleo central de calefacción a la periferia del disco (Fig. 2.69). La distancia radial entre cada termopar en el disco es de 10mm, cabe indicar que solamente la termocupla T1 está ubicada a 7 mm del centro del disco, por lo tanto la separación entre T1 y T2 es de 3 mm. Las conexiones rápidas permiten la unión efectiva del tubo de enfriamiento a un suministro de agua fría. Un regulador de presión se incorpora para minimizar el efecto de las fluctuaciones en la presión de suministro. Una válvula de control permite que el flujo de agua fría a variar, si es necesario, en el rango de operación de 0 -1.5 litros / min (Fig. 2.70).

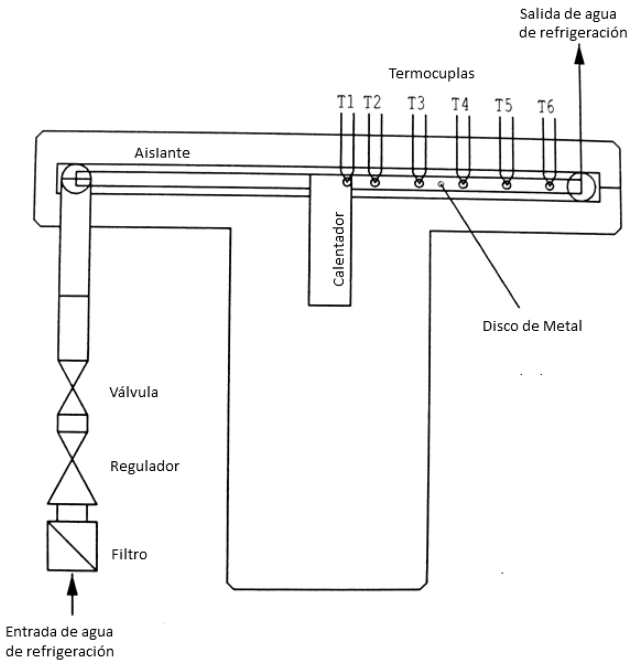
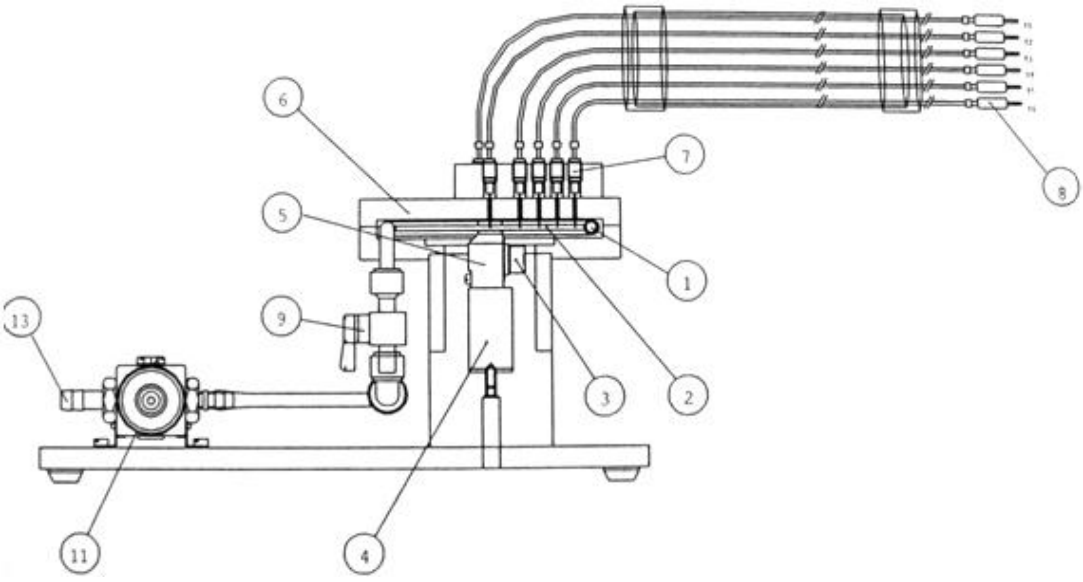


Fig. 2.69 Diagrama Esquemático del HT12
Fuente: Manual Armfield para Conducción Radial HT12



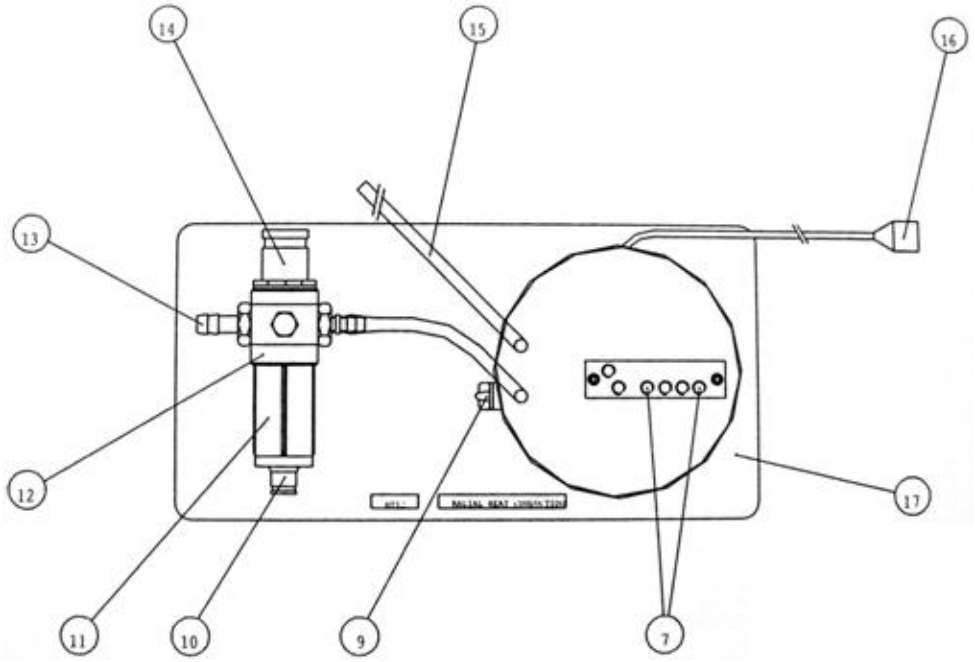


Fig. 2.70 Componentes del HT12

Fuente: Manual Armfield para Conducción Radial HT12

1. *Tubo de cobre*
2. *Disco*
3. *Termostato*
4. *Elemento calentador*
5. *Núcleo de Cobre*
6. *Envoltura de plástico*
7. *Termopares*
8. *Conector*
9. *Válvula de control manual*
10. *Drenaje/ ventilación*
11. *Filtro*
12. *Regulador de presión*
13. *Entrada de agua de enfriamiento*
14. *Perilla del regulador del presión*
15. *Conexión al HT10XC*
16. *Entrada del elemento calentador*
17. *Base*

b. Operación del equipo

Se conecta el equipo a una fuente eléctrica. Se debe ubicar el dispositivo en una superficie plana y se conecta las termocuplas a la unidad de servicio para lo cual cada una está numerada facilitando el proceso.

Se conecta el tubo de entrada de agua al regulador de presión de agua fría, posteriormente se ajusta el regulador asegurándose que la válvula este completamente cerrada jalando la perilla hacia el frente y girándola completamente en sentido anti horario. Asegúrese que la salida del filtro transparente este serrada girándola totalmente en sentido horario.

Abra la válvula de control de flujo de agua completamente. Gradualmente abra la válvula reguladora de presión girando la perilla en sentido horario hasta que el flujo de agua sea

aproximadamente 1.5 l/min. Esto se verifica usando un cronometro y si el sensor de flujo está conectado se puede leer el valor en el panel con el interruptor en manual y el interruptor ubicado en Fw. Cuando el flujo sea aceptable se empuja la perilla para bloquear el ajuste de regulador de presión. No se debe usar la válvula regulador de presión para ajustar el flujo de agua, aunque este valor no es importante de determinar en comparación con los ejercicios.

Asegurarse que la RCD está en posición de encendido de la misma manera que los breakers O/P1 y O/P2 y el breaker del circuito térmico.

Verificar que los dos paneles digitales están encendidos y si no hay energía proporcionada al accesorio en esta etapa la temperatura mostrada debería indicar aproximadamente la temperatura ambiente.

Ubique el selector de temperaturas en la posición T1 para indicar la temperatura en la parte central del disco, ya cuando las seis termopares estén conectadas al dispositivo. Ajuste el interruptor de selección de unidades en la posición V para indicar el voltaje suministrado al dispositivo, es recomendable iniciar desde 9 V hasta 24 V aumentando a razón de 3 V en cada prueba, así mismo se recomienda esperar un lapso de tiempo prudente para permitir la estabilización del elemento.

Luego de realizado el ejercicio apague la fuente de poder del calentador ajustando el potenciómetro a 0. Se debe permitir al accesorio enfriarse antes de desconectar el ingreso de agua.

Para ajustar el voltaje de calentamiento manualmente se posiciona el interruptor en MANUAL, lo cual permite que el regulador de voltaje pueda variar de 0 a 24 V usando el potenciómetro. Si se desea realizar la misma operación de forma remota, el interruptor se posiciona en REMOTO, lo cual permite que el voltaje suministrado pueda controlarse desde la pantalla del software que contiene el diagrama del equipo usando las flechas arriba o abajo o introduciendo el valor por teclado.

Para medir las temperaturas en las termocuplas se puede realizar de manera más eficaz por medio de la pantalla del programa que nos permite visualizar los valores alcanzados en el equipo. Caso contrario con girar el interruptor de temperatura ya sea en posición T1, T2, etc., bastara para que la pantalla de la unidad de servicio nos muestre el valor de la temperatura en la termocupla.

c. Mantenimiento del equipo.

El equipo debe estar desconectado de fuentes de energía y fuentes de agua cuando no esté en operación.

El agua debe ser drenada de la sección de enfriamiento desconectando el tubo de la entrada de la válvula de control de flujo y permitiendo al agua fluir hacia la tubería por efecto de la gravedad asegurándose de que la válvula está totalmente abierta.

El regulador de presión incorpora un filtro para prevenir que las partículas o fibras en el agua ingresen al regulador. El recipiente transparente permite que la condición del elemento filtrante sea inspeccionada. Cualquier contaminación en el recipiente o en el filtro debe removerse desenroscando el contenedor y sumergiéndolo junto con el filtro en agua limpia antes de volver a ensamblar el elemento.

d. Manejo del Software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 3 / 3



Maquina-Equipo:	Conducción Radial	**Marca:**	Armfield
Serie No:	022240-005	**Modelo:**	HT12
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Transferencia de Calor
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI-LM-TC-001B
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Accesorio

Caracteristicas Generales

Altura:	0,19	m	**Peso:**	5	kg
Ancho:	0,35	m	**Volumen:**	0,03	m3
Largo:	0,18	m	**Condición:**	**Buena**	

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Termocuplas		Terminales	6			Ubicadas en la parte superior
Elementos Electricos						
Sección Radial	ARMFIELD		1	ø150 X 35 mm- ø70 X 1		Contiene disco de bronce y niquelina
Elementos Varios		**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Válvula reguladora de presión con filtro			1	1/2 PULGADA		
Válvula de paso			1	1/2 PULGADA		

Motores Electricos		Características Técnicas					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

2.3.3.4 HT30XC UNIDAD DE SERVICIO INTERCAMBIADOR DE CALOR



Fig. 2.71 Unidad HT30XC

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El equipo (Fig. 2.71) es controlado por una computadora personal suministrada por el usuario, que sirve de interfaz del operador. El equipo ha sido equipado con sistemas a prueba de fallos, incluyendo un circuito de vigilancia, lo que permite una operación segura desde un ordenador remoto.

La unidad de servicio superior comprende la vasija de agua caliente, bomba de recirculación de agua caliente, sistema de agua fría de control, interfaz de la computadora y toda la instrumentación necesaria.

El recipiente de agua caliente está hecho de acrílico transparente para facilitar la visibilidad e incluye un calentador de 2kW con termostato de sobrecalentamiento y detección de bajo nivel de agua (Fig. 2.72 y 2.73).

La bomba de agua caliente es bi-direccional para permitir las investigaciones co-corriente y contra corriente sin tener que volver a configurar el hardware y el caudal es bajo control de computadora.

El sistema de agua fría incluye un regulador de presión de ajuste manual y una válvula de control de flujo que se encuentra bajo control de computadora.

Las tasas de flujo, tanto para corrientes de fluido en exceso de 5 L/min son alcanzables, pero esto puede ser restringido por algunos diseños del intercambiador de calor, por ejemplo, HT32 y HT36.

Un total de 10 termocuplas tipo K se emplean para controlar mediante la unidad de servicio las temperaturas en un rango de trabajo, 0-75 ° C y resolución de 0,1 ° C.

Dos medidores de flujo se incluyen para control con rango de funcionamiento de 0,2 a 9 l / min y resolución de 0.1L/min.

Todos los datos están a disposición del estudiante a través de una interfaz USB. Este equipo también se utiliza para controlar las velocidades de flujo, temperatura del agua caliente, y la dirección de agua caliente.

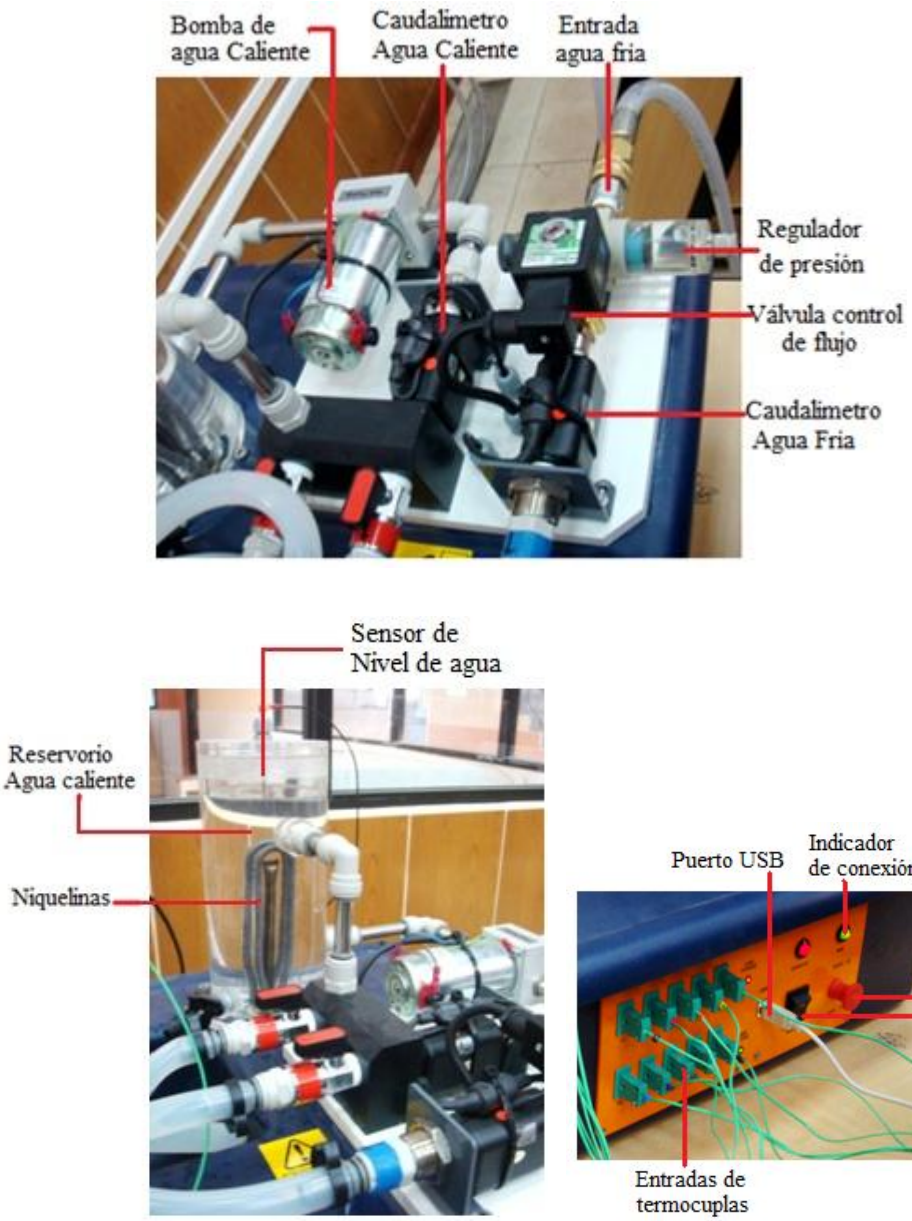


Fig. 2.72 y 2.73 Componentes de la Unidad HT30XC

Fuente: La Autora

b. Operación del equipo.

Como primer paso se ajusta el regulador de presión al mínimo.

Antes de conectar el equipo a la fuente de agua fría, primero sierre el regulador de presión jalando la perilla gris del regulador y girándola en sentido anti horario. Ajustar el regulador de presión debe realizarse antes de ajustar la tasa de flujo de agua.

Se extraen los tornillos de la base de la unidad de servicio, se instala el intercambiador de calor requerido y posteriormente se colocan los tornillos para ajustar el equipo. Se debe tener cuidado con el sentido de flujo del agua.

Se conecta la entrada de agua fría del intercambiador al acople rápido de la salida de agua fría del HT30XC (color azul). Se conectan las dos tuberías de agua caliente del intercambiador (color rojo) a los acoples rápidos de entrada y salida del HT30XC, se abre las válvulas de aislamiento en la línea. Las flechas en los conectores de agua caliente se refieren a la dirección de flujo del agua con la computadora configurada para una operación contra flujo.

Un anillo sellador provee de aislamiento en caso de fugas a los acoples, y además colabora con la perfecta unión de la tubería.

Cuando se enciende el equipo se debe asegurar que el regulador de presión este cerrado. Presione el botón de emergencia en el panel frontal para ajustarlo en posición de paro. Se conecta la unidad de servicio a la fuente de electricidad y se verifica que la RSD y los demás componentes estén encendidos. Se enciende el equipo y se controla que el indicador de poder este encendido, entonces se desconecta el botón de emergencia. Ahora se verifica que la unidad este controlada de manera remota al software de Armfield.

La tasa de flujo de agua caliente está por encima de +/- 5 l/min dependiendo del intercambiador usado y la tasa de flujo de agua fría esta sobre los 5 l/min dependiendo de las pérdidas de carga del intercambiador. Estos valores son tomados a 1.25 Bar @ G.

El sentido de giro de las bombas puede cambiarse usando el software, este envía la señal al CHANGEOVER RELAY ubicado en la base, que invierte la polaridad del voltaje eléctrico suministrado al motor.

c. Mantenimiento del equipo

El equipo debe desconectarse de fuentes de energía y además el intercambiador en uso debe ser drenado junto con el equipo y el reservorio de agua caliente. Para drenar el reservorio de agua caliente basta con abrir la válvula de drenado ubicada en la base del reservorio.

Las conexiones y zócalos deben rociarse con un lubricante en spray para asegurar que las conexiones se mantengan en buen estado. De la misma manera se verifica el funcionamiento de la RCD y el electrodo de nivel dentro del reservorio de agua caliente debe ser limpiado de manera regular para asegurar el contacto eléctrico con el agua.

En caso de un problema eléctrico se debe desconectar el equipo inmediatamente y drenarlo, desenrosque los seis tornillos alrededor de la periferia del panel frontal. Cuidadosamente retire el panel colóquelo en un lugar seguro. Desconecte las conexiones eléctricas y verifique que los circuitos estén trabajando de manera adecuada. Una vez verificado su funcionamiento se coloca el panel nuevamente y se comprueba la marcha del equipo por medio de la RCD.

En caso de necesitarse una re calibración manual de los circuitos de los termopares se debe abrir la ventanilla de la calibración PCB dentro de la consola eléctrica (Fig. 2.74).

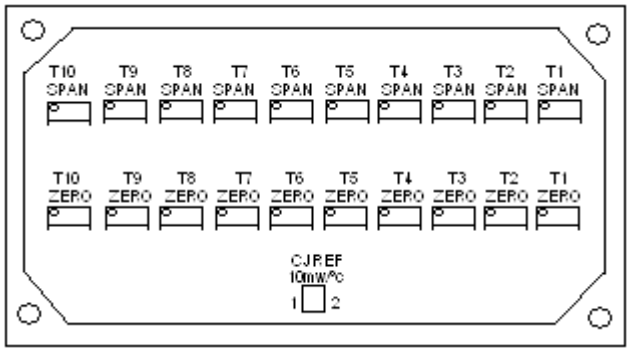


Fig. 2.74 Consola de calibración de termocuplas
Fuente: Manual Armfield para Unidad de Servicio HT30XC

Cada canal de termopar posee un potenciómetro ajuste cero y un potenciómetro de ajuste de duración. Existe también un ajuste de compensación de unión de ajuste que afecta a los canales, este paso debe evitarse debido a que los termopares vienen ajustados desde la fábrica.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 1 / 6



Maquina-Equipo:	HT30XC Unidad de servicio intercambiadores de calor	**Marca:**	Armfield
Serie No:	024207-008	**Modelo:**	HT30XCB
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Transferencia de calor
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI-LM-TC-002
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Consola
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,45 m	**Peso:**	33 kg
Ancho:	1 m	**Volumen:**	0,33 m3
Largo:	0,5 m	**Condición:**	**Buena**

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Bomba de agua	M1443,3	Color aluminio	1			
Sensor nivel de agua			1			Colocado tapa del deposito
Válvulas de bola	AIGNEP	Color rojo	2			
Niquelinas		Color gris	2			Colocadas dentro del deposito
RCD tipo breaker	Europa, Schneider	Color plata	2	230 - 240	25	
Flujometro	QS Passed	Color negro	2			Uno es de agua fria y el otro de agua caliente
Regulador de flujo	PSV 4mm Orifice	400429-040		24		Color verde
Elementos Electricos						
Mains		Color negro	1			Colocado platina naranja frontal
Run		Color negro	1			Colocado platina naranja frontal
Start - Stop		Color rojo	1			Colocado platina naranja frontal
Entradas termocuplas tipo K		Color verde	10			Colocado platina naranja frontal
USB Power		Color rojo	1			Colocado platina naranja frontal
USB Active		Color verde	1			Colocado platina naranja frontal
Mains Input		Color negro	1			Colocado platina posterior

DC O/P		Color negro	1			Colocado platina posterior
AUX O/P		Color negro	1			Colocado platina posterior
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Deposito de agua		Trasparente	1			
Direccional del flujo		Dorada	1			Despues del regulador de preion
Regulador de presion con filtro	0-4 H2O	Pulsante plateado	1			Color transparente, Inicio del sistema
Cañerias 1/2"		Color aluminio	6			
Codos 1/2"		Color blanco hueso	3			Dividiendo en tramos
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

Notas

2.3.3.5 HT31 INTERCAMBIADOR TUBULAR



Fig. 2.75 Dispositivo Intercambiador de calor HT31
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El intercambiador de calor tubular (Fig. 2.75) es la forma más simple de intercambiador de calor y se compone de dos tubos concéntricos (coaxial) que transportan los fluidos calientes y fríos ya sea en operación a flujo paralelo o flujo contraflujo (Fig. 2.76). En estas versiones en miniatura los tubos están separados en secciones para reducir la longitud total y para permitir la medición de la temperatura en los puntos a lo largo de dos corrientes de fluido.

El intercambiador de calor se asienta sobre una base de PVC que proporciona estabilidad al equipo al instalarse, esta base es fijada por los tornillos que se encuentran en la base de la unidad de servicio.

El HT31 es una versión básica con dos secciones y un solo punto provisional de medición de temperatura.

Se utiliza la cámara para el fluido caliente y el anillo externo para el líquido frío. Esto minimiza la pérdida de calor del intercambiador, sin necesidad de aislamiento adicional. Las cámaras están construidas en acero inoxidable y el anillo externo de acrílico transparente, proporcionando la visualización de la construcción del intercambiador de calor y reducir al mínimo las pérdidas térmicas. Los tubos pueden ser desmontados para su limpieza.

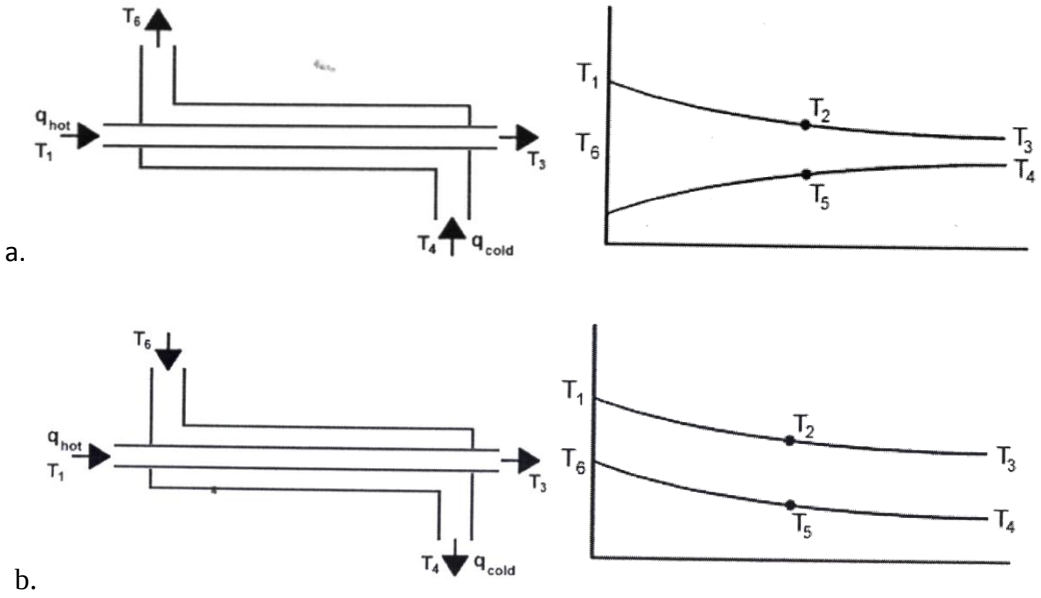


Fig. 2.76 Diagrama de Temperatura vs Calor. a. Contraflujo b. Flujo Paralelo.
Fuente: Manual Armfield para Intercambiador de Calor HT31

Los puntos de medición de temperatura están distribuidos de manera que seis de ellos miden temperatura en la entrada y la salida y posiciones intermedias.

El número de secciones del tubo son 2 y 4 aunque se puede configurar para 1, 2 o 3 secciones, todo se indica en el software que proporciona los datos de que válvula debe cerrarse para configurar el análisis del proceso.

El Área de transferencia de calor es 0.02 m^2 a 0.08 m^2 máx.

b. Operación del equipo

Una vez instalado en la unidad de servicio, se conecta cada tubería de ingreso de agua con la respectiva tubería de salida de agua de la unidad, y además debe verificarse que no existan fugas en los acoples (Fig. 2.77).

El agua caliente circula por el tubo interior y el agua fría por el exterior para lograr la transferencia.

De ahora en adelante el intercambiador y toda su operación será manejada por el software HT31 TUBULAR HEAT EXCHANGER.

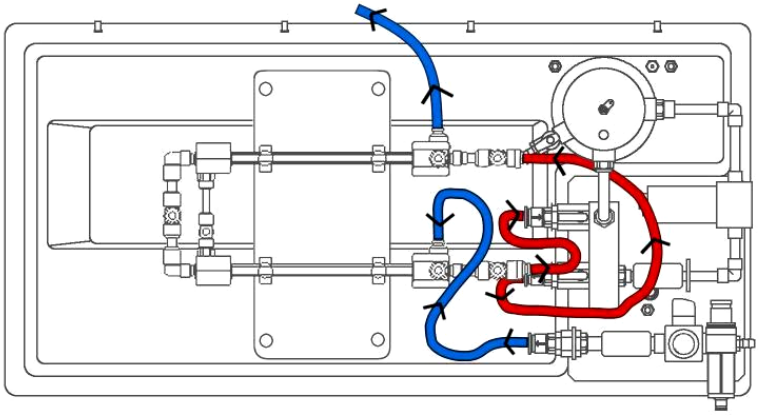


Fig. 2.77 Conexión del intercambiador de calor HT31.
Fuente: Software de control de Intercambiador de Calor Ht31

c. Mantenimiento del equipo

Debe tomarse las mismas precauciones que en la unidad de servicio.

En caso de remplazarse los anillos selladores debe cuidarse que sean de caucho con diámetro 3/8” y sección 0.103”.

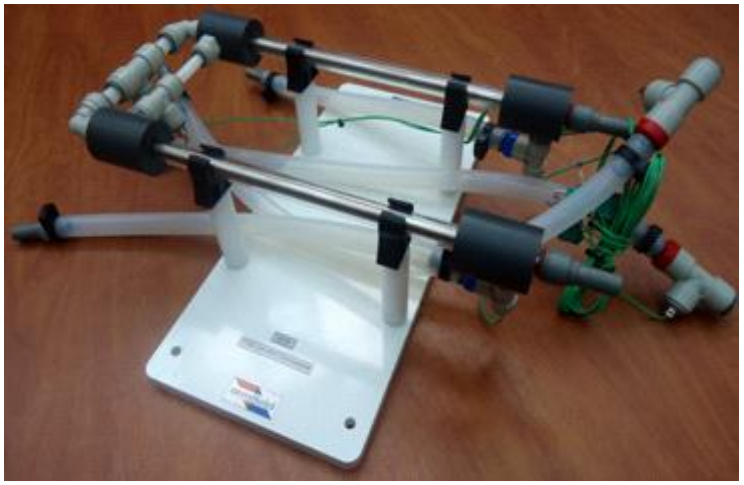
d. Manejo del Software.

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 2 / 6



Maquina-Equipo:	HT31 Intercambiador tubular	**Marca:**	Armfield
Serie No:	024229-001	**Modelo:**	HT31
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Transferencia de calor
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI - LM - TC - 002A
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Accesorio

Caracteristicas Generales

Altura:	0,16	m	**Peso:**	4	kg
Ancho:	0,51	m	**Volumen:**	0,05	m3
Largo:	0,39	m	**Condición:**	**Buena**	

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Termocuplas tipo K			6			Color verde
Elementos Electricos						
Conexiones de las termocuplas tipo K			6			Color verde

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Tubos concentricos			2		Exterior de acrilico e interior de Ac. Inoxidable
Conexiones rapidas			8		Color blanco

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

2.3.3.6 HT32 INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS

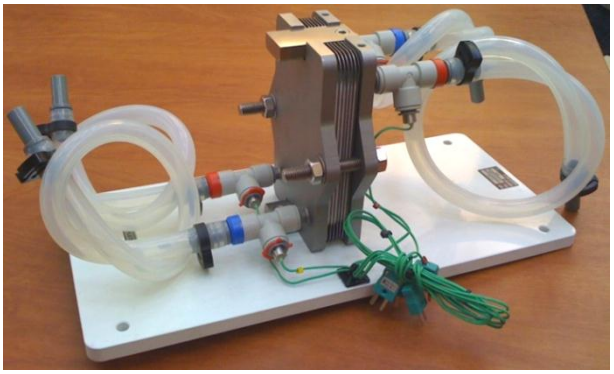


Fig. 2.78 Intercambiador de calor HT32

Fuente: La Autora

El intercambiador de calor de placas es muy versátil y de uso común en la industria alimentaria y química, en diferentes combinaciones de placas y las juntas se pueden organizar para adaptarse a una aplicación en particular. El intercambiador de miniatura suministrado consiste en un paquete de placas con juntas de estanqueidad que llevarán a cabo en un marco entre las placas de extremo caliente y el flujo de líquidos fríos entre los canales en lados alternos de las placas para promover la transferencia de calor.

Los intercambiadores de placas pueden ser implementadas en una amplia variedad de configuraciones, con pasadas paralelas, pasa de serie, o combinaciones de ambos.

a. Descripción del equipo

El HT32 (Fig. 2.78) tiene una sección de calentamiento único configurado para el funcionamiento de múltiples pasadas con pases en serie. Se compone de siete platos individuales, que se sujetan entre sí mediante dos barras de acero inoxidable con rosca y tuercas. Se puede desmontar y volver a montar el intercambiador de calor con sólo tres platos para demostrar una sola pasada.

El equipo puede trabajar ya sea en contraflujo o en flujo paralelo (Fig. 2.79). Las placas están fabricadas con acero inoxidable 316, un patrón de Chevron presiona para promover la turbulencia y proporcionar varios puntos de apoyo, las juntas de goma de silicona se utilizan en cada plato para sellar los canales de flujo adyacentes el uno del otro.

- **Detalles de las Placas:**

Placa general dimensiones: 75mm x 115mm
Efectiva diámetro: 3.0mm

Espesor de la chapa: 0,5 mm

Perímetro mojado: 153.0mm

Área proyectada transmisión de calor: 0.008m^2 por placa.

Las placas se montan en un marco de la incorporación de placas fijas y en movimiento final con conexiones para fluidos calientes y fríos. Los intercambiadores son fácilmente desmontables para la inspección de las superficies de transferencia de calor.

Algunos otros datos de intercambiador se presentan en la lista a continuación.

- Número de placas: 7 (5 placas efectivas)
- Área de transferencia de calor: 0.04m^2 a 0.096m^2 máx.
- Intercambiador de calor de configuración: Solo secciones etapa de calentamiento configurable, con una sección de regeneración por separado.

Puntos de medición de temperatura: 4 en:

• Entrada del fluido caliente
• Salida del líquido caliente
• Entrada del fluido frío
• Salida del líquido frío

El mecanismo de sujeción es la junta de doble tornillo con tuercas de unión rápida, accionados manualmente, sin necesidad de herramientas.

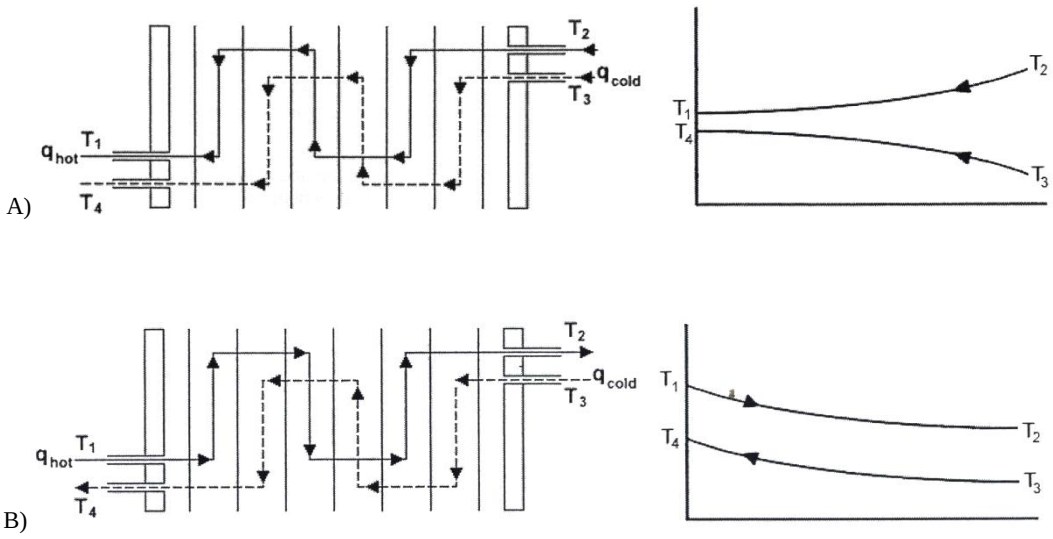


Fig. 2.79 Transferencia de calor y patrones de flujo. A) Flujo Paralelo. B) Contraflujo.

Fuente: Manual Armfield para Intercambiador de Calor de Placas HT32

b. Operación del equipo

Se ubica el equipo en la unidad de servicio, y se conecta las tuberías para la salida y entrada de agua y las termocuplas se conectan en su respectivo zócalo en el panel frontal. Se debe llenar el reservorio de agua hasta lograr el contacto del líquido con el electrodo, caso contrario se activará la alarma del programa (Fig. 2.80).

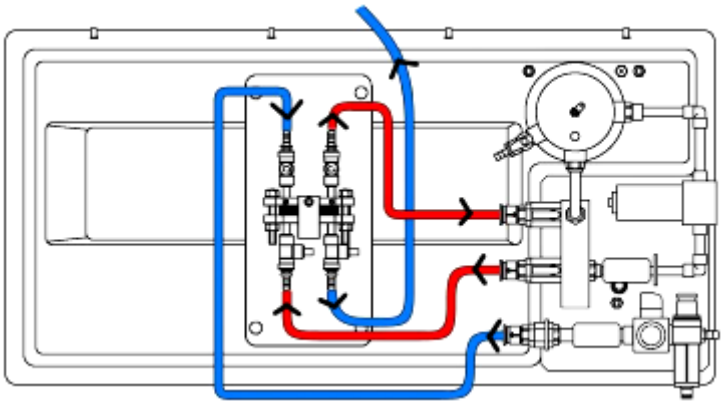


Fig. 2.80 Entradas y Salidas de Agua fría (azul) y caliente (rojo).
Fuente: Software de Control de Intercambiador de Calor HT32

Se debe tener en cuenta que el efecto de la temperatura del agua fría de entrada afectará el rango de temperatura del agua caliente que puede ser alcanzada, así mismo afectara a la tasa de flujo de agua. De ahora en adelante, el equipo es controlado por el software HT32 PLATE HEAT EXCHANGER.

c. Mantenimiento del equipo

Desconectar el equipo de fuentes de agua y fuentes de energía. Para drenar el equipo se desconectan los cuatro acoples de las tuberías que conectan con la unidad de servicio.

Cualquier partícula dentro del intercambiador puede ser removida haciendo circular agua limpia por el dispositivo. Cualquier suciedad en los platos puede eliminada manualmente mediante el retiro de los tornillos sujetadores y removiendo los platos con mucho cuidado, incluido con el sellador del intercambiador. Para ensamblar el equipo se debe asegurar que cada plato este en su posición correcta y su adecuada orientación. Cada plato está identificado con un código en una esquina, el cual define la orientación de los platos. Los platos alternos son identificados con un código en la parte superior.

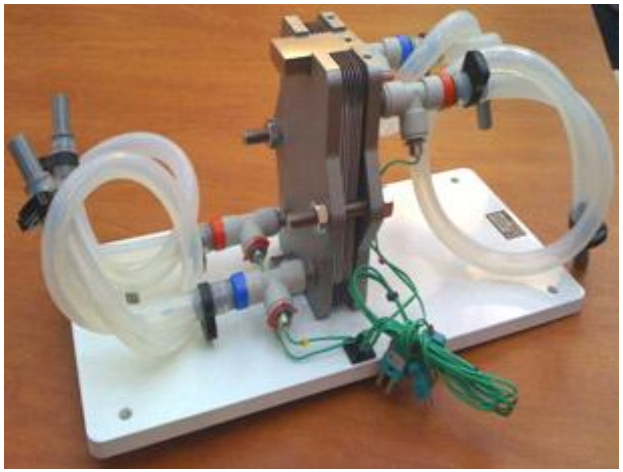
d. Manejo del Software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 3 / 6



Maquina-Equipo:	HT32 Intercambiador compacto	**Marca:**	Armfield
Serie No:	024037-004	**Modelo:**	HT32
Ubicación:	Lab. Ingenierias	**Sección:**	Transferencia de calor
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI - LM - TC - 002B
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Accesorio
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,17 m	**Peso:**	6 kg
Ancho:	0,18 m	**Volumen:**	0,03 m3
Largo:	0,39 m	**Condición:**	**Buena**

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Termocuplas tipo K			4			Color verde
Elementos Electricos						
Conexiones termocuplas tipo K			4			Color verde
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Placas			7			Color plata
Conexiones rapidas			4			Color blanco
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

2.3.3.7 HT33 INTERCAMBIADOR DE CARCASA Y TUBOS

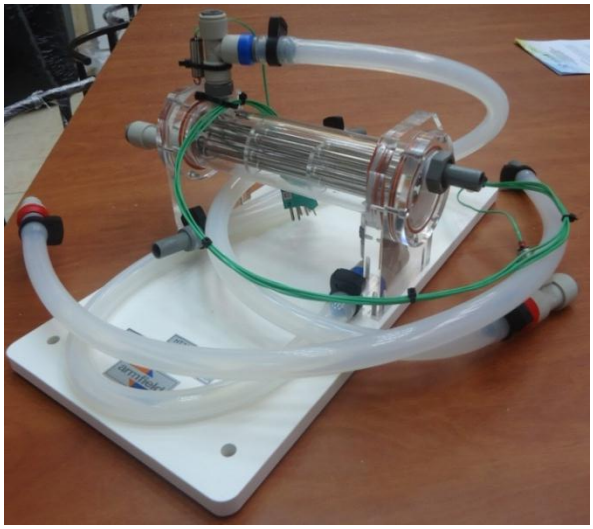


Fig. 2.81 Intercambiador de Calor HT33
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El depósito y tubo de intercambiador de calor se utiliza comúnmente en la industria alimentaria y de procesos químicos. Este tipo de intercambiador consta de varios tubos en paralelo dentro de una carcasa cilíndrica. El calor se transfiere entre un fluido que circula por los tubos y otro líquido que fluye a través de la parte cilíndrica alrededor de los tubos.

El equipo (Fig. 2.81) está colocado en una base de PVC con cuatro agujeros que sirven de acoples para unir el dispositivo con la unidad de servicio.

El fluido caliente circula en los tubos interiores y el líquido frío pasa en la cubierta exterior para minimizar la pérdida de calor del intercambiador, sin necesidad de aislamiento adicional.

Se poseen siete tubos de acero inoxidable, diámetro exterior 6.35 mm con un anillo exterior, tapas y deflectores transversales construidos en material acrílico transparente para permitir la visualización de la construcción del intercambiador de calor y reducir al mínimo las pérdidas térmicas (Fig. 2.82).

El área de transferencia nominal de producción es de 20.000 mm^2 (equivalente a la de la HT31).

El agua fría entra en un extremo de la cubierta en la parte inferior y sale en el extremo opuesto en la parte superior.

Los termopares se instalan en los siguientes 4 puntos:

- Entrada de fluido caliente.
- Salida de fluido caliente.
- Entrada del fluido frío.
- Salida del fluido frío.

Los anillos obturadores permiten la expansión diferencial entre las partes de metal y de plástico y permite que los tubos internos puedan ser extraídos para su limpieza.

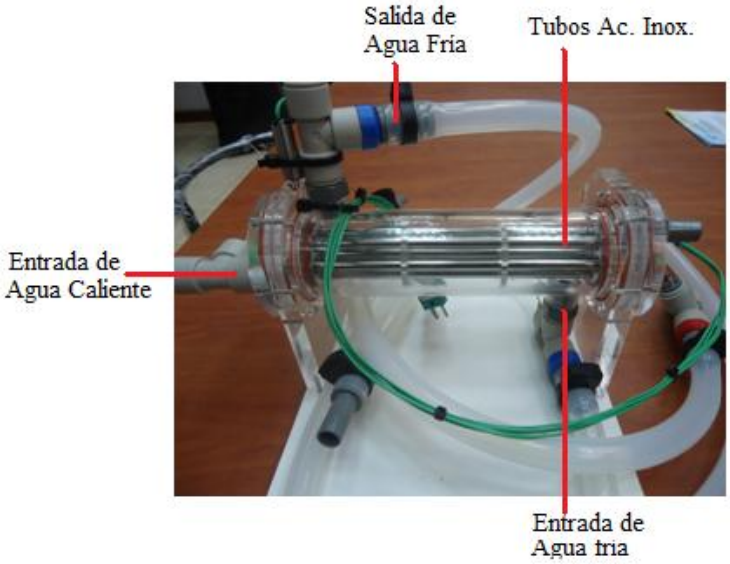


Fig. 2.82 Componentes del equipo

Fuente: La Autora

b. Operación del equipo

Se coloca el equipo en la unidad de servicio HT30XC y se conectan las entradas y salidas de agua caliente y fría que circularan por el dispositivo. Una vez realizada la conexión se debe verificar que no existan fugas en los acoples de las tuberías (Fig. 2.83).

De ahora en adelante el equipo se manejará por medio del software HT33 SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER.

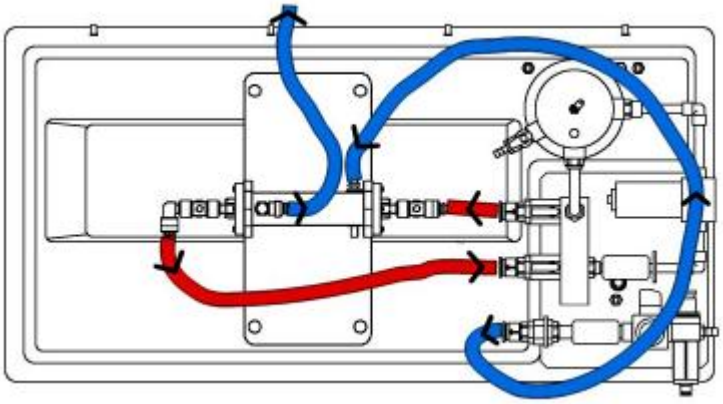


Fig. 2.83 Conexión de las entradas y salidas de agua fría (azul) y caliente (rojo).
Fuente: Software de Control de Intercambiador de Calor HT33

c. Mantenimiento del equipo

Se debe desconectar el equipo de fuentes de energía y de agua en caso de no ser utilizado. Además, si se va a limpiar el dispositivo, este debe realizarse con telas compactas y con agua limpia, sin usar detergentes fuertes ni abrasivos.

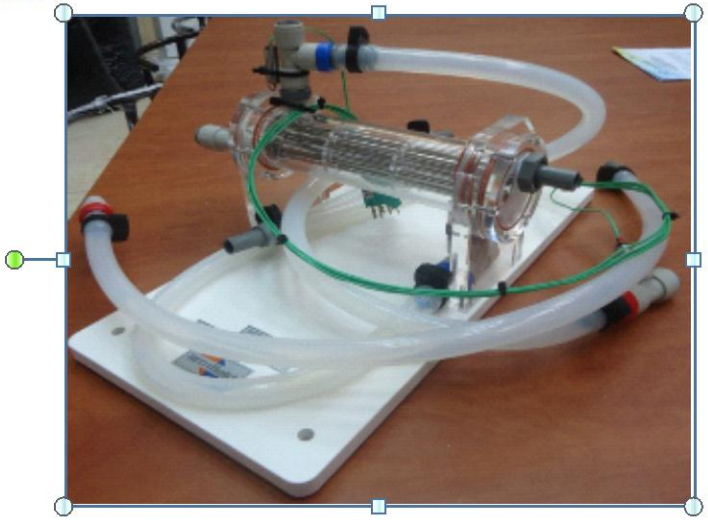
d. Manejo del software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 4 / 6



Maquina-Equipo:	HT33 Intercambiador de carcasa y tubos	**Marca:**	Armfield
Serie No:	023950-004	**Modelo:**	HT33
Ubicación:	Lab. Ingenierias	**Sección:**	Transferencia de calor
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI - LM - TC - 002C
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Accesorio
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,19 m	**Peso:**	5 kg
Ancho:	0,43 m	**Volumen:**	0,06 m3
Largo:	0,39 m	**Condición:**	**Buena**

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Termocuplas tipo K			4			Color verde
Elementos Electricos						
Conexiones termocuplas tipo K			4			Color Verde
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Carcasa			1			Transparente y acrilica
Tubos			7			Ac. Inoxidable
Conexiones rapidas			4			Divididas por tramos, color blanco
Codo 1/2"			1			Color blanco
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

2.3.3.8 HT34 INTERCAMBIADOR DE CAMISA Y AGITADOR



Fig. 2.84 Intercambiador de calor HT34

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

Las características de la transferencia de calor con una camisa externa y el agitador se demostrar, junto con el efecto de la agitación del contenido del recipiente (Fig. 2.84).

La nave consta de una pared de acero inoxidable con base de PVC y tapa de acrílico transparente. Una camisa de vidrio exterior permite que la pared del vaso este rodeado de líquido caliente para el calentamiento indirecto desde el exterior.

Por otra parte, un agitador de acero inoxidable en el interior de la camisa y un sistema de deflectores permiten una buena mezcla del contenido del recipiente, es decir, el fluido frío es contenido dentro del recipiente que se calienta indirectamente desde el interior (Fig.2.85).

El desbordamiento ajustable permite que el volumen de líquido dentro del recipiente pueda ser variado y posee una capacidad máxima de 2 litros y un mínimo de 1 litro.

El dispositivo puede ser operado por lotes, simplemente completando el exceso de capacidad o con alimentación continua de líquido frío a la base del elemento, el exceso de líquido fluye al drenaje.

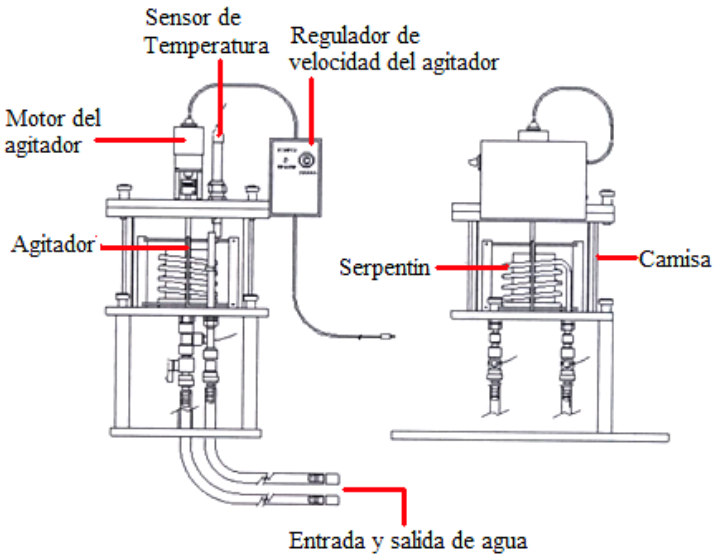


Fig. 2.85 Partes y Esquema del intercambiador HT34

Fuente: Manual Armfield para Intercambiador de Calor de Camisa y Agitador HT34.

Las temperaturas se miden usando termopares tipo K con conector miniatura para la conexión directa a la consola eléctrica en HT30XC. Los termopares se instalan en los siguientes seis puntos:

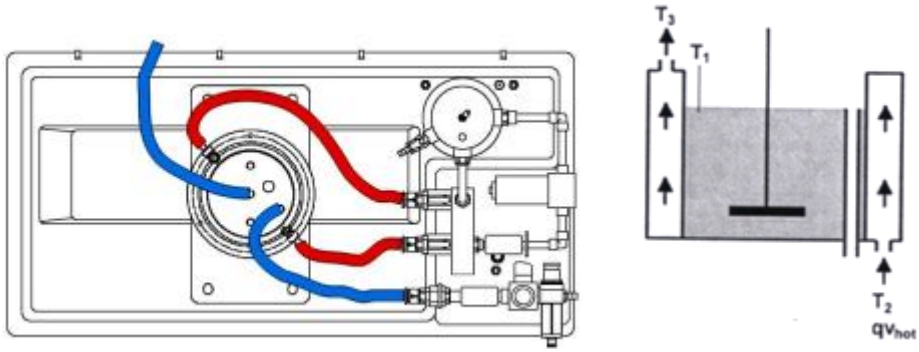
- ✓ Tanque de contenido (fluido frío).
- ✓ Entrada del fluido caliente a la camisa.
- ✓ Salida del fluido caliente de la camisa.
- ✓ Entrada del fluido caliente a la bobina.
- ✓ Salida del fluido caliente de salida a la bobina.
- ✓ Entrada del fluido frío al recipiente.

Las conexiones de unión rápida del líquido frío y caliente permiten el enlace rápido a HT30X y la conversión de manta calefactora al calentamiento de la bobina.

b. Operación del equipo

Luego de colocar el intercambiador en la unidad de servicio HT30XC, se conectan las entradas y salidas de agua fría y caliente. Las conexiones a la unidad de servicio se demuestran en el siguiente diagrama (Fig. 2.86).

a)



b)

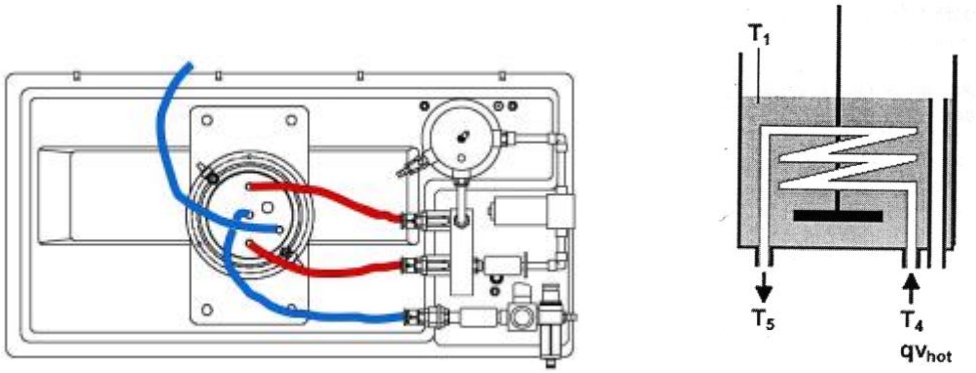


Fig. 2.86 Conexión de las tuberías de agua fría (azul) y caliente (rojo) y transferencia de calor. A) Calentamiento de la camisa. B) Calentamiento del agitador

Fuente: Software de control y Manual Armfield para Intercambiador de Calor de Camisa y Agitador HT34

Para controlar la velocidad el giro del agitador el equipo posee un variador de velocidad ubicado en la parte superior de la camisa, el cual por medio de un potenciómetro permite la variación de la velocidad de giro del agitador.

Se debe hacer circular el agua caliente ajustando la bomba de agua caliente al 100% de su operación y hasta que el intercambiador este completamente lleno de agua y todas las burbujas de aire hayan sido expulsadas del circuito.

El dispositivo se maneja desde el software HT34 JACKETED VESSEL HEAT EXCHANGER y solamente el variador de velocidad es controlado manualmente.

c. Mantenimiento del equipo

Debe desconectarse el equipo de toda fuente de energía y de agua.

Luego de usarse el equipo, el agua debe ser drenada de la camisa, de las tuberías, para lo cual se desconectan las tuberías, permitiendo el escape del agua hacia el drenaje.

En caso de limpieza del equipo, esta debe realizarse con agua limpia que circule a través del dispositivo, como segundo paso debe dejarse que el dispositivo se escurra por sí solo y efecto de la gravedad.

d. Manejo del Software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 5 / 6



Maquina-Equipo:	HT34 Intercambiador camisa y agitador	**Marca:**	Armfield
Serie No:	024081 - 001	**Modelo:**	HT34
Ubicación:	Laboratorio de Ingenieria	**Sección:**	Transferencia de calor
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI - LM - TC 002D
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Accesorio
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,40 m	**Peso:**	9 kg
Ancho:	0,18 m	**Volumen:**	0,1 m3
Largo:	0,39 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Termocuplas tipo K			6			Color Verde
Elementos Electricos						
Regulador velocidad On-Off			1			Parte lateral, caja negra, color plomo
Motor	RS	440 - 313	1	24		Colocada en la parte superior elemento
Conexión Termocuplas			6			Color verde
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Agitador aspas			1			Ac Inoxidable
Camisa			1			Acrilico
Conexiones rapidas			4			Color blanco
Valvulas On - Off			1			Color negro
Serpentín			1			Ac. Inoxidable
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Motores Electricos		**Características Técnicas**					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

2.3.3.9 HT36 INTERCAMBIADOR TUBULAR EXTENDIDO

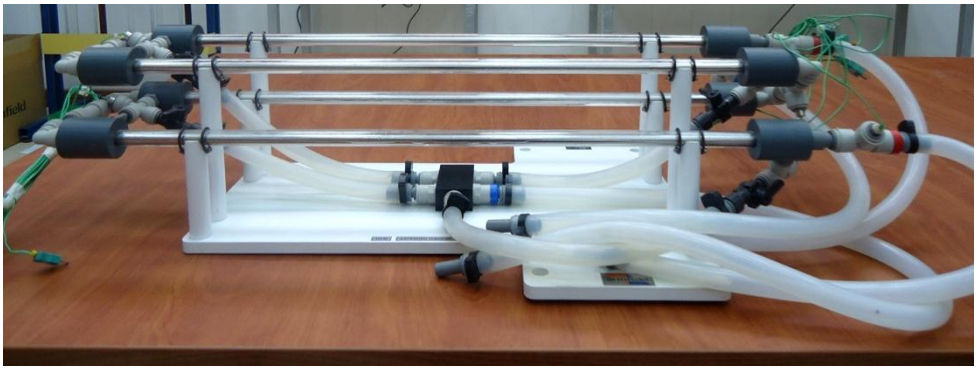


Fig. 2.87 Intercambiador de Calor de Tubos Concéntricos HT36
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El HT36 es un equipo más sofisticado con cuatro secciones de tubo más largo, dando cuatro veces el área global de transferencia de calor y tres puntos intermedios de medición de temperatura en cada una corriente de fluido (Fig. 2.87).

El intercambiador de calor se asienta sobre una base de PVC que proporciona estabilidad al equipo al instalarse, esta base es fijada por los tornillos que se encuentran en la base de la unidad de servicio.

La cámara se utiliza para el fluido caliente y el anillo externo para el líquido frío (Fig. 2.88). Esto minimiza la pérdida de calor del intercambiador, sin necesidad de aislamiento adicional. Las cámaras están construidas en acero inoxidable y el anillo externo de acrílico transparente, proporcionando la visualización de la construcción del intercambiador de calor y reducir al mínimo las pérdidas térmicas. Los tubos pueden ser desmontados para su limpieza (Fig. 2.89).

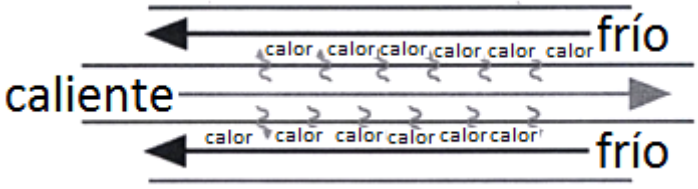


Fig. 2.88 Generación de Calor en contraflujo
Fuente: Manual Armfield para Intercambiador de Calor HT36

Los puntos de medición de temperatura están distribuidos de manera que seis de ellos miden temperatura en la entrada y la salida y posiciones intermedias.

- Entrada del fluido caliente.
- El fluido caliente en posición intermedia.
- Entrada del fluido frío.
- El líquido frío en su posición intermedia.
- Salida del fluido frío.
- Salida de líquido caliente.

El número de secciones del tubo son 2 y 4 aunque se puede configurar para 1, 2 o 3 secciones, todo se indica en el software que proporciona los datos de que válvula debe cerrarse para configurar el análisis del proceso.

El Área de transferencia de calor es $0.02m^2$ a $0.08m^2$ máx.

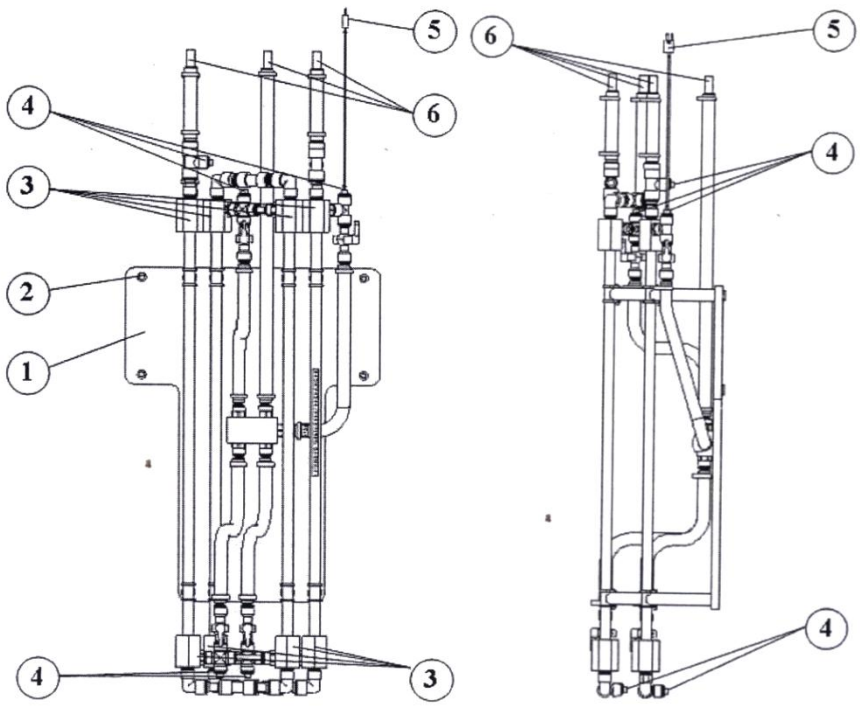


Fig. 2.89 Componentes del intercambiador HT36

Fuente: Manual Armfield para Intercambiador de Calor HT36

1. *Base.*
2. *Agujeros para tornillos.*
3. *Protección de PVC.*
4. *Sensores de temperatura.*
5. *Conector miniatura de termocupla.*
6. *Acoples.*

b. Operación del equipo

Una vez instalado en la unidad de servicio, se conecta cada tubería de ingreso de agua con la respectiva tubería de salida de agua de la unidad, y además debe verificarse que no existan fugas en los acoples (Fig. 2.90).

El agua caliente circula por el tubo interior y el agua fría por el exterior, generando que las pérdidas de calor sean mínimas.

De ahora en adelante el intercambiador y toda su operación será manejado por el software HT36 EXTENDED TUBULAR HEAT EXCHANGER.

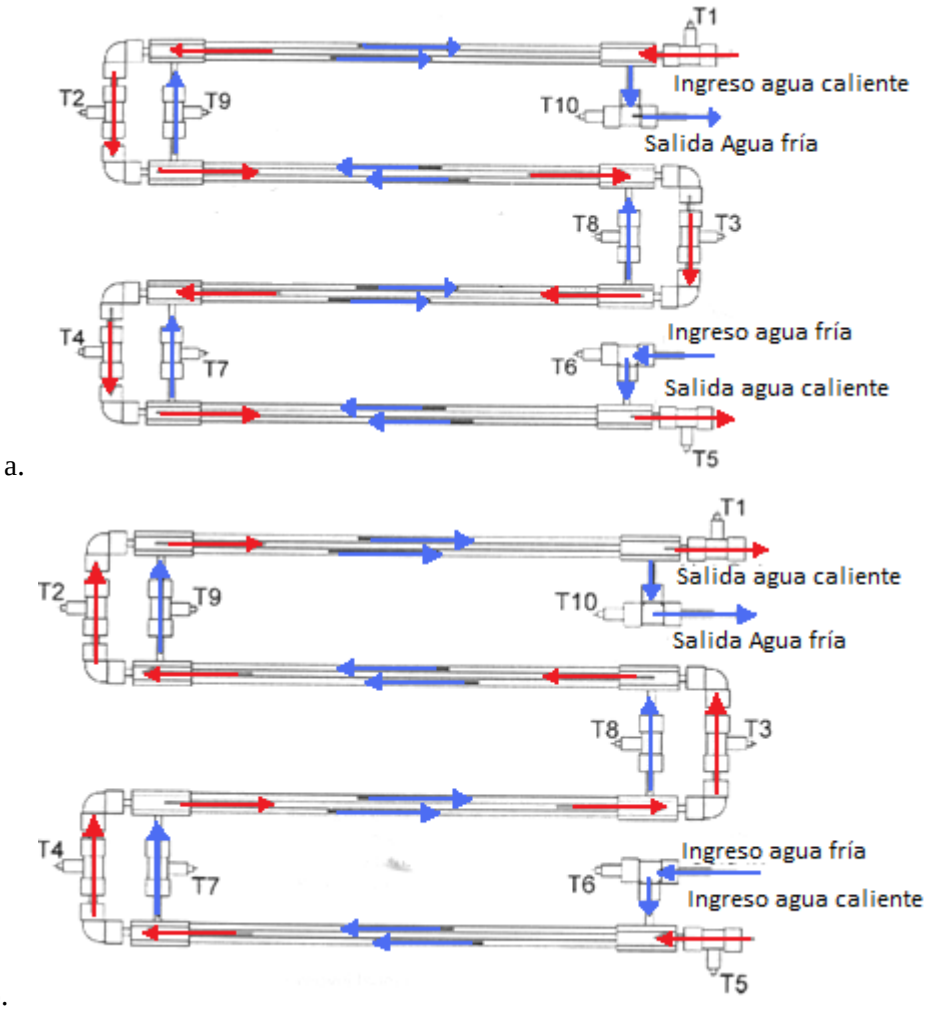


Fig. 2.90 Sentido de circulación del agua fría (azul) y caliente (rojo). A) Contraflujo. B) Flujo Paralelo
Fuente: Manual Armfield para Intercambiador de Calor HT36

c. Mantenimiento del equipo

Debe tomarse las mismas precauciones que en la unidad de servicio.

En caso de remplazarse los anillos selladores debe cuidarse que sean de caucho con diámetro 3/8” y sección 0.103”.

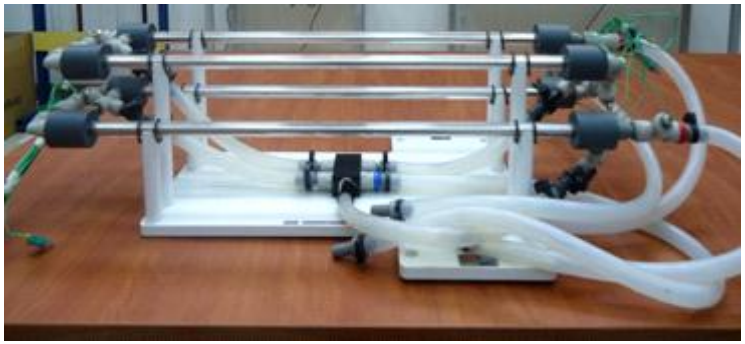
d. Manejo del Software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 6 / 6



Maquina-Equipo:	HT36 Intercambiador tubular extendido	**Marca:**	Armfield
Serie No:	024097-003	**Modelo:**	HT36
Ubicación:	Lab. Ingenieria	**Sección:**	Transferencia de calor
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI - LM - TC - 002 E
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Accesorio
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,2 m	**Peso:**	10 kg
Ancho:	0.95 m	**Volumen:**	0,1 m3
Largo:	0,4 m	**Condición:**	**Buena**

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Termocuplas tipo K			10			Color verde
Elementos Electricos						
Conexiones termocuplas tipo K			10			Color verde
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Valvula distribuidora			4			Color negro
Tubos concentricos			3	long. Total 1m		Exterior acrilico, interior de Ac. Inoxidable
Distribuidor			1			Color negro
Cañerias			5			Color transparente
Codos 1/2"		Color blanco	6			Divididos en tramos
Acoples rapidos 1/2"		Color blanco	10			Divididos en tramos
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Motores Electricos		**Características Técnicas**					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

2.3.4 MAQUINAS HIDRAULICAS

2.3.4.1 FM52 UNIDAD DE DEMOSTRACION DE BOMBA DE ENGRANES

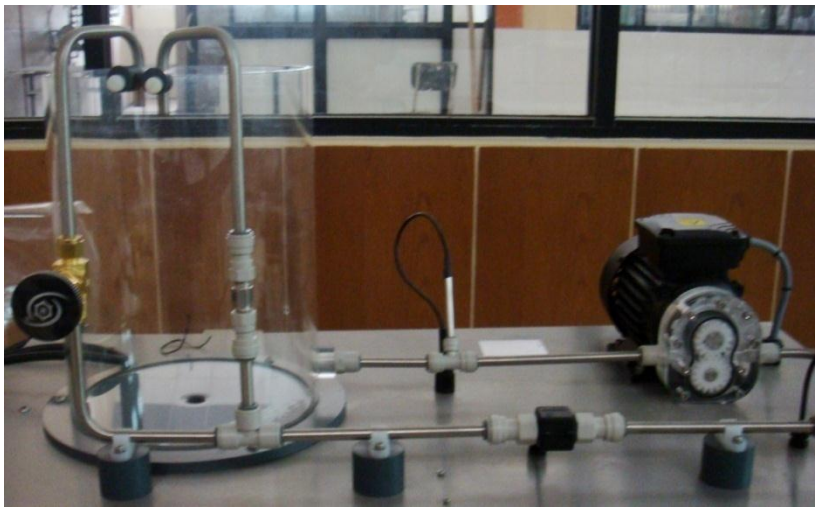


Fig. 2.91 Bomba de Engranes FM52
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

La bomba de engranajes es el más utilizada de las bombas rotativas de acción positiva. Dos ruedas dentadas operan dentro de una carcasa. Una de ellas es impulsada, mientras que el otro gira en malla de la misma. El líquido es transportado en el espacio entre los dientes consecutivos y luego expulsado de la malla de los dientes. La bomba no tiene válvulas. Es una bomba de desplazamiento positivo y con altas presiones. El resultado es un flujo más uniforme que el de una bomba de pistón. Es especialmente adecuado para fluidos de alta viscosidad.

Posee una bomba con motor de velocidades variables, montada sobre un zócalo de acero inoxidable con un depósito de agua y tuberías para la circulación continua. El cabezal de la bomba y el depósito de agua se fabrican en material acrílico transparente para la máxima visibilidad (Fig. 2.91).

Una válvula de accionamiento manual en la salida de la bomba permite el control del flujo y una válvula de alivio de presión protege al operador y el equipo. Posee sensores electrónicos para medir la presión de salida de la bomba, el caudal y la temperatura del agua (Fig.2.92).

La velocidad de la bomba es controlada con precisión mediante un inversor electrónico avanzado en el IFD7 (un accesorio esencial). Este inversor también calcula el par producido en el eje de impulsión del motor, permitiendo conocer la energía utilizada por la

bomba. El IFD7 también proporciona el acondicionamiento electrónico para los sensores y permite que sus lecturas se muestren en el software del ordenador. Las conexiones a la IFD7 son un solo conector de múltiples vías para los sensores y un conector para la unidad de motor de la bomba.

Otros datos importantes del dispositivo son:

Caudal máximo: 6.5L/min típica
Cabeza máxima: 25m
Número máximo de velocidad de la bomba: 1800rpm
Potencia del motor: 250W

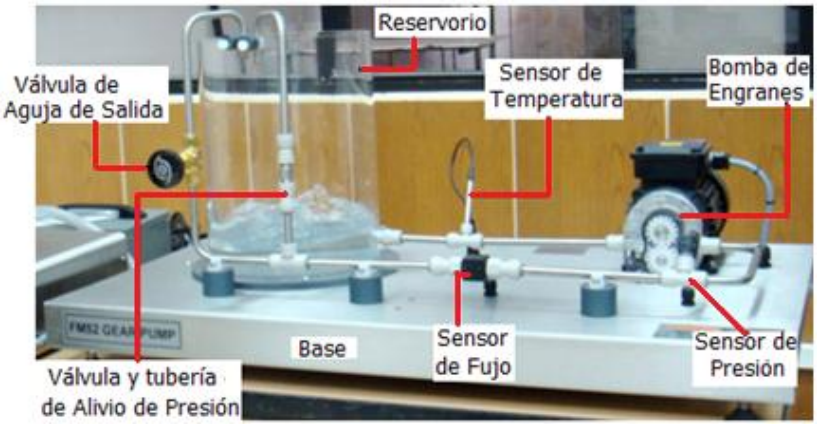


Fig. 2.92 Componentes del FM52
Fuente: La Autora

b. Operación del equipo

Se conecta el equipo a la consola eléctrica IFD 7 y se abre el software dentro del cual se debe verificar que la bomba este ajustada a 0%, se debe llenar el reservorio con agua fría asegurándose de que la válvula de drenado este cerrada, una vez encendida la bomba se debe comprobar que los engranes están girando y el agua fluye en el sistema.

Luego de comprobados los parámetros anteriores el manejo completo del equipo depende del software FM52 GEAR PUMP.

c. Mantenimiento del equipo

El equipo debe desconectarse de las fuentes principales de agua y electricidad.

Se debe verificar el funcionamiento de la RCD presionando el botón TEST, de la misma manera que en equipos anteriores.

El exterior del equipo debe ser limpiado periódicamente usando telas suaves y compactas, en caso de usar detergente este debe ser especial para acrílicos. Se debe tener cuidado al limpiar el reservorio para evitar daños.

Para limpiar las tuberías y los engranes de la bomba debe hacerse circular agua a través del sistema por varios minutos, en caso de suciedades mayores debe emplearse agua destilada como fluido para limpiar las superficies.

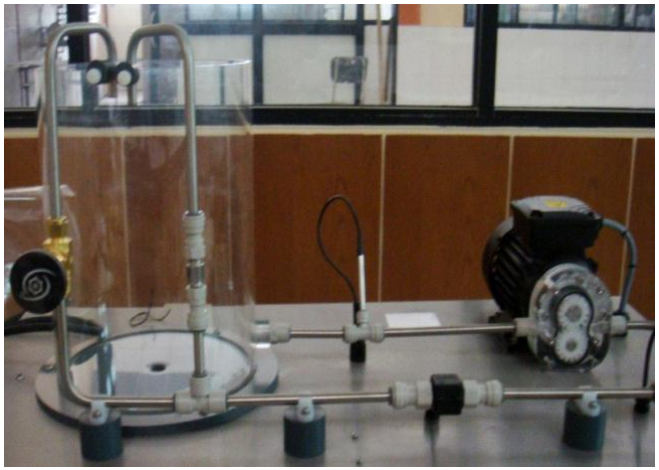
El equipo debe ser guardado en un lugar seguro libre de contaminación, lejos de fuentes de calor y de la luz directa del sol. Se debe verificar que la superficie sea plana.

d. Manejo del Software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Bomba de engranajes	**Marca:**	Armfield
Serie No:	02423-001	**Modelo:**	FM52
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Maquinas Hidráulicas
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI-LM-MH-001
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,41 m	**Peso:**	40 kg
Ancho:	0,51 m	**Volumen:**	0,5 m3
Largo:	0,88 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Modulo de interface IFD 7	ARMFIELD	024178-006	1	240	2	Mod. IFD7
Elementos Electricos						
Bomba de caudal	UCC		1			
Sensor de presión			1	0-5 V		
Sensor de temperatura			1	0-5 V		T: 0-102,4 °C
Sensor de torque			1	0-5 V		
Autotransformador	TACIMA	024178-006	1	240	5 A/s	Mod. SC 5821
RCD	EUROPA		1	120	25	
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Reservorio	ARMFIELD		1	0,30*0,23		
Mesa base			1	0,38*0,006*0,51		
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Valvula de presión	SWOGETOLE	252090001	1			
Valvula de presión manual	HAMLET		1	3/8"		
Valvula de drenaje			1			
Reservorio			1	0,30*0,23		

Mesa base			1	0,38*0,006*0,51		
Motores Electricos						
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Equipo	AEG	250 W	220 V	1,6	1360	DC	Tipo AM 6320-CA4, cosρ 0,74, Conexión estrella / triangulo
Lubricación						
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas						

2.3.4.2 FM53 UNIDAD DE DEMOSTRACION DE BOMBA DE PISTON



Fig. 2.93 Unidad de Demostración de Bomba de Pistón
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

Es una bomba de desplazamiento positivo y se utiliza para bombear pequeñas cantidades de líquido a altas presiones (Fig. 2.93).

El movimiento alternativo del émbolo proporciona un flujo irregular, aunque la inclusión de un buque de amortiguación puede reducir este efecto. El sobrealimentado es innecesario.

Posee un motor de la bomba del émbolo impulsada y montado sobre un zócalo de acero inoxidable con un depósito de agua, amortiguador de pulsaciones y tuberías para la circulación continua. El cabezal de la bomba, tanque de medición, amortiguador de pulsaciones y el depósito de agua se fabrican en material acrílico transparente para la máxima visibilidad. La salida de la bomba está conectada a una válvula de carga suspendida y una válvula de aguja para investigar diferentes características de carga. Una válvula de alivio de presión protege al operador y el equipo. Una válvula adicional se puede utilizar para aislar o incluir el amortiguador de pulsaciones, lo que permite el efecto de amortiguación que se investigue (Fig. 2.95).

Además se tienen sensores electrónicos para medir la presión instantánea en el cilindro de la bomba, el desplazamiento de la bomba y el flujo acumulado en un período de tiempo.

La velocidad de la bomba es controlada con precisión mediante un inversor electrónico avanzado en el IFD7 (un accesorio esencial). El IFD7 también proporciona el acondicionamiento electrónico para los sensores y permite que sus lecturas se muestren en el software del ordenador. Las conexiones a la IFD7 de un solo conector de múltiples vías para los sensores y un conector para la unidad de motor de la bomba.

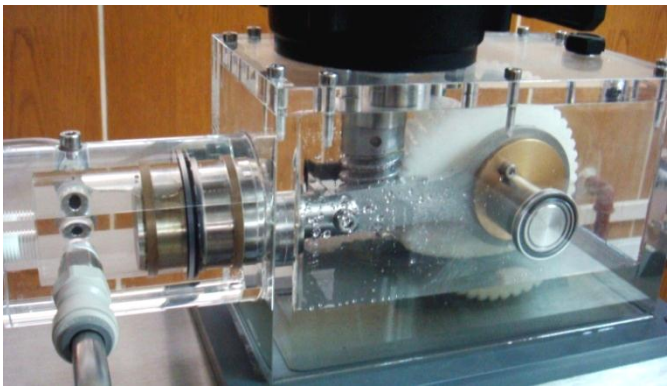


Fig. 2.94 Detalle del pistón de la Bomba

Fuente: La Autora

Otros datos importantes del equipo son:

Caudal máximo: 0.725 l / min típica
Cabeza máxima: 4 bar
cilindrada: 15mm x 32mm de diámetro
Velocidad de bombeo: variable hasta 60 movimientos por minuto
Potencia del motor: 250W

Los datos de salida analógica son digitalizados y transferidos a una computadora usando el estándar USB (Universal Serial Bus).Esto permite a cualquier ordenador moderno estándar de Windows para ser utilizado, incluyendo computadoras portátiles, y no requiere ningún acceso al interior de la computadora.

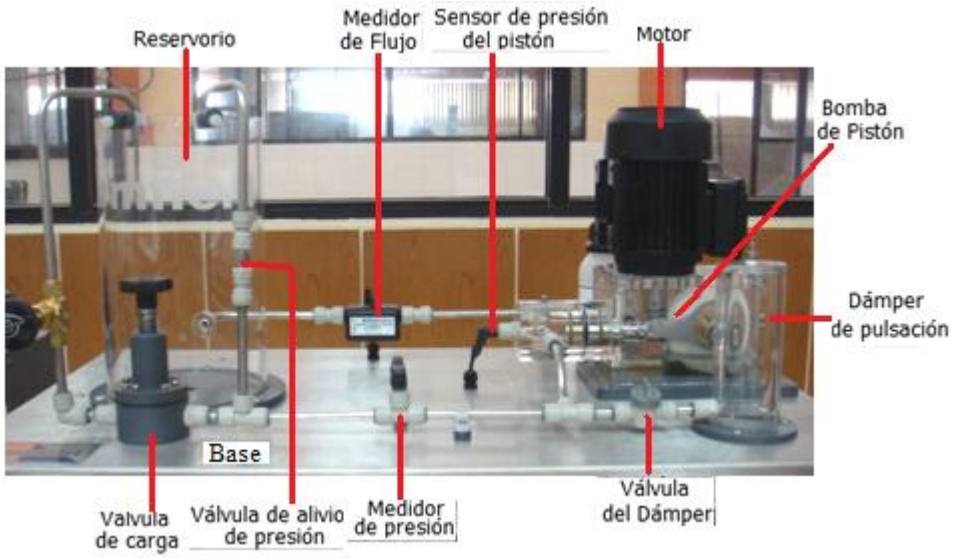


Fig. 2.95 Componentes del dispositivo FM53

Fuente: La Autora

b. Operación del equipo

La caja de engranes debe ser llenada con lubricante antes de la operación del equipo. El lubricante usado es glicerina (Glycerol) que posee alta viscosidad y ningún colorante lo cual favorece a la visibilidad.

El nivel de lubricante se halla por debajo de la apertura de la caja de engranes que comunica con el pistón, lo cual asegura que todas las partes del mecanismo sean lubricados adecuadamente. El lubricante ingresa por el orificio en la pared de la caja de engranes.

Se llena el reservorio con agua cuando está apagado y se debe verificar que la válvula de drenado este cerrada. El reservorio debe llenarse con agua limpia a 40º como mínimo, para ello se emplea una tubería conectada a una fuente de agua o usando recipientes. El reservorio se llena aproximadamente hasta 20 cm bajo límite superior.

Para cebar el equipo se enciende la consola eléctrica y se ingresa al programa de control. Se abre la válvula del dámper completamente, la válvula de aguja y la válvula de carga. Gradualmente se incrementa la velocidad de la bomba al 100% y se debe inspeccionar que el pistón empiece a moverse. Se permite la operación de la bomba hasta que el sistema se llene de agua y todo el aire sea expulsado, con excepción de una cierta cantidad de aire que permanece en la parte superior del dámper.

El ajuste de la velocidad de la bomba se realiza en el programa variando el valor desde 0% a 100%. El valor deseado puede ingresarse manualmente por medio del teclado.

La válvula de carga es ajustada manualmente y se usa para aplicar una presión de retorno en el sistema. Si esta válvula se encuentra cerrada se obtendrá la máxima presión la bomba, el valor de la presión se indica en el diagrama del equipo.

El dámper está aislado del sistema por su válvula de control, la cual conecta el dámper con la tubería. Una vez abierta esta válvula, el efecto de amortiguación podría ser incrementado aumentando la presión de la bomba. La presión debe ser disminuida nuevamente presionando un lado de la válvula para permitir que el aire escape.

La válvula de aguja permite el control sobre la válvula de ajuste por medio de la perilla, esta se gira en sentido horario para abrirla y en sentido anti horario para cerrarla.

La presión de salida, la tasa de flujo y la presión del cilindro son indicadas en la pantalla de software.

c. Mantenimiento del equipo

El equipo debe desconectarse de las fuentes principales de agua y electricidad.

Se debe verificar el funcionamiento de la RCD presionando el botón TEST, de la misma manera que en equipos anteriores.

El exterior del equipo debe ser limpiado periódicamente usando telas suaves y compactas, en caso de usar detergente este debe ser especial para acrílicos. Se debe tener cuidado al limpiar el reservorio para evitar daños.

Para limpiar las tuberías y los engranes de la bomba debe hacerse circular agua a través del sistema por varios minutos, en caso de suciedades mayores debe emplearse agua destilada como fluido para limpiar las superficies.

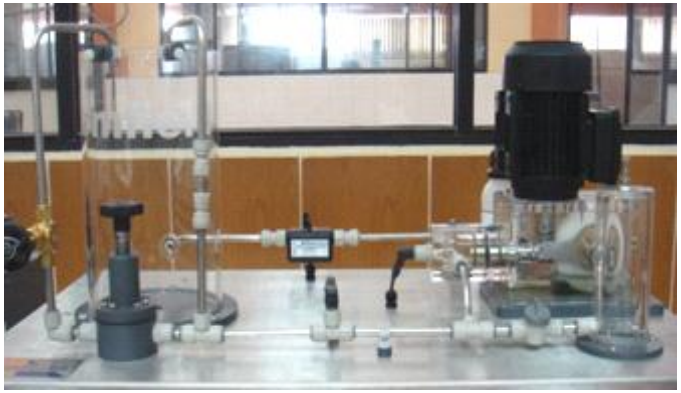
El equipo debe ser guardado en un lugar seguro libre de contaminación, lejos de fuentes de calor y de la luz directa del sol. Se debe verificar que la superficie sea plana.

d. Manejo de Software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Bomba de Piston.	**Marca:**	Armfield
Serie No:	022812-002	**Modelo:**	FM-53
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Maquinas Hidráulicas
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI-LM-MH-002
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,41 m	**Peso:**	40 kg
Ancho:	0,88 m	**Volumen:**	0,3 m³
Largo:	0,51 m	**Condición:**	**Buena**

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Consola de interfase IFD-7	ARMFIELD	024178-004	1	240V	2A	
Autotransformador	TACIMA	024178-005	1	240V	2A	
Sensores de Presion			2			
Medidor de Flujo	FLOWNETIX		1			
Elementos Electricos						
RCD			1			
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Pulsation Damper			1	L=166mm Diam=65mm		
Drain Valve	ARMFIELD		1			
Reservoir	ARMFIELD		1	L=312mm Diam=180mm		
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Sensor de precion del cilindro	EP		4	3\8		
Neplos (union)	EP		6	3\9		
Tee	EP		3	3\10		
Codo	EP		1	3\11		

Cañeria		EP		1,80m	3\12	Aluminio
Bomba				1		
Valvula manual		HAM-LET		1	3\8	
Valvula (mide precion)				1		
Baseplato		ARMFIELD		1	0,51m x 0,88m	
Cilinder pressure sensor		BSP		1	3\8	
Valvula de precion		SWOGATOLE	228761001	1		
Motores Electricos						
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
	AEG	250 W	220V	1,6 A	360\1320 RPM	3	Tipo Am 637CA4
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Glicerina			Fhiser Scientific		500 ml		
Notas							

2.3.4.3 FM6X UNIDAD DE SERVICIO DE TURBINA

a. Descripción del equipo

La unidad de servicio de turbinas FM6X proporciona un suministro de agua que se requiere para operar los dispositivos FM61 y el FM62. La unidad de servicio se compone de una base de acero inoxidable en el cual se monta un depósito de agua, una bomba compacta de tres fases y un medidor de flujo electrónico. La bomba es controlada directamente desde el ordenador utilizando el controlador de velocidad dentro de la unidad de interfaz IFD7 (un accesorio esencial) (Fig. 2.96).

La turbina bajo prueba está conectada con el banco mediante una correa dentada. La carga se aplica a la turbina con un freno magnético controlado directamente desde el ordenador. La envoltura exterior del freno se detiene por un brazo de palanca que está conectada a una célula de carga, que permite a la fuerza de frenado y por lo tanto el par producido a medirse directamente. La unidad de servicio también incorpora un sensor óptico que mide la velocidad de rotación de la turbina.

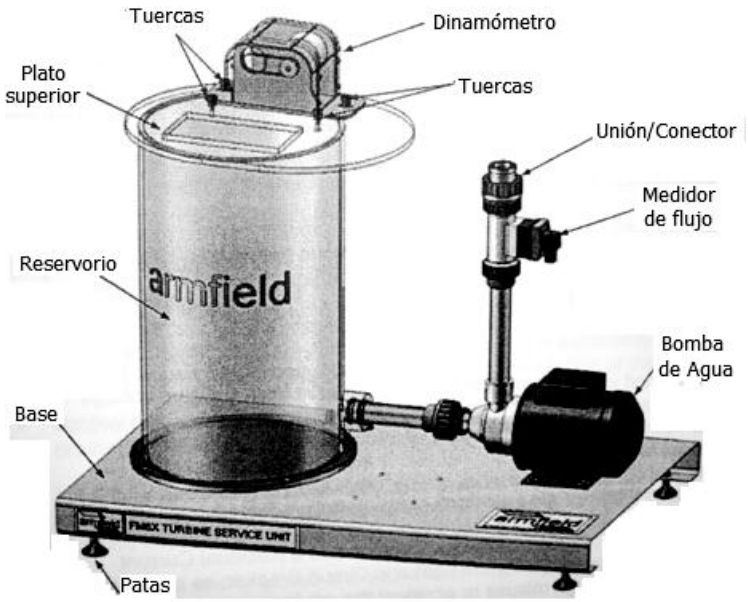


Fig. 2.96 Partes de la Unidad de Servicio FM6X

Fuente: Manual Armfield para la Unidad de Servicio de Turbina FM6X

- **Dinamómetro**

El modulo dinamómetro está montado en la parte superior del reservorio y comprende un freno magnético el cual es usado para cargar la turbina, una celda de carga la cual mide la reacción en el freno y la fuerza de frenado, y un sensor óptico el cual mide la velocidad de rotación de la turbina.

El modulo está encerrado en una carcasa de PVC y policarbonato, que está conectada a la turbina bajo prueba por una correa dentada (Fig. 2.97).

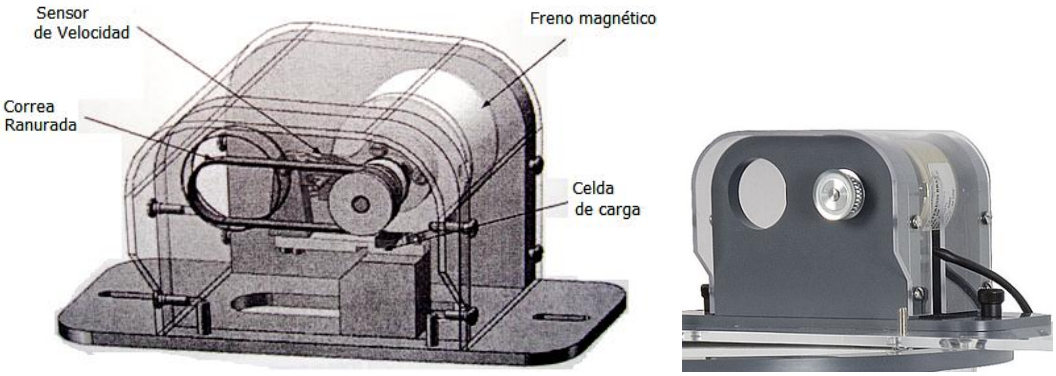


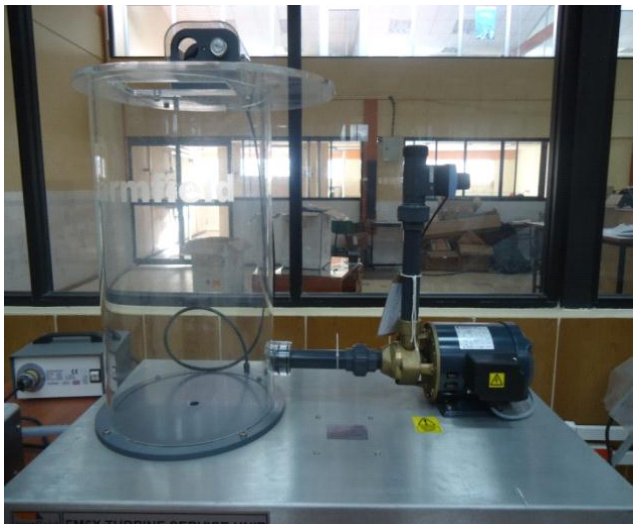
Fig. 2.97 Dinamómetro y sus partes

Fuente:http://www.discoverarmfield.co.uk/data/fm6x/images/fm6x_dyno-01.jpg

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 1 / 3



Maquina-Equipo:	Unidad de servicio de turbinas	**Marca:**	Armfield
Serie No:	024165-006	**Modelo:**	FM-6X
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Maquinas Hidraulicas
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Accesorio
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,29 m	**Peso:**	20 kg
Ancho:	0,56 m	**Volumen:**	0,20 m3
Largo:	0,18 m	**Condición:**	

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
IFD7 Consola de interface	Armfield	023897-003	1	240 V	5A	
Sensor de flujo						Ubicado al final de la tuberia.
Elementos Electricos						
Autotransformador	Tacima	024178-005	1	110-120 V		
Flujometro	Burkert	00423913-	1	12-36 V		
Dinamometro	Magtrol	11B50M597	1	24 V		
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Turbina	Armfield		1			
Bomba		PB21/A	1			Q=10-40 l/min h=6-37 m
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones
Lateral	Lowara	0,37 KW	110 V				

Lubricación

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

2.3.4.4 FM 61 TURBINA DE REACCION



Fig. 2.98 Turbina de Reacción
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

La FM61 (Fig. 2.98) es una turbina de reacción a pequeña escala que está diseñado para ser usado en conjunto con la unidad de servicio FM6X. Una turbina de reacción utiliza el impulso transferido de la reacción de un chorro de agua que sale de una boquilla para generar energía.

Consta de un colector de entrada que suministra agua a un concentrador central. El agua ingresa radialmente a través de dos orificios de salida. El centro está conectado con el colector mediante un sello de grafito en la pared. La turbina se monta sobre un eje horizontal, con una protección transparente contra salpicaduras de acrílico para permitir la máxima visibilidad del funcionamiento. La unidad incorpora un sensor de presión para medir la condición de entrada del agua, dicha presión puede ser controlada con precisión mediante el software suministrado con la unidad de servicio.

Los datos de salida analógica son digitalizados y transferidos a una computadora usando el estándar USB (Universal Serial Bus), esto permite a cualquier ordenador moderno estándar de Windows para ser utilizado, incluyendo computadoras portátiles, y no requiere ningún acceso al interior de la computadora.

El equipo se suministra con un cable USB para la conexión a la computadora, la conexión con la unidad de servicio FM6X y el dispositivo IFD7 y el puerto USB del ordenador.

Otros datos del dispositivo son:

Potencia máxima: 25W
Velocidad máxima: 8000rpm
Par máximo: 0.12Nm

b. Operación del equipo

Se sitúa el equipo en la unidad de servicio, para lo cual se aflojan los dos tornillos que sostienen al dinamómetro, se coloca el accesorio sobre el reservorio y se ajustan los tornillos hasta que este adecuadamente ubicado. Se acopla la unión del medidor de flujo a la tubería de trabajo asegurándose que el anillo de goma este en su lugar. Se coloca la correa dentada sobre las dos poleas y se desliza el dinamómetro para tensionar la correa lo suficiente para que sea estirada pero no ajustada.

Se aprietan los tornillos del dinamómetro y se conecta el sensor de presión en el zócalo de la base.

El posterior manejo del equipo se realiza mediante el software FM6X TURBINES.

c. Mantenimiento del equipo

El equipo debe desconectarse de las fuentes principales de agua y electricidad.

Se debe verificar el funcionamiento de la RCD presionando el botón TEST, de la misma manera que en equipos anteriores.

El exterior del equipo debe ser limpiado periódicamente usando telas suaves y compactas, en caso de usar detergente este debe ser especial para acrílicos. Se debe tener cuidado al limpiar el reservorio para evitar daños.

Para limpiar las tuberías y los engranes de la bomba debe hacerse circular agua a través del sistema por varios minutos, en caso de suciedades mayores debe emplearse agua destilada como fluido para limpiar las superficies.

El equipo debe ser guardado en un lugar seguro libre de contaminación, lejos de fuentes de calor y de la luz directa del sol. Se debe verificar que la superficie sea plana.

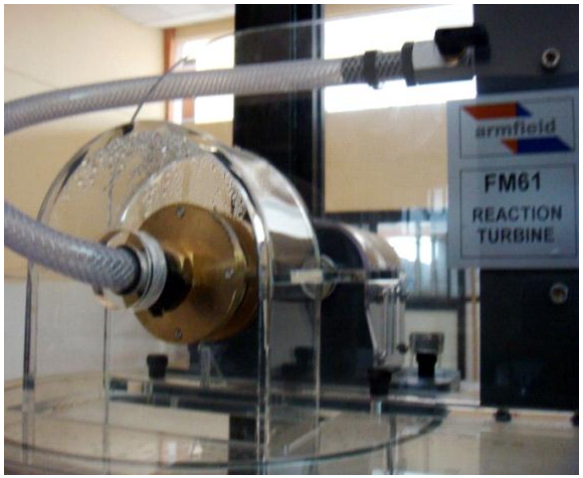
d. Manejo del Software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 1 / 3



Maquina-Equipo:	Turbina de Reacción	**Marca:**	Armfield
Serie No:	024163-001	**Modelo:**	FM-61
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Maquinas Hidraulicas
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI-LM-MH-003
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,29 m	**Peso:**	20 kg
Ancho:	0,56 m	**Volumen:**	0,20 m3
Largo:	0,18 m	**Condición:**	

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Elementos Electricos						

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Valvula de Bola			1		Ubicada en la entrada de Agua

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Unidad de Servicio de Turbinas	ARMFIELD		1		**DATOS EN LA HOJA 1 / 3**

Motores Electricos		Características Técnicas					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

2.3.4.5 FM62 TURBINA PELTON

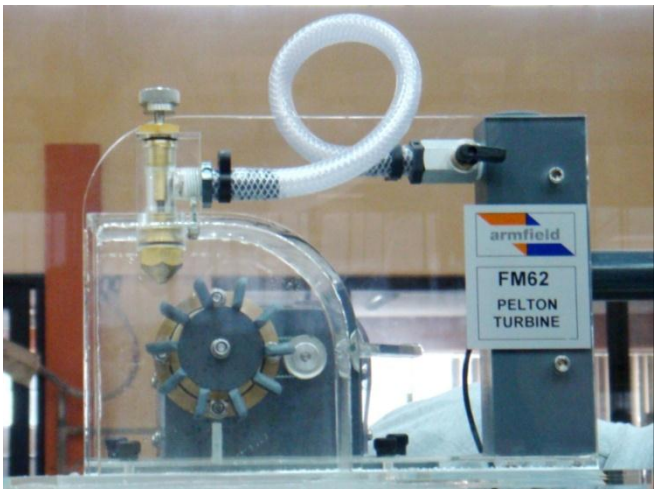


Fig. 2.99 Turbina Pelton
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

Una turbina Pelton utiliza el impulso transferido por el impacto de un chorro de agua sobre los cubos para generar energía.

La FM62 (Fig. 2.99) consta de un colector de entrada que suministra agua a una válvula de aguja que permite a los usuarios a variar la sección de jets, manteniendo la velocidad del agua.

El corredor por donde pasa el agua está montado en una caja de acrílico transparente para permitir la máxima visibilidad de los trabajos.

La unidad incorpora un sensor de presión para medir la condición de entrada del agua. Esta presión puede ser controlada con precisión mediante el software suministrado con la unidad de servicio.

Los datos de salida analógica son digitalizados y transferidos a una computadora usando el estándar USB (Universal Serial Bus). Esto permite a cualquier ordenador moderno estándar de Windows para ser utilizado, incluyendo computadoras portátiles, y no requiere ningún acceso al interior de la computadora.

El equipo se suministra con un cable USB para la conexión a la computadora, la conexión con la unidad de servicio FM6X y el dispositivo IFD7 y el puerto USB del ordenador.

Otros datos del dispositivo son:

Potencia máxima: 23W
Velocidad máxima: 3800rpm
Par máximo: 0.20Nm

b. Operación del equipo

Se sitúa el equipo en la unidad de servicio, para lo cual se aflojan los dos tornillos que sostienen al dinamómetro, se coloca el accesorio sobre el reservorio y se ajustan los tornillos hasta que este adecuadamente ubicado. Se acopla la unión del medidor de flujo a la tubería de trabajo asegurándose que el anillo de goma este en su lugar. Se coloca la correa dentada sobre las dos poleas y se desliza el dinamómetro para tensionar la correa con la suficiente tensión para que sea estirada pero no ajustada.

Se aprietan los tornillos del dinamómetro y se conecta el sensor de presión en el zócalo de la base.

El posterior manejo del equipo se realiza mediante el software FM6X TURBINES.

c. Mantenimiento del equipo

El equipo debe desconectarse de las fuentes principales de agua y electricidad.

Se debe verificar el funcionamiento de la RCD presionando el botón TEST, de la misma manera que en equipos anteriores.

El exterior del equipo debe ser limpiado periódicamente usando telas suaves y compactas, en caso de usar detergente este debe ser especial para acrílicos. Se debe tener cuidado al limpiar el reservorio para evitar daños.

Para limpiar las tuberías y los engranes de la bomba debe hacerse circular agua a través del sistema por varios minutos, en caso de suciedades mayores debe emplearse agua destilada como fluido para limpiar las superficies.

El equipo debe ser guardado en un lugar seguro libre de contaminación, lejos de fuentes de calor y de la luz directa del sol. Se debe verificar que la superficie sea plana.

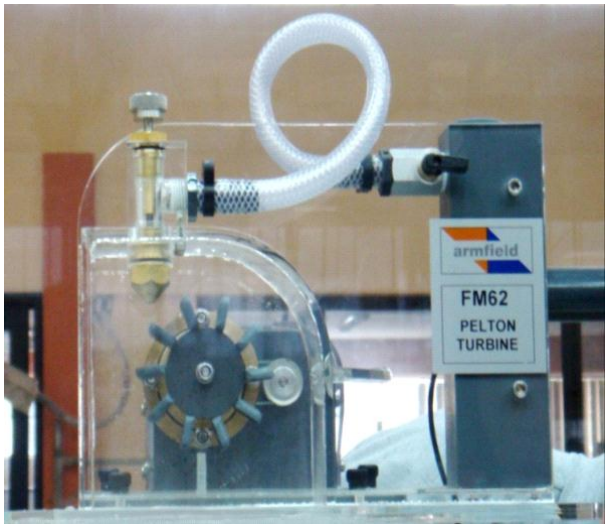
d. Manejo del Software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 2 / 3



Maquina-Equipo:	Turbina Pelton	**Marca:**	Armfield
Serie No:	024104-001	**Modelo:**	FM-62
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Maquinas hidraulicas
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI-LM-MH-004
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0.33 m	**Peso:**	20 kg
Ancho:	0,52 m	**Volumen:**	0,20 m3
Largo:	0,14 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Válvula de aguja			1		Ubicada en la turbina
Válvula de bola			1		Ubicada en la entrada de agua
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Unidad de servicio de turbinas FM6X	Armfield		1		**DATOS EN LA HOJA 1 / 3**

Motores Electricos		**Características Técnicas**					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

Notas

2.3.4.6 BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS CENTRIFUGAS



Fig. 2.100 Banco de pruebas para Bombas Centrífugas

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El banco de pruebas para bombas centrífugas (Fig. 2.100) consta del banco propiamente dicho y un panel de control externo que permite el manejo manual del equipo.

El panel de control o control maestro está compuesto por una LCD que nos permite la visualización de los datos en tiempo real y el botón "Cambiar pantalla" para poder observar todos los valores obtenidos durante la práctica.

Los datos que son visibles en la primera pantalla son:

- Presión Positiva (Hd) (bar)
- Presión Negativa 1 (Hs1) (bar)
- Presión Negativa 2 (Hs2) (bar)
- Corriente de la bomba 1 (I1) (A)
- Corriente de la bomba 2 (I2) (A)

Los datos que son visibles en la primera pantalla son:

- Caudal (Q) (m^3/s)
- Velocidad motor 1(n1) (rpm)
- Velocidad motor 2 (n2) (rpm)
- Temperatura del agua (T) (ºC)

En el caso que el potenciómetro esté encendido la LCD mostrará un mensaje de advertencia.

En el panel de control se ubican el interruptor ON/OFF del sistema y los interruptores ON/OFF de las dos bombas centrífugas que se hallan en el banco. El potenciómetro regulador de velocidad que modifica la rapidez de giro de las bombas y posee un rango de 0 a 60 Hz. La conexión USB para transferir los datos al software cuenta con una luminaria que indica la conexión realizada (Fig. 2.101).



Fig. 2.101 Panel de control del Banco de pruebas para Bombas Centrífugas
Fuente: La Autora

En caso de una falla del sistema el botón de EMERGENCIA nos permite el paro inmediato del banco.



Fig. 2.102 Partes del Banco de pruebas para Bombas Centrífugas
Fuente: ORELLANA DIEGO, VELEZ DANIEL, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL PARA EL BANCO DE BOMBAS CENTRÑIFUGAS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Cuenca, Ecuador, 2006.

El banco es alimentado de energía mediante la conexión trifásica que se halla en la parte posterior de la caja de alimentación, la misma que se ubica en la lateralmente al banco; dicha caja posee focos pilotos indicadores del encendido de la niquelina que se halla en el interior de contenedor y de las fases presentes (Fig. 2.102).

b. Operación del equipo

El equipo puede ser operado de manera manual o automática por medio del software de control.

En la operación manual se debe encender el banco por medio del interruptor trifásico que se halla en la caja de alimentación y posteriormente se enciende la bomba a experimentar mediante el interruptor de las bombas en el panel de control del banco.

Se aumenta la velocidad de giro de la bomba mediante el potenciómetro regulador hasta el 100 % de funcionamiento. En el LCD se pueden observar los datos en tiempo real que son medidos por los sensores de velocidad, amperaje, voltaje, presión, etc.

Una vez realizada la prueba se disminuye la velocidad de la bomba girando el potenciómetro lentamente hasta cero y se apaga la bomba mediante el pulsante OFF. Se apaga el banco en caso de no ser necesarias más pruebas.

La forma de operación automática se realiza por medio de la conexión USB del control maestro hacia la computadora que posee el programa.

Se abre el programa BOMBAS 2010v1.0 y en el menú PRUEBAS se elige la prueba a realizar, ya sea la prueba de una bomba monoetapa, bombas monoetapas acopladas en paralelo o serie, cavitación de una bomba monoetapa o prueba de una bomba a velocidad variable (Fig. 2.103).

Se debe tener cuidado en el ajuste previo de cada prueba debido a que el programa nos ofrece la ayuda necesaria para las restricciones y contenedor de graficas de cada experimento.

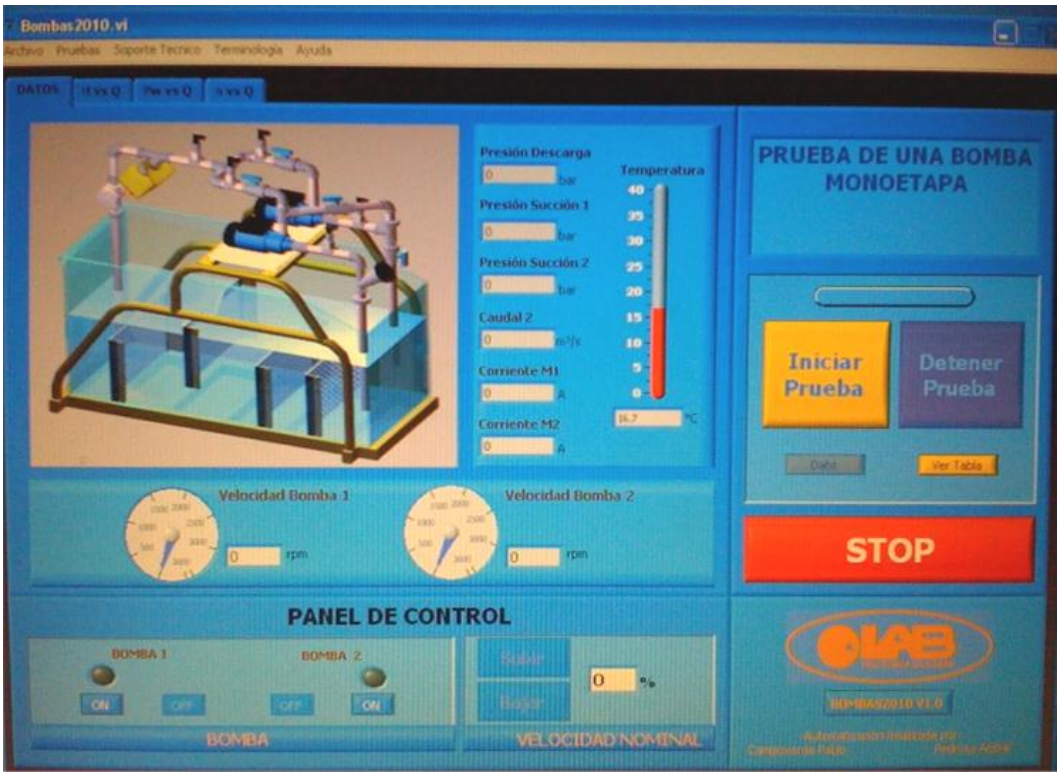


Fig. 2.103 Panel de control del software BOMBAS2010 v1.0

Fuente: La Autora

Luego de escoger la prueba a realizar se eleva la velocidad de la bomba mediante el botón ON y se verifica que la luminaria de la bomba respectiva bajo prueba en la pantalla se encienda. El aumento de velocidad de giro de la bomba se realiza mediante el control de VELOCIDAD NOMINAL donde se ingresa el valor y se debe observar que el controlador de velocidad en la parte intermedia de la pantalla se eleve conforme la velocidad aumente.

Para iniciar la toma de datos se pulsa INICIAR PRUEBA y se ingresan los datos pulsando la pestaña DATO y este es ingresado directamente en la tabla de control de resultados.

Una vez terminado el experimento se pulsa DETENER PRUEBA para parar el muestreo y se realiza la disminución de la velocidad de la bomba en la casilla de control y se pulsa OFF para detener el funcionamiento de la bomba.

Se guardan los datos en versión .XLS y posteriormente se pulsa STOP para salir del programa.

c. Mantenimiento del equipo

Antes de poner en funcionamiento el equipo se debe verificar que el botón de parada de emergencia se encuentre desactivado y que las tres fases estén alimentando correctamente al dispositivo.

Verificar que las bombas estén apagadas al momento de cambiar de modo manual a automático o viceversa.

El tanque reservorio debe ser drenado luego de los experimentos para evitar la corrosión del mismo.

La niquelina debe ser encendida únicamente cuando el tanque cuente con el nivel de agua apropiado, es decir, esté lleno. Caso contrario se corre riesgo de daño del equipo debido a que la niquelina podría quemarse.

Arrancar las bombas solamente cuando el potenciómetro de regulación de velocidad se halle en cero ya que un arranque brusco puede dañar las bombas.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco de pruebad para Bombas Centrífugas	**Marca:**	UPS
Serie No:	Centrifugas	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Maquinas hidraulicas
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-MH-005
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	**m**	**Peso:**	**kg**
Ancho:	**m**	**Volumen:**	**m3**
Largo:	**m**	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Panel de control	UPS		1	110		Contiene controles del equipoy puerto USB
Sensor de presión (+)	Endress Hauser	PCM131-A22F1A1T	1	30 V DC	20 mA	Pmax=40 Bar
Sensor de Caudal	OMEGA		1			
Sensor de velocidad			2			
Sensor Comeute						
Sensor de presión (-)	Endress Hauser	PCM131-A22F1A3G	2	30 V DC	20 mA	Pmax=40 Bar
Sensor de temperatura						Ubicación dentro del tanque.
Elementos Electricos						
Circuito de potencia						Señales luminosas que indican las fases y la niquelina.

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Bomba centrifuga	Pedrollo		2		Hmax=55m P=0.7 HP
Valvulas de descarga	UPS		1		Medic{on en %
Valvula de paso	Plasson		2		
Valvula de succión					Llave de color negro
Base					Color naranja

Tanque de agua					h=70 cm a=53.5 cm L=124cm		Color externo blanco.
Accesorios		**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Atenuador de energia				1			
Vertedero				1			Forma triangular
Caja de potencia		UPS		1	49 x24		Dos tomacorrientes, luces indicadoras, switch
Motores Electricos		**Características Técnicas**					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Bomba centrifuga	Pedrollo	0,7 HP	250 V	In=7,6 A			1 motor en cada bomba.
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

2.3.5 TERMODINAMICA

2.3.5.1 TH3 PRESION DE SATURACION



Fig. 2.104 Presión de saturación

Fuente: La Autora

Descripción de equipo

La saturación de presión (Fig. 2.104) es un dispositivo que ha sido diseñado para introducir a los estudiantes al análisis de la temperatura en su punto de ebullición del agua donde se comporta con la variación en la presión absoluta. Las curvas de saturación puede ser obtenida por el alumno y se comparan con las tablas de vapor publicados.

La calidad del vapor que sale del aparato se puede determinar mediante un calorímetro de estrangulación relacionada en el punto de descarga.

El aparato consiste en un circuito de tubos rectangulares que incorpora una caldera cilíndrica un miembro vertical. El agua pura en la caldera se calienta hasta su punto de ebullición con un par de calentadores de cartucho con el control de potencia variable (500 W) y la protección de sobrecalentamiento (Fig. 2.105).

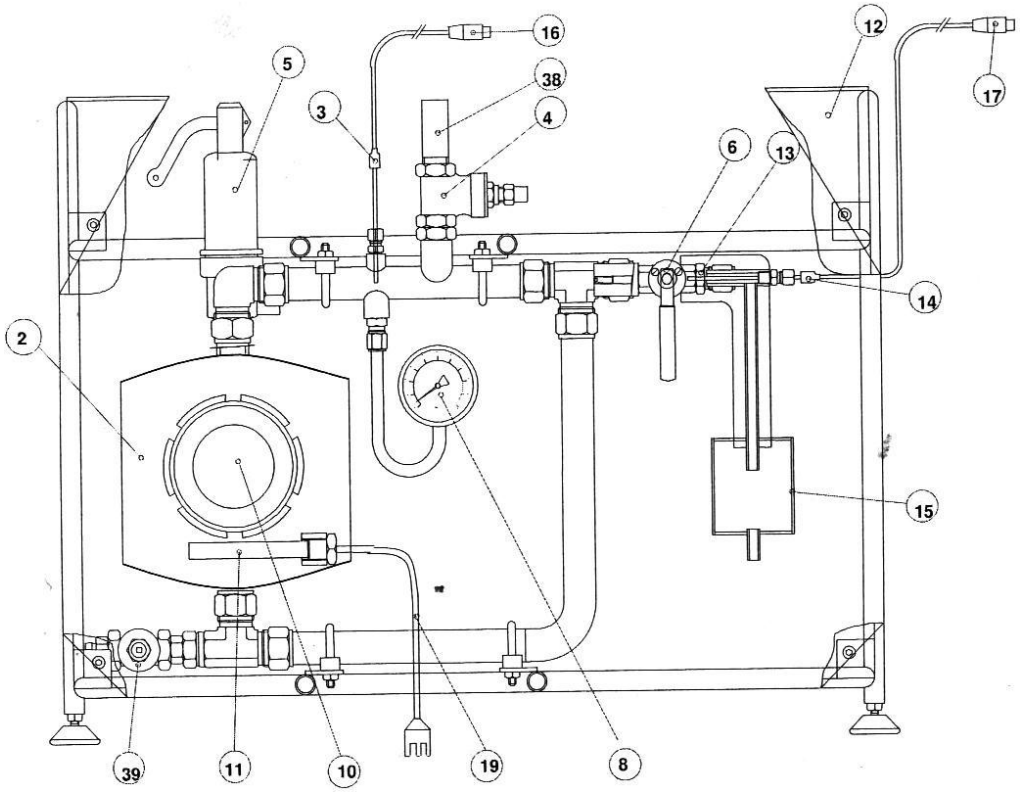
Una mirilla en la parte frontal de la caldera permite que los procesos internos de ebullición puedan ser observados en la superficie del agua, y también permite que el nivel del agua en la caldera para ser controlados. El vapor saturado sale por la parte superior de la caldera y recorre todo el circuito de tubos antes de condensarse y volver a la base de la caldera para calentar. El rango de operación de la caldera y el lazo es 0-7 bar efectivos.

Un calorímetro de estrangulación en la extremidad superior del circuito de tubos incorpora un sensor de temperatura PRT y un sensor de presión electrónico para medir las propiedades del vapor saturado.

Un punto de llenado en el miembro superior permite que el lazo que se llena con agua pura y que todo el aire pueda salir con seguridad antes de sellar el lazo de las mediciones de presión.

Una extracción de vapor, con válvula de aislamiento, permite que el vapor dentro del bucle para pasar a través de un calorímetro de estrangulación montado junto al circuito que permite la condición del vapor saturado que se determinará mediante la medición de la temperatura del vapor después de la limitación a la presión atmosférica y así demostrar como la fracción de sequedad del vapor saturado en el bucle se puede determinar. El vapor se expande hasta la presión atmosférica, ya que es sofocada y un segundo sensor de temperatura PRT mide la temperatura del vapor luego de su expansión a presión atmosférica.

El aparato está diseñado para la operación segura de una válvula de alivio de presión para operar si la presión sube por encima de la presión de trabajo y un manómetro Bourdon, que sigue en funcionamiento cuando el aparato está desconectado de la consola eléctrica. El manómetro Bourdon está marcado con la presión máxima de trabajo (Fig. 2.105).



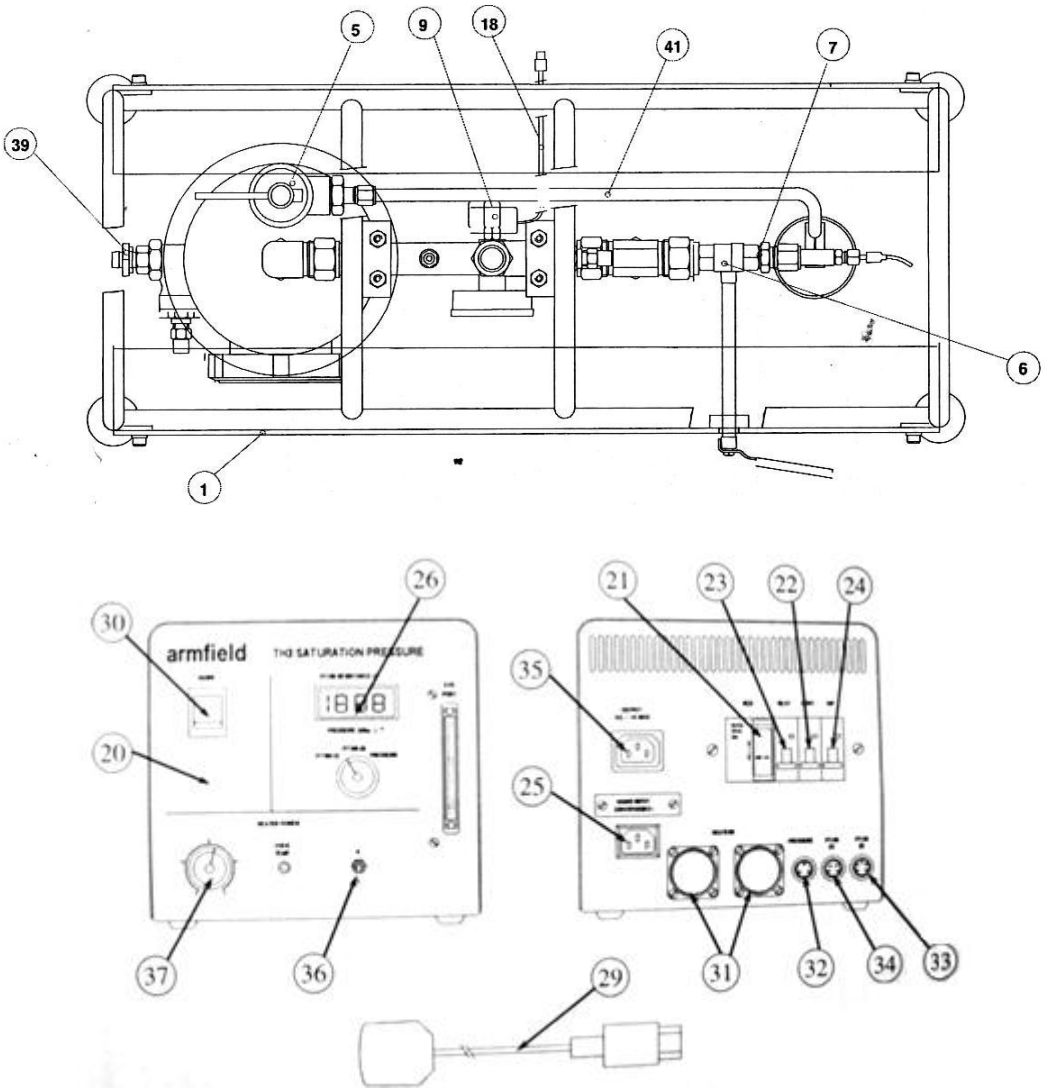


Fig. 2.105 Componentes del dispositivo TH3

Fuente: Manual Armfield para la Presión de Saturación TH3

1. *Estructura de soporte*
2. *Caldera*
3. *Sensor de temperatura*
4. *Válvula de carga*
5. *Válvula de alivio de Presión*
6. *Válvula de seguridad*
7. *Calorímetro de estrangulación*
8. *Manómetro Bourdon*
9. *Sensor de presión*
10. *Visor*
11. *Calentadores de Cartucho*
12. *Cubierta de plástico*
13. *Laberinto de tuberías*
14. *Sensor PRT*
15. *Contenedor*
16. *Termómetro T1*
17. *Termómetro T2*
18. *Cable transductor de presión.*
19. *Cables conectores de calentadores*
20. *Consola eléctrica*
21. *RCD*
22. *Breaker de circuitos internos de la consola eléctrica.*
23. *Breaker protector de calentadores de cartucho.*
24. *Breaker protector del voltaje de salida.*

25. *Zócalo de entrada*
26. *Pantalla de medición digital*
27. *Interruptor selector.*
28. *Puerto I/O*
29. *Cable de energía principal*
30. *Interruptor principal*
31. *Conexión Calentadores de cartucho.*
32. *Conexión de presión*
33. *Conexión PT100(2)*
34. *Conexión PT100(1)*
35. *Salida de voltaje*
36. *Interruptor de Calentadores de cartucho*
37. *Control de energía de caldera*
38. *Tubería de salida de vapor.*
39. *Válvula de drenaje*
40. *Tubería*

Todas las fuentes de alimentación, de acondicionamiento de señal, etc.; circuitos están contenidos en una consola eléctrica con dispositivos de protección adecuados y un interruptor diferencial para la protección del operador. Las lecturas de los sensores se muestran en un medidor digital común con interruptor de selección y todas las señales correspondientes son enviadas a un puerto I / O para la conexión a un PC mediante una interfaz de puerto paralelo opcional / paquete de software educativo (TH-IFD con TH3-303).

b. Operación del equipo

Se verifica que la RCD y los tres breakers del circuito en la parte posterior de la consola están en posición ON. El interruptor del elemento calentador debe estar apagado y el control de poder del mismo debe estar ajustado al mínimo.

EL dispositivo se controla mediante el software TH3 SATURATION PRESSURE.

La válvula de drenado y la válvula de aislamiento del calorímetro deben estar cerradas mientras la válvula de llenado en la parte superior del dispositivo debe estar abierta para ello debe usarse de herramienta especial.

Lentamente se llena el sistema con agua pura hasta que el nivel alcance los ¾ (aproximadamente 1.75 L) del visor de la caldera, no se debe cerrar la válvula de llenado.

Se enciende la consola eléctrica. Se usa el interruptor de selección para verificar las lecturas iniciales de PT100(1), PT100(2) y la presión P, la última debe tener valor nulo. Los valores para PT100(1) y PT100(2) dependerán de la temperatura ambiente pero un valor típico será 109 Ohms a 20ºC.

Se cierra la válvula del calorímetro. Se enciende el interruptor del elemento calentador y se ajusta al máximo el control de potencia y se permite que el agua se caliente. Cuando el

agua esta hirviendo, con el vapor escapando por la válvula de llenado, gradualmente se reduce la potencia de calor para mantener una pequeña cantidad de vapor, esto permitirá que todo el aire sea extraído del sistema sin pérdidas excesivas de agua o incrementos de presión en el sistema.

Se confirma que la presión en el sistema permanezca en aproximadamente 0 kN/m^2. Se debe esperar que la lectura del PT100(1) sea aproximadamente 138.0 Ohms, la resistencia corregida es 138.5 Ohms, la cual corresponde al punto de ebullición del agua (100ºC).

Cuando todo el aire ha sido expulsado del sistema y la lectura del sensor PT100(1) sea estable se cierra la válvula de llenado procurando de que no escape vapor. El control de potencia se incrementa al máximo y se permite que la temperatura y presión del sistema aumente. Las lecturas de la presión P y la resistencia correspondiente a la temperatura PT100(1) debe incrementarse juntas. Cuando la presión sea aproximadamente 4bar ($400kN/m^2$) se debe verificar que la lectura de la temperatura sea aproximadamente 154 Ohms, 158 Ohms corregidos corresponden a 152ºC.

Se abre la válvula de aislamiento al calorímetro de estrangulación. Se espera que la lectura de PT100(2) se estabilice y entonces se confirma que el valor típico es 140 – 142 Ohms, el valor actual depende de la calidad actual del vapor y la presión atmosférica. Se cierra la válvula del calorímetro y se continua calentando para verificar la válvula de alivio de presión opera a no más de 8 bar (800 kN/m^2).

Se apaga la fuente de poder, se abre la válvula del calorímetro y se permite que el sistema se enfríe a presión y temperatura atmosférica con el vapor escapando gradualmente en el contenedor tras el calorímetro de estrangulación.

No se debe abrir la válvula de llenado o la válvula de drenado hasta que el sistema este despresurizado caso contrario el estudiante corre el riesgo de sufrir daños.

c. Mantenimiento del equipo

El dispositivo debe ser desconectado de toda fuente de energía y de agua cuando no esté siendo usado, de la misma manera, para su almacenaje toda el agua del sistema debe ser drenada.

Si es necesario cambiar el sensor de presión entonces todo control en la salida del sensor debe ser eliminada ajustando VR14 en la PCB dentro de la consola para dar la lectura de 0 kN/m^2 en la pantalla con el sistema abierto a la atmósfera.

Si se requiere la re calibración el puente de circuitos PT100 entonces ésta se realiza mediante la ebullición del sistema a la presión atmosférica. Se ajusta VR10 para PT100 (1) o VR11 para PT100 (2) hasta que la pantalla indique la resistencia correcta, se compara el dato obtenido con las tablas correspondientes resistencia para obtener el punto de ebullición del agua a la presión atmosférica local.

Se debe comprobar el funcionamiento correcto de la RCD por medio del botón TEST, la RCD debe titilar al encenderse, caso contrario el dispositivo no debe ser usado y necesita ser examinado por un técnico.

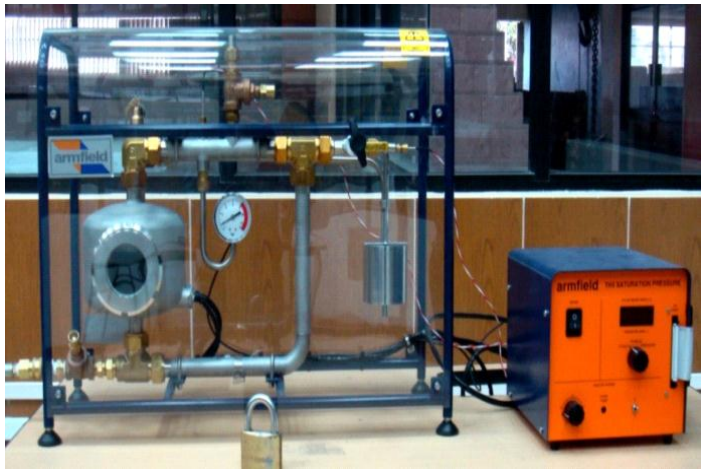
d. Manejo de Software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 1 / 2



Maquina-Equipo:	Presión de Saturación	**Marca:**	Armfield.
Serie No:	024182-001	**Modelo:**	TH3-B
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Termodinamica.
Fabricante:	Armfield.	**Codigo:**	LI-LM-TM-001
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,58 m	**Peso:**	20 kg
Ancho:	0,67 m	**Volumen:**	0,23 m3
Largo:	0,29 m	**Condición:**	

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Sensores.			2	120	1	
Sensores de precion.			1	120	1	
Elementos Electricos						

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Valvula Drenaje.	GM		2	1\2"	
Acoples T tipo B.	PB		2		
Codo tipo B	PB		1		
Uniones Parker tipo B	NPT		3	1\2"	
Llave manual de paso.	PN32 DN10		1	1\2"	
Valvula alivio de preción.	DN15 FIG542	268722	1		
Uniones tipo B.	PB		2		
Medidor Burdon.	OMEGADINE INC	85171	1	0-5V	

Contenedor			1		
Bridas			4		
Sensor de temperatura	PB		2		
Pressure Sensor			1		
Acoples	STRAIGHT		2	3/8"	

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 2 /2



Maquina-Equipo:	Consola Electrica	**Marca:**	Armfield.
Serie No:	024182-001	**Modelo:**	TH3-B
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Termodinamica
Fabricante:	Armfield.	**Codigo:**	LI-LM-TM-001B
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,21 m	**Peso:**	kg
Ancho:	0,22 m	**Volumen:**	
Largo:	0,29 m	**Condición:**	

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Modulo de Control de Precion de Saturacion	TH3-B	024182-001	1	120V	1A	
RCD	EUROPA		1	120V	25A	
HEAT	MOELLER		1	230/440V		
CONT	MOELLER		1	230/440V		
O/P	MOELLER		1	230/440V		
Elementos Electricos						

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Conectores			3		Tipo L.
Enchufe	HONGLIN HL-004		1		

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

2.3.5.2 TH5 PROCESOS DE EXPANSION DE GAS PERFECTO

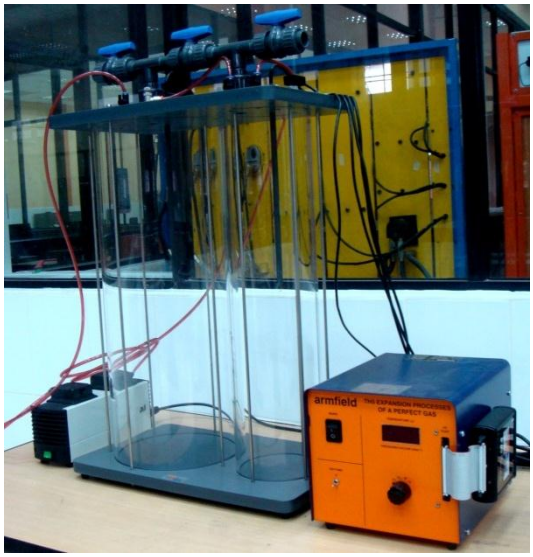


Fig. 2.106 Dispositivo de Proceso de Expansión de gas perfecto TH5.
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El dispositivo de perfecto de gas (Fig. 2.106) ha sido diseñado para introducir a los estudiantes a una serie de procesos básicos de termodinámica con aire como fluido de trabajo.

El aparato se compone de dos vasos interconectados rígidos verticales, uno equipado que opera bajo la presión y el segundo de menor capacidad que opera al vacío, además se posee una bomba de aire eléctrica e instrumentación adecuada lista para su uso. Ambas naves están construidas en plástico rígido transparente que permite el aislamiento de entrada del aire dentro del recipiente y el entorno para reducir el calentamiento / enfriamiento, pero permite que cada recipiente y su contenido pueda volver a la temperatura ambiente razonablemente rápido. La capacidad del recipiente a presión es de aproximadamente 23 litros. La capacidad del recipiente vacío es de aproximadamente 11 litros (Fig.2.107).

Los vasos pueden funcionar por separado o en combinación, permitiendo procesos mediante los cuales los flujos de aire de un recipiente a presión a la atmósfera, de la atmósfera a un recipiente vacío o de un recipiente a presión a un recipiente evacuado.

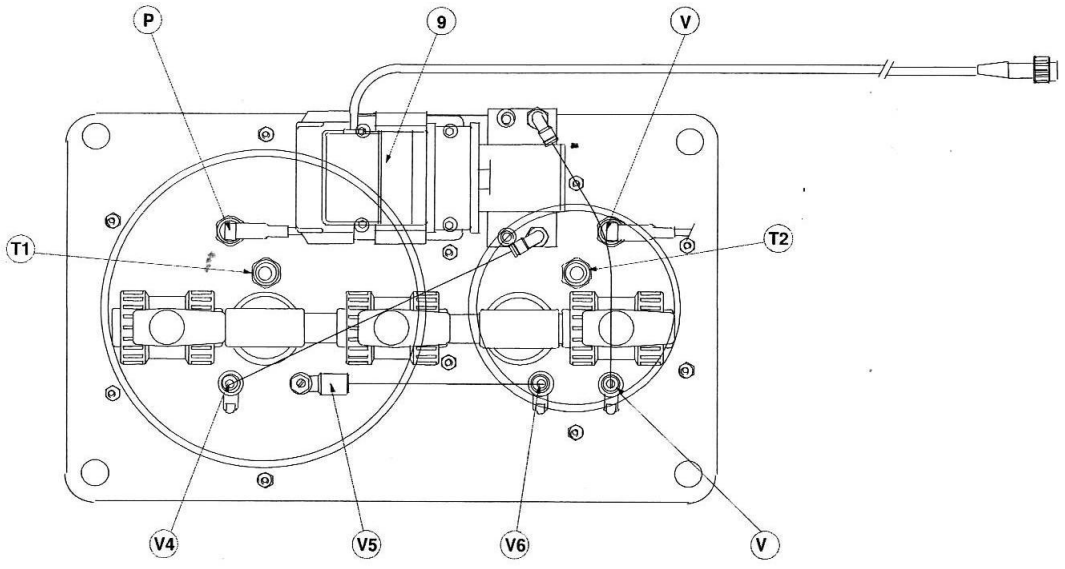
Cada recipiente incorpora las siguientes características:

- Conexión de la bomba de aire (compresor de diafragma) a través de una válvula de aislamiento para permitir que los vasos comunicantes vayan a presión / vacío.

- Conexión a una tubería de gran diámetro y una válvula para permitir la despresurización / presurización de los recipientes desde / hacia la atmósfera (la válvula se abre y se cierra rápidamente para proporcionar un cambio pequeño en la presión).
- Una interconexión entre los dos vasos a través de una tubería de gran diámetro y una válvula (cambio rápido) y de diámetro pequeño tubo y la válvula de aguja (cambio gradual).
- Válvula de alivio para evitar la sobrepresión.

Los termistores o sensores de temperatura son semiconductores que incorporan finos cables extremadamente sensibles a los cambios y exhiben sus resultados como características no lineales y negativas, es decir, la resistencia disminuye conforme la temperatura aumenta. La respuesta a los cambios de temperatura son rápidos pero no a la misma velocidad que los sensores de presión.

Los sensores de presión son piezo-resistivo para medir la presión / vacío en el interior de los vasos en un rango de ± 34.5kN/m^2, y producen un voltaje de salida que cambia linealmente con cambios de presión. Este tipo de sensores permiten monitorear los pequeños cambios en la presión sin las oscilaciones que se tendrían en caso de emplearse un manómetro convencional.



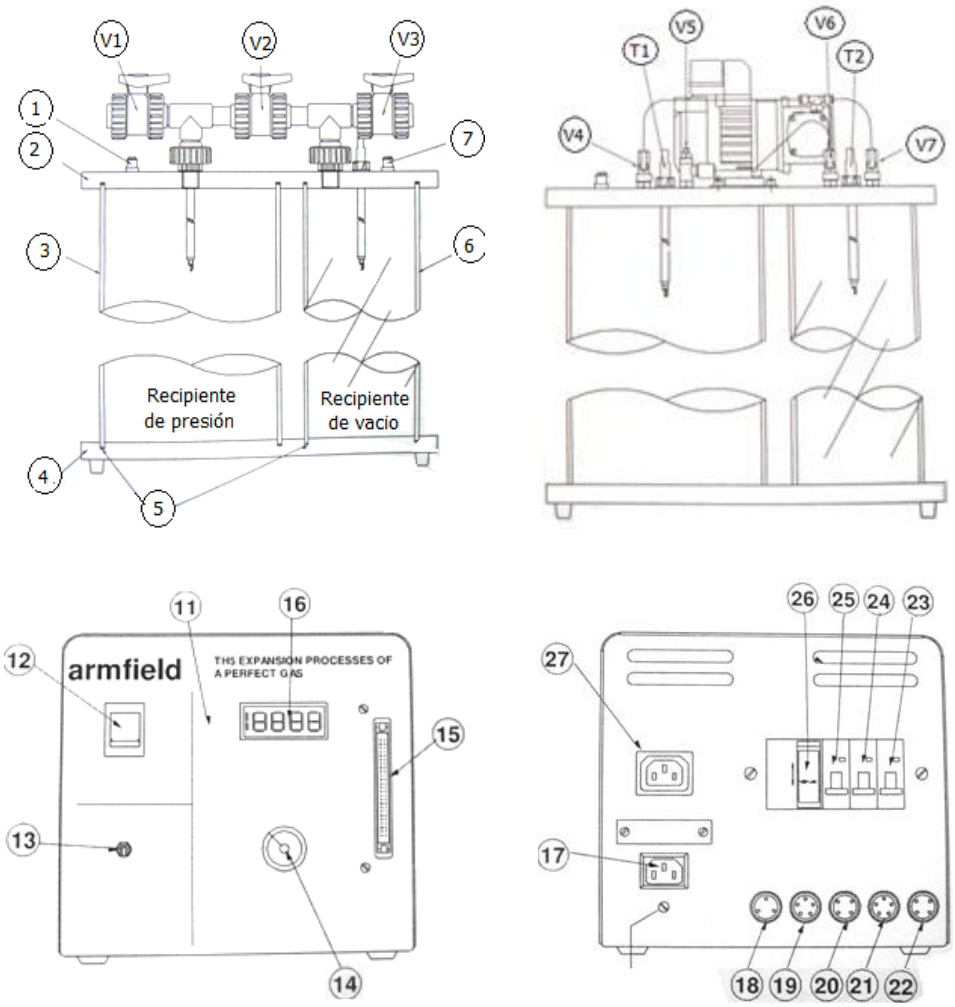


Fig. 2.107 Componentes del equipo TH5 y consola eléctrica

Fuente: Manual Armfield para Procesos de Expansión del Gas Perfecto TH5.

1. *Válvula de alivio de presión*
2. *Placa superior*
3. *Recipiente de presión*
4. *Base*
5. *Anillo obturador*
6. *Recipiente de vacío*
7. *Válvula de alivio de presión*
8. *Varillas de unión*
9. *Bomba de aire*
10. *Termistor*
11. *Consola eléctrica*
12. *Interruptor principal*
13. *Interruptor de la bomba de aire*
14. *Selector de unidades*
15. *Puerto I/O*
16. *Pantalla de medición digital*
17. *Entrada de voltaje de consola*
18. *Conexión de voltaje de bomba de aire*
19. *Sensor de presión tanque de presión.*
20. *Sensor temperatura T1*
21. *Sensor de presión tanque de vacío*
22. *Sensor temperatura T2*
23. *Breaker de protección de salida de voltaje de consola.*
24. *Breaker de protección de circuitos internos de consola.*
25. *Breaker de protección eléctrica de la bomba.*
26. *RCD*
27. *Salida de voltaje de la consola.*

Todas las fuentes de alimentación, circuitos de acondicionamiento de señales, etc.; se encuentran en una simple consola eléctrica con dispositivos de protección adecuados y un interruptor diferencial para protección. La consola eléctrica de control está diseñada para pararse en una mesa de trabajo por encima de los recipientes a presión y vacío y lleva conexiones eléctricas para el aire bomba y sensores.

Las lecturas de los sensores de presión y los termistores se muestran en un medidor digital común con interruptor de selección en la parte frontal de la consola. Todas las señales son a la vez conectado a un puerto I / O para la conexión a un PC con puerto USB utilizando un dispositivo de interfaz y paquete de software educativo (IFD5 con TH5-304).

b. Operación del equipo

Se debe asegurar que la consola eléctrica está apagada al igual que la bomba de aire y las válvulas de bola en la parte superior del equipo están abiertas completamente, por lo tanto se tendrá presión atmosférica en los dos recipientes. De la misma manera, las válvulas de aislamiento de la bomba de aire a los recipientes estén abiertas.

Se conecta la entrada de la bomba de aire con la junta ubicada en la parte superior del recipiente pequeño y la salida de la bomba de aire con la junta superior del recipiente grande usando la tubería de plástico. Se recomienda ubicar la bomba al mismo nivel que la consola eléctrica.

Se conecta la carga de la bomba hacia el zócalo marcado como AIR BOMB en la parte trasera de la consola, de la misma manera se conecta los sensores de presión y temperatura, en los zócalos marcados.

El dispositivo se controla mediante el software TH5 EXPANSION OF A PERFECT GAS.

Se ajusta el selector giratorio en P o V y se debe observar que las lecturas de presión sean 0. Ajustando el selector en T1 o T2 se observa que la resistencia medida en Ohms a 25ºC es normalmente 2000, la resistencia debe incrementarse con la caída de temperatura.

Se cierra la válvula de bola V1del recipiente mayor y la válvula V2 que es la válvula intermedia, también se cierra la válvula V6, que está en la parte superior del recipiente de vacío. Se debe verificar que la válvula V4 está abierta para permitir que el aire presurice el recipiente de presión.

Se selecciona la posición P para observar que la presión en el primer recipiente aumente al encender la bomba con el switch de la consola eléctrica. Cuando la presión haya alcanzado los 30 kN/m^2, se cierra la válvula V4 y se apaga la bomba.

Se selecciona la posición T1 y se observa que la temperatura del aire ha aumentado, lo cual se indica por una pequeña caída de resistencia.

Rápidamente se abre la válvula V1 para permitir que una pequeña cantidad de aire escape del recipiente de presión. Se observa que la presión cae instantáneamente, entonces gradualmente recupera un valor menor al original. Se debe verificar que la presión P se estabilice después de unos minutos y o continúe cayendo, en caso de hacerlo se debe inspeccionar el equipo en busca de una fuga de aire.

Se cierra la válvula V3 del tanque de vacío y la válvula V7 se abre para permitir que la bomba evacue el recipiente.

Se selecciona la posición V para observar el vacio dentro del recipiente pequeño, se enciende la bomba de aire desde la consola y se observa que el vacio crece gradualmente. Cuando se alcance $30kN/m^2$, se cierra la válvula V7 y se apaga la bomba. Se selecciona la posición T2 y se verifica que la temperatura del aire ha descendido rápidamente lo cual se indica con un pequeño aumento en la resistencia.

Rápidamente se abre la válvula V3 para permitir que una pequeña cantidad de aire ingreso del recipiente de vacío. Se observa que el vacío cae instantáneamente, entonces gradualmente recupera un valor menor al original. Se debe verificar que el vacío V se estabilice después de unos minutos y o continúe cayendo, en caso de hacerlo se debe inspeccionar el equipo en busca de una fuga de aire.

Se abren las válvulas de bola V1, V2 y V3 para hacer que los recipientes vuelvan a la presión atmosférica. Se apaga el equipo de la consola principal y se desconectan los terminales.

c. Mantenimiento del equipo

El equipo debe ser desconectado de toda fuente de energía y de agua, además, de la misma manera que en equipos anteriores, el agua debe ser drenada en caso de que el dispositivo no se esté en uso.

Las válvulas de bola en la parte superior del equipo deben ser permanecer abiertas si el equipo no está operación, de esta manera se evita la presurización de los recipientes con los cambios de temperatura y de presión en el ambiente.

No se debe usar detergentes abrasivos o disolventes para limpiar los recipientes de presurización y de vacío. Para retirar los recipientes se debe retirar las tuercas que sujetan las varillas de unión y se encuentran asegurando la inmovilización de los recipientes en la base. Los sensores dentro del los vasos son muy delicados y deben manipularse con cuidado al retirar los recipientes. Una vez limpios los elementos se colocan nuevamente sobre la base y se ensambla el equipo.

Para mantener el óptimo rendimiento del equipo las válvulas de presión y la bomba de aire no deben ser modificadas ni reemplazadas por elementos genéricos.

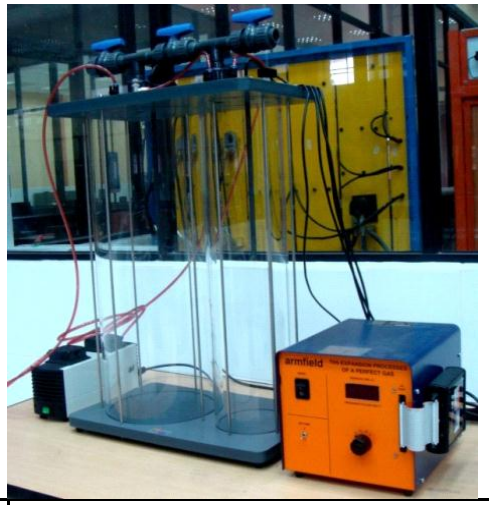
d. Manejo del Software

REFERIRSE AL VIDEO TUTORIAL.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 1 / 2



Maquina-Equipo:	Proceso de expansión de gas	**Marca:**	Armfield
Serie No:	024182 002	**Modelo:**	TH5-B
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Termodinamica
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI-LM-TM-002
Representante:		**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,79 m	**Peso:**	22 kg
Ancho:	0,28 m	**Volumen:**	0,26 m3
Largo:	0,46 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Sensor de presión de llenado			2			Rango de presón. +/- 34,48 KN/mˆ2
Sensor de presión de vaciado			2			
Elementos Electricos						
Bomba de aire	KNF	024183-002	1	115 V AC	60 Hz	
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Tubo de llenado			1			Cap. Aproximada 23 lt
Tubo de vaciado			1			Cap. Aproximada 9 lt
Cables	SAMSOM	H03VV-F	2,7 M			Cables de alimentación
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Cañerias	SMC	TU0604	2	6*4		E.CN2
Valvulas rápidas	PVC-U		3	1/2"		
Acoples ppara magueras	ARMFIELD		4			
Base			1	42*2*28 cm		Base del equipo.

Motores Electricos		**Características Técnicas**					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Equipo	KnF	0,5	115 V	60 Hz	3600	AC	Compresor de diafragma

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 2 / 2



Maquina-Equipo:	Consola eléctrica	**Marca:**	Armfield
Serie No:	024182 002	**Modelo:**	TH5-B
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Termodinámica
Fabricante:	Armfield	**Codigo:**	LI-LM-TM-002B
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,22 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,22 m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	0,29 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Expanción de gas perfecto	THB-5	024183-002	1	120 V	1, Am	60 Hz
RCD	CE	EUR 1	1	120 V	15, A	
PUMP	MOELLER	PLSM C2	1	230 V / 400 V		
CTRL	MOELLER	PLSM C4	1	230 V / 400 V		
O/P	MOELLER	PLSM C1	1	230 V / 400 V		
IFD 5 Dispositivo de Interfase	ARMFIELD	TH-304 IFD	1	9-15 V	120 Ma	
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

2.3.6 AUTOMATISMOS

2.3.6.1 BANCOS DE NEUMÁTICA



Fig. 2.108 Banco de práctica de Neumática
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

Los bancos de práctica de neumática (Fig. 2.108) que se encuentran en la sección de automatismos fueron manufacturados por la Universidad Politécnica Salesiana. Cada uno de los bancos consta de la unidad de mantenimiento, actuadores de doble efecto y diversas válvulas para generar mayor variedad de prácticas al momento de usar los bancos.

El aire ingresa al sistema mediante la apertura de la válvula de bola que se halla en la salida de la tubería que transporta el aire. Cada módulo contiene un distribuidor de caudal ubicado a la salida de la unidad de mantenimiento que envía el aire a las diferentes válvulas.

Las válvulas que poseen los bancos son tipo AND, OR, 4/2, 3/2 y 5/2. Estas se alimentan mediante las entradas que tienen y continúan el transporte del aire por las salidas que se conectan con los actuadores de doble efecto que se encuentran en la parte superior de la malla del banco.



Fig. 2.109 Unidad de Mantenimiento FRL

Fuente: http://spanish.alibaba.com/product-gs/dc-series-filter-regulator-and-lubricator-379523160.html

b. Operación del equipo

Para empezar a trabajar en los bancos de neumática primero se debe asegurar que el ejercicio a realizar este correctamente armado y las conexiones en las entradas y salidas de las válvulas a emplearse estén conectadas de manera adecuada desde el distribuidor de caudal hasta los actuadores.

Se permite el ingreso de aire al sistema abriendo la válvula de alimentación en la tubería principal para verificar que no hay fugas de aire y para regular la presión de trabajo en la unidad de mantenimiento FRL.

Una vez inspeccionado el circuito y regulada la presión de trabajo, se empieza a ejecutar la práctica para lo cual se ingresa aire al sistema de manera constante hasta que el ejercicio haya sido concluido y se obstruye la entrada de aire para terminar la práctica.

c. Mantenimiento del equipo

La unidad en sí no requiere mantenimiento.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco neumático	**Marca:**	
Serie No:	N1	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-AU-N1
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,94 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,06 m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	0,84 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
FRL	FESTO	162734	1			Presión: 0-16 bar ; 0-220 psi
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Electroválvula 3/2	FESTO	0,289	3		retorno por muelle
Electroválvula 3/2	FESTO	0,489	1		retorno por muelle
Válvula 5/2	FESTO	0,289	1		pilotada
Válvula 5/2	FESTO	0,489	1		pilotada
Válvula 2/2	FESTO	0,389	1		pilotada, retorno por muelle
Válvula AND	FESTO	0,489	1		
Válvula OR	HERION	0,4603	1		
Válvula 3/2	FESTO	0,489	1		retorno por muelle
Distribuidor de caudal			1		

Actuador Lineal		FESTO		1			max 12 bar
Conexiones rápidas				4			
Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco neumático	**Marca:**	
Serie No:	N2	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-AU-N2
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,94 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,06 m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	0,84 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
FRL	FESTO	162734	1			Presión: 0-16 bar ; 0-220 psi
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Electroválvula 3/2	FESTO	0,289	3		retorno por muelle
Electroválvula 3/2	FESTO	0,489	1		retorno por muelle
Válvula 5/2	FESTO	0,289	1		pilotada
Válvula 5/2	FESTO	0,489	1		pilotada
Válvula 2/2	FESTO	0,389	1		pilotada, retorno por muelle
Válvula AND	FESTO	0,489	1		
Válvula OR	HERION	0,4603	1		
Válvula 3/2	FESTO	0,489	1		retorno por muelle
Distribuidor de caudal			1		

Actuador Lineal		FESTO		1			max 12 bar
Conexiones rápidas				4			
Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco neumático	**Marca:**	
Serie No:	N3	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-AU-N3
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,94 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,06 m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	0,84 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
FRL	FESTO	162734	1			Presión: 0-16 bar ; 0-220 psi
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Electroválvula 3/2	FESTO	0,289	3		retorno por muelle
Electroválvula 3/2	FESTO	0,489	1		retorno por muelle
Válvula 5/2	FESTO	0,289	1		pilotada
Válvula 5/2	FESTO	0,489	1		pilotada
Válvula 2/2	FESTO	0,389	1		pilotada, retorno por muelle
Válvula AND	FESTO	0,489	1		
Válvula OR	HERION	0,4603	1		
Válvula 3/2	FESTO	0,489	1		retorno por muelle
Distribuidor de caudal			1		

Actuador Lineal		FESTO		1			max 12 bar
Conexiones rápidas				4			
Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco neumático	**Marca:**	
Serie No:	N4	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-AU-N4
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,94 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,06 m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	0,84 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
FRL	FESTO	162734	1			Presión: 0-16 bar ; 0-220 psi
Elementos Electricos						

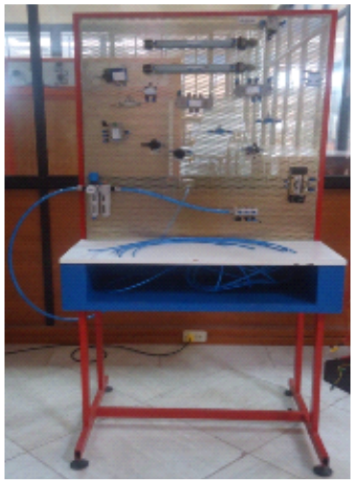
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Electroválvula 3/2	FESTO	0,289	3		retorno por muelle
Electroválvula 3/2	FESTO	0,489	1		retorno por muelle
Válvula 5/2	FESTO	0,289	1		pilotada
Válvula 5/2	FESTO	0,489	1		pilotada
Válvula 2/2	FESTO	0,389	1		pilotada, retorno por muelle
Válvula AND	FESTO	0,489	1		
Válvula OR	HERION	0,4603	1		
Válvula 3/2	FESTO	0,489	1		retorno por muelle
Distribuidor de caudal			1		
Actuador Lineal	FESTO		1		max 12 bar

Conexiones rápidas				4			
Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco Neumático	**Marca:**	UPS
Serie No:	N5	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	U.P.S.	**Codigo:**	LI-LM-AU-N5
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,94 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,06 m	**Volumen:**	
Largo:	0,84 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
FRL	FESTO	162734	1		
Distribuidor de cauldal			1		
Válvula 4/2	FESTO	686	1		Pilotada
Válvula 5/2	FESTO	289	1		Pilotada
Valvula electrica 3/2	FESTO	489	3		Activacion Selenoide/ retorno muelle
Valvula (AND)	FESTO	489	1		
Valvula(OR)	FESTO		1		
Válvula 3/2	BOSCH	820402002	1		Accioaniento por pedal
Actuador lineal	FESTO	389R	1	Carrera 20 cm	Doble efecto amortiguamiento
Llave de paso manual	FESTO		1	1\2	

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco Neumático	**Marca:**	UPS
Serie No:	N6	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	U.P.S	**Codigo:**	LI-LM-AU-N6
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,94 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,06 m	**Volumen:**	
Largo:	0,84 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
FRL	FESTO	162734	1		
Válvula 5/2	FESTO	289	1		Servopilotada
Llave manual de paso			1	1\2	
Electroválvula 3/2	FESTO	849	2		
Válvula 4/2	FESTO		1		Accionamiento de pedal
Valvula 3/2	FESTO	489	1		Accionamiento de pedal
Valvula (OR)	FESTO	489	1		
Disribuidor de caudal			1		
Valvula (AND)	FESTO	589	1		
Valvula check	FESTO	5,89	1		

Valvula (FIN CARRERA)		BOSCH	820403004	1	5\2		
Actuador lineal		FESTO	3,89R	1	carrera 20 cm		
Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco hidraulico	**Marca:**	
Serie No:	N 7	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-AU-N7
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,94 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,06 m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	0,84 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Elementos Electricos						

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
FRL	FESTO	162734	1		presión: 0-16 bar ; 0-220 psi

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Electroválvula 5/2	FESTO	0,289	2		
Electroválvula 3/2	FESTO	0,489	2		retorno por muelle
Valvula OR	HERION	4060300	1		
Valvula Chek antaretorno	FESTO	1187	4		1/8 0,1-10 bar
Valvula 3/2	FESTO	0,489	1		activación senoidal
Valvula 3/2	BOSCH	0,820402002	3		retornoipor muelle
Distribuidor de caudal	FESTO		1		
Conecciones rápidas			2	12*2	
Conecciones rápidas		3600050	2	12*2 50cm	

Actuador Lineal		FESTO	389R	2	20 cm carrera		max 12 bar
Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco hidraulico	**Marca:**	
Serie No:	N 8	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-AU-N8
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,94 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,06 m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	0,84 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
FRL	FESTO	162734	1		presión: 0-16 bar ; 0-220 psi
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Electroválvula 5/2	FESTO	0,289	2		
Electroválvula 3/2	FESTO	0,489	2		retorno por muelle
Valvula OR	HERION	4060300	1		
Valvula Chek antaretorno	FESTO	1187	4		1/8 0,1-10 bar
Valvula 3/2	FESTO	0,489	1		activación senoidal
Valvula 3/2	BOSCH	0,820402002	3		retornoipor muelle
Distribuidor de caudal	FESTO		1		
Conexiones rápidas			2	12*2	
Conexiones rápidas		3600050	2	12*2 50cm	

Actuador Lineal		FESTO	389R	2	20 cm carrera		max 12 bar
Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

2.3.6.2 BANCOS DE ELECTROHIDRAULICA



Fig. 2.110 Banco Electrohidráulico de prácticas.
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

La unidad electrohidráulica (Fig. 2.110) garantiza el aprendizaje del estudiante al realizar prácticas que comprenden a todos los elementos del banco.

Cada banco electrohidráulico consta de:

- Actuadores de doble efecto.
- Actuador rotativo.
- Fines de carrera.
- Regulador de Caudal.
- Regulador de Presión.
- Medidor de Flujo graduado.
- Manómetros tipo Bourdon.
- Acoples rápidos de ingreso y salida del aceite.
- Unidad de Bombeo, que incluye el depósito de aceite, bomba y motor de la bomba, visor de nivel en el depósito (Fig. 2.111).

En la parte superior izquierda se cuenta con los contactos abiertos y cerrados que se conectan con las bobinas en el banco eléctrico que complementa al equipo electrohidráulico.



Fig. 2.111 Depósito de aceite conjunto con la bomba que se halla interiormente
Fuente: La Autora

b. Operación del equipo

Se debe ensamblar el ejercicio a realizar de manera correcta, de igual manera el circuito eléctrico debe conectarse adecuadamente con cada bobina y relé de los bancos eléctricos.

Una vez ensamblada la práctica y revisadas las conexiones de las entradas y salidas de instrumentos de medición, se enciende el equipo, se debe ajustar la presión de trabajo a la recomendada en la guía de práctica por medio del regulador de presión en la parte inferior izquierda de la unidad y se da el pulso inicial en el banco eléctrico, de esta manera se asegura que el ejercicio sea realizado correctamente.

Luego de realizada la experiencia se debe desconectar los dispositivos y desarmar la práctica para de esta forma empezar la limpieza de la unidad.

c. Mantenimiento del equipo

Se debe precaver que los acoples no presenten fugas de aceite y que las mangueras de transporte de fluido estén en buen estado antes de usar la unidad.

Otro punto importante es la limpieza del equipo que debe realizarse luego de su utilización.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco electrohidráulico	**Marca:**	
Serie No:	EH1	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-AU-EH1
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1,73 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,65 m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	1,15 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
valvula chek antiretorno	DUPLOMATIC	RPC2-CTN 130	1			presión max: 320 bar
selenoide 4-3	DUPLOMATIC	0,110161	1			
selenoide 4-3	ATOS	DHE-711	1	115/60	1,2/0,6	
contactos abiertos			12			banco de prueba
contactos cerrados			12			banco de prueba
fin carrera	MOUJEN	MJ-7104	6			
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
grupo hidraulico						
bobina	ATOS	FER 10	1			grupo hidraulico
visor de nivel de aceite			1			grupo hidraulico 0-302
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Electroválvula 4/3	DUPLOMATIC	E4P4-51	1			
flujómetro	PARKER	RS 831-163	1			litros/minuto

bonbona de presión		STUAFF			12*12		
Actuador lineal doble efecto				2			30 cm de carrera
Actuador lineal simple efecto				1			20 cm de carrera
manómetro		TECSIS	EN 837-1	4			rango 0-60 bar
tomas para acoples		PIONER	4010-2P	21	1/2"		banco de prueba
acople de bolas		PIONER	4050-2S	16	1/2"		banco de prueba
mangueras de presión				3 m	1/2"		
actuador rotativo				1	Ø 11*2		grilon
Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
G. hidraulico	ANTONI	1	220/440	32/16	1700		grupo hidraulico
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco electrohidráulico	**Marca:**	
Serie No:	EH2	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-AU-EH2
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1,73 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,65 m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	1,15 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
valvula chek antiretorno	DUPLOMATIC	RPC2-CTN 130	1			presión max: 320 bar
selenoide 4-3	DUPLOMATIC	0,110161	1			
selenoide 4-3	ATOS	DHE-711	1	115/60	1,2/0,6	
contactos abiertos			12			banco de prueba
contactos cerrados			12			banco de prueba
fin carrera	MOUJEN	MJ-7104	6			

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
grupo hidraulico					
bobina	ATOS	FER 10	1		grupo hidraulico
visor de nivel de aceite			1		grupo hidraulico 0-302
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Electroválvula 4/3	DUPLOMATIC	E4P4-51	1		
flujómetro	PARKER	RS 831-163	1		litros/minuto

bonbona de presión		STUAFF			12*12		
Actuador lineal doble efecto				2			30 cm de carrera
Actuador lineal simple efecto				1			20 cm de carrera
manómetro		TECSIS	EN 837-1	4			rango 0-60 bar
tomas para acoples		PIONER	4010-2P	21	1/2"		banco de prueba
acople de bolas		PIONER	4050-2S	16	1/2"		banco de prueba
mangueras de presión				3 m	1/2"		
actuador rotativo				1	Ø 11*2		grilon
Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
G. hidraulico	ANTONI	1	220/440	32/16	1700		grupo hidraulico
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco electrohidraulico	**Marca:**	
Serie No:	EH3	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	U.P.S	**Codigo:**	LI-LM-AU-EH3
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1,73 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,65 m	**Volumen:**	
Largo:	1,15 m	**Condición:**	**Bueno**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Val vula check	Duplomatic	RPC2-CTN/31	1			
Contactores abiertos			12			
Contactores cerrados		MJ-7104	12			
Portafusible			1			
Breaker			1			
Fin carrera	Square D	B53-B	6	120	10	
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Contactores	AUDOLI		6			
Temporizador	SIEMENS	7PU000	2			
Pulsantes aviertos			3			
Pulsantes cerrados			3			
Stop			1			
Pulsante doble			1			Ensendido, apagado
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Manometro	TECSIS	EN-837-1	4		0 - 60 BAR
Flujometro	VCC	RS-831-163	1		Lt/min
Bombona	STAUFF	102363	1	3000PSI	
Regulador de presión	DUPLOMATIC	112291	1	RM 43/MP	
Acoples rapidos (macho)	PIONER	4010-2P	24	1/2"	
Actuador lineal			2	30 cm de carrera	
Actuador lineal			1	20 cm de carrera	
Actuador rotativo			1	Diam=11cm e= 2cm	Grilon
Acoples rapidos (hembra)			24	1/2"	
Tomas para acople			24	1\2"	
Codos			4	1\2"	
Tee			3	1\2"	
Válvula 4/3	ATOS	DHE-711	1		Selenoide (regreso resorte)
Bomba de aceite	ATOS	40 M25 VG	1		Dentro del depósito
Reservorio de aceite	ATOS	B-504	1	=0,50 A=0,23 H=0,30 (m	
Válvula 4/3	DUPLOMATIC	114576	1		
Válvula 4/3	ATOS	DNE-711	1		

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones
	Cantoni	2	220\440	8\4	17020	3	

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco hidraulico	**Marca:**	
Serie No:	EH4	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-AU-EH4
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1,73 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,65 m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	1,15 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
contactos abiertos			12			banco de prueba
contactos cerrados			12			banco de prueba
fin carrera	MOUJEN	MJ-7104	6			
regulador de presión	DUPLOOMATIC	0,112291	1			banco de prueba
selenoides	ATOS	DHE-711	1	115/60	1,2/0,6	valvula 4-3 selenoide
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
grupohidraulico	ATOS	C-50175	1	0,60*0,80*0,35		
bobina	ATOS	FER 10	1			grupo hidraulico
visor de nivel de aceite			1			grupo hidraulico 0-302
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
flujómetro	PARKER	RS 831-163	1			litros/minuto
bonbona de presión	STUAFF			12*12		
actuador doble efecto			2			30 cm de carrera
actuador simple efecto			1			20 cm de carrera

manómetro	TECSIS	EN 837-1	4		rango 0-60 bar
tomas para acoples	PIONER	4010-2P	21	1/2"	banco de prueba
acople de bolas	PIONER	4050-2S	16	1/2"	banco de prueba
Valvula chek antiretorno	DUPLOMATIC	RPC2-CTN/31	1		presión max: 320 bar
mangueras de presión			3 m	1/2"	
actuador rotativo			1	Ø 11*2	grilon
codos			5	1/2"	
tess			1	1/2"	

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones
grup. Hidraulico	BOTFEON	1,2 KW	450/260	1,85/3,2	1400	CV	conexón estrella/triangulo

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco electrohidraulico	**Marca:**	
Serie No:	EH5	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	U.P.S	**Codigo:**	LI-LM-AU-EH5
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	**1,73m**	**Peso:**	**kg**
Ancho:	**0,65m**	**Volumen:**	
Largo:	**1,15m**	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Valvula check	Duplomatic	RPC2-CTN/31	1			
Contactores abiertos			12			
Contactores cerrados		MJ-7104	12			
Portafusible			1			
Breaker			1			
Fin carrera	Moujen		6	250\300	10.	
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Contactores	AUDOLI		6			
Temporizador	SIEMENS	7PU000	2			
Pulsantes aviertos			3			
Pulsantes cerrados			3			
Stop			1			
Pulsante doble			1			Ensendido, apagado
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Manometro	TECSIS	EN-837-1	4	60 BAR	
Flujometro	VCC	RS-831-163	1		Lt/min
Bombona	STAUFF	102363	1	3000PSI	
Regulador de presión	DUPLOMATIC	112291	1	RM 43/MP	
Acoples rapidos (macho)	PIONER	4010-2P	24	1/2"	
Actuador lineal			2	30 cm de carrera	
Actuador lineal			1	20 cm de carrera	
Actuador rotativo			1	Diam=11cm e= 2cm	Grilon
Acoples rapidos (hembra)			24	1/2"	
Tomas para acople			24	1\2"	
Codos			4	1\2"	
Tee			3	1\2"	
Válvula 4/3	ATOS	DHE-711	1		Selenoide (regreso resorte)
Bomba de aceite	ATOS	40 M25 VG	1		
Reservorio de aceite	ATOS	C50172	1	=0,49 A=0,34 H=0,36 (n	
Válvula 4/3	DUPLOMATIC	114576	1		
Válvula 4/3	ATOS	DNE-711	1		

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones
G. Hidráulico	Botteon-Piacentini	0,6 kw	450 / 260	2,2 / 3,8	1400		Conexion estrella / triangulo

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco hidraulico	**Marca:**	
Serie No:	EH6	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-AU-EH6
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1,73 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,65 m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	1,15 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
selenoide 4-3	DUPLOMATIC	0,110161	1			
selenoide 4-3	ATOS	DHE-711	1	115/60	1,2/0,6	
fin carrera	MOUJEN	MJ-7104	6			
Valvula chek antiretorno	DUPLOMATIC	RPC2-CTN/31	1			presión max: 320 bar
contactos abiertos			12			banco de prueba
contactos cerrados			12			banco de prueba
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
grupohidraulico	ATOS	C-50175	1	0,60*0,80*0,35		
bobina	ATOS	FER 10	1			grupo hidraulico
visor de nivel de aceite			1			grupo hidraulico 0-302
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
valvula 4/3 selenoide	DUPLOMATIC	E4P4-51	1			
flujómetro	PARKER	RS 831-163	1			litros/minuto
pistón hidraulico doble efecto			2			30 cm de carrera

bombona de presión		STUAFF			12*12	
actuador doble efecto				2		30 cm de carrera
actuador simple efecto				1		20 cm de carrera
manómetro		TECSIS	EN 837-1	4		rango 0-60 bar
tomas para acoples		PIONER	4010-2P	21	1/2"	banco de prueba
acople de bolas		PIONER	4050-2S	16	1/2"	banco de prueba
mangueras de presión				3 m	1/2"	
actuador rotativo				1	Ø 11*2	grilon
codos				5	1/2"	
Motores Electricos						
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
grup. Hidraulico	BOTFEON	1,2 KW	450/260	1,85/3,2	1400	CV	conexión estrella/triangulo
Lubricación						
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas						

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco electrohidraulico	**Marca:**	
Serie No:	EH7	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	U.P.S	**Codigo:**	LI-LM-AU-EH7
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1,73 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,65 m	**Volumen:**	
Largo:	1,15 m	**Condición:**	**Bueno**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Val vula check	Duplomatic	RPC2-CTN/31	1			
Contactores abiertos			12			
Contactores cerrados		MJ-7104	12			
Portafusible			1			
Breaker			1			
Fin carrera	Square D	B53-B	6	0-120	10. A	
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Contactores	AUDOLI		6			
Temporizador	SIEMENS	7PU000	2			
Pulsantes aviertos			3			
Pulsantes cerrados			3			
Stop			1			
Pulsante doble			1			Encendido, apagado
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Manometro	TECSIS	EN-837-1	4		0 -60 BAR
Flujometro	VCC	RS-831-163	1		Lt/min
Bombona	STAUFF	102363	1	3000PSI	
Regulador de presión	DUPLOMATIC	112291	1	RM 43/MP	
Acoples rapidos (macho)	PIONER	4010-2P	24	1/2"	
Actuador lineal			2	30 cm de carrera	
Actuador lineal			1	20 cm de carrera	
Actuador rotativo			1	Diam=11cm e= 2cm	Grilon
Acoples rapidos (hembra)			24	1/2"	
Tomas para acople			24	1\2"	
Codos			4	1\2"	
Tee			3	1\2"	
Válvula 4/3	ATOS	DHE-711	1		Selenoide (regreso resorte)
Bomba de aceite	ATOS	40 M25 VG	1		Dentro del deposito
Reservorio de aceite	ATOS	B-504	1	=0,50 A=0,23 H=0,30 (m	
Válvula 4/3	DUPLOMATIC	114576	1		
Válvula 4/3	ATOS	DNE-711	1		

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones
	Cantoni	1	220\440	32\16	1700	3	

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco hidraulico	**Marca:**	
Serie No:	EH8	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-AU-EH8
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1,73 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,65 m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	1,15 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Elementos Electricos						
selenoide 4/3	DUPLOMATIC	0,110161	1			
selenoide 4/3	ATOS	DHE-711	1	115/60	1,2/0,6	
fin carrera	SQUARED	B53-B	6	120	10	
Valvula chek antiretorno	ATOS					presión max: 320 bar
contactos abiertos			12			banco de prueba
contactos cerrados			12			banco de prueba

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
grupohidraulico	ATOS	C-50175	1	0,60*0,80*0,35	
bobina	ATOS	FER 10	1		grupo hidraulico
visor de nivel de aceite			1		grupo hidraulico 0-302
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
valvula 4-3 selenoide	DUPLOMATIC	E4P4-51	1		
flujómetro	PARKER	RS 831-163	1		litros/minuto

flujómetro		PARKER	RS 831-163	1			litros/minuto
bonbona de presión		STUAFF			12*12		
Actuador lineal doble efecto				2			30 cm de carrera
Actuador lineal simple efecto				1			20 cm de carrera
manómetro		TECSIS	EN 837-1	4			rango 0-60 bar
tomas para acoples		PIONER	4010-2P	21	1/2"		banco de prueba
acople de bolas		PIONER	4050-2S	16	1/2"		banco de prueba
mangueras de presión				3 m	1/2"		
actuador rotativo				1	Ø 11*2		grilon
Valvula chek antiretorno		ATOS					presión max: 320 bar
Motores Electricos		**Características Técnicas**					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
grup. Hidraulico	BOTFEON	1,2 KW	450/260	1,85/3,2	1400	CV	conexión estrella/triangulo
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco hidraulico	**Marca:**	
Serie No:	EH9	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI-LM-AU-EH9
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1,73 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,65 m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	1,15 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
selenoide 4/3	DUPLOMATIC	0,110161	1			
selenoide 4/3	ATOS	DHE-711	1	115/60	1,2/0,6	
fin carrera	SQUARED	B53-B	6	120	10	
Valvula chek antiretorno	ATOS					presión max: 320 bar
contactos abiertos			12			banco de prueba
contactos cerrados			12			banco de prueba

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
grupohidraulico	ATOS	C-50175	1	0,60*0,80*0,35	
bobina	ATOS	FER 10	1		grupo hidraulico
visor de nivel de aceite			1		grupo hidraulico 0-302
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
valvula 4-3 selenoide	DUPLOMATIC	E4P4-51	1		
flujómetro	PARKER	RS 831-163	1		litros/minuto

bombona de presión		STUAFF			12*12		
Actuador lineal doble efecto				2			30 cm de carrera
Actuador lineal simple efecto				1			20 cm de carrera
manómetro		TECSIS	EN 837-1	4			rango 0-60 bar
tomas para acoples		PIONER	4010-2P	21	1/2"		banco de prueba
acople de bolas		PIONER	4050-2S	16	1/2"		banco de prueba
mangueras de presión				3 m	1/2"		
actuador rotativo				1	Ø 11*2		grilon
Valvula chek antiretorno		ATOS					presión max: 320 bar
Motores Electricos		**Características Técnicas**					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
grup. Hidraulico	BOTFEON	1,2 KW	450/260	1,85/3,2	1400	CV	conexión estrella/triangulo
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

2.3.6.3 BANCOS DE ELECTRONEUMATICA



Fig. 2.112 Banco Electroneumático.
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

Considerando los componentes eléctricos que cuyas conexiones se hallan en la parte posterior del banco de prácticas, cada banco de prácticas posee temporizadores, interruptores de proximidad, relés y bobinas, porta fusible, contactos abiertos y cerrados y pulsantes tanto de encendido como de parada de emergencia (Fig. 2.112).

Dentro de los componentes empleados para la realización de los ejercicios cada banco consta de:

- Unidad de Mantenimiento FRL.
- Distribuidor de caudal.
- Electro válvulas 5/2 en total de 4.
- Un actuador rotativo.
- Tres actuadores de doble efecto.
- Un actuador de simple efecto.

La alimentación de aire al sistema se da por medio de la válvula de bola ubicada en la tubería de distribución de aire a todos los bancos. Esta válvula debe ser cerrada cada vez que sea necesaria una parada en el momento de realizar los ejercicios.

b. Operación del equipo

Como primer paso se debe abrir la conexión de la unidad FRL para permitir el escape de aire residual en el sistema.

Se realiza el ensamble del ejercicio y se asegura que las conexiones eléctricas estén realizadas de forma correcta para evitar accidentes al instante de operar la unidad.

Luego de encender el equipo y permitir el ingreso de aire al sistema se ajusta la presión de trabajo en la unidad FRL.

Se controla el trabajo del banco ya sea manualmente con los pulsantes ubicados en la parte superior o por medio de un PLC que debe ser conectado al circuito eléctrico.

Una vez realizado el ejercicio, se desarma la práctica y se repite el procedimiento para que el aire residual escape del sistema.

c. Mantenimiento del equipo.

La unidad no necesita mantenimiento salvo revisar las uniones eléctricas que pueden fallar ya sea por una conexión errónea o un corto circuito.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco electroneumático	**Marca:**	
Serie No:	EN1	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	U.P.S	**Codigo:**	LI-LM-AU-EN1
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1,73 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,65 m	**Volumen:**	
Largo:	1,15 m	**Condición:**	**Bueno**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Electrovalvula 5\3	FESTO	159681 1-56	2			
Electrovalvula 5\3	FESTO	159690 1-55	1			
Electrovalvula 5\3	FESTO	159688 1-51	1			
Selenoide	FESTO	IPOO/65	7			
Contactores			9			
Bobinas			9			
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
F,R,L,	FESTO	159590	1	**0-220PSI/0-16 BAR**		
Regulador de caudal	FESTO	FR-8-1/4	1			
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Valvula (and)	FESTO	6680-P302	1			ZK-1/8B
Valvula check antiretorno	FESTO	151215	1			GR-1/8 0,5-10BAR
Actuador lineal	FESTO	163311 R408	3	Carrera 200mm		
Portafusible	LEGRAND	058-08	1	10x38		

Breaker (encendido general)		LEGRAND					
Pulsante (emergencia)		TELEMECALNIQUI	ZB2-BE102	1			
Llave de paso manual		LIGEER	600 WOG	1	1/2"		
Actuador lineal		FESTO		1	Carrera 100mm		
Acoples				2	1/2"		
Contactor				9			
Bobina				9			
Contactor abierto				36			
Contactor cerrado				36			
Bobinas de las electrovalvulas				14			
Pulsantes				4			Dos contactos (abierto, cerrado)
Interruptores de proximidad				6			Dos contactos (abierto, cerrado)
Actuador rotativo		FESTO	DSR-16-180-P	1			
Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco electroneumático		**Marca:**		
Serie No:	EN2		**Modelo:**		
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias		**Sección:**	Automatismos	
Fabricante:	UPS		**Codigo:**	LI-LM-AU-EN2	
Representante:	UPS		**Tipo:**	Equipo	
Caracteristicas Generales					
Altura:	0,89	m	**Peso:**		**kg**
Ancho:	0,08	m	**Volumen:**		**m3**
Largo:	1,10	m	**Condición:**		
Equipo-herramientas-Accesorios:					

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Elementos Electricos						
electrovalvula 5/3	FESTO	159681U102	2			3-10 bar retorno por muelle
electrovalvula 5/2	FESTO	159688U602	2			2-10 bar retorno por muelle
selenoide	FESTO	123060	4	24 V DC	2,5 W	
selenoide	FESTO	123060	3	24 V DC	2,5W	
fin carrera			6			
bobina	SIEMENS	PT 78704	9	300V AC		pistón hidraulico
temporizador	BAM	RTW-RE	2			
contactos abiertos			56			bobinas
contactos cerrados			22			
interuptores de proximidad			12			contactos abiertos
interuptores de proximidad			12			contactos cerrados
temporizadores			6			contactos abiertos
temporizadores			4			contactos cerrados
palanca de encendido	RAM	80898	1	10*38		

porta fusible	LEGRAND	0,5808	1			
pulsante de emergencia	SIEMENS	3583400-0C	1			parada de emergencia
pulsante	SIEMENS	3583400-0B	4			inicio y paro
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
FRL	FESTO	162734	1			presión: 0-16 bar ; 20-220 psi
seguro despresurizador	FESTO	W-3	1	3/8"		
valvula de ingreso de aire		600 W-06	1	1/2"		
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
distribuidor de caudal	FESTO	FR-8-114	1			1 entrada, 4 salidas
actuador rotativo	FESTO	D5R-16-180-P	1			banco de prueba
pistón simple efecto	FESTO		1	100 mm carrera		
pistón doble efecto	FESTO	163325 U708	2	200 mm carrera		presión: 12 bar
regulador de presión de entrada			4			
regulador de presión de salida			3			
conectores	FESTO		10	9 mm		tipo L
conectores	FESTO		4			
conectores	FESTO		3			
Motores Electricos						
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación						
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas						

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco electroneumático	**Marca:**	
Serie No:	EN3	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	U.P.S	**Codigo:**	LI-LM-AU-EN3
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1,73 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,65 m	**Volumen:**	
Largo:	1,15 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Electrovalvula 5\3	FESTO	159681 1-56	2			
Electrovalvula 5\3	FESTO	159690 1-55	1			
Electrovalvula 5\3	FESTO	159688 1-51	1			
Selenoide	FESTO	IPOO/65	7			
Contactores			9			
Bobinas			9			
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
F,R,L,	FESTO	159590	1	**0-220PSI/0-16 BAR**		
Regulador de caudal	FESTO	FR-8-1/4	1			
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Valvula (and)	FESTO	6680-P302	1			ZK-1/8B
Valvula check antiretorno	FESTO	151215	1			GR-1/8 0,5-10BAR
Actuadores	FESTO	163311 R408	3	Carrera 200mm		
Portafusible	LEGRAND	058-08	1	10x38		

Breaker (encendido general)	LEGRAND				
Pulsante (emergencia)	TELEMECALNIQUI	ZB2-BE102	1		
Llave de paso manual	LIGEER	600 WOG	1	1/2"	
Actuador	FESTO		1	Carrera 100mm	
Acoples			2	1/2"	
Contactor			9		
Bobina			9		
Contactor abierto			36		
Contactor cerrado			36		
Bobinas de las electrovalvulas			14		
Pulsantes			4		Dos contactos (abierto, cerrado)
Interruptores de proximidad			6		Dos contactos (abierto, cerrado)
Actuador rotativo	FESTO	DSR-16-180-P	1		

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco electroneumático	**Marca:**	
Serie No:	EN4	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	U.P.S	**Codigo:**	LI-LM-AU-EN4
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1,73 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,65 m	**Volumen:**	
Largo:	1,15 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Electrovalvula 5\3	FESTO	159681 1-56	2			
Electrovalvula 5\3	FESTO	159690 1-55	1			
Electrovalvula 5\3	FESTO	159688 1-51	1			
Selenoide	FESTO	IPOO/65	7			
Contactores			9			
Bobinas			9			
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
F,R,L,	FESTO	159590	1	**0-220PSI/0-16 BAR**		
Regulador de caudal	FESTO	FR-8-1/4	1			
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Valvula (and)	FESTO	6680-P302	1			ZK-1/8B
Valvula check antiretorno	FESTO	151215	1			GR-1/8 0,5-10BAR
Actuadores	FESTO	163311 R408	3	Carrera 200mm		
Portafusible	LEGRAND	058-08	1	10x38		

Breaker (ensendido general)	LEGRAND				
Pulsante (emergencia)	TELEMECALNIQUE	ZB2-BE102	1		
Llave de paso manual	LIGEER	600 WOG	1	1/2"	
Actuador	FESTO		1	Carrera 100mm	
Acoples			2	1/2"	
Contactor			9		
Bobina			9		
Contactor abierto			36		
Contactor cerrado			36		
Bobinas de las electrovalvulas			14		
Pulsantes			4		Dos contactos (abierto, cerrado)
Interruptores de proximidad			6		Dos contactos (abierto, cerrado)
Actuador rotativo	FESTO	DSR-16-180-P	1		

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco electroneumático	**Marca:**	
Serie No:	EN5	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	U.P.S	**Codigo:**	LI-LM-AU-EN5
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1,73 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,65 m	**Volumen:**	
Largo:	1,15 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Electrovalvula 5\3	FESTO	159681 1-56	2			
Electrovalvula 5\3	FESTO	159690 1-55	1			
Electrovalvula 5\3	FESTO	159688 1-51	1			
Selenoide	FESTO	IPOO/65	7			
Contactores			9			
Bobinas			9			
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
F,R,L,	FESTO	159590	1	**0-220PSI/0-16 BAR**		
Regulador de caudal	FESTO	FR-8-1/4	1			
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Valvula (and)	FESTO	6680-P302	1			ZK-1/8B
Valvula check antiretorno	FESTO	151215	1			GR-1/8 0,5-10BAR
Actuadores	FESTO	163311 R408	3	Carrera 200mm		
Portafusible	LEGRAND	058-08	1	10x38		

Breaker (encendido general)	LEGRAND				
Pulsante (emergencia)	TELEMECALNIQUI	ZB2-BE102	1		
Llave de paso manual	LIGEER	600 WOG	1	1/2"	
Actuador	FESTO		1	Carrera 100mm	
Acoples			2	1/2"	
Contactor			9		
Bobina			9		
Contactor abierto			36		
Contactor cerrado			36		
Bobinas de las electrovalvulas			14		
Pulsantes			4		Dos contactos (abierto, cerrado)
Interruptores de proximidad			6		Dos contactos (abierto, cerrado)
Actuador rotativo	FESTO	DSR-16-180-P	1		

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Banco electroneumático	**Marca:**	
Serie No:	EN6	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Automatismos
Fabricante:	U.P.S	**Codigo:**	LI-LM-AU-EN6
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1,73 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,65 m	**Volumen:**	
Largo:	1,15 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Electrovalvula 5\3	FESTO	159681 1-56	2			
Electrovalvula 5\3	FESTO	159690 1-55	1			
Electrovalvula 5\3	FESTO	159688 1-51	1			
Selenoide	FESTO	IPOO/65	7			
Contactores			9			
Bobinas			9			
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
F,R,L,	FESTO	159590	1	**0-220PSI/0-16 BAR**		
Regulador de caudal	FESTO	FR-8-1/4	1			
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Valvula (and)	FESTO	6680-P302	1			ZK-1/8B
Valvula check antiretorno	FESTO	151215	1			GR-1/8 0,5-10BAR
Actuadores	FESTO	163311 R408	3	Carrera 200mm		
Portafusible	LEGRAND	058-08	1	10x38		

Breaker (ensendido general)	LEGRAND				
Pulsante (emergencia)	TELEMECALNIQUI	ZB2-BE102	1		
Llave de paso manual	LIGEER	600 WOG	1	1/2"	
Actuador	FESTO		1	Carrera 100mm	
Acoples			2	1/2"	
Contactor			9		
Bobina			9		
Contactor abierto			36		
Contactor cerrado			36		
Bobinas de las electrovalvulas			14		
Pulsantes			4		Dos contactos (abierto, cerrado)
Interruptores de proximidad			6		Dos contactos (abierto, cerrado)
Actuador rotativo	FESTO	DSR-16-180-P	1		

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

2.3.7 METROLOGIA

2.3.7.1 PROBADOR DE PESO MUERTO



Fig. 2.113 Probador de peso muerto
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El equipo (Fig. 2.113) posee tres válvulas para el control de presión, además posee dos manómetros, uno que funciona como patrón y otro de operación.

El disco de bronce ubicado en la parte derecha del equipo es empleado para sostener la masa calibrada, la misma que es un disco el cual posee un peso determinado, a partir de 10 lb por in^2, que al dividirse para un área del cilindro proporciona el valor de presión que puede contrastarse con el manómetro (Fig. 2.114).

El manómetro patrón debe tener un excedente en la escala de 20% de la escala máxima del manómetro a calibrar con el fin de que en caso de experimentar con el máximo valor de escala del manómetro de planta, el manómetro patrón trabaje en una zona segura para no esforzarlo debido a que es la referencia de calibración.

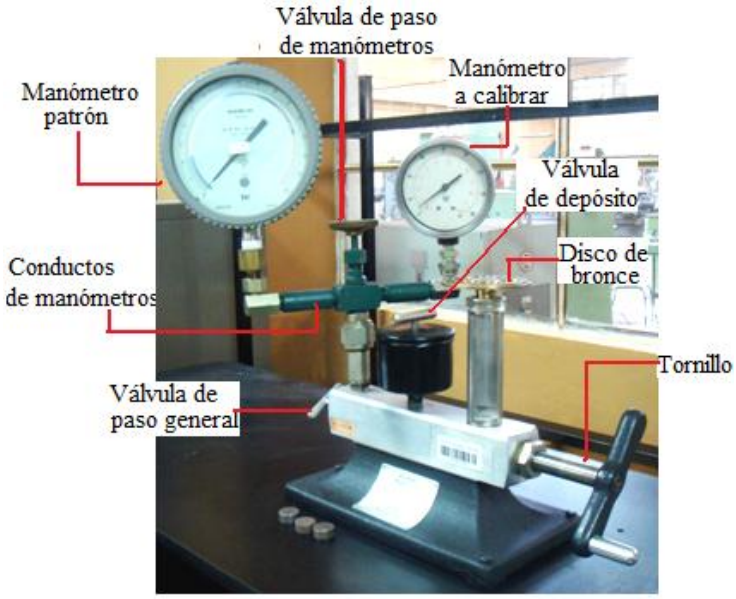


Fig. 2.114 Componentes del Probador de peso muerto

Fuente: La Autora

b. Operación del equipo

Esta máquina posee dos maneras para la calibración:

1. MANOMETRO patrón VS MANOMETRO a calibrar.
2. MANOMETRO (patrón o calibrar) VS MASA CALIBRADA.

El funcionamiento del equipo es válido para ambos casos de calibración.

Como primer paso se succiona el aceite que se encuentra en el depósito del equipo, para ello se debe bloquear la válvula de paso general para los conductos del manómetro para evitar vació en los manómetros y garantiza que no exista presión negativa en los conductos.

Se abre la válvula del depósito y se desplaza hacia afuera el tornillo de succión, lo cual aspira todo el aceite del depósito. Una vez concluida la carrera del tornillo, ya sea parcial o total dependiendo de la presión que se requiera, se cierra la válvula del depósito para que el momento de generar la presión el aceite no regrese al recipiente y no exista derrame de fluido por la tapa del pote que no es presurizado.

Abrir la llave de paso general para que la presión ejercida llegue a los manómetros y pueda ser medida. Se desplaza el tornillo hacia adentro para generar la presión suficiente hasta llegar al valor que se necesita en el manómetro a calibrar.

Se puede comparar la presión entre el manómetro patrón y el de planta en distintos puntos de la escala. Se obtiene una gráfica X-Y que nos demuestra el error que posee el manómetro.

Para retirar la presión generada, se abre la válvula del depósito y de esta manera la presión se estabiliza. La última sección del manómetro patrón debe llegar a cero de manera natural. Se puede forzar que el patrón llegue a cero realizando una pequeña succión con el tornillo pero esto conlleva la des calibración del manómetro patrón debido a la generación de la presión negativa que puede surgir.



Fig. 2.115 Masas calibradas
Fuente: La Autora

c. Mantenimiento del equipo

Se debe verificar el nivel de aceite en el depósito para evitar que la presión generada sea baja por falta de fluido.

El tornillo debe mantenerse libre de oxido mediante pulido, más debe precaverse que sea el necesario para mantener la succión del elemento.

Se debe verificar las conexiones para evitar pérdidas de presión debido al trabajo con el aceite.

La escala de manómetro patrón debe ser mínimo 20% más de la escala del manómetro a calibrar. No debe excederse este valor debido a que mientras mayor es la escala tantas menos divisiones de precisión se tendrán en el patrón para leer la presión.

No se debe generar una presión negativa, por lo tanto se debe verificar que la válvula de paso general este cerrada al succionar el aceite.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Probador de Peso Muerto	**Marca:**	Dead Weight
Serie No:	14187	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Metrologia
Fabricante:		**Codigo:**	LI-LM-MR-001
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,50 m	**Peso:**	kg
Ancho:	0,60 m	**Volumen:**	
Largo:	0,20 m	**Condición:**	**Buena**

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones

Elementos Electricos

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Mesa	Dead Weight		1	0,30X0,16 m	
Reservorio Aceite			1	h=6cm Diam=82cm	
Manometro	Milano	D27742	1	0-16BAR	Manometro clase 3
Manometro	Fima		1	0-160PSI/0-11kg/cm²	

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

2.3.7.2 CALIBRE O PIE DE REY

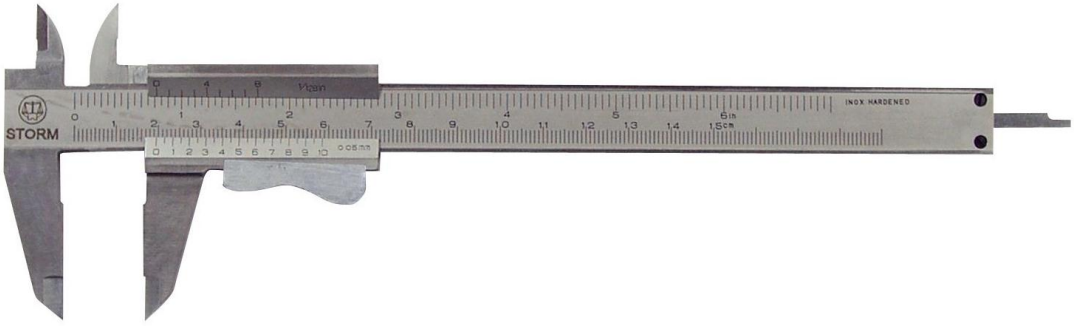


Fig. 2.116 Calibrador Pie de Rey
Fuente: iopscience.iop.org/0026-1394

a. Descripción del equipo

Es un instrumento que permite medir las dimensiones internas o externas, dependiendo del calibrador empleado para la tarea (Fig. 2.116). Se caracteriza por la presencia de un dispositivo que permite medir las fracciones en milímetros o pulgadas, este dispositivo es llamado **NONIO.**

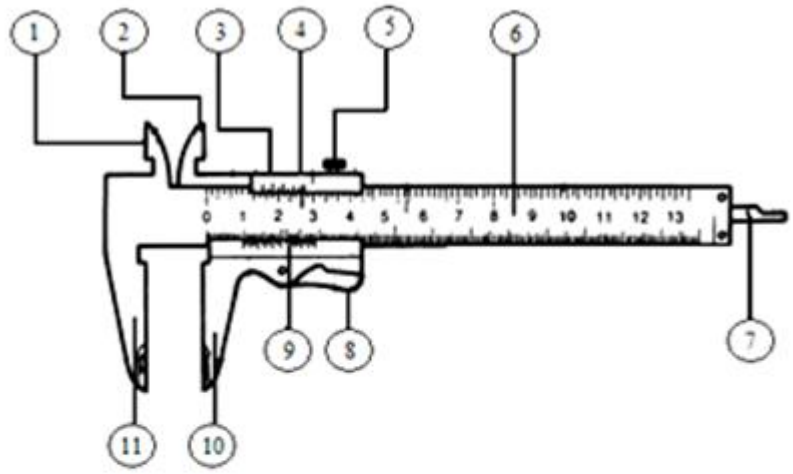
El nonio posee las décimas, centésimas o hasta milésimas de milímetro en una recta que fragmenta las segmentaciones del instrumento de medida en tres partes proporcionales y amplia apreciaciones de éste. [1]

El calibrador, sea cual fuere su longitud a medir, posee una **parte fija** que es una pieza constituida de dos palpadores (uno para exteriores y otro para interiores) que forman un ángulo recto con la regla de forma prismática graduada en milímetros y pulgadas en sus aristas. La **parte móvil**, formada por una corredera, puede desplazarse a lo largo de la parte fija y lleva adheridos el palpador para interiores y la sonda de profundidad. Su movimiento se realiza mediante la presión sobre un gatillo mientras que la corredera se puede asegurar mediante un tornillo (Fig. 2.117).

El calibrador en sí está elaborado de acero inoxidable y las partes que mantienen contacto con las piezas a medir suelen estar templadas para evitar su deformación, desgaste y aumentar su resistencia.

Actualmente, se emplean calibradores digitales, de manera que la pantalla digital muestra la medida exacta a la cual se halla la pieza con una mayor precisión de hasta centésimas de milímetro.

[1] Guía de Metrología de la Universidad Politécnica Salesiana, año 2004.



1. *Palpador de interiores fijo.*
2. *Palpador de interiores móvil.*
3. *Corredera.*
4. *Nonio en pulgadas.*
5. *Tornillo de fijación de corredera.*
6. *Regla graduada.*
7. *Sonda de profundidad.*
8. *Gatillo.*
9. *Nonio en milímetros.*
10. *Palpador de exteriores móvil.*
11. *Palpador de exteriores fijo.*

Fig. 2.117 Partes de un Calibrador Pie de Rey Universal
*Fuente: www.**metrologia**-ema.com/pdf/**metrologia**-basica.pdf*

b. Operación del equipo.

Se toma el calibrador con ambas manos debido a que es un instrumento delicado y se lo posiciona sobre la superficie de la pieza a controlar y se mueve la corredera de manera suave hasta que los dos palpadores estén en contacto con la superficie. Se debe procurar que el palpador del calibrador esté en posición perpendicular a la pieza a medir de manera que se apoye adecuadamente sobre ella, logrando así una mayor exactitud. Se aprieta el tornillo de fijación de la corredera para evitar que el movimiento de extracción del calibrador pueda cambiar la medida tomada.

Como paso final, se lee la medida ya sea de milímetros o pulgadas.

Al efectuar mediciones internas, la regla grande debe sostenerse perpendicular a las superficies y alineado con la línea de centro de la pieza. Una vez ajustado el tornillo de fijación de la corredera se procede a la lectura de la medida tomada.

Si se miden profundidades, se coloca el calibrador en posición vertical de manera que la sonda de profundidad pueda desplazarse hasta el fondo de la hendidura, se ajusta el tornillo de fijación de la corredera y se lee la dimensión.

c. Mantenimiento del equipo

Se debe procurar que la superficie pieza a medir no dañe el dispositivo, esté libre de impurezas para facilitar la lectura y libre de rebabas.

En caso de realizar mediciones mientras las piezas se encuentran en la máquina, ésta debe estar parada para evitar un desgaste innecesario en el instrumento y por ende un accidente.

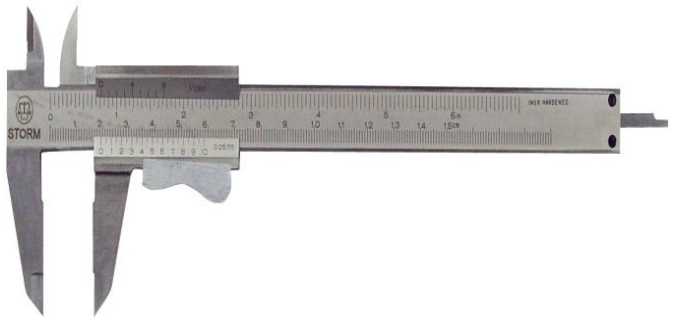
Periódicamente se debe verificar el alineamiento de los palpadores exteriores (fijo y móvil) además de su buena condición de trabajo.

Nunca se debe emplear la sonda de profundidades para la limpieza de concavidades u otros usos que no sean su fin de fabricación.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

Maquina-Equipo:	Micrometro	**Marca:**	
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	
Fabricante:		**Codigo:**	**OBSERVACIONES**
Representante:		**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:		**Peso:**	**kg**
Ancho:		**Volumen:**	
Largo:		**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			



Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Pie de rey digital	MITUTOYO	MN-06-30-01	1	0 - 150 mm Res: 0.01	LI-LM-MR-006A
Pie de rey digital		MN-06-30-02	1	0 - 150 mm Res: 0.01	LI-LM-MR-006B
Pie de rey digital		MN-06-30-03	1	0 - 150 mm Res: 0.01	LI-LM-MR-006C
Pie de rey digital		MN-06-30-04	1	0 - 150 mm Res: 0.01	LI-LM-MR-006D
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Pie de rey analógico			1	0 - 150 mm Res: 0.01	LI-LM-MR-006E
Pie de rey analógico			1	0 - 150 mm Res: 0.01	LI-LM-MR-006F
Pie de rey analógico			1	0 - 150 mm Res: 0.01	LI-LM-MR-006G
Pie de rey analógico			1	0 - 150 mm Res: 0.01	LI-LM-MR-006H
Pie de rey analógico			1	0 - 150 mm Res: 0.01	LI-LM-MR-006I
Pie de rey analógico			1	0 - 150 mm Res: 0.01	LI-LM-MR-006J
Pie de rey analógico			**1**	0 - 150 mm Res: 0.01	LI-LM-MR-006K
Pie de rey analógico			1	0 - 150 mm Res: 0.01	LI-LM-MR-006L
Pie de rey analógico			1	0 - 150 mm Res: 0.01	LI-LM-MR-006M
Pie de rey analógico			1	0 - 150 mm Res: 0.01	LI-LM-MR-006N

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

2.3.7.3 MICRÓMETROS



Fig. 2.118 Micrómetro

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

Con una mayor exactitud en la medición que la del calibrador pie del rey o universal, este dispositivo permite incluso conocer las milésimas en la medida tomada de determinada pieza o superficie (Fig. 2.118).

Su principio de funcionamiento se fundamenta en el del **mecanismo tuerca-tornillo** que consiste en el avance de un tornillo sobre una tuerca fija, es decir que por cada vuelta del tornillo, éste avanza una longitud equivalente a su paso de rosca.

Posee un cuerpo semicircular en el cual se incorpora el palpador fijo que entra en contacto con la superficie a medir junto con el palpador móvil. El husillo o tornillo está enrocado en la tuerca fija y gira en sentido horario hasta el tope fijo y viceversa (Fig. 2.119).

El cilindro exterior que contiene la tuerca tiene grabado la escala graduada milimétrica. El tambor también posee su escala en divisiones según la tolerancia del micrómetro.



1. *Cuerpo.*
2. *Palpador fijo.*
3. *Palpador móvil.*
4. *Tuerca fija.*
5. *Tornillo.*
6. *Tambor.*
7. *Seguro*

Fig. 2.119 Partes de un Micrómetro

*Fuente: www.**metrologia**-ema.com/pdf/**metrologia**-basica.pdf*

b. Operación del equipo

Se ubica el micrómetro de manera perpendicular a la pieza o superficie a medir. El palpador fijo se coloca sobre la pieza mientras rotamos el tambor hasta que el palpador móvil toque la superficie que está siendo medida, ahora se inmoviliza el tambor por medio del seguro en la parte lateral del instrumento.

Se considera la escala horizontal, donde se tienen los milímetros marcados en la parte superior y en la parte inferior están marcados los medios milímetros. Se debe mirar ahora el tambor para visualizar las micras de la medida.

La dimensión total se obtiene sumando el valor correspondiente a la escala graduada horizontal y el valor de la división del tambor que coincide con el índice.

c. Mantenimiento del equipo

Se debe procura mantener al micrómetro en un lugar limpio y no usarlo para fines ajenos a su objetivo de construcción. Además de mantenerlo libre de humedad.

Los palpadores deben ser revisados periódicamente para asegurar su buen estado y que no hayan sufrido desgaste en su uso.

El plástico que recubre al cuerpo debe ser inspeccionado debido a que este evita la transferencia de calor de usuario al dispositivo y por lo tanto evita las dilataciones del material.

No se debe cerrar los palpadores de la pieza con fuerza excesiva ya que sufrirían daños irreparables tanto los palpadores como el tornillo y la tuerca del instrumento.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

Maquina-Equipo:	Micrometro	**Marca:**	
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	
Fabricante:		**Codigo:**	**OBSERVACIONES**
Representante:		**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:		**Peso:**	**kg**
Ancho:		**Volumen:**	
Largo:		**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			



Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Micrometro exterior digital	MITUTOYO	293-522	1	25-50 mm	LI-LM-MR-0018A
Micrometro exterior digital	MITUTOYO	0,293-722-10	1	1-2"	LI-LM-MR-0018B
Micrometro exterior digital	MITUTOYO	0,293-521	1	0,25mm	LI-LM-MR-0018C
Micrometro exterior digital	STARRETT	(8004)2000128357	1	0,25mm	LI-LM-MR-0018D
Micrometro exterior digital	MITUTOYO	(8004)2000129095	1	0-2mm	LI-LM-MR-0018E
Micrometro exterior digital	ULTRA	(8004)2000128401	1	50-75mm	LI-LM-MR-0018F
Micrometro exterior digital	ULTRA	(8004)2000128319	1	75-100mm	LI-LM-MR-0018G
Micrometro exterior digital	ULTRA		1	25-50mm	LI-LM-MR-0018H
Micrometro exterior digital	STARRETT		1	0-25mm	LI-LM-MR-0018I
Micrometro de profundidades	STARRETT	(8004)2000128814		0-250mm	LI-LM-MR-0018J
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Micrometro Exterior (analogico)	WHALE BRAND	(8004)2000128975	1	0-1"	LI-LM-MR-0018K
Micrometro Exterior (analogico)	MITUTOYO	(8004)2000128371	1	75-100mm	LI-LM-MR-0018L
Micrometro Exterior (analogico)	BORLETTI	(8004)2000128395	1	1/100mm	LI-LM-MR-0018M
Micrometro Exterior (analogico)	BORLETTI		1		LI-LM-MR-0018N
Micrometro Exterior (analogico)	BORLETTI	(8004)2000128296	1	1/100mm	LI-LM-MR-0018O

Micrometro Exterior (analogico)	BORLETTI	(8004)2000128340	1	1/100mm	LI-LM-MR-0018P
Micrometro Exterior (analogico)	BORLETTI	(8004)2000128913	**1**	0,01mm	LI-LM-MR-0018Q
Micrometro Exterior (analogico)	MITUTOYO		1	25-50mm	LI-LM-MR-0018R Mal estado
Micrometro Exterior (analogico)	BORLETTI	(8004)2000128302	1	1/100mm	LI-LM-MR-0018S
Micrometro Exterior (analogico)	MITUTOYO		1	0-1"	LI-LM-MR-0018T
Micrometro Exterior (analogico)	BORLETTI	(8004)2000128388	1	1/100mm	LI-LM-MR-0018U
Micrometro Exterior (analogico)	BORLETTI	129088	1		LI-LM-MR-0018V
Micrometro Exterior (analogico)	MITUTOYO	128234	1	1/100mm	LI-LM-MR-0018W
Micrometro Exterior (analogico)	MITUTOYO	(8004)2000128227	1	150-175mm	LI-LM-MR-0018X
Micrometro Exterior (analogico)	MITUTOYO	(8004)2000128241	1	100-125mm	LI-LM-MR-0018Y
Micrometro Interior (analogico)	MITUTOYO		1	175-200mm	LI-LM-MR-0018Z
Micrometro Exterior (analogico)	M M	(8004)2000129071	1	0,01mm	LI-LM-MR-0018AA
Micrometro Exterior (analogico)	M M	(8004)2000129057	1	0,01mm	LI-LM-MR-0018AB
Micrometro Exterior (analogico)	M M	(8004)2000129033	1	0,01mm	LI-LM-MR-0018AC
Micrometro Exterior (analogico)	M M	(8004)2000122937	1	0,01mm	LI-LM-MR-0018AD
Micrometro Exterior (analogico)	M M	(8004)2000128418	1	0,01mm	LI-LM-MR-0018AE
Micrometro Exterior (analogico)	M M	(8004)2000128746	1	0,01mm	LI-LM-MR-0018AF
Micrometro Exterior (analogico)	M M	(8004)2000129040	1	0,01mm	LI-LM-MR-0018AG
Micrometro Exterior (analogico)	M M	(8004)2000128852	1	0,01mm	LI-LM-MR-0018AH
Micrometro Exterior (analogico)	M M	(8004)2000129064	1	0,01mm	LI-LM-MR-0018AI
Micrometro Exterior (analogico)	M M		1	0,01mm	LI-LM-MR-0018AJ
Micrometro Exterior (analogico)	M M	(8004)2000129002	1	0,01mm	LI-LM-MR-0018AK
Micrometro Exterior (analogico)	M M	(8004)2000128845	1	0,01mm	LI-LM-MR-0018AL
Micrometro Exterior (analogico)	M M	(8004)2000128999	1	0,01mm	LI-LM-MR-0018AM
Micrometro Exterior (analogico)	PANTER	(8004)2000129026	1	25\50	LI-LM-MR-0018AN
Micrometro Exterior (analogico)	MITUTOYO		1	0-25mm	LI-LM-MR-0018AO
Micrometro Exterior (analogico)	MITUTOYO		1	1-2"	LI-LM-MR-0018AP
Micrometro Exterior (analogico)	ICRON METROLOGY		1		LI-LM-MR-0018AQ
Micrometro Exterior (analogico)	MITUTOYO		1	1-2"	LI-LM-MR-0018AR
Micrometro Exterior (analogico)	MILLESIMETRO	(8004)2000128906	1		LI-LM-MR-0018AS

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

2.3.7.4 RELOJ COMPARADOR



Fig. 2.120 Reloj Comparador
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El sistema mecánico de milímetros se basa en un sistema de palancas, cuñas triangulares que permiten que exista una línea de rozamiento entre un par de elementos mecánicos. Esto permite mayor sensibilidad y amplificación del error mecánico que surge en el dispositivo (Fig.2.120).

Se puede obtener hasta una milésima de apreciación mínima en la lectura del dispositivo.

El equipo consta de una base donde se ubican los elementos a medir, tonillos de sujeción para permitir el movimiento vertical y una pequeña base de mármol. La tuerca de ajuste permite que a medida que se desliza el comparador desciende de manera bastante exacta.

Se posee una escala graduada para conocer el valor de la medición, esta escala posee valores negativos y positivos y el valor máximo para los dos es cien (100), lo cual implica que el error que proporciona el equipo es una décima (Fig. 2.121).

Una ventaja del equipo es la facilidad que brinda al usuario para determinar el grado de tolerancia con que se maneja la planicidad de un elemento.

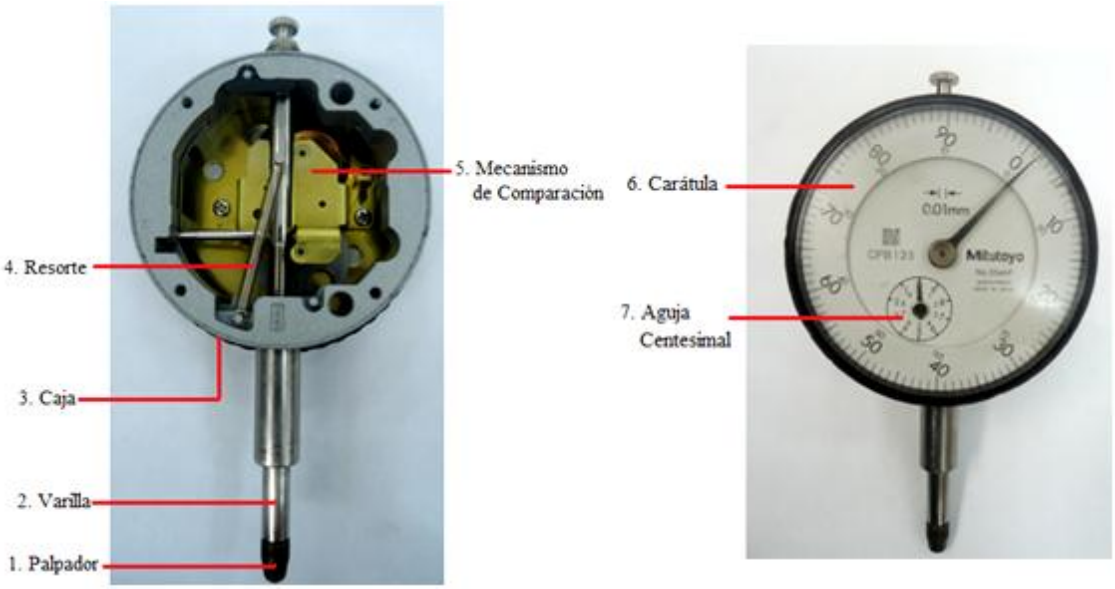


Fig. 2.121 Componentes de un comparador de reloj.

Fuente: La Autora

b. Operación del equipo

Para empezar a manejar el dispositivo primero se afloja el tornillo de sujeción en la parte lateral del equipo, esto permite el movimiento vertical del comparador.

Cuando se alcanza la altura cercana al elemento de experimentación, se desliza la tuerca de ajuste ubicada en el tornillo, lo cual permite que el comparador pueda descender de manera manejable y exacta.

Se debe acercar al punto de calibración del elemento, el momento que existe contacto entre la superficie y el palpador la aguja en la escala se encera mediante el apriete del tornillo del sujeción. Para fijar el valor patrón se aprieta el pulsante externo del equipo.

Luego de tener el patrón ajustado, se coloca otro elemento a medir y se compara con el valor guía y se puede comparar este resultado con el anterior y así obtener un valor de desviación del elemento sometido a prueba con el patrón que puede ser un bloque Johnson, el mismo que es una guía calibrada.

Se repite el experimento con los elementos necesarios y se sigue el mismo procedimiento cuantas veces se realice el ejercicio.

En caso de realizar un control de calidad en serie, el rango de tolerancia debe ser fijado mediante el ajuste de las agujas de control que posee el dispositivo. Para ello se retira la cubierta en el medidor y se ajusta el rango a medir.

c. Mantenimiento del equipo

El mantenimiento que debe hacerse al dispositivo es la lubricación del tornillo para el fácil desplazamiento del cuerpo y la comprobación frecuente que el sistema mecánico de retiro del palpador este en óptimo funcionamiento.

La limpieza de la mesa de mármol es importante para poder realizar el ejercicio sobre una superficie plana.

LABORATORIO DE INGENIERIAS
FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO





Maquina-Equipo:	Reloj Comparador	**Marca:**	
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Metrologia
Fabricante:		**Codigo:**	LI - LM - MR - 002
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	m	**Condición:**	**Bueno**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Reloj Comparador digital	MITUTOYO	543-251	1			Resolución: 0.001 mm
Reloj Comparador digital	MITUTOYO	543-523	1	120		Mod: D6-10-02 / Posee cargador / Resolución: 0.001 mm
Reloj Comparador digital	MITUTOYO	543-6018	1			Rango: 0.01 - 12 mm / Resolución: 0.001 mm
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

Notas

2.3.7.5 PROYECTOR DE PERFILES MITUTOYO PJ-250 C



Fig. 2.122 Proyector de Perfiles Mitutoyo PJ-250C
Fuente: la Autora

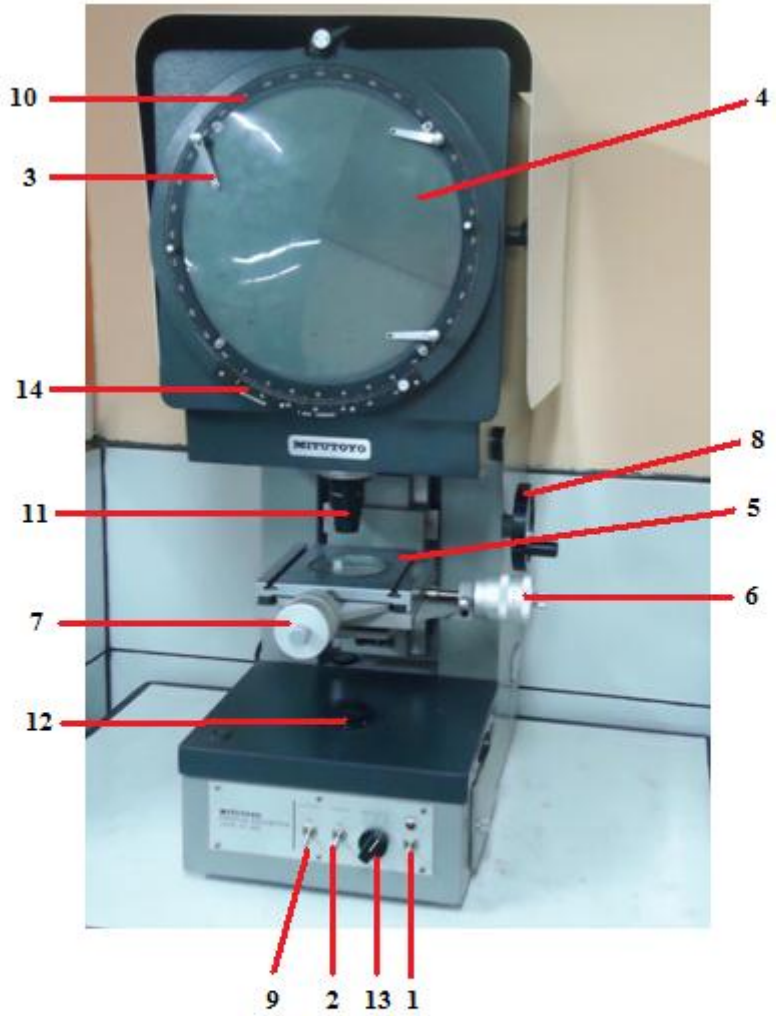
a. Descripción del equipo

Es un dispositivo que permite ampliar el perfil 20x veces del elemento a analizar, de esta manera se puede verificar ya sean radios, roscas, magnitudes que no se pueden medir con instrumentos comunes o que no proporcionarían un valor exacto (Fig. 2.122).

Se posee una plantilla de radios donde cada división corresponde a un milímetro, lo cual permite que se puedan obtener hasta una decima de precisión en la medida respectiva.

El momento de encender el equipo, la luz de la base refleja la sombra del perfil del elemento aumentado 20 veces en la pantalla superior donde está la plantilla con las medidas.

Las partes del proyector de perfiles se detallan a continuación (Fig. 2.123):



1. *Interruptor general.*
2. *Interruptor para la iluminación diascópica.*
3. *Sujetador plantilla.*
4. *Pantalla.*
5. *Mesa porta-objetos.*
6. *Volante para desplazamiento longitudinal.*
7. *Volante para desplazamiento transversal.*
8. *Volante de reglaje de iluminación*
9. *Interruptor para iluminación episcópica.*
10. *Goniómetro dividido en 360°.*
11. *Lente X-20.*
12. *Amplificador de luz.*
13. *Selector de intensidad.*
14. *Nonio (vernier) del goniómetro.*

Fig.2.123 Componentes del Proyector de perfiles "Mitutoyo PJ-250 C"

Fuente: La Autora

b. Operación del equipo

Se conecta el dispositivo a una toma de 110 V. Se coloca la pieza cuyos radios se desean medir y se enciende el equipo mediante el interruptor ubicado en la parte frontal inferior del mismo.

Una vez encendido el dispositivo se comprueba la medida del radio mediante la proyección de la sombra del elemento en la plantilla de cuadrantes. En caso de necesitar medir diferentes radios en la misma pieza, ésta se desplaza mediante los micrómetros para posicionarla ubicados en la parte frontal y lateral de la mesa transversal.

Una aplicación del proyector de perfiles es la **verificación de roscas por proyección**, en este método se proyecta sobre una pantalla una imagen ampliada del perfil de la rosca a verificar y se la compara a un perfil-tipo trazado sobre la pantalla, a una escala correspondiente a la relación de ampliación dada por el aparato, así se puede medir los errores de forma y simetría del perfil y las características de la rosca.

La rosca a examinar debe orientarse de tal manera que el eje óptico del aparato proyector coincida con la tangente a la hélice media de la rosca; es con esta condición como se obtendrá sobre la pantalla una imagen con contorno nítido. El perfil observado corresponde pues a una sección de filete por un plano normal a la hélice media y no a una sección axial.

c. Mantenimiento del equipo

El mantenimiento que debe darse al equipo es la limpieza de la mesa transversal y general como la inspección de los cables eléctricos, limpieza del lente y revisar que el nonio del goniómetro se halle en buen estado.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Proyector de Perfiles	**Marca:**	MITUTOYO
Serie No:	301-101	**Modelo:**	PJ-250
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Metrologia
Fabricante:		**Codigo:**	LI-LM-MR-003
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,90 m	**Peso:**	kg
Ancho:	0,50 m	**Volumen:**	
Largo:	0,50 m	**Condición:**	**Bueno**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
	MITUTOYO					
Elementos Electricos						
Consola de control	MITUTOYO		1	110		Contiene: interruptor general, interruptores para iluminación diascópica y episcópica, selector de intensidad.
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Volante para desplazamiento longitudinal	MITUTOYO		1	Resolución: 0.005 mm		Ubicado en la mesa portaobjetos
Volante para desplazamiento transversal	MITUTOYO		1	Resolución: 0.005 mm		Ubicado en la mesa portaobjetos
Volante de reglaje de iluminación	MITUTOYO		1	Resolución: 0.005 mm		Ubicado en la parte lateral del equipo
Amplificador de luz	MITUTOYO		1			
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Mesa portaobjetos	MITUTOYO		1	16X16cm		
Lente	MITUTOYO	X-20	1	Diam=315mm		
Nonio (vernier)	MITUTOYO					Ubicado en el goniómetro
Goniómetro	MITUTOYO		1	0 - 360 º		
Sujetador de plantilla	MITUTOYO		1			

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

2.3.7.6 MARMOLES

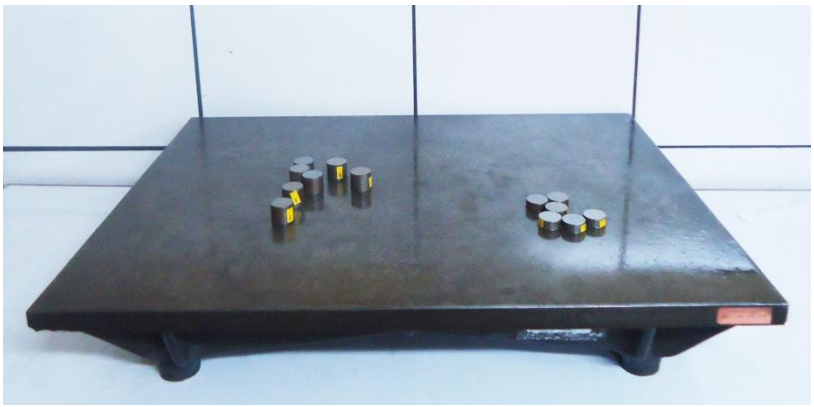


Fig. 2.124 Mármol de verificación.
Fuente: La Autora

a. Descripción de equipo.

Los mármoles de verificación (Fig. 2.124) están fabricados normalmente con fundición perlítica estabilizada para evitar las deformaciones, aunque también se emplea la piedra natural pulida (granito y diabasa) o la alúmina cristalizada, aglomerada con un producto cerámico.

Se apoyan en tres puntos para sortear el posible alabeo debido un cambio eventual de la repartición de los puntos de apoyo y suelen ir provistas de nervios de relativa altura para conseguir un buen momento de inercia y de un espesor lo más regular posible.

La parte superior es la cara de trabajo y sobre ella se apoyan las superficies que hay que verificar.

b. Operación del equipo.

En primer lugar, es preciso observar si la superficie está lisa, pulida, limpia y exenta de rebabas o de virutas, para evitar que se raye el mármol. Por ello, es recomendable efectuar una verificación previa con otro útil como puede ser una regla de verificación.

Realizada esta comprobación, se impregna la cara de trabajo del mármol con una fina capa de material colorante, como minio, azul de Prusia o tinta de imprenta diluida. Dicho producto se esparce uniformemente con una esponja.

Seguidamente, se desliza suavemente la pieza sobre el mármol en varias direcciones. El colorante dejará sobre la pieza unas manchas que delatarán los puntos de contacto más prominentes y que deben ser rebajados *(*Fig. 2.125*)*.

Una vez corregidas estas puntas, mediante rasqueteado o limado, se repite la operación anterior.

Cuando el número de puntos de contacto se considere suficientemente elevado y éstos se distribuyan uniformemente por la superficie verificada, se dará por concluido el proceso y se considerará aceptable la pieza.

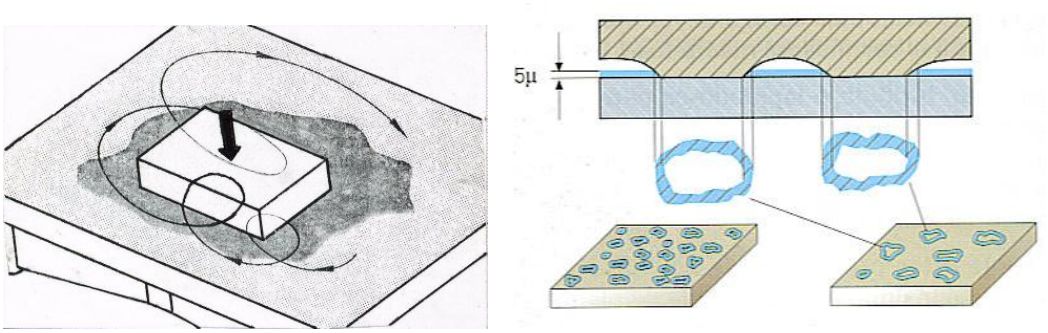


Fig. 2.125 Verificación de la planitud de una superficie
Fuente: www.matriceriaonline.com/mol-2011/trastienda/docs/leccion2.pdf

c. Mantenimiento del equipo.

Para evitar un desgaste desigual del mármol, es vital utilizarlo por diferentes zonas y proceder a su limpieza, secado y engrasado después de su utilización.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Marmol de verificación	**Marca:**	
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Metrologia
Fabricante:		**Codigo:**	LI-LM-MR-008
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,11 m	**Peso:**	kg
Ancho:	0,46 m	**Volumen:**	
Largo:	0,60 m	**Condición:**	**Bueno**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
						Granito color gris

Elementos Electricos						

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

2.3.7.7 ESCUADRAS

a. Descripción del equipo.

Son elementos de trazado y comprobación de ángulos; existen distintos tipos según su aplicación: escuadra de 90º: se utiliza para comprobar piezas de formas paralelepípedas (Fig.2.126a); escuadra a 120º: sirve para controlar piezas hexagonales (Fig. 2.126b); escuadra sombrero: es una escuadra a 90º con una regla del mismo espesor en forma perpendicular a la rama corta (Fig. 2.126c); escuadra en "T": es una escuadra con dos ángulos de 90º a cada lado de una de las reglas (Fig.2.126d); escuadra "L": es una escuadra a 90º (Fig. 2.126e); escuadra "L" con regla corrediza: también es una escuadra a 90º que permite desplazarse uno de los lados que forman el ángulo (Fig. 2.126f).

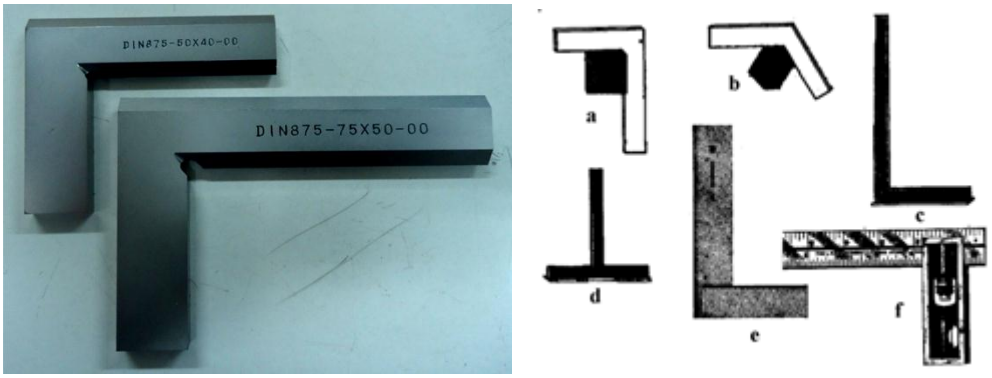


Fig. 2.126 Tipos de escuadras

Fuente: www.matriceriaonline.com/mol-2011/trastienda/docs/leccion2.pdf

b. Operación del equipo

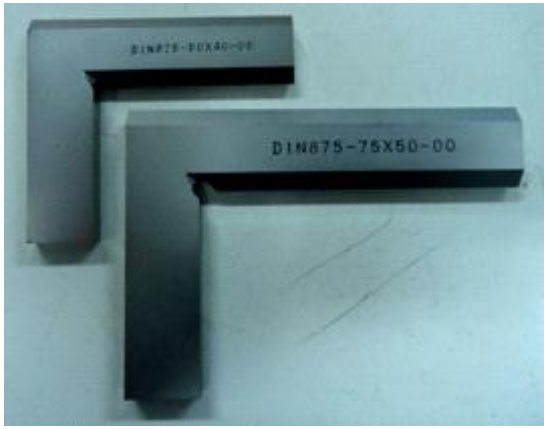
Se debe colocar la escuadra en la posición según su forma, es decir, si se verifica una superficie con caras paralelas se debe emplear una escuadra “L” para que la verificación sea correcta.

c. Mantenimiento del equipo.

La limpieza es importante antes de almacenar el elemento debido al contacto de la superficie con diversos líquidos o gases, los mismos que pueden causar oxidación u otros daños a las escuadras.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Escuadras	**Marca:**	
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Metrologia
Fabricante:		**Codigo:**	OBSERVACIONES
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,30 m	**Peso:**	kg
Ancho:	0,15 m	**Volumen:**	m3
Largo:	0,90 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**

Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Escuadra tipo L	MGM	sin código	1	ESC - 001	LI-LM-MR-009A
Escuadra de presición		MIN-06-47-04	1	50*40	LI-LM-MR-009B
Escuadra de presición		MIN-06-47-03	1	75*50	LI-LM-MR-009C
Escuadra de presición		sin código	1	75*50	LI-LM-MR-009D

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

2.3.7.8 CALIBRES PASA - NO PASA



Fig. 2.127 Calibres Pasa- No Pasa

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

Los calibres pasa o no pasa son dispositivos con un tamaño estándar y una manera práctica, sencilla y de taller para verificar la exactitud en las medidas de una pieza (Fig. 2.127).

Estos calibres presentan dos medidas, una en cada extremo, que poseen las mesuras con las tolerancias incluidas de donde se desprende la verificación determinando si el elemento encaja o no.

b. Operación del equipo

Según el principio de estos calibres un agujero debería ensamblar correctamente con un perno patrón cilíndrico (extremo pasa) hecho al límite de tolerancia superior especificado del agujero y de una longitud al menos igual a la longitud de ensamble del agujero y perno.

El agujero se inspecciona para verificar que su diámetro máximo no sea mayor que el límite de tolerancia inferior (extremo no-pasa). Por último el eje se mide o se inspecciona para verificar que su diámetro mínimo no sea menor que el límite no pasa.

c. Mantenimiento del equipo

La limpieza es parte primordial de todo dispositivo, en caso de los calibres pasa- no pasa es indispensable su almacenamiento luego de su aseo.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Calibrador pasa no pasa.	**Marca:**	
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Metrología
Fabricante:		**Codigo:**	OBSERVACIONES
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Elementos Electricos						

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimenciones / Toleranci	Observaciones
74 H7		MIN-06-56-34	1	0,0-0,030	LI-LM-MR-005A
72 H7		MIN-06-56-33	1	0,0-0,030	LI-LM-MR-005B
70 H 7		MIN-06-56-32	1	0,0-0,030	LI-LM-MR-005C
65 H7		MIN-06-56-31	1	0,0-0,030	LI-LM-MR-005D
63 H 7		MIN-06-56-30	1	0,0-0,030	LI-LM-MR-005E
62 H7		MIN-06-56-29	1	0,0-0,030	LI-LM-MR-005F
60 H7		MIN-06-56-28	1	0,0-0,030	LI-LM-MR-005G
56 H7		MIN-06-56-27	1	0,0-0,030	LI-LM-MR-005H
52 H7		MIN-06-56-26	1	0,0-0,030	LI-LM-MR-005I
50 H7		MIN-06-56-25	1	0,0-0,025	LI-LM-MR-005J

47 H8		MIN-06-56-24	1	0,0-0,039	LI-LM-MR-005K
47 H7		MIN-06-56-23	1	0,0-0,025	LI-LM-MR-005L
46 H7		MIN-06-56-22	1	0,0-0,025	LI-LM-MR-005M
45 H7		MIN-06-56-21	1	0,0-0,025	LI-LM-MR-005N
40 H8		MIN-06-56-20	1	0,0-0,039	LI-LM-MR-005O
40 H7		MIN-06-56-19	1	0,0-0,025	LI-LM-MR-005P
38 H7		MIN-06-56-18	1	0,0-0,025	LI-LM-MR-005Q
36 H7		MIN-06-56-17	1	0,0-0,025	LI-LM-MR-005R
35 H7		MIN-06-56-16	1	0,0-0,025	LI-LM-MR-005S
34 H7		MIN-06-56-15	1	0,0-0,025	LI-LM-MR-005T
32 H7		MIN-06-56-14	1	0,0-0,025	LI-LM-MR-005U
30 H7		MIN-06-56-13	1	0,0-0,021	LI-LM-MR-005V
28 H7		MIN-06-56-12	1	0,0-0,021	LI-LM-MR-005W
26 H7		MIN-06-56-11	1	0,0-0,021	LI-LM-MR-005X
25 H7		MIN-06-56-10	1	0,0-0,021	LI-LM-MR-005Y
24 H7		MIN-06-56-9	1	0,0-0,021	LI-LM-MR-005Z
22 H7		MIN-06-56-8	1	0,0-0,021	LI-LM-MR-005AA
20 H7		MIN-06-56-7	1	0,0-0,021	LI-LM-MR-005AB
18 H7		MIN-06-56-6	1	0,0-0,018	LI-LM-MR-005AC
16 H7		MIN-06-56-5	1	0,0-0,018	LI-LM-MR-005AD
15 H7		MIN-06-56-4	1	0,0-0,018	LI-LM-MR-005AE
14 H7		MIN-06-56-3	1	0,0-0,018	LI-LM-MR-005AF
10 H7		MIN-06-56-2	1	0,0-0,016	LI-LM-MR-005AG
8 H7		MIN-06-56-1	1	0,0-0,015	LI-LM-MR-005AH

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

2.3.7.9 ALEXOMETRO



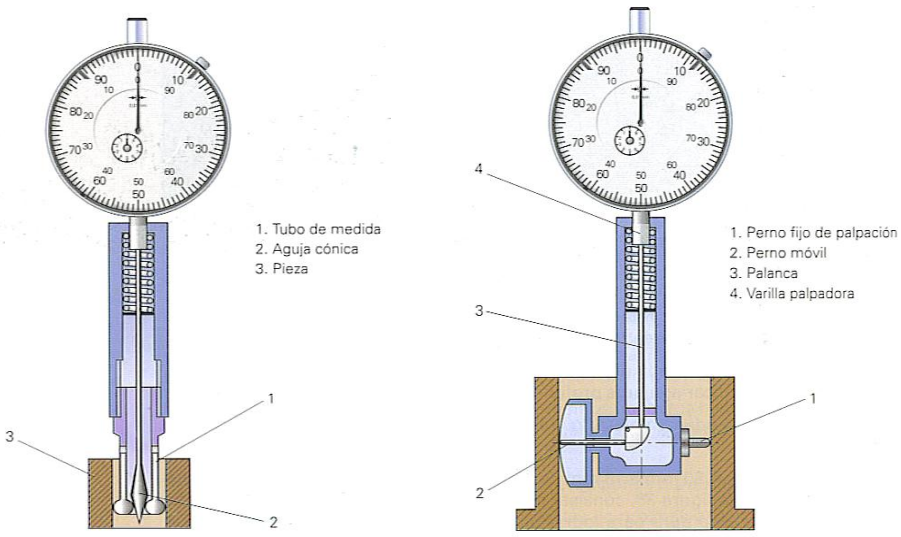
Fig. 2.128 Alexómetro
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo.

El alexómetro o verificador de interiores, es un reloj comparador anexado a un eje que en el extremo de éste, se encuentra el contacto que hace girar las agujas del alexómetro y de este modo poder comparar las medida, es un dispositivo portátil que permite la verificación de la dimensión de un agujero y, por desplazamientos sucesivos de rotación y traslación, también la detección de ovalaciones o conicidades no deseadas.

Se clasifican en función de la dimensión del agujero que permite verificar y son muy útiles para verificar agujeros profundos.

Tienen dos partes fundamentales: el indicador de medida y la cabeza de medición.



a) b)

Fig. 2.129 Componentes de un verificador de interiores.

a) Para agujeros de 0.05 a 18 mm. b) Para agujeros de 6 a 400 mm.

Fuente: Guías de Prácticas de Metrología, 2006, Universidad Politécnica Salesiana

Para agujeros de 0.50 mm a 18 mm de diámetro, la cabeza de medición, como se muestra en la figura 2.129a, consiste en un tubo ranurado intercambiable (1), acabado en cromo duro para lograr una mayor resistencia al desgaste. Los extremos de éste se separan por acción de una aguja cónica (2), de acero templado y lapeada, que transmite el movimiento al comparador.

Para agujeros de 6 mm a 400 mm de diámetro, la cabeza de medición está provista (Fig. 2.129 b) de un perno fijo de palpación (1) de acero templado y de otro perno móvil (2) que dispone de una punta esférica de metal duro e intercambiable en función de la dimensión que se quiera verificar.

El movimiento del perno móvil se transmite por medio de la palanca (3) a la varilla palpadora (4) del amplificador.

b. Operación del equipo.

Para utilizar este instrumento, es preciso ajustarlo en primer lugar a una medida determinada. Para ello se emplea un tomillo micrométrico, un calibre de anillo o dispositivos especiales de puesta a cero mediante bloques patrón, como el que se muestra en la Fig. 2.130.

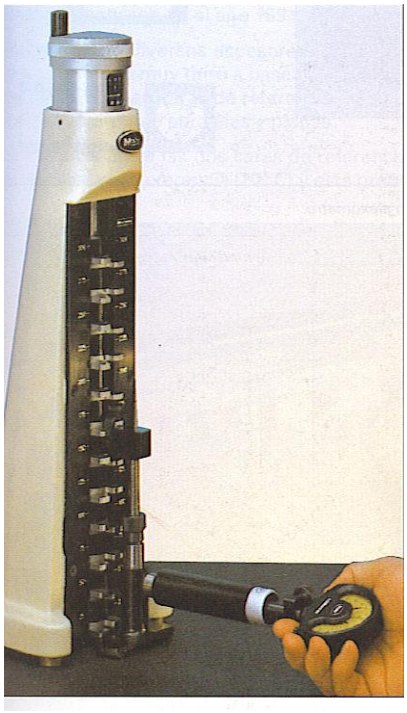


Fig. 2.130 Maestro de Altura

Fuente: Guías de Prácticas de Metrología, 2006, Universidad Politécnica Salesiana

Al introducir el alexómetro ajustado dentro del agujero que se quiere verificar, se desplazará el indicador, el cual, mostrará la variación del diámetro de la pieza respecto de la medida a que se ha ajustado (Fig. 2.131).

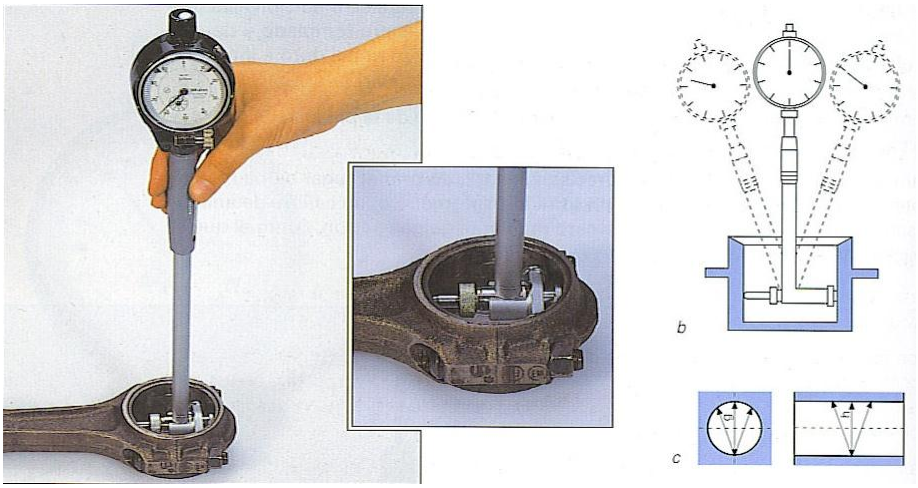


Fig. 2.131 Empleo de un alexómetro.

Fuente: Guías de Prácticas de Metrología, 2006, Universidad Politécnica Salesiana

c. Mantenimiento del equipo.

Se debe procurar la limpieza del equipo antes de almacenarlo y se debe inspeccionar que la superficie del palpador esté en buen estado y no haya sufrido daño alguno durante su utilización.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Alexometro	**Marca:**	
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenieria	**Sección:**	Metrologia
Fabricante:		**Codigo:**	OBSERVACIONES
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:		**Peso:**	kg
Ancho:		**Volumen:**	m3
Largo:		**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Elementos Electricos						

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Alexometro	Takachino	E - 63061	1	3 m/m - 35 m/m color negr	LI-LM-MR-013A
Alexometro	alPa	(8004) 2000128784	1	15 m/m - 33m/m	LI-LM-MR-013B
Alexometro	Takachino	D - 63283	1	10 m/m - 18m/m	LI-LM-MR-013C
Alexometro	Takachino	34281	1	n - 80 m/m (8004) 20001	LI-LM-MR-013D

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

2.3.7.10 VERIFICADOR DE CONCENTRICIDAD



Fig. 2.132 Verificador de Concentricidad

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

Este es un dispositivo utilizado para verificar la concentricidad de un elemento cilíndrico (Fig. 2.132).

Posee un reloj comparador que se ubica en la parte lateral de la mesa, se hace palpar el reloj con la pieza, se encera y se desplaza a lo largo del eje para verificar la concentricidad del elemento con respecto al eje axial de la maquina.

Este dispositivo posee un contrapunto en su parte final, similar al de un torno, para el soporte del elemento y para graduar la longitud del mismo (Fig. 2.133).

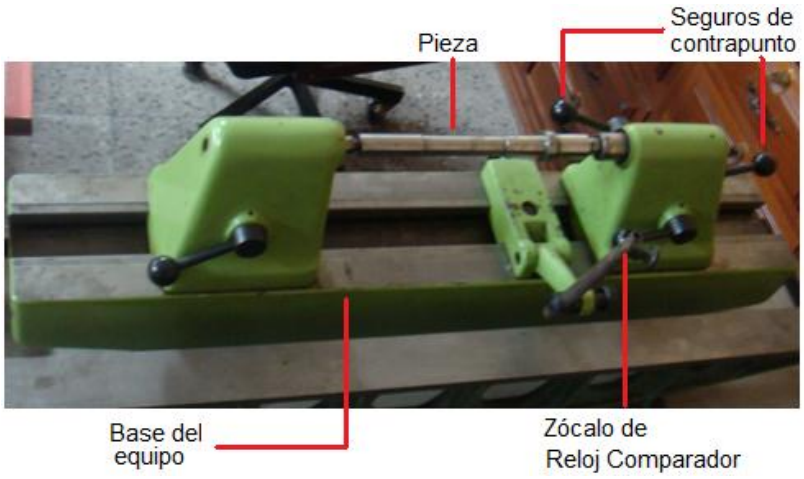


Fig. 2.133 Componentes del Verificador de Concentricidad

Fuente: La Autora

b. Operación del equipo

Como primer paso se coloca la pieza dentro de la carrera del dispositivo para lo cual se debe retirar los seguros del punto para ingreso y ajuste del elemento y luego se regula la longitud de la pieza por medio de la carrera del contrapunto.

Se coloca entonces el reloj comparador en el zócalo respectivo y se acerca a la pieza para encerar el reloj con respecto al eje axial del dispositivo y por ende con respecto a la pieza.

Se procede a desplazar el reloj de manera horizontal verificando que la concentricidad de la pieza sea la misma en todos los puntos.

c. Mantenimiento del equipo

El mantenimiento del dispositivo se concentra en la limpieza de la base y de la estructura del equipo.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Verificador de concentricidad	**Marca:**	
Serie No:	(8004)2000129149	**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Metrologia
Fabricante:		**Codigo:**	LI-LM-MR-004
Representante:	UPS	**Tipo:**	Buena
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,30 m	**Peso:**	**kg**
Ancho:	0,15 m	**Volumen:**	**m3**
Largo:	0,90 m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Bancada			1	0,90*0,15*0,15	color verde
Contrapunto			2	0,15*0,14*0,16	color verde
Base			1	1*0,14*0,06	color verde

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

Notas

2.3.7.11 Galgas de Paso de Rosca



Fig. 2.134 Galgas de paso de rosca o cuenta hilos.

Fuente: http://www.kalkumezquerra.com/instrumentos-de-medida/ galgas-de-rosca/

a. Descripción del equipo.

Para la realización de esta práctica se emplean plantillas de perfil para roscas que consisten en juegos de plantillas con la forma o silueta de los filetes de diferentes roscas, las cuales, generalmente, van reunidas en un haz como si fueran las varillas de un abanico (Fig. 2.134).

Los juegos de plantillas pueden ser universales o puede haber un abanico para cada tipo de rosca ya sea Métrica o Withworth. Cada plantilla corresponde a un paso de rosca diferente cuyo valor se encuentra marcado sobre la superficie de la misma. Dicho paso irá expresado generalmente en mm, si se refiere al tipo de rosca métrica, o bien en hilos por pulgada, si se refiere al tipo de rosca Whitworth.

b. Operación del equipo.

La forma correcta de emplear una galga de paso de rosca es colocar la galga sobre la rosca a verificar de modo que esta acople sin mayor inconveniente sobre el elemento (Fig. 2.135).



Fig. 2.135 Aplicación de las galgas de paso de rosca o cuenta hilos

Fuente: http://www.kalkumezquerra.com/instrumentos-de-medida/ galgas-de-rosca/

c. Mantenimiento del equipo.

El mantenimiento esencial es la limpieza luego de su utilización y la inspección de las roscas de las galgas para prever algún daño en ellas.

2.3.7.12 Galgas de Espesores

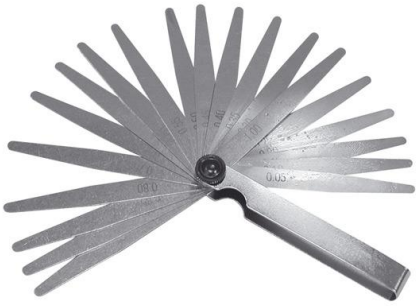


Fig. 2.136 Galgas de espesores.

Fuente: http://www.kalkumezquerra.com/instrumentos-de-medida/ galgas-de-espesores/

a. Descripción del equipo.

Las galgas de espesores (Fig. 2.136) están constituidas por láminas delgadas de acero flexible que llevan grabada su dimensión. Generalmente forman un grupo de diferentes medidas, fijadas todas ellas por un extremo y desplegables en abanico. Se utilizan para verificar rápidamente pequeños juegos, holguras y ranuras. Si se combinan dos o más láminas en el mismo juego, puede obtenerse una amplia gama de dimensiones.

Para usarlas, se probarán sucesivamente diversos tamaños. La dimensión tendrá una medida indefinida comprendida entre ambas cuando una lámina entre y la siguiente no.

b. Operación del equipo.

Se debe tener en cuenta que, en la utilización de las láminas, éstas deben introducirse sin grandes esfuerzos para no deteriorarlas (Fig. 2.137)



Fig. 2.137 Galgas de espesores y su aplicación.

Fuente: http://www.kalkumezquerra.com/instrumentos-de-medida/ galgas-de-espesores/

c. Mantenimiento del equipo.

El mantenimiento esencial es la limpieza luego de su utilización y la inspección de las roscas de las galgas para prever algún daño en ellas.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Galgas	**Marca:**	
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Metrologia
Fabricante:		**Codigo:**	OBSERVACIONES
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones

Elementos Electricos						

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Galga de espesores		MIN-06-59-04	1	0.05 - 1 mm	LI-LM-MR-011A
Galga de espesores	MM		2	0.05 - 1 mm	LI-LM-MR-011B
Galga de espesores		MIN-06-59-05	1	0.05 - 1 mm	LI-LM-MR-011C
Galga de roscas	METRISH		1		LI-LM-MR-010A
Galga de roscas	MGM	MIN-06-59-06	2	7.5 - 15 mm	LI-LM-MR-010B

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

2.3.7.13 BLOQUES PATRON

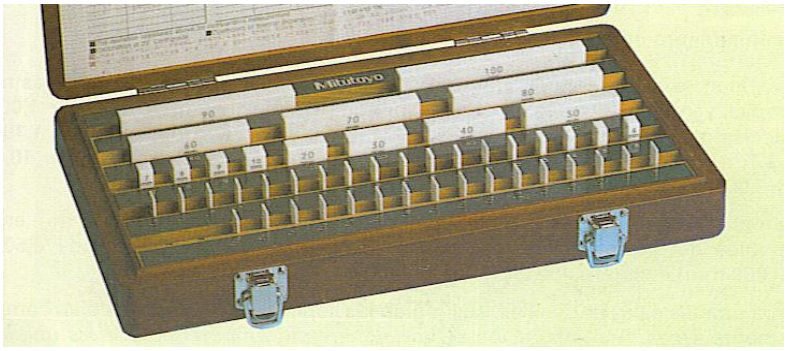


Fig. 2.138 Bloques Patrón

Fuente: http://www.matematicasypoesia.com.es/metodos/meuweb115.htm

a. Descripción del equipo.

Estas herramientas son piezas macizas de acero o materiales cerámicos empleados para efectuar operaciones de calibración, de precisión y para calibrar otras herramientas de medición (Fig. 2.138).

Suelen ser suministrados por juegos según las dimensiones nominales elegidas de forma que, por adición de varios bloques, se puede disponer de cualquier calor nominal existente dentro de su campo de utilización con escalonamientos de hasta 0,5 micras.

Los bloques también poseen una particularidad importante: sus caras de medida están provistas de una calidad de acabado en cuanto a rugosidad y planitud que tienen la capacidad de adherirse entre sí sólo con deslizarlas manualmente una frente a otra.

La norma UNE 82-311-85. ISO 3650 define algunas de las características de los bloques patrón como:

- Exactitud dimensional geométrica.
- Capacidad de adherencia con otros bloques.
- Estabilidad dimensional.
- Resistencia al desgaste.
- Coeficiente de expansión térmica al de los metales comunes.
- Resistencia a la corrosión.

Los bloques Johnson se proporcionan en diferentes calidades dependiendo del uso al cual se destinen, la tabla 2.10 muestra las distintas calidades y la utilización apropiada en función de las mismas.

CALIDAD	UTILIZACION
00	Trabajo científico
0	Control de instrumentos
I	Control de piezas de calidad
II	Control de piezas de taller

Tabla 2.10 Calidades de los bloques patrón para diferentes usos.
Fuente: http://www.matematicasypoesia.com.es/metodos/meuweb115.htm

b. Operación del equipo.

Los bloques patrón requieren un manejo cuidadoso para evitar su deterioro y aprovechar al máximo las calidades de medición que a través de ellos se pueden conseguir, algunas precauciones en cuanto a su manejo son:

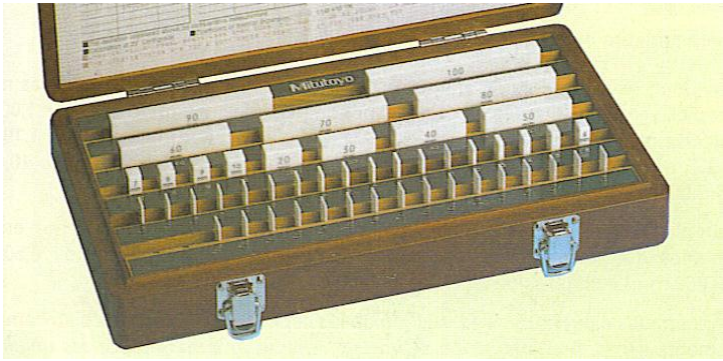
- Trabajar con ellos sobre superficies blandas para evitar su deterioro por golpes.
- Evitar tocarlos por las caras de medida.
- No tomar varios a la vez para evitar que se rayen las superficies.
- Manejar los bloques de preferencia con guantes o pinzas, caso contrario la manipulación debe ser realizada con las manos limpias y secas.
- Limpiar los bloques cuidadosamente utilizando solventes adecuados (alcohol puro).
- No deben mantenerse en las manos en tiempos de exposición prolongados para evitar su calentamiento.
- Las mediciones deben realizarse a temperaturas lo más cercanas a la de referencia (20º).
- Realizar el agrupamiento de bloques durante el tiempo necesario tras lo cual se deben separar de manera cuidadosa para no dañar las superficies.
- No forzar un agrupamiento de bloques a entrar en el alojamiento a verificar.

c. Mantenimiento del equipo.

Una vez utilizados los bloques se deben limpiar cuidadosamente eliminando posibles huellas y protegerlos con un lubricante neutro (vaselina) y depositarlos en su caja.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Bloques patrón	**Marca:**	
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Metrologia
Fabricante:		**Codigo:**	OBSERVACIONES
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones

Elementos Electricos						

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Bloques Patrón	JLTRA PRAZISION	960343	1	Bloques de 0.5 a 100 mm	LI-LM-MR-012A
Bloques Patrón	LINKO	76864	1	Bloques de 0.5 a 100 mm	LI-LM-MR-012B

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

2.3.7.14 RUGOSIMETRO SURFEST 301



Fig. 2.139 Rugosímetro SURFEST 301

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo.

Como se puede observar en la Fig. 2.139, el equipo consta básicamente de un captador, una punta de medida, una pantalla o una unidad visualizadora y una impresora integrada.

El captador está provisto de una cabeza palpadora donde se encuentra la punta de medida, también denominada pick-up. La pantalla permite la visualización de datos.

Dispone también de los mandos necesarios para seleccionar la carrera de medición, la regulación del trayecto de referencia y los distintos parámetros que se desean observar (Fig. 2.139).

Los datos que se obtienen pueden ser mostrados gráfica y numéricamente mediante una impresora que proporciona las gráficas de las mediciones realizadas (Fig. 2.139).

La rápida disponibilidad de los resultados de forma tan completa permite valorar sin demora la calidad superficial y compararla con la específica en el plano. De esta manera se puede proceder de forma inmediata a las correcciones necesarias en el proceso de fabricación.

b. Operación del equipo.

Como primer paso se coloca el patrón de rugosidad en el lugar que se realizará la calibración para permitir que se estabilice a la temperatura del medio ambiente esperando como mínimo una hora antes de hacer cualquier medición.

Antes de iniciar la calibración se inspeccionarán las condiciones generales, reportando cualquier situación que pudiera afectar la exactitud del rugosímetro calibrado. En caso de malfuncionamiento no se elaborará informe de calibración y se comentará con el usuario el problema observado para que este determine la acción correctiva pertinente.

Antes de iniciar la calibración se debe verificar que las condiciones de medición sean estándar que se indican a continuación:

- Parámetro de medición Ra.
- Longitud de muestreo (cut-off) igual a 0.8 mm.
- Unidad de medición mm.

Colocar el palpador del rugosímetro sobre el patrón de rugosidad alineándolo de modo que el recorrido se haga perpendicular al rayado del patrón.

Antes de hacer cada medición asegure que la unidad conductora esté horizontal y a la altura apropiada.

Ahora se selecciona aleatoriamente tres posiciones sobre el patrón y se efectúan las mediciones, si la variación con respecto al valor del patrón de calibración es mayor del 3% indicará que el palpador está desgastado y se anotará como observación que es recomendable cambiarlo por nuevo.

Si no existe variación respecto con el patrón se ubica correctamente el palpador sobre la pieza y se selecciona los interruptores según los parámetros que se desea medir y se acciona el pulsante ON (PRINT/MANUAL).

c. Mantenimiento del equipo.

Es importante verificar el estado del palpador ya que pude sufrir daños al entrar en contacto con las superficies a las cual se verifica, de igual manera, se debe evitar las caídas o golpes que puedan causar fallos en la operación del rugosímetro.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Rugosimetro	**Marca:**	Surftest
Serie No:	178 - 928D 460311	**Modelo:**	301
Ubicación:	Laboratorio de Ingenieria	**Sección:**	Metrologia
Fabricante:		**Codigo:**	LI - LM -MR - 007
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	7,03 m	**Peso:**	kg
Ancho:	15,7 m	**Volumen:**	m3
Largo:	25,4 m	**Condición:**	**Bueno**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Conexión colector		SPC	1			
Entrada adaptador			1		12	
Conexion detector			1			
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Palpador superficial	Surftest	Acoplado cable	1			
Estuche	Surftest		1			Hecho de cuero negro
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

2.3.7.15 TERMOMETRO HH23



Fig. 2.140 Termómetro HH23

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo.

El equipo es un termómetro digital portátil con un microprocesador interno el cual ofrece la lectura de un amplio rango de temperaturas. (Fig. 2.140)

En su parte superior posee las entradas de las termocuplas, las mismas que pueden ser de tipo K, J o T. De igual manera se puede visualizar la entrada T1 y T2 y su diferencial de temperatura respectivo.

Los botones en su parte frontal permiten el manejo fácil del termómetro mediante su pulsación para seleccionar la unidad de temperatura y el sensor o termocupla, grabar los datos obtenidos o eliminarlos, entre otras opciones.

La pantalla LCD permite al operario visualizar los resultados obtenidos, además de poseer indicadores (flechas) que muestran si la temperatura aumenta o disminuye.

b. Operación del equipo.

La unidad puede usarse como un conversor de unidades de °F a °C o °C a °F. Por ejemplo, para convertir 77°F a un Celsius, coloque en modo CALIB OPR, ingrese el valor a ser convertido, y cambiar la escala de temperatura. CHANGE/ENTER 7,7, CHANGE/ENTER °C (se lee en el display 25°C).

Primero se debe encender el instrumento oprimiendo ON/OFF y conectar el termopar en las entradas T1 o T2.

Se selecciona el tipo de termopar con el cual se realizará las mediciones y la escala de temperatura (ºF o ºC), y la resolución deseada (0.1º o 1º).

Si se desea congelar la visualización de la temperatura leída pulsar HOLD, para volver a las lecturas en el modo normal pulsar nuevamente HOLD.

Para grabar las lecturas de temperatura registradas pulsar REC y para detener el registro de temperaturas pulsar STOP/CLR, las lecturas grabadas se visualizan con la opción VIEW.

Para borrar los valores registrados pulsar por segunda vez la opción STOP/CLR

Si en el display se visualiza T1 el termopar T1 está conectada, T2 el termopar T2 está conectada, T1-T2 La diferencia de temperaturas entre los termopares T1 y T2.

Estos indicadores nos indicaran si la temperatura aumenta o está disminuyendo, si los dos indicadores aparecen al mismo tiempo la temperatura está estable.

c. Mantenimiento del equipo

Una vez verificado el estado del equipo se debe almacenar en su caja respectiva extrayendo la batería de su interior.

Procura que el dispositivo no sufra caídas o golpes que puedan afectar su funcionamiento.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Termometro	**Marca:**	OMEGA
Serie No:	T - 258641	**Modelo:**	HH23
Ubicación:	Laboratorio de Ingenieria	**Sección:**	Metrologia
Fabricante:	OMEGA	**Codigo:**	LI - LM - MR - 014
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,027 m	**Peso:**	kg
Ancho:	0,07 m	**Volumen:**	m3
Largo:	0,175 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Tomas termocuplas tipo K	OMEGA		2			Color blanco, colocado en la parte superior
Conexión termocuplas tipo K	OMEGA		3			

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Bateria	Energizer		2	V = 9	

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos		**Características Técnicas**					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

Notas

2.3.7.16 Calibrador Digital/Termómetro CL27



Fig. 2.141 Calibrador/ Termómetro CL27

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo.

El equipo (Fig. 2.141) simula, calibra, mide y graba los valores obtenidos de las mediciones a termocuplas tipo K, J y T. De igual manera se puede emplear el calibrador digital /termómetro CL27 para convertir unidades de temperatura de grados Celsius a Fahrenheit o viceversa.

Posee en su parte frontal botones que permiten al usuario el fácil manejo del instrumento tanto en el modo calibración y el modo medición.

b. Operación del equipo.

1. Modo de Medición.

Como primer paso se enciende el instrumento oprimiendo ON/OFF (la entrada T2 se usará para el modo Medidor) y se seleccionar el modo de METER para operar al instrumento como un medidor (Fig. 2.142).

Se selecciona el tipo de termopar, en el display un indicador mostrará el tipo seleccionado y la escala de temperatura deseada (°F/°C), y seleccione la resolución deseada (0.1°/1°).

Para visualizar la temperatura en un instante determinado pulse HOLD y congelará la lectura de temperatura, para continuar con las mediciones pulse nuevamente HOLD y el medidor continuará con las lecturas.

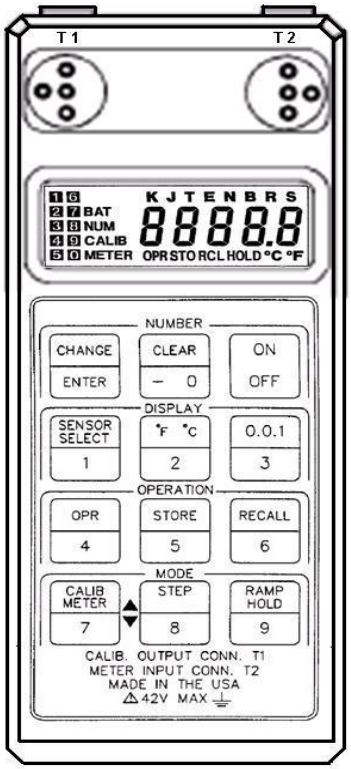


Fig. 2.142 Especificación de los botones del Calibrador Digital / Termómetro CL27

Fuente: Guía de Practica de Metrología, 2006, Universidad Politécnica Salesiana

2. Modo de Calibración.

Encender el instrumento oprimiendo ON/OFF (La entrada T1 se usara para el modo calibrador) y seleccionar el modo de CALIB para operar al instrumento como un calibrador.

Se debe enlazar el calibrador digital/termómetro CL27 por medio del cable suministrado el mismo que posee cuatro termocuplas, dos de las cuales ingresan en el instrumento s calibrar y las restantes se acoplan en el calibrador.

Seleccionar el tipo de termopar que se usará y la escala de temperatura deseada (°F/°C), y seleccione la resolución deseada (0.1°/1°).

La unidad acepta entradas numéricas cambiando el modo de entrada (NUM) oprimiendo CHANGE/ENTER el indicador numérico se encenderá, el indicador OPR se apagará. Codifique en el valor de temperatura deseado, después de que el valor de temperatura deseado se codifica, presionar CHANGE//ENTER para devolver al modo de OPR.

Por ejemplo, para ingresar el valor de 150° con la resolución de 0.1°, las pulsaciones siguientes son: CHANGE/ENTER, 1, 5, 0, 0, CHANGE/ENTER.

Para ingresar un valor negativo presionar la tecla – 0 primero en el modo NUM. El primer pulso ingresará el símbolo negativo, los pulsos subsecuentes ingresaran ceros.

Para corregir una entrada numérica en el modo NUM, pulse CHANGE/ENTER dos veces. Esto restablecerá al principio de un nuevo número.

Para retornar el Calibrador a 0° mientras esté en el modo OPR, pulse CLEAR.

Las entradas numéricas no serán validas si están fuera del rango de temperatura correspondiente al tipo de termopar seleccionado. En el *display* aparece el indicativo de error correspondiente.

d. Mantenimiento del equipo.

Se debe procurar que el equipo no sufra caídas o golpes que puedan afectar su funcionamiento.

Revisar los terminales de las termocuplas del cable de enlace para verificar su correcto estado y garantizar su funcionamiento.

Una vez verificado el estado del equipo se debe almacenar en su caja respectiva extrayendo la batería de su interior.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Termometro - Calibrador	**Marca:**	OMEGA
Serie No:	T - 259454	**Modelo:**	CL27
Ubicación:	Laboratorio de Ingenieria	**Sección:**	Metrologia
Fabricante:	OMEGA	**Codigo:**	LI - LM - MR - 015
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,035 m	**Peso:**	kg
Ancho:	0,07 m	**Volumen:**	m3
Largo:	0,175 m	**Condición:**	**Bueno**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Elementos Electricos						

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Motores Electricos		Características Técnicas					
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

2.3.7.16 MINIMETRO



a) *b)*

Fig. 2.143 Minímetros: a) Borletti, b) Micron
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo.

Es un tipo de instrumento diseñado especialmente para el acceso a puntos difíciles donde el comparador estándar no puede (Fig. 2.143a y b), a la vez que por su baja presión se hace muy útil para la medición en materiales deformables y facilitan la presión de contacto ya que esta es uniforme y menor a cien gramos.

Los minímetros constan de una base la cual provee estabilidad al equipo al momento de realizar las mediciones. El brazo soporte posterior permite que la altura de aplicación del minímetro pueda ser regulada a la necesidad del operario según la altura que se determine en el tornillo.

Internamente el minímetro está constituido por la espiga de medición que está en contacto con la pieza a medir, la palanca, un apoyo fijo, el índice, una escala donde se pueden visualizar las medidas, un resorte, la carcasa o caja y las marcas de tolerancia.

b. Operación del equipo.

Se coloca la pieza a medir en la mesa y se debe lograr que la espiga esté en contacto con la superficie de la pieza para lograr encerar al dispositivo y verificar que el elemento cuenta con planicidad de manera que la aguja de la escala se mantenga casi fija en cero (0).

Una vez realizado el ajuste, se realiza la medición por medio del pulsante conectado a la manguera que lleva el minimetro para realizar la medición.

c. Mantenimiento del equipo.

No requieren mayor mantenimiento que procurar que el equipo no sufra golpes y la inspección del palpador.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Minimetros	**Marca:**	**Borletti**
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenieria	**Sección:**	Metrologia
Fabricante:	Borletti	**Codigo:**	LI - LM - MR - 016
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	0,455 m	**Peso:**	kg
Ancho:	0,145 m	**Volumen:**	m3
Largo:	0,3 m	**Condición:**	**Bueno**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Manguera pulsante			1		Color blanco
Tornillo regulador de altura	Micron		1		Color verde
Tornillo de ajuste	Micron		3		Rosca trapesoidal
Soporte minimetro	Micron		1		Color negro, 2 base, 1 tornillo
Palpador			1		Ubicado a la salida del minimetro

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Minimetros		**Marca:**	Micron			
Serie No:			**Modelo:**				
Ubicación:	Laboratorio de Ingenieria		**Sección:**	Metrologia			
Fabricante:	Micron		**Codigo:**	LI - LM - MR - 017			
Representante:	UPS		**Tipo:**	Equipo			
Caracteristicas Generales							
Altura:	0,38	m	**Peso:**		kg		
Ancho:	0,203	m	**Volumen:**		m3		
Largo:	0,20	m	**Condición:**	**Bueno**			
Equipo-herramientas-Accesorios:							

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Parte base	Micron	Base grande	1		
Tornillo regulador de altura	Micron		1		Color verde
Tornillo de ajuste	Micron		3		Rosca trapezoidal
Soporte minimetro	Micron		1		Color negro, 2 base, 1 tornillo
Palpador			1		Ubicado a la salida del minimetro

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

2.3.8 FUNDICION

2.3.8.1 DISPOSITIVO DE HUMEDAD (SPEEDY)



Fig. 2.144 Dispositivo de Humedad (Speedy)

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El dispositivo de humedad o recipiente de Speedy es empleado para medir la humedad en probetas o noyos y está realizado en Acero de transmisión ST 36 (Fig. 2.144).

Posee un cilindro de 89 mm de diámetro con 135 mm de longitud, una tapa del recipiente, de 76 mm de diámetro y 90 mm de longitud, y un protector del manómetro, 76 mm de diámetro y 60 mm de longitud. Dentro posee un 'O'ring de diámetro i-e 47,29 – 52,5, según Norma SAE J200.

Con respecto a los brazos del dispositivo, estos son de 16 mm de diámetro y 360 mm de longitud. Los ejes roscados son M10 con 25,4 mm de diámetro y 80 mm de longitud.

El mango del dispositivo tiene una rosca cuadrada de paso 6 y diámetro 15 mm, longitud de 100 mm y diámetro de 50 mm. El manómetro posee un rango de 0 a 7 Bar o 100 PSI.

b. Operación del equipo

Se ubica el dispositivo en posición vertical para colocar la muestra de arena dentro de la copa del dispositivo de humedad y la cantidad de Carburo de Calcio (CaC_2) dentro del cilindro.

Acoplar la copa en el cilindro, pero, manteniendo el aparato en la posición horizontal, para evitar que la arena y el carburo de calcio se pongan en contacto, y proceder a cerrar herméticamente (Fig. 2.145).

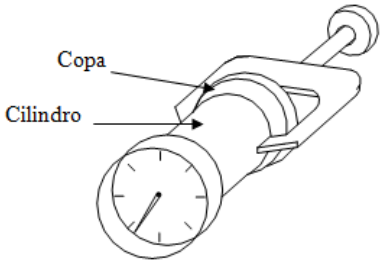


Fig. 2.145 Partes del Dispositivo de Speedy

Fuente: Morquecho Marlon, Sacoto Cristian, Coronel Edison, Guías de Prácticas para el proceso de moldeo en arena, 2001. Universidad Politécnica Salesiana

Se sostiene el aparato con firmeza y sacudirlo violentamente durante 3 segundos y luego se vira el dispositivo durante 1 minuto antes de repetir la operación anterior.

Una vez terminado el procedimiento anterior se coloca al aparato horizontalmente y se registra la presión marcada en el manómetro. Se libera la presión lejos del cuerpo, se vacía el contenido y se limpia cuidadosamente con una brocha o cepillo el cilindro y la copa del aparato.

En caso de requierirse un nuevo experimento se introduce en el recipiente hermético de Speedy una cantidad de arena nueva y un porcentaje de carburo de calcio, cerrarlo y agitarlo.

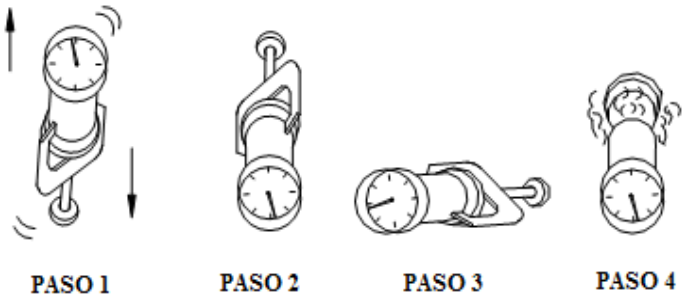


Fig. 2.146 Pasos para la operación del recipiente de Speedy

Fuente: Morquecho Marlon, Sacoto Cristian, Coronel Edison, Guías de Prácticas para el proceso de moldeo en arena, 2001. Universidad Politécnica Salesiana

c. Mantenimiento del equipo

Como recomendaciones de mantenimiento se debe mantener un ambiente seco para evitar la corrosión y realizar los ensayos a temperatura ambiente, así mismo se debe ser cauteloso en cuanto a la limpieza del dispositivo. Se debe precaver que no existan chispas o indicios de fuego debido a que el dispositivo produce gas inflamable y revisar que el manómetro este en buenas condiciones.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Dispositivo de humedad (speedy)	**Marca:**	
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Fundición
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI - LM - FD - 001
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	**m**	**Peso:**	**kg**
Ancho:	**m**	**Volumen:**	**m3**
Largo:	**m**	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Cilindro		1		135 * D = 89	
Protector de manometro		1		60 * D = 76mm	
O ring		1		Di = 47,29 De = 52,5	
Brazos		1		360 * D = 16mm	Norma SAE 5200
Ejes roscados		2		80 * D = 25,4 mm	Rosca M10
Mango		1		100 * D = 50mm	Rosca cuadrada paso 6 y D = 15mm
Manometro		1			Rango 0 - 7 bar

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

2.3.8.2 DISPOSITIVO DE COMPRESIÓN



Fig. 2.147 Dispositivo de Compresión
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El dispositivo de compresión es empleado para determinar la resistencia de las probetas realizadas con el formador de probetas (Fig. 2.147).

Posee un pistón actuante de acero 705 cuyas tapas son de acero ST37.

La chaveta es de acero ST 36 y fue sometida a cementación para lograr una dureza superficial de 1.5 mm.

Las mordazas de compresión fueron realizadas en bronce debido a que brinda mayor contacto con las probetas.

Debido a la consideración del peso, el volante es de fundición de aluminio y el pasador cilíndrico es de acero plata templado para evitar deformaciones.

b. Operación del equipo

Se debe colocar la probeta entre las dos mordazas cilíndricas del dispositivo de resistencia a la compresión y posteriormente se gira el volante del instrumento de manera que la carga aumente lentamente y de forma continua, hasta la rotura de la probeta.

Como último paso se lee la resistencia de la muestra en el manómetro y registrar los resultados en la tabla.

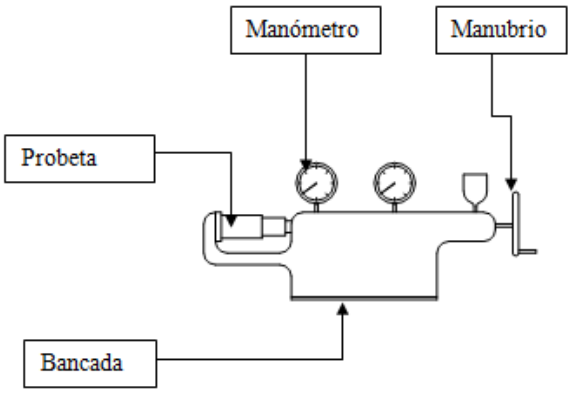


Fig. 2.148 Partes del dispositivo de Compresión.

Fuente: Morquecho Marlon, Sacoto Cristian, Coronel Edison, Guías de Prácticas para el proceso de moldeo en arena, 2001. Universidad Politécnica Salesiana

c. Mantenimiento del equipo

Mantener el dispositivo en un ambiente a temperatura ambiente y seco para evitar corrosión, de igual manera se debe tener precaución en evitar caídas y golpes. Revisar que el manómetro esté en buenas condiciones y que el equipo esté completamente limpio al momento de emplearlo es muy importante.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Dispositivo de compresion	**Marca:**	
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Fundición
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI - LM - FD - 003
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	**m**	**Peso:**	**kg**
Ancho:	**m**	**Volumen:**	**m3**
Largo:	**m**	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Tornillo			1		ASSAB 705, p= 2mm
Manómetro		PAOLO	1	0 - 200 PSI	Bronce
Volante			1	D = 120mm	Fundicion de Al.
Pasador cilindrico			1	D = 20mm L = 35mm	Ac. Plata templado
Mordazas			1	D = 50mm e = 12mm	

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

2.3.8.3 FORMADOR DE PROBETAS



Fig. 2.149 Formador de probetas.
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

Posee una estructura base o bancada que soporta los demás componentes y brinda estabilidad al momento de elaborar las probetas (Fig. 2.149).

La masa de 6,35 kg., es la que permite la compactación de la arena a apisonar colocada en el porta probetas, además por medio del atacador esta es compactada formado la probeta que se obtiene al final (Fig. 2.150).

Las dimensiones de las probetas a conseguir están dadas por la norma AFS, la cual señala que las medidas para las probetas empleadas en ensayos de arenas deben ser de 50.8 mm de diámetro y 50.8 mm de longitud.

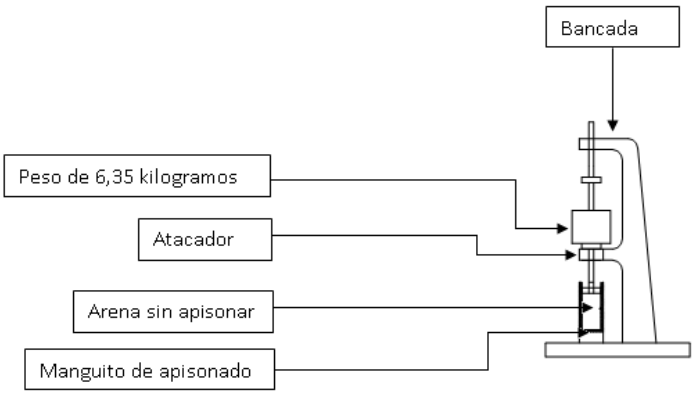


Fig. 2.150 Partes del formador de probetas

Fuente: Morquecho Marlon, Sacoto Cristian, Coronel Edison, Guías de Prácticas para el proceso de moldeo en arena, 2001. Universidad Politécnica Salesiana

b. Operación del equipo

Se procede a llenar el porta probetas con la arena pesada anteriormente y se levanta la masa de 6.35 Kg. hasta una altura de 50.8mm para dejarla caer tres veces consecutivas, con la misma altura. Los tres golpes pueden variar según la dureza requerida del molde.

Verificar que la dureza de la probeta sea similar a la dureza del molde y en caso de necesitarse realizar más probetas se debe repetir el proceso.

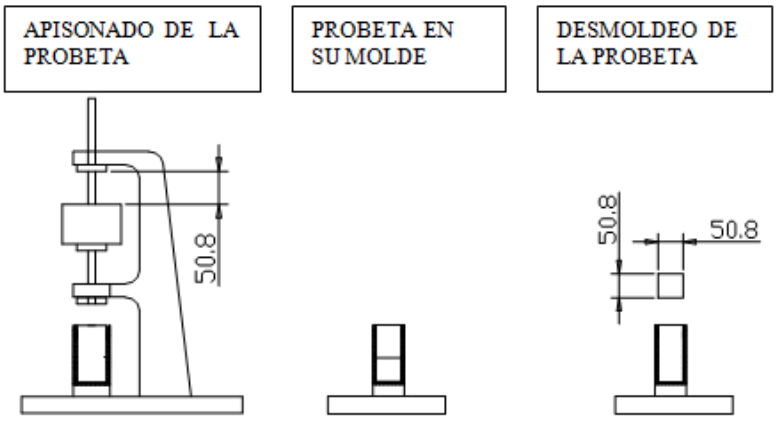


Fig. 2.151 Proceso de formación de probetas.

Fuente: Morquecho Marlon, Sacoto Cristian, Coronel Edison, Guías de Prácticas para el proceso de moldeo en arena, 2001. Universidad Politécnica Salesiana

c. Mantenimiento del equipo

Se debe procurar que el equipo este en un ambiente limpio y seco para evitar corrosión y además debe verificarse que esté en buenas condiciones cada parte del dispositivo, especialmente el atacador que puede tener daños al momento del golpe contra la arena en el porta probetas.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Formador de probetas	**Marca:**	
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Fundición
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI - LM - FD - 004
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	50,5 m	**Peso:**	kg
Ancho:	31,5 m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Bancada			1	19 * 24	
Masa		Peso 6,37 kg	1	D = 10 * 10,5	
Atacador			1	50mm D = 20mm	
Palanca			2		Una parte masa y otra Atacador
Leva			2		Elevación

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

2.3.8.4 PERMEAMETRO



Fig. 2.152 Permeámetro.

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

Se emplea para medir la permeabilidad de las probetas elaboradas (Fig. 2.152).

Posee un recipiente dentro del cual se coloca 2000 cm^3 de agua y un recipiente interno que mantendrá aire, dicho aire pasa a través de la válvula localizada en la parte inferior y posteriormente a través de la probeta ubicada en el plato colocado a un extremo del dispositivo (Fig. 2.153).

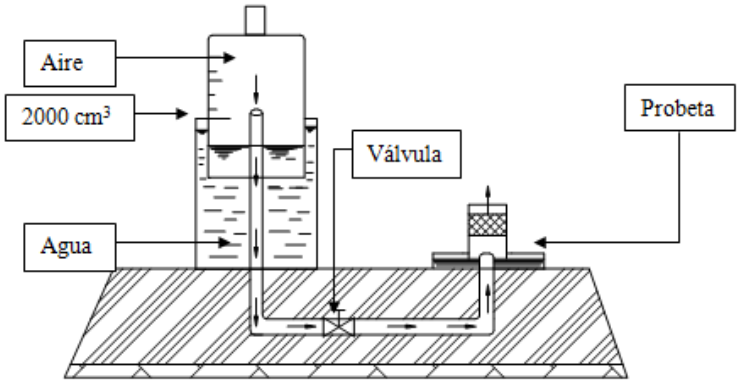


Fig. 2.153 Partes del Permeámetro

Fuente: Morquecho Marlon, Sacoto Cristian, Coronel Edison, Guías de Prácticas para el proceso de moldeo en arena, 2001. Universidad Politécnica Salesiana

b. Operación del equipo

Se abre la llave y se levanta el cilindro tomando por la haladera y se llena hasta la marca de 2000 cm^3 y se procede a cerrar la llave del aire, se invierte la posición del porta probetas y se lo coloca en el asiento de la válvula del permeámetro.

Se abre la llave y desde ese instante se cronometra el tiempo que tardarán en pasar los 2000 cm^3 de aire por la probeta.

c. Mantenimiento del equipo

Mantener el equipo limpio y procurar evitar golpes o caídas que puedan averiar el dispositivo y de igual manera se debe revisar que la válvula este en óptimas condiciones.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Permeámetro	**Marca:**	
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Fundición
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI - LM - FD - 002
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:		**Peso:**	kg
Ancho:		**Volumen:**	m3
Largo:		**Condición:**	
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones
Elementos Electricos						

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Válvula de paso			1		Manguito color negro
Resipiente de agua			1	L = 34 D = 18	
Base			1	h = 9 A = 44	
Porta probeta			1	D = 50	

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

2.3.8.5 COQUILLA DE ACERO



Fig. 2.154 Coquilla de Acero.

Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

El molde de metal está elaborado en fundición gris y está conformado por dos placas, móvil y fija, cada una de las cuales posee cuatro entradas donde el material fundido será vaciado para la formación de probetas, generalmente de aluminio (Fig. 2.154).

Mediante dos bujes colocados en las esquinas contrarias de las placas se asegura el centrado de las mismas al cerrarse por medio del accionamiento de palanca que posee el dispositivo en la placa móvil (Fig. 2.155).

Las placas de moldeo se hallan sujetas a una estructura de acero realizada en ángulo en forma de L, la misma que sirve de base para el molde y de soporte para el trabajo de fundición.

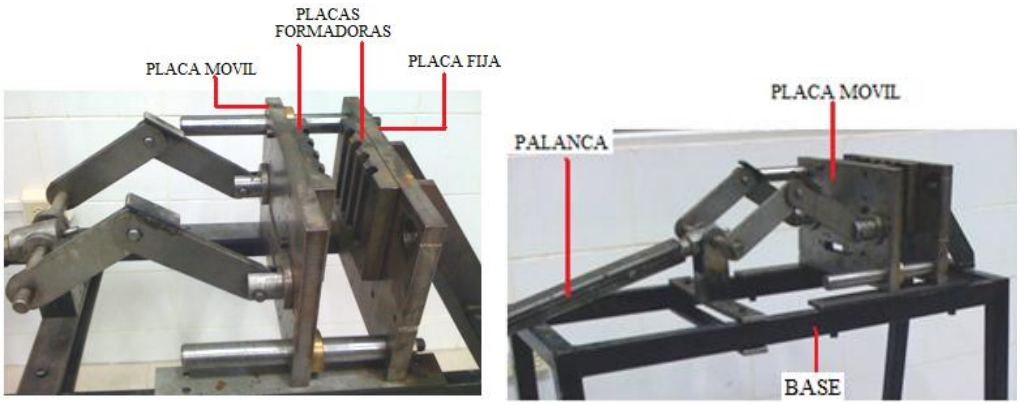


Fig. 2.155 Partes de la Coquilla de Acero.

Fuente: La Autora

b. Operación de equipo

Como primer paso se debe calentar las placas (móvil y fija) que forman las probetas en la coquilla de acero, esto puede realizarse mediante el uso de llama. Una vez caliente se cierra la coquilla por medio del accionamiento de palanca que se halla en el extremo del equipo y se vierte el material fundido en las placas procurando que se llene completamente para obtener probetas adecuadas.

Con el material vertido se espera hasta la solidificación de las probetas, aproximadamente 10 minutos. Se extraen las probetas formadas luego de su endurecimiento retirando la placa móvil mediante el accionamiento de palanca que la sostiene.

c. Mantenimiento del equipo.

Se debe procurar que el equipo se mantenga libre de impurezas, especialmente el interior de las placas formadoras de las probetas debido a la posible contaminación del material fundido que puede generarse en caso de no estar limpio.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Coquilla de acero	**Marca:**	
Serie No:		**Modelo:**	
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Fundición
Fabricante:	UPS	**Codigo:**	LI - LM - FD - 005
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo

Caracteristicas Generales

Altura:	80 m	**Peso:**	kg
Ancho:	65 m	**Volumen:**	m3
Largo:	1 m	**Condición:**	

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones

Elementos Electricos

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Base			1	h = 80 L = 97 e = 25,5	
Palanca			1	L = 69 e = 3,7	Seccion cuadrada
Pasadores			2	L = 27 D = 28	Bronce
Placa fija			1	L = 34,5 h = 23 e = 20	Fundiión gris
Placa movil			1	L = 34,5 h = 23 e = 21	Fundiión gris
Bujes			2	D = 50 L = 15	
Placas formadoras			2	e = 25 L = 125 h = 135	movil y fija cada una posee 4 calibradores

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Motores Electricos		Características Técnicas					
Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

2.3.9 TRATAMIENTOS TERMICOS

2.3.9.1 HORNO DE PROCESO POR LOTES N7/H –N61/H

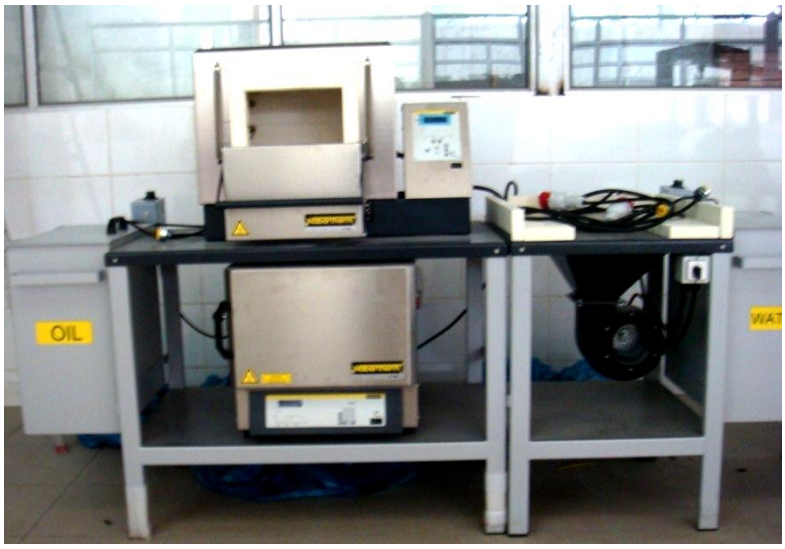


Fig. 2.156 Hornos de Procesos por Lotes N7/H – N61/H
Fuente: La Autora

a. Descripción del equipo

Los hornos de procesos por lotes N7/H-N61/H, están diseñados para procesos de tratamientos térmicos tales como templado y recocido (Fig. 2.156). Juntos conforman el **sistema de temple MHS 17**, el cual permite la posibilidad de realizar el proceso completo de tratamiento térmico.

El sistema posee una estructura modular y se compone de una mesa con horno de temple y revenido así como de baño de aceite y agua.

Se tienen dos hornos implementados en el equipo, ambos hornos contienen un revestimiento multicapa de ladrillo refractario y se comandan por medio del PLC que se sitúa a la derecha del horno en el primer caso y en la parte inferior en la segunda instancia. Su alimentación de combustible se realiza mediante la conexión que se halla en su parte posterior y que se conectan con los recipientes de combustible (gas) y de agua que se encuentran en los laterales del dispositivo cuyos sistemas de inyección son manuales o automáticos.

Entre las características de los hornos se pueden resaltar el calentamiento protegido por tres lados, dos laterales y la solera, los elementos calefactores están hallan insertados en ranuras para su protección. La calefacción de la solera está protegida por placas de silicio-carbono,

SiC resistentes al calor. La apertura de aire de escape se halla en la parte lateral del horno. La puerta de desplazamiento paralelo se abre hacia abajo.

El cuadro descriptivo de dimensiones, potencia y demás características físicas se halla a continuación:

Modelo	T máx. ºC	Dimensiones internas mm			Vol. L	Dimensiones exteriores mm			Potencia kW	Conexión eléctrica	Peso kg	Minutos hasta temp. máx.
		An	Pr	Al		An	Pr	Al				
N7/H	**1280**	**60**	**50**	**10**	**7**	**720**	**640**	**510**	**15**	**monofase**	**60**	**180**
N61/H	**1280**	**350**	**750**	**50**	**61**	**840**	**1410**	**1320**	**20**	**trifase**	**400**	**10**

Tabla. 2.11 Características de los Hornos de Procesos por Lotes N7/H – N61/H

Fuente:http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Vx452WcFSmoJ:www.ictsl.net/downloads/ictslnabertherm.pdf+HORNO+DE+PROCESO+n7/H+%E2%80%93n61/H&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec

El controlador P330 del cual se dispone se emplea para proteger al horno de errores de operación y regula la temperatura del horno. Este controlador posee un reloj automático.

Como equipamiento adicional el sistema de temple múltiple MHS 17 posee un sistema de enfriamiento de aire, donde se puede colocar las piezas tras su tratamiento térmico para un enfriamiento rápido por aire con un ventilador integrado. En los dos lados del sistema de enfriamiento por aire se puede sujetar un baño de agua o aceite.

c. Operación del equipo

El controlador se enciende por medio del botón ON/OFF y se espera que la pantalla indique la temperatura de la cámara del horno.

En la pantalla se muestra entonces un diagrama donde se indican los segmentos a programar, estos pueden ser segmentos de tiempo (*time 1, time 2*,…) o temperatura (*T1, T2*,…), se introducen los valores de programación para cada fracción.

Se pulsa el botón de flecha izquierda  para seleccionar los segmentos y se ingresa el valor del tiempo en minutos, debido al controlador P330, los valores son ingresados pulsando el botón  .

Se emplea la flecha izquierda para ingresar la temperatura en ºC, igualmente, se ingresan los valores por medio del botón .

Pulsando el botón se selecciona el siguiente segmento y para los demás segmentos se ingresan los valores de tiempo y temperatura de la misma manera anteriormente especificada.

La ubicación actual del segmento que está siendo ajustado se indica mediante el led ubicado en la pantalla del diagrama.

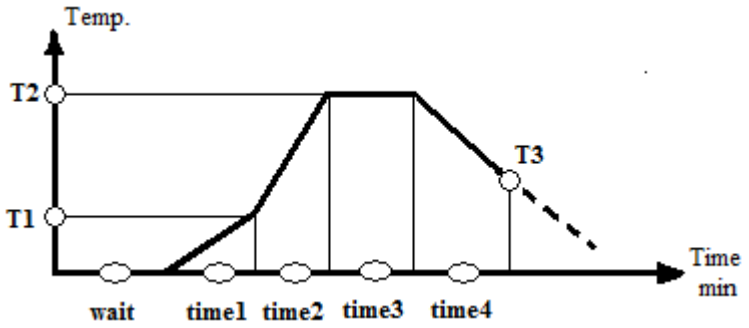


Fig. 2.157 Diagrama de segmentos del controlador PP330

Fuente: Folleto de Operación del Sistema de Temple Múltiple

En caso de que se necesite encender el horno en un lapso de tiempo de espera, este valor se ingresa en el programa en el segmento "WAIT", mediante pulsar el botón e ingresar el tiempo de espera directamente desde el teclado numérico, igualmente se puede programar la hora de encendido con su respectiva fecha. Cada día tiene un número diferente de identificación empezando desde Lunes como 1 hasta el Domingo como 7, de igual manera las horas son programables como secuencia militar, es decir, las 8:00 am serías las 0800 y las 4:pm serían las 1600. Se pulsa (Fig. 2.157).

Una vez ingresados los valores en el programa, se pulsa el botón de encendido del horno Start Stop .

Para guardar los programas con todos los tiempos y las temperaturas se presiona el botón . En la pantalla se mostrará S1, que indica que el programa ha sido guardado con éxito, en caso de necesitarse que el programa se guarde en otra ubicación, se puede ajustar su posición mediante el botón y presionar .

Para empezar el programa se presiona el botón P y se elige el número de ubicación del programa mediante el botón +/−. Se pueden revisar los valores ajustados con anterioridad presionando → varias veces. Se presiona el botón de encendido Start/Stop para que el controlador empiece a ejecutar el programa guardado.

Si por algún motivo es necesario detener la ejecución del programa, se pulsa Start/Stop durante aproximadamente 4 segundos.

Para apagar el controlador se pulsa el botón ON /OFF.

d. Mantenimiento del equipo

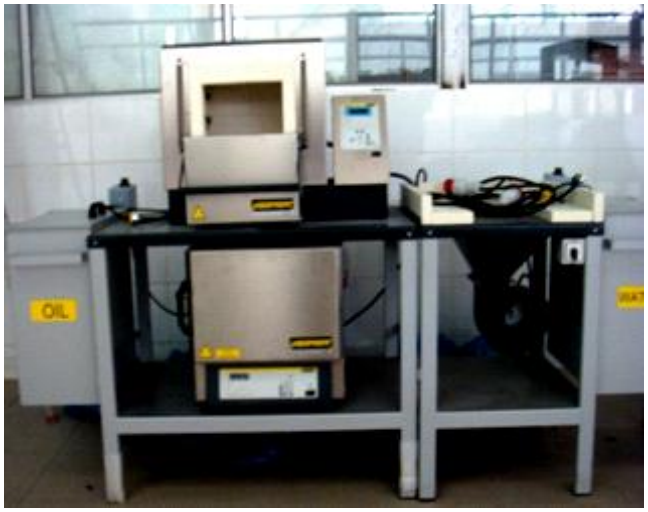
Se debe tener precaución con la colocación de las probetas o piezas dentro del horno para evitar posibles daños a los ladrillos que sirven de aislante.

Las conexiones de alimentación de combustible y de agua deben ser revisadas periódicamente de manera de verificar que no existan fugas en ellas.

Las bisagras de las puertas así como su correcto cierre hermético deben inspeccionarse para procurar que no existan fugas de calor hacia el exterior y por ende hacia el usuario.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Sistema temple multiple	**Marca:**	Nabertherm
Serie No:		**Modelo:**	MH - S17
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Tratamientos térmicos
Fabricante:	Nabertherm	**Codigo:**	LI-LM-TT-001
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:		**Peso:**	**kg**
Ancho:		**Volumen:**	**m3**
Largo:		**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Hornos tratamientos térmicos	Nabertherm	215757 M7 - H	1	A = 13A V, = 220V, trifasico, Tmáx = 1280 °C, P = 3kw	Recipente agua, Recipiente combustible, Camara ladrillo refractario, Tapa ladrillo reflactario, Niquelinas dentro horno en espiral, PLC B150 en la parte lateral, Sistema enfriamiento por aire, ubicado sobre mesa de ladrillo reflactario.
Hornos tratamiento térmico	Nabertherm	215759	1	A = 12,3A V, = 220V, trifasico, Tmáx = 650 °C, P = 2,7kw	Recipente agua, Recipiente combustible, Niquelinas serpentina a los lados, PLC 180 en la parte inferior.

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

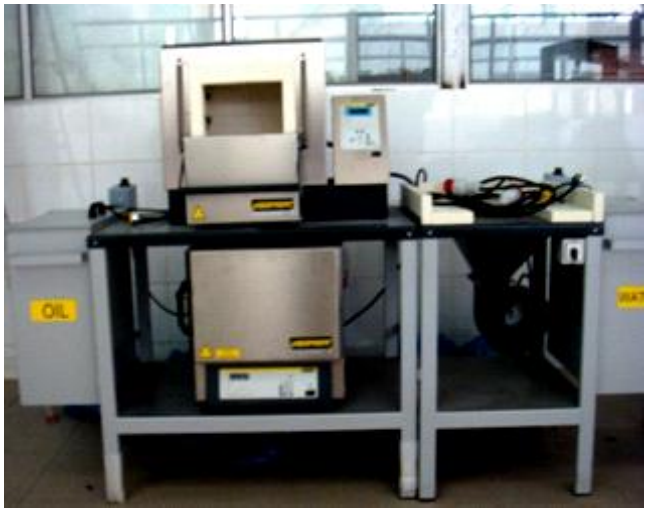
Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO



Maquina-Equipo:	Sistema temple multiple	**Marca:**	Nabertherm
Serie No:		**Modelo:**	MH - S17
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	Tratamientos térmicos
Fabricante:	Nabertherm	**Codigo:**	LI-LM-TT-002
Representante:	Jalil Hass	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:		**Peso:**	**kg**
Ancho:		**Volumen:**	**m3**
Largo:		**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Hornos tratamientos térmicos	Nabertherm	215757 M7 - H	1	A = 13A V, = 220V, trifasico, Tmáx = 1280 °C, P = 3kw	Recipente agua, Recipiente combustible, Camara ladrillo refractario, Tapa ladrillo reflactario, Niquelinas dentro horno en espiral, PLC B150 en la parte lateral, Sistema enfriamiento por aire, ubicado sobre mesa de ladrillo reflactario.
Hornos tratamiento térmico	Nabertherm	215759	1	A = 12,3A V, = 220V, trifasico, Tmáx = 650 °C, P = 2,7kw	Recipente agua, Recipiente combustible, Niquelinas serpentina a los lados, PLC 180 en la parte inferior.

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

2.3.8 CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO

2.3.8.12 CENTRO DE TORNEADO LEADWELL T6



Fig. 2.158 Centro de Torneado Leadwell T6

Fuente: http://www.leadwell.com.tw/cnc-turning-center-manufacturers/cnc-turning-center-t-6-f.html

a. Descripción del equipo

El centro de torneado Leadwell T6 (Fig. 2.158) consta de dos ejes con las siguientes características: X=105 mm y Z=460 mm y velocidad de giro del husillo a 4500 rpm. El diámetro mecanizado es hasta 210 mm y longitud 420 mm. El peso del equipo es 115 kg y posee una torreta disponible para 12 herramientas de trabajo (Fig. 2.160).

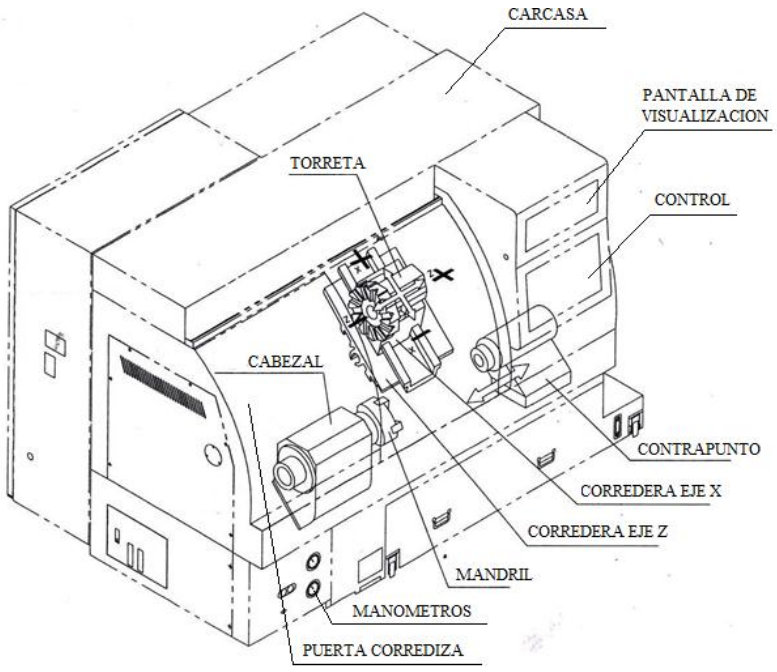


Fig. 2.159 y 2.160 Componentes del Centro de Torneado Leadwell T-6

Fuente: Manual de Operación del Centro de Torneado CNC T6

Emplea un control FANUC Oi-MC, cual es un control de nivel Básico de la familia CNC de la serie 0i y está diseñado para aplicaciones de torneado simple, fresado o rectificado cilíndrico o punzonado de superficies, es de fácil manejo, fácil programación y dispone de herramientas que facilitan el diagnóstico de cualquier problema en el CNC, el accionamiento o la máquina.

Realizado en fundición, el cuerpo del equipo proporciona un rendimiento de corte superior debido a la mínima transferencia de vibraciones al momento de trabajo. Tanto el carro transversal, las correderas, el contrapunto y la base poseen la característica de amortiguación 10 veces mayor a los realizados en acero (Fig. 2.161).



Fig. 2.161 Cuerpo realizado en fundición del Centro de Torneado Leadwell T-6
Fuente: http://www.leadwell.com.tw/cnc-turning-center-manufacturers/cnc-turning-center-t-6-f.html

El cabezal es un diseño térmico simétrico con aletas de disipación de calor, lo cual evita la distorsión térmica durante los ciclos de mecanizado de larga duración.

El tanque de recepción de limpieza posee ruedas para su fácil transportación junto con el equipo.

Cada tornillo de bola (Fig. 2.162) está exactamente alineado en paralelo a las guías y anclado en los extremos. La variación del par de torque que ha sido inspeccionada de fábrica garantiza una alta precisión y larga duración.



Fig. 2.162 Tornillos de giro del equipo.
Fuente: http://www.leadwell.com.tw/cnc-turning-center-manufacturers/cnc-turning-center-t-6-f.html

Cada servo motor está montado con rodamientos de precisión lineal las cuales se colocan sobre las guías de acero, dichas guías no requieren ajuste y los servomotores consumen poca potencia. Las velocidades que estás guías nos proporcionan pueden ser de hasta 20 m/min en el eje X y sobre 24 m/min en el eje Z (Fig. 2.163).



Fig. 2.163 Servomotores y guías.

Fuente: http://www.leadwell.com.tw/cnc-turning-center-manufacturers/cnc-turning-center-t-6-f.html

El contrapunto está adjunto a la guía inferior de la base de la máquina. El cuerpo fundido, el cono morse y la punta de gran diámetro, que posee un ajusta hidráulico, proveen una excelente rigidez al momento de mecanizado (Fig. 2.164).



Fig. 2.164 Contrapunto.

Fuente: http://www.leadwell.com.tw/cnc-turning-center-manufacturers/cnc-turning-center-t-6-f.html

El reglaje automático posee un sensor de contacto que puede medir diferentes longitudes de herramientas y detecta herramientas rotas de igual manera. Es programable para reducir el tiempo de cambio herramienta el momento del mecanizado (Fig. 2.165).



Fig. 2.165 Reglaje del equipo.

Fuente: http://www.leadwell.com.tw/cnc-turning-center-manufacturers/cnc-turning-center-t-6-f.html

b. Operación del equipo

Primero se debe indicar el procedimiento de **Puesta a punto o Set Up** de la máquina conjuntamente con sus herramientas y la pieza a trabajar, el mismo se detalla a continuación:

❖ ***CERO MÁQUINA***

a. Encender la máquina.
b. Ubicar el indicador de modos en referenciado de máquina (HOME).
c. Seleccionar los ejes a referenciar (X & Z) y pulsar HOME START

Nota: Una recomendación es desplazar primero el eje X a home y luego el eje Z, para no correr riesgo de quebrar la herramienta.

❖ ***CERO PIEZA***

a. Medir la pieza a trabajar y sujetarla en el mandril.
b. Montar la herramienta en la torreta T01.01
c. Encender el husillo a una velocidad recomendable para maquinar (dependiendo del material se selecciona la velocidad de giro)
d. Seleccionar la herramienta patrón (T01.01) para un mecanizado previo.
e. Realizar un pequeño refrentado y cilindrado para lograr concentricidad y paralelismo y se prefijan las coordenadas U y W con cero (0).
f. Guardar estas coordenadas en la memoria del control por los comandos G54, G55, etc.
g. Registrar en los valores de trabajo por medio del ingreso del código de PROGRAMACION G54 X0Z0.

❖ ***COMPENSACIÓN DE HERRAMIENTAS***

a. Cargar tres herramientas en la torreta.
b. Una herramienta es nuestro patrón, generalmente T01.01.
c. De las herramientas restantes se graban los valores en la tabla de compensaciones del equipo y luego con ayuda del sensor de compensación determinamos el valor de compensación.

Un programa es una lista secuencial de instrucciones de maquinado que serán ejecutadas por la máquina de CNC. La programación del equipo se da mediante los códigos proporcionados en la tabla 2.11 en la **columna A**.

Código G			Grupo	Función
A	B	C		
G00	G00	G00	01	Posicionamiento (avance rápido)
G01	G01	G01		Interpolación lineal (avance de mecanizado)
G02	G02	G02		Interpolación circular horaria (CW)
G03	G03	G03		Interpolación circular antihoraria (CCW)
G04	G04	G04	00	Tiempo de espera
G07.1 (G107)	G07.1 (G107)	G07.1 (G107)		Interpolación cilíndrica
G10	G10	G10		Entrada de datos programables
G11	G11	G11		Cancelación de entrada de datos programables
G12,1 (G112)	G12,1 (G112)	G12,1 (G112)	21	Modo de interpolación en coordenadas polares
G13,1 (G113)	G13,1 (G113)	G13,1 (G113)		Modo de cancelación de interpolación en coordenadas polares
G18	G18	G18	16	Selección de plano ZpXp
G20	G20	G70	06	Entrada en pulgadas
G21	G21	G71		Entrada en mm
G22	G22	G22	09	Activación de función de comprobación de límite de recorrido
G23	G23	G23		Desactivación de función de comprobación de límite de recorrido
G27	G27	G27	00	Comprobación de retorno a la posición de referencia
G28	G28	G28		Retorno a posición de referencia
G30	G30	G30		Retorno a posición de referencia 2, 3 y 4
G31	G31	G31		Función de salto
G32	G33	G33	01	Roscado
G34	G34	G34		Roscado de paso variable
G40	G40	G40	07	Cancelación de la compensación del radio de la herramienta
G41	G41	G41		Compensación del radio de la herramienta a la izquierda
G42	G42	G42		Compensación del radio de la herramienta a la derecha
G50	G92	G92	00	Ajuste del sistema de coordenadas o ajuste de velocidad máx. de cabezal
G50,3	G92,1	G92,1		Preajuste del sistema de coordenadas de pieza
G52	G52	G52		Ajuste de sistema de coordenadas locales
G53	G53	G53		Ajuste de sistema de coordenadas de máquina
G54	G54	G54	14	Selección de sistema de coordenadas de pieza 1
G55	G55	G55		Selección de sistema de coordenadas de pieza 2
G56	G56	G56		Selección de sistema de coordenadas de pieza 3
G57	G57	G57		Selección de sistema de coordenadas de pieza 4
G58	G58	G58		Selección de sistema de coordenadas de pieza 5
G59	G59	G59		Selección de sistema de coordenadas de pieza 6
G65	G65	G65	00	Llamada a macro
G66	G66	G66	12	Llamada modal a macro
G67	G67	G67		Cancelación de llamada modal a macro

Código G			Grupo	Función
A	B	C		
G70	G70	G72	00	Ciclo de acabado
G71	G71	G73		Arranque de virutas en torneado
G72	G72	G74		Arranque de virutas en refrentado
G73	G73	G75		Repetición de patrón
G74	G74	G76		Taladrado profundo de cara final
G75	G75	G77		Taladrado de diámetro exterior/interior
G76	G76	G78		Ciclo de roscado múltiple
G80	G80	G80	10	Cancelación de ciclo fijo de taladrado
G83	G83	G83		Ciclo de taladrado frontal
G84	G84	G84		Ciclo de roscado frontal
G86	G86	G86		Ciclo de mandrinado frontal
G87	G87	G87		Ciclo de taladrado lateral
G88	G88	G88		Ciclo de roscado lateral
G89	G89	G89		Ciclo de mandrinado lateral
G90	G77	G20	01	Ciclo de mecanizado de diámetro externo e interno
G92	G78	G21		Ciclo de roscado
G94	G79	G24		Ciclo de torneado de cara final
G96	G96	G96	02	Control de velocidad superficial constante
G97	G97	G97		Cancelación de control de velocidad superficial constante
G98	G94	G94	05	Avance por minuto
G99	G95	G95		Avance por revolución
–	G90	G90	03	Programación absoluta
–	G91	G91		Programación incremental
–	G98	G98	11	Retorno a nivel inicial
–	G99	G99		Retorno al nivel del punto R

Tabla 2.11 Códigos de programación

Fuente: Manual del operador Fanuc series 0i Mate –TC

En cuanto a la programación, se puede realizar un **programado manual** o directamente en el equipo mediante la pantalla de control en su parte frontal (**programación en máquina**).

- ***PROGRAMACIÓN MANUAL:***

  - ***MECANIZADO MANUAL***

a. Programar previamente en papel la geometría seleccionada.
b. Medir la pieza a trabajar y sujetarla en el mandril.
c. Montar la herramienta en la torreta T01.01
d. Determinar el Cero Máquina.
e. Determinar el cero pieza.
f. Realizar compensación de herramientas.
g. Encender el husillo a una velocidad recomendable para maquinar (dependiendo del material se selecciona la velocidad de giro).
h. Seleccionar la herramienta para un mecanizado previo.

i. Refrentar y cilindrar manualmente a las dimensiones que se solicita según el perfil programado.

- ***PROGRAMACION Y MECANIZADO A PIE DE MAQUINA DE LA GEOMETRIA:***

a. Invertir la pieza y sujetarla al mandril.
b. Ingresar la programación previamente realizada creando un nuevo programa en modo EDIT.
c. Realizar el mecanizado colocando en modo AUTO y ejecutando paso a paso las líneas programadas en el ítem anterior.

- ***PROGRAMACIÓN EN MAQUINA:***

a. Diseñar el programa para mecanizar el perfil seleccionado y utilizar un ciclo de torneado fijo para desbaste y acabado.
b. Se emplea G02 y G03 únicamente para programar geometrías curvas. (actividad previa a la ejecución del ejercicio de laboratorio).
c. Introducir el programa en la máquina.
d. Cargar las herramientas y la pieza.
e. Revisar los valores de compensación de las piezas y herramientas.
f. Utilizando SINGLE BLOCK correr el programa por bloques.
g. Controlar factores de corte.
h. Revisar las medidas.

c. Mantenimiento del equipo

Dentro del mantenimiento que debe darse al equipo constan los siguientes ítems:

1. Nunca intente maquinar una pieza sin haber hecho una revisión de la máquina. Antes de empezar un ciclo de producción, asegurarse de que la máquina está operando correctamente ejecutando un ciclo de prueba; por ejemplo, la revisión por bloques, un ciclo con velocidades de trabajo aumentadas, en la función de seguro de máquina, o haciendo el ciclo completo en la máquina sin la pieza de trabajo ni la herramienta. La no confirmación de la correcta operación de la máquina puede llevar a un comportamiento indeseado de esta, causando posiblemente daño a la pieza de trabajo, a la máquina, o heridas al operario.

2. Antes de operar la máquina, verifique completamente los datos suministrados. Operar la máquina habiendo dado la información incorrecta puede llevar a un comportamiento indeseado de esta, causando posiblemente daño a la pieza de trabajo, a la máquina, o heridas al operario.

3. Asegurarse que la velocidad de corte especificada es apropiada para la operación deseada. Por regla lo general, existe una velocidad de trabajo máxima para cada máquina. Si la máquina realiza un ciclo a una velocidad diferente de la correcta, puede que se dé un comportamiento indeseado de esta, causando posiblemente daño a la pieza de trabajo, a la máquina, o heridas al operario.

4. Cuando se use una función de compensación de herramienta, verifique completamente la dirección y cantidad de esta compensación. Operar la máquina con una compensación incorrecta puede llevar a un comportamiento indeseado de esta, causando posiblemente daño a la pieza de trabajo, a la máquina, o heridas al operario.

5. Los parámetros para las máquinas CNC vienen preestablecidos desde su fabricación. Usualmente, no hay necesidad de realizar ningún cambio en estos. Cuando no hay otra alternativa más que realizar cambios en los parámetros, asegurarse de que comprende completamente la función del parámetro antes de realizar un cambio en este. Fijar un parámetro de forma incorrecta puede llevar a un comportamiento indeseado de esta, causando posiblemente daño a la pieza de trabajo, a la máquina, o heridas al operario.

6. Inmediatamente después de haber oprimido el botón de encendido, no toque ninguno de las teclas del panel MDI hasta que aparezca en la pantalla las coordenadas de posición, o la pantalla de alarmas. Algunas de las teclas del panel MDI se utilizan para realizar mantenimiento u operaciones especiales. Presionar alguna de las teclas en este momento puede configurar la máquina CNC en un estado diferente al usual. Operar la máquina en este estado puede llevar a un comportamiento indeseado de esta.

a. Advertencias y Precauciones Relativas a la Programación

1. **Fijación del Sistema de Coordenadas**._ Si se establece el sistema de coordenadas incorrectamente, la máquina se comportará de una manera inesperada como resultado de la ejecución de un comando de movimiento desde otro punto de referencia. Esta clase de operaciones puede causar daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

2. **Posicionamiento por Interpolación no Línea._** Cuando se realiza un posicionamiento por interpolación no lineal (posicionamiento por movimiento no lineal entre en punto de inicio y el punto de llegada), la trayectoria de la herramienta debe ser confirmada cuidadosamente antes de correr el programa. El posicionamiento comprende movimientos rápidos. Si la herramienta choca contra con la pieza de trabajo, esto puede causar daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

3. **Funciones que Utilizan el Eje Rotatorio**._ Cuando se programe interpolaciones en coordenadas polares o en control dirección-norma (perpendicular), prestar mucha atención a la velocidad del eje rotacional. Una programación incorrecta puede producir que la velocidad de giro del eje sea excesivamente alta, lo cual generaría fuerzas centrífugas que causarían la pérdida del agarre de las mordazas sobre la pieza de trabajo. Esta situación indeseada causaría daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

4. **Conversión Entre Sistemas Métrico/Ingles**._ Cambiar entre sistemas métrico e inglés no produce la conversión de los valores de medida como la posición del origen de pieza, los parámetros, y la posición actual. Antes de prender la máquina, determinar qué sistema de unidades se usará. Intentar realizar cualquier operación con datos inválidos puede causar daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

5. **Control de Velocidad de Superficie Constante**._ Cuando un eje sujeto a un control de velocidad de superficie constante se aproxime al origen de pieza, la velocidad del husillo puede tornarse excesivamente alta. Por tanto, es necesario que se especifique una velocidad máxima permisible. Establecer la máxima velocidad permitida incorrectamente puede causar daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

6. **Revisión de Carreras**._ Después de prender la máquina, realizar un retorno manual a la posición de referencia, en la medida en que esto sea necesario. La revisión de las carreras no es posible si antes no se realiza esta operación. Tener en cuenta que si la revisión de carreras esta desactivada, no se disparará una alarma cuando los limites de carrera sean excedidos, posiblemente causando daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

7. **Revisión Post-Interferencia de la Herramienta**._ La revisión post-interferencia de la herramienta se realiza en base a los datos especificados durante el ciclo automático. Si

las especificaciones no concuerdan con la herramienta que se está usando, no se realizará correctamente la revisión de la interferencia, posiblemente causando daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario. Después de prender la máquina, o de seleccionar manualmente la herramienta, iniciar siempre el ciclo automático y establezca el número de la herramienta que se está usando.

8. **Modo Absoluto/Incremental**._ Si un programa creado con valores absolutos se corre en modo incremental, o viceversa, la máquina se comportará de una manera inesperada.

9. **Selección del Plano**._ Si se selecciona un plano incorrecto para realizar una interpolación circular, helicoidal, o un ciclo cilíndrico, la máquina se comportará de una manera inesperada. Remitirse a las descripciones de estas funciones para más información.

10. **Fijación del Límite de Torque**._ Antes de intentar una variación de límite de torque, aplicar el torque límite. Si se especifica una variación del límite de torque sin que el torque limite este aplicándose, se ejecutaran los comandos de movimiento sin la necesaria variación.

11. **Imagen de Espejo Programable**._ Tener siempre presente que las operaciones programadas varían considerablemente cuando se establece una programación por imagen de espejo.

12. **Función de Compensación**._ Si un comando basado en el sistema de coordenadas de la máquina o un comando de retorno a la posición de referencia es usado en el modo de función de compensación, esta compensación es cancelada temporalmente, produciendo así un comportamiento inesperado de la máquina. Antes de usar cualquiera de los comandos nombrados, cancele siempre el modo de función de compensación.

b. Advertencias y Precauciones Relativas al Manejo Manual

1. **Operación Manual**._ Cuando se opera la máquina manualmente, determinar la posición actual de la herramienta y de la pieza de trabajo, y asegurarse de que el movimiento del eje, la dirección, y la velocidad han sido especificados correctamente. La operación incorrecta de la máquina puede causar daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

2. **Retorno Manual a la Posición de Referencia**._ Después de encender la máquina, realizar un retorno manual a la posición de referencia, en la medida en que esto sea necesario. Si la máquina se maneja sin realizar antes un retorno manual a la posición de referencia, esta se comportará de modo inesperado. La revisión de las carreras no es posible si antes no se realiza esta operación. Una operación inesperada de la máquina posiblemente causaría daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

3. **Introducción Manual de Comandos Numéricos**._ Cuando se introduce manualmente comandos numéricos, se debe determinar la posición actual de la herramienta y de la pieza de trabajo, y asegurarse de que el movimiento del eje, la dirección, y la velocidad han sido especificados correctamente, y que el valor introducido es válido. Intentar operar la máquina con un comando no válido posiblemente causaría daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

4. **Mecanizado Manual**._ Cuando realice mecanizado manual, rotar el asa con un factor de escala alto, como 100, causa que la mesa se mueva muy rápido. Un manejo descuidado de esta operación puede causar daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

5. **Operación de Preselección del Origen._** Básicamente, nunca debe intentarse una operación de preselección del origen cuando la máquina este operando bajo el control de un programa. De otra forma, la máquina se comportará de manera inesperada, posiblemente causando daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

6. **Cambio de Sistema Coordenado de la Pieza de Trabajo**._ La intervención manual, el seguro de máquina, o la imagen de espejo pueden cambiar el sistema coordenado de la pieza. Antes de intentar operar la máquina bajo el control de un programa, verifique el sistema de coordenadas cuidadosamente. Si la máquina se opera bajo el control de un programa sin hacer la modificaciones para cualquier cambio en el sistema de coordenadas de la pieza de trabajo, la máquina puede comportarse de forma inesperada, posiblemente causando daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

7. **Panel de Operación por Software y Botones del Menú**._ Usando el panel de operación por software y los botones del menú, en combinación con el panel MDI, es posible especificar operaciones que no soporta el panel del operador de la máquina,

como cambios de modo, cambio del valor de compensación, y comandos de movimiento continuo.

8. **Intervención Manual**._ Si se realiza una intervención manual durante la operación programada de la máquina, el recorrido de la herramienta variará cuando la máquina vuelva a iniciar la marcha. Antes de esto, verifique los valores de los interruptores absolutos manuales, los parámetros, y el comando del modo absoluto/incremental.

9. **Mecanizado Continuo, Compensación y Bloque Simple**._ Las funciones de mecanizado continuo, compensación y bloque simple pueden ser deshabilitadas usando el macro de configuración de la variable del sistema. Se debe ser cuidadoso cuando opere la máquina en este estado.

10. **Ciclos en Vacio**._ Usualmente, se usa un ciclo en vacio para confirmar la operación de la máquina. Durante este, la máquina opera a velocidad de ciclo en vacio, la cual en ocasiones mayor que la velocidad de mecanizado programada.

11. **Radios de Compensación de la Boquilla y de la Herramienta en Modo MDI**._ Prestar mucha atención al recorrido de la herramienta especificado a través de comandos en el modo MDI, en este no se aplican los radios de compensación de la boquilla y de la herramienta. Cuando se introduce un comando a través del MDI para interrumpir una operación automática en el modo de compensación, este muy atento al recorrido de la herramienta cuando se vuelva a iniciar el movimiento de la máquina. Se remite a la descripción de las funciones correspondientes para más detalles.

12. **Edición de Programas**._ Si la máquina es detenida, y se realiza un cambio al programa (se modifica, inserta o se borra), esta se comportará de un modo inesperado si el reinicie el movimiento de la máquina bajo el control de este programa. Básicamente, no se cambian los comandos del programa mientras que este en ejecución.

Entre otros puntos de mantenimiento constan la revisión y limpieza de los carros, el tanque de aceite, filtros, el mandril y contrapunto, además de todos los sistemas que intervienen en la manufactura.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 1 / 15



Maquina-Equipo:	Centro de Torneado	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	L2TJH0760	**Modelo:**	T 6
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	LI-LM-CN-001
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1595 m	**Peso:**	20 kg
Ancho:	1580 m	**Volumen:**	m3
Largo:	3233 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
0I- MATE-TC	FANUC	E08XB1190	1	220		Modelo: A02B-0,11-B520 / Nº CONTACTO:YT51590-000 / HERRAMIENTA: 12T / RPM: 4500 / MEMORY:640 M / VERSION
Controlador del husillo		V08930723	1	220		Tipo: A06B-6134-H202#D
Servo controlador		V08930724	2	220		Tipo: A06B-6134-H202#D, eje X y eje Z
Elementos Electricos						
Módulo de Suministro de energía		V08930723	1	220		Tipo: A06B-6134-H202#D
Reactancia de AC		T08081240	1	220		Tipo: A81L-0001-0155
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Husillo	LEADWELL	900607500P	1			**HOJA 2**
Cabezal	LEADWELL	T1100106MP	1			**HOJA 3**
Base	LEADWELL	T3100031T0	1			**HOJA 4**
Carro de bancada	LEADWELL	T41000210P	1			**HOJA 5**
Torreta portaherramientas	LEADWELL	T51000990P	1			**HOJA 6**
Contrapunto	LEADWELL	T61000430P	1			**HOJA 7**
Carcasa	LEADWELL	T7100044IP	1			**HOJA 8**

Eje X	LEADWELL	T8210014IP	1		**HOJA 9**
Eje Z	LEADWELL	T8230016IP	1		**HOJA 10**
Sistema de Lubricación	LEADWELL	TW1600370P	1		**HOJA 11**
Sistema Hidráulico	LEADWELL	TW1700360P	1		**HOJA 12**
Grupo de Presión Hidráulico	LEADWELL	TW1700240P	1		**HOJA 13**
Sistema de Refrigeración	LEADWELL	TW190080P	1		**HOJA 14**
Unidad de Recepción	LEADWELL	TS8100080P	1		**HOJA 15**
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Husillo			220		8000		Tipo:A06B-1446-B100 / Modelo: C089J3312
Eje X			220		3000		Tipo:A06B-0075-B303 / Modelo: C089X7975
Eje Z			220		3000		Tipo:A06B-0078-B003 / Modelo: C089X6625

Lubricación

Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 2 / 15



Maquina-Equipo:	Husillo	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	900607500P	**Modelo:**	T 6
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Encoder de posición		G29AT00101	1	220		TIPO: A86L-0027-0001#002
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Plato ajustable del decodificador		1740002030	1		T6 / Material FC20
Rodamiento de bolas		B01AB06006	1		6006 2RSR
Anillo de banda		192000500	2		Material SS41
Chaveta radio simple		A25AC00101	1	5X5X16L	
Polea del encoder		1240003040	1		Material: AL
Soporte fijo de decodificador		1800009010	1		T6 / Material FC25
Cilindro Hidráulico		L02ABTFRC8	1		Tipo: TFRC8
Banda de regulación		F01334L050	1		Tipo: 334- L050
Rodamiento del eje		C01AH09118	1		3MM9118WITUMFS660
Husillo del cabezal		106037030	1		T6 / Material FC25

Mandril		L02AA00147	1		TF3X-6A5 / Material: M60XP2,0
Garras Suaves		L02ADOHC06	1		HC06
Garras Fuertes		L02ADO0413	1		HJ-06
Polea de bloqueo		2430135000	1		
Polea del eje		1210558010	1		
Polea de salida del encoder		1240004010	1		Material:AL
Rodamiento del eje		C01AD09118	1		3MM9118WIDUMFS660
Oring		E01000G145	1		G145
Husillo		1050099020	1		Material: SCM21
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 3 / 15



Maquina-Equipo:	Cabezal	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	T1100106MP	**Modelo:**	T 6
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Plato fijo para cilindro		1811590010	1	3mm	
Polea del motor		1210612000	1		T 6
Bloque del motor		1740261010	1		T 6
Banda V		F02AB02120	1		3R-11M-2120
Cabezal del eje		0106037030	1		T 6
Empaque		F06AB32X36	1		SCE-300 32X36X6,3
Junta Tipo I		D17AA00104	1		1 "PT-3/4"
Junta Tipo L		D13AE01E1E	1		1 "PT-1"
Junta Tipo I		D17AA00101	1		1 "PT-1"
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 4 / 15



Maquina-Equipo:	Base	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	T3100031T0	**Modelo:**	T 6
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**

Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Base		306036060	1		T 6 / Material: FC25
Perno ajustable		2620004000	1		
Plataforma ajustable		2410194000	1		

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 5 / 15



Maquina-Equipo:	Carro de bancada	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	T41000210P	**Modelo:**	T 6
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Micro switch		G05AFQ2255	2			SHL-Q2255

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Soporte		1750286020	1		
Corredera eje Z		0410054040	1		T 6
Plataforma de torreta		2410039010	1		Material: S45BD
Torreta		L11AA0LWT6	1		LW-T6/12
Pistón		J02AD00008	2		C8
Base Fija contrapunto		1800407000	1		T 6
Guía de movimiento lineal		C07AD35A00	1		35-1000L-2
Junta rápida tipo L		D15AB00803	1		L-3/8 "PT 8 A"

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 6 / 15



Maquina-Equipo:	Torreta portaherramientas	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	T51000990P	**Modelo:**	T 6
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Micro switch		G05AFQ2255	2			SHL-Q2255
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Bloque para herramientas		2420018010	1			
Boquilla de ingreso de refrigerante		D20AAD01010	1			1010
Agarradera		0958002040	1			LTC 10
Soporte de salida del refrigerante		2950006020	1			
Torreta		L11AA0LWT6	1			LW-T6/12
Mango de torreta		098019500	1			f 25
Mango de torreta		098019600	1			f 20
Mango de torreta		098019700	1			f 16
Mango de torreta		098019800	1			f 12
Mango de torreta		098019900	1			MT3
Mango de torreta		0980200000	1			MT2
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 7 / 15



Maquina-Equipo:	Contrapunto	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	T61000430P	**Modelo:**	T 6
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Sensor de cilindro		H05DR0LRSJ	1	220		LRS-J
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Anillo retén de polvo		E08AA03596	1	75X89	DKI-FD3596A0
Manga central		1430304010	1		T 6
Junta		D3100001S8	1	1/8 in	45º
Cilindro Hidráulico		L02AB00121	1		CHDQB50-75DM-A73
Tornillo fijo del contrapunto		2620194000	1		
Contrapunto		0700017030	1		T 6
Junta fija		D16AA01438	1	1/4 - 3/8	45º
Guías del contrapunto		0410052000	1		T 6
Plato fijo del contrapunto		1800407000	1		T 6
Plato fijo del contrapunto		1800408000	1		T 6
Cubierta		2001975000	1		2 mm

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 8 / 15



Maquina-Equipo:	Carcasa	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	T7100044IP	**Modelo:**	T 6
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Bomba de refrigerante		L05AC15E4	1	220		150 mm
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Manija		J09AE00200	1			AGS-200
Panel de operación		G33AF00271	1			FANUC i
Transportador de virutas		4020003000	1			2 mm
Carro receptor de virutas		4020008000	1			7040A
Cabina de operación		2002009000	1			7040A
Ruedas		J11AB0003E	4	3 in		
Intercambiador de calor		L05AA025AR	1			EA-5AR (HPW-25AR)
Rodamiento de bolas		B01AB06004	2			6004 2RSR
Polea Inferior		1240002030	2			
Polea Inferior del eje		1030010020	2			
Rodamiento rígido de bolas		B01AB06001	2			6001 ZZ
Vidrio de seguridad		3830013000	1	10 mm		
Puerta de lubricación		3300176110	1	2 mm		T 6

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones
Bomba de refrigerante		1/4	220			3	150 mm / L05AC15E4

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 9/ 15



Maquina-Equipo:	Eje X	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	T8210014IP	**Modelo:**	T 6
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**

Equipo-herramientas-Accesorios:

Elementos Electronicos	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Voltaje	Amperaje	Observaciones

Elementos Electricos						

Elementos Varios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones
Pasador fijo		2610021000	4	# 10	
Tuerca de seguridad		A12AA00020	1	M20X1,5	YSR-M20XP1,5
Rodamiento de bolas		C05AI20047	1		MM20BS47TUM
Tornillo de bola del eje x		1120015000	1	f 32X7701XP10	
Transmisión		0050136020	1		
Rodamiento de bolas de contacto angular		B02AB30062	1		BST-30X62-1 P4 (NTN)
Rodamiento de bolas		B01ABZ6206	1		6206ZZ / C2 /P5

Accesorios	Marca	Referencia / Serial	Cantidad	Dimensiones	Observaciones

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 10 / 15



Maquina-Equipo:	Eje Z	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	T8230016IP	**Modelo:**	T 6
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Junta fija		F08AI22516	1		2.932.343f25,16T
Cojinete de bolas		C05AB35072	1		MM35BS72DM 2PC
Aro laminar		E05AA30042	3		FK3IS-42 /1.8/0.65
Tornillo		1120008000	1		f32x894LxP12
Cojinete de bolas		B01AB06204	1		6204 ZZ
Anillo de retención del eje		A240000S20	1	S-20	
Mando directo del eje Z		2000068010	1	2 mm	

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 11 / 15



Maquina-Equipo:	Sistema de lubricación	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	TW1600370P	**Modelo:**	T 6
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Junta		D23000CPV1	8	M8	DPB1/5-4-M8XM8
Junta tipo L		D23AE00101	5	8 mm	
Junta		D23000CPV2	2	M8	DPB2/5-4-M8XM8
Distribuidor de aceite		D210000A6	2		A6
Maguera flexible neumática		D3204X1200	1	f4X1200 L	
Filtro		H2500FPF01	1		FPF-01/40 micras
Alimentación del sistema		G16AC0YES2	1		YES-2L-6C.C -7kg/cm2

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 12 / 15



Maquina-Equipo:	Sistema de Hidráulico	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	TW1700360P	**Modelo:**	T 6
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Interruptor de presión		H02ABPS211	1			PS-02-1-11
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Inyector de aceite		J02000HY08	1			HY 8
Bomba hidráulica ajustable		G150030351	1			PVF-30-35-10
Tanque de aceite		H22000LT20	1	448X450X288		
Soporte del distribuidor		H02ACMFB10	1			MFB-02-2-10 (A)
Aceite Refrigerante		L05000AK53	1			AW 0607
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Medidor de aceite		H23000LS03	1	3 in		LS-3in
Filtro de aceite		H25000MF08	1			MF-08 1in PT
Filtro de refrigerante		L05000AK53	1			AW-0607
Filtro		H2500WIX06	1			WIX 06
Medidor de aceite horizontal		H03AB404P2	1			f 40-4.2 kg/cm2
Válvula check		H14AE02P10	2			MCV-02-P-1-10

Válvula check pilotada		H14AC00101	1		MPC-02-W	
Válvula con soleniode		H06AC00204	2		DSV-G02-6C-D24-20	
Vávula estranguladora		H09AA00106	1		MTV-02-P-10	
Manómetro tipo sumergido		H03AC1S470	2	1/4	1/4X70kg/cm2 323.71	
Vávula de reducción modulada		H08AA00111	1		MGV-02-P-0-10L-H	
Medidor de aceite horizontal		H03AB404P2	1		1/4 X 100 kg/cm2	
Motores Electricos						
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
		2	220			4	
Lubricación						
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas						

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 13 / 15



Maquina-Equipo:	Grupo de presión Hidráulica	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	TW1700240P	**Modelo:**	T 6
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Interruptor de presión		H02ABPS211	1			PS-02-1-11
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Inyector de aceite		J02000HY08	1			HY 8
Bomba hidráulica ajustable		G150030351	1			PVF-30-35-10
Tanque de aceite		H22000LT20	1	448X450X288		
Soporte del distribuidor		H02ACMFB10	1			MFB-02-2-10 (A)
Aceite Refrigerante		L05000AK53	1			AW 0607
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Medidor de aceite		H23000LS03	1	3 in		LS-3in
Filtro de aceite		H25000MF08	1			MF-08 1in PT
Filtro de refrigerante		L05000AK53	1			AW-0607
Filtro		H2500WIX06	1			WIX 06
Medidor de aceite horizontal		H03AB404P2	1			f 40-4.2 kg/cm2
Válvula check		H14AE02P10	2			MCV-02-P-1-10

Válvula check pilotada		H14AC00101	1		MPC-02-W
Válvula con soleniode		H06AC00204	2		DSV-G02-6C-D24-20
Vávula estranguladora		H09AA00106	1		MTV-02-P-10
Manómetro tipo sumergido		H03AC1S470	2	1/4	1/4X70kg/cm2 323.71
Vávula de reducción modulada		H08AA00111	1		MGV-02-P-0-10L-H
Medidor de aceite horizontal		H03AB404P2	1		1/4 X 100 kg/cm2

Motores Electricos

Ubicación	Marca	Potencia Hp	Voltaje	Amperaje	Revolución	Fase	Observaciones
		2	220			4	

Lubricación

Mecanismo	Tipo	Marca	Referencia	Cantidad	Observaciones

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 14 / 15



Maquina-Equipo:	Sistema de refrigeración	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	TW190080P	**Modelo:**	T 6
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Bomba de refrigerante		L05AC151E4	1	220		1/4 Hp, 150 mm
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Junta tipo I		D17AA03834	1	3/8 in		3/8 in PT-3/4 in
Junta tipo L		D13AE01212	1	1/2 in		1/2 in PT-1/2 in
Junta tipo I		D17AA00105	1			1/2 in PT-3/4 in
Haz de tubos		D05AA1E1S4	4	1-1/4 in		
Ruedas		J11AB0003E	4	3 in		
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Distribuidor de aceite		2950196000	1			
Medidor de aceite		H23000LS03	1	3 in		LS 3"

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 15 / 15



Maquina-Equipo:	Unidad de recepción	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	TS8100080P	**Modelo:**	T 6
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Barra		1020457000	1		
Soporte de piezas		3690109010	1	2 mm	
Junta		E030304208	1	30X42X8T	
Soporte		1831471000	1		
Brida del cilindro neumático		1410138000	1		
Placa para colocación de piezas		36800311010	1	2 mm	
Ruedas		J11AB003E	4	3 in	
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Filtro		3280157010	1		

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

2.3.8.13 CENTRO DE MECANIZADO LEADWELL V20i



Fig. 2.166 Centro de mecanizado Leadwell V-20i

Fuente: http://www.leadwell.com.tw/vertical-machining-center-manufacturers/vertical-machining-center-v20i-view.html

a. Descripción del equipo

El centro de mecanizado Leadwell V-20i (Fig. 2.166) consta de tres ejes, con las siguientes características: X=510mm Y=350mm Z=410mm, y las revoluciones del husillo son 8000 rpm. Las dimensiones de la mesa son 600 x 400 mm; y el control es FANUC oí Mate-TC, el peso del equipo es 440 lb, con una potencia de 7.3 HP y un magazine disponible para 20 herramientas.

Los servo motores serie V / MV / MCV están conectados a los tornillos de bola con acoplamientos de eje rígido (Fig. 2.167). Estos acoplamientos garantizan que, incluso bajo cargas severas de mecanizado con un ángulo agudo, se consiga la interpolación precisa.



Fig. 2.167 Acople de servo motor a los tornillos.

Fuente: http://www.leadwell.com.tw/vertical-machining-center-manufacturers/vertical-machining-center-v20i-view.html

Cada tornillo (Fig. 2.168) está exactamente alineado en paralelo a las guías y anclado en los extremos. La variación del par de torque que ha sido inspeccionada de fábrica garantiza una alta precisión y larga duración.



Fig. 2.168 Tornillos de giro del equipo.

Fuente: http://www.leadwell.com.tw/vertical-machining-center-manufacturers/vertical-machining-center-v20i-view.html

El eje de servicio (Fig. 2.169) emplea rodamientos SKF, NSK o FAG para permitir el giro. La gran retención de fuerza de los resortes reducen el movimiento de la herramienta y alargando la vida útil de la misma.



Fig. 2.169 Tornillos de giro del equipo.

Fuente: http://www.leadwell.com.tw/vertical-machining-center-manufacturers/vertical-machining-center-v20i-view.html

El equipo posee guías lineales de alta calidad que garantiza la compensación cero y la capacidad de carga en todas las direcciones. Las guías consumen poca potencia y no requieren ajustes posteriores, además son automáticamente lubricadas para incrementar la vida útil (Fig. 2.170).



Fig. 2.170 Guías lineales del equipo.

Fuente: http://www.leadwell.com.tw/vertical-machining-center-manufacturers/vertical-machining-center-v20i-view.html

El cuarto y quinto eje en la mesa giratoria aumentan la productividad al permitir un mayor mecanizado con un solo proceso de set-up o ajuste. También se puede convertir el equipo en una maquina de 4 ejes de contorno lo cual añade versatilidad.

La opción CTS incluye una bomba auxiliar de alta presión que suministra refrigerante al filo de corte, lo cual mejora la vida de las herramientas y admite la realización de agujeros y fresados de gran profundidad, esto reduce el tiempo de ciclo al permitir una velocidad mayor.

b. Operación del equipo

Primero se debe indicar el procedimiento de **Puesta a punto o Set Up** de la máquina conjuntamente con sus herramientas y la pieza a trabajar, el mismo se detalla a continuación:

- ***CERO MÁQUINA***

a. Encendemos la máquina.
b. Ubicamos el indicador de modos en referenciado de máquina (HOME) .
c. Seleccionamos los ejes a referenciar (X, Y & Z) y pulsamos HOME START

- ***CERO PIEZA***

a. Medimos la pieza a trabajar y la sujetamos en la entenalla.
b. Colocamos el EDGE FINDER en el husillo
c. Tocamos los puntos tangentes de la pieza y visualizamos los valores de posición mecánicas en la máquina.
d. Anotamos los valores de posición
e. Registramos en los valores de trabajo.

Nota: El eje Z se referencia usando una herramienta patrón.

- ***COMPENSACIÓN DE HERRAMIENTAS***

a. Cargamos tres herramientas en el Magazine.
b. Una herramienta es nuestro patrón

c. Las dos herramientas restantes se pueden medir y grabar los valores en la tabla de compensaciones, o se puede utilizar el visualizador de la máquina para determinar el valor de compensación.

En cuanto a la programación, se puede realizar un **programado manual** o directamente en el equipo mediante la pantalla de control en su parte frontal (**programación en máquina**).

❖ ***PROGRAMACIÓN MANUAL:***

➢ ***MECANIZADO MANUAL***

- ***PLANEADO:***

a. Sujetar la pieza en la mesa.
b. Ubicar el indicador de modos en MPG.
c. Montar el plato de pastillas de corte.
d. Ubicar los carros a la posición inicial de corte.
e. En el modo MDI indicar la velocidad del husillo (M03 S…..).
f. En el modo MPG presionar SPINDLE CW, activar el refrigerante, iniciar el corte.

- ***RANURADO:***

a. Montar la fresa de diámetro elegido para la práctica.
b. Programar rpm adecuadas para el proceso.
c. Seguir procedimiento de la operación anterior.
d. Controlar las dimensiones de las ranuras.

❖ ***PROGRAMACIÓN EN MAQUINA:***

a. Diseñar el programa para mecanizar la superficie seleccionada para la práctica y asigne dimensiones considerando el material que dispone.
b. Introducir el programa en la máquina.
c. Cargar las herramientas y la pieza.
d. Revisar los valores de compensación de las piezas y herramientas.
e. Utilizando SINGLE BLOCK correr el programa por bloques.
f. Controlar factores de corte.
g. Revisar las medidas.

c. Mantenimiento del equipo

1. Nunca intente maquinar una pieza sin haber hecho una revisión de la máquina. Antes de empezar un ciclo de producción, asegurarse de que la máquina está operando correctamente ejecutando un ciclo de prueba; por ejemplo, la revisión por bloques, un ciclo con velocidades de trabajo aumentadas, en la función de seguro de máquina, o haciendo el ciclo completo en la máquina sin la pieza de trabajo ni la herramienta. La no confirmación de la correcta operación de la máquina puede llevar a un comportamiento indeseado de esta, causando posiblemente daño a la pieza de trabajo, a la máquina, o heridas al operario.

2. Antes de operar la máquina, verifique completamente los datos suministrados. Operar la máquina habiendo dado la información incorrecta puede llevar a un comportamiento indeseado de esta, causando posiblemente daño a la pieza de trabajo, a la máquina, o heridas al operario.

3. Asegurarse que la velocidad de corte especificada es apropiada para la operación deseada. Por regla lo general, existe una velocidad de trabajo máxima para cada máquina. La máxima velocidad de corte para el modelo V-20 FANUC LEADWELL es de 10m/min (394 IPM). Si la máquina realiza un ciclo a una velocidad diferente de la correcta, puede que se dé un comportamiento indeseado de esta, causando posiblemente daño a la pieza de trabajo, a la máquina, o heridas al operario.

4. Cuando se use una función de compensación de herramienta, verifique completamente la dirección y cantidad de esta compensación. Operar la máquina con una compensación incorrecta puede llevar a un comportamiento indeseado de esta, causando posiblemente daño a la pieza de trabajo, a la máquina, o heridas al operario.

5. Los parámetros para las máquinas CNC vienen preestablecidos desde su fabricación. Usualmente, no hay necesidad de realizar ningún cambio en estos. Cuando no hay otra alternativa más que realizar cambios en los parámetros, asegurarse de que comprende completamente la función del parámetro antes de realizar un cambio en este. Fijar un parámetro de forma incorrecta puede llevar a un comportamiento indeseado de esta, causando posiblemente daño a la pieza de trabajo, a la máquina, o heridas al operario.

6. Inmediatamente después de haber oprimido el botón de encendido, no toque ninguno de las teclas del panel MDI hasta que aparezca en la pantalla las coordenadas de posición, o la pantalla de alarmas. Algunas de las teclas del panel MDI se utilizan para realizar mantenimiento u operaciones especiales. Presionar alguna de las teclas en este momento puede configurar la máquina CNC en un estado diferente al usual. Operar la máquina en este estado puede llevar a un comportamiento indeseado de esta.

c. Advertencias y Precauciones Relativas a la Programación

1. **Fijación del Sistema de Coordenadas**._ Si se establece el sistema de coordenadas incorrectamente, la máquina se comportará de una manera inesperada como resultado de la ejecución de un comando de movimiento desde otro punto de referencia. Esta clase de operaciones puede causar daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

2. **Posicionamiento por Interpolación no Línea._** Cuando se realiza un posicionamiento por interpolación no lineal (posicionamiento por movimiento no lineal entre en punto de inicio y el punto de llegada), la trayectoria de la herramienta debe ser confirmada cuidadosamente antes de correr el programa. El posicionamiento comprende movimientos rápidos. Si la herramienta choca contra con la pieza de trabajo, esto puede causar daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

3. **Funciones que Utilizan el Eje Rotatorio**._ Cuando se programe interpolaciones en coordenadas polares o en control dirección-norma (perpendicular), prestar mucha atención a la velocidad del eje rotacional. Una programación incorrecta puede producir que la velocidad de giro del eje sea excesivamente alta, lo cual generaría fuerzas centrífugas que causarían la pérdida del agarre de las mordazas sobre la pieza de trabajo. Esta situación indeseada causaría daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

4. **Conversión Entre Sistemas Métrico/Ingles**._ Cambiar entre sistemas métrico e ingles no produce la conversión de los valores de medida como la posición del origen de pieza, los parámetros, y la posición actual. Antes de prender la máquina, determinar qué sistema de unidades se usará. Intentar realizar cualquier operación con datos inválidos puede causar daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

5. **Control de Velocidad de Superficie Constante**._ Cuando un eje sujeto a un control de velocidad de superficie constante se aproxime al origen de pieza, la velocidad del husillo puede tornarse excesivamente alta. Por tanto, es necesario que se especifique una velocidad máxima permisible. Establecer la máxima velocidad permitida incorrectamente puede causar daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

6. **Revisión de Carreras**._ Después de prender la máquina, realizar un retorno manual a la posición de referencia, en la medida en que esto sea necesario. La revisión de las carreras no es posible si antes no se realiza esta operación. Tener en cuenta que si la revisión de carreras esta desactivada, no se disparará una alarma cuando los limites de carrera sean excedidos, posiblemente causando daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

7. **Revisión Post-Interferencia de la Herramienta**._ La revisión post-interferencia de la herramienta se realiza en base a los datos especificados durante el ciclo automático. Si las especificaciones no concuerdan con la herramienta que se está usando, no se realizará correctamente la revisión de la interferencia, posiblemente causando daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario. Después de prender la máquina, o de seleccionar manualmente la herramienta, iniciar siempre el ciclo automático y establezca el número de la herramienta que se está usando.

8. **Modo Absoluto/Incremental**._ Si un programa creado con valores absolutos se corre en modo incremental, o viceversa, la máquina se comportará de una manera inesperada.

9. **Selección del Plano**._ Si se selecciona un plano incorrecto para realizar una interpolación circular, helicoidal, o un ciclo cilíndrico, la máquina se comportará de una manera inesperada. Remitirse a las descripciones de estas funciones para más información.

10. **Fijación del Límite de Torque**._ Antes de intentar una variación de límite de torque, aplicar el torque límite. Si se especifica una variación del límite de torque sin que el torque limite este aplicándose, se ejecutaran los comandos de movimiento sin la necesaria variación.

11. **Imagen de Espejo Programable**._ Tener siempre presente que las operaciones programadas varían considerablemente cuando se establece una programación por imagen de espejo.

12. **Función de Compensación**._ Si un comando basado en el sistema de coordenadas de la máquina o un comando de retorno a la posición de referencia es usado en el modo de función de compensación, esta compensación es cancelada temporalmente, produciendo así un comportamiento inesperado de la máquina. Antes de usar cualquiera de los comandos nombrados, cancele siempre el modo de función de compensación.

d. Advertencias y Precauciones Relativas al Manejo Manual

13. **Operación Manual**._ Cuando se opera la máquina manualmente, determinar la posición actual de la herramienta y de la pieza de trabajo, y asegurarse de que el movimiento del eje, la dirección, y la velocidad han sido especificados correctamente. La operación incorrecta de la máquina puede causar daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

14. **Retorno Manual a la Posición de Referencia**._ Después de encender la máquina, realizar un retorno manual a la posición de referencia, en la medida en que esto sea necesario. Si la máquina se maneja sin realizar antes un retorno manual a la posición de referencia, esta se comportará de modo inesperado. La revisión de las carreras no es posible si antes no se realiza esta operación. Una operación inesperada de la máquina posiblemente causaría daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

15. **Introducción Manual de Comandos Numéricos**._ Cuando se introduce manualmente comandos numéricos, se debe determinar la posición actual de la herramienta y de la pieza de trabajo, y asegurarse de que el movimiento del eje, la dirección, y la velocidad han sido especificados correctamente, y que el valor introducido es válido. Intentar operar la máquina con un comando no válido posiblemente causaría daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.
16. **Mecanizado Manual**._ Cuando realice mecanizado manual, rotar el asa con un factor de escala alto, como 100, causa que la mesa se mueva muy rápido. Un manejo descuidado de esta operación puede causar daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

17. **Operación de Preselección del Origen._** Básicamente, nunca debe intentarse una operación de preselección del origen cuando la máquina este operando bajo el control de un programa. De otra forma, la máquina se comportará de manera inesperada, posiblemente causando daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

18. **Cambio de Sistema Coordenado de la Pieza de Trabajo**._ La intervención manual, el seguro de máquina, o la imagen de espejo pueden cambiar el sistema coordenado de la pieza. Antes de intentar operar la máquina bajo el control de un programa, verifique el sistema de coordenadas cuidadosamente. Si la máquina se opera bajo el control de un programa sin hacer la modificaciones para cualquier cambio en el sistema de coordenadas de la pieza de trabajo, la máquina puede comportarse de forma inesperada, posiblemente causando daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

19. **Panel de Operación por Software y Botones del Menú**._ Usando el panel de operación por software y los botones del menú, en combinación con el panel MDI, es posible especificar operaciones que no soporta el panel del operador de la máquina, como cambios de modo, cambio del valor de compensación, y comandos de movimiento continuo. Sin embargo, si las teclas del panel MDI son usadas inadvertidamente, la máquina puede comportarse de forma inesperada, posiblemente causando daños a la herramienta, la máquina, la pieza de trabajo, o heridas al operario.

20. **Intervención Manual**._ Si se realiza una intervención manual durante la operación programada de la máquina, el recorrido de la herramienta variará cuando la máquina vuelva a iniciar la marcha. Antes de esto, verifique los valores de los interruptores absolutos manuales, los parámetros, y el comando del modo absoluto/incremental.

21. **Mecanizado Continuo, Compensación y Bloque Simple**._ Las funciones de mecanizado continuo, compensación y bloque simple pueden ser deshabilitadas usando el macro de configuración de la variable del sistema #3004. Se debe ser cuidadoso cuando opere la máquina en este estado.

22. **Ciclos en Vacio**._ Usualmente, se usa un ciclo en vacio para confirmar la operación de la máquina. Durante este, la máquina opera a velocidad de ciclo en vacio, la cual difiere de la velocidad de mecanizado programada. Esta velocidad puede ser en algunas ocasiones mayor que la velocidad de mecanizado programada.

23. **Radios de Compensación de la Boquilla y de la Herramienta en Modo MDI**._ Prestar mucha atención al recorrido de la herramienta especificado a través de comandos en el modo MDI, en este no se aplican los radios de compensación de la boquilla y de la herramienta. Cuando se introduce un comando a través del MDI para interrumpir una operación automática en el modo de compensación, este muy atento al recorrido de la herramienta cuando se vuelva a iniciar el movimiento de la máquina. Se remite a la descripción de las funciones correspondientes para más detalles.

24. **Edición de Programas**._ Si la máquina es detenida, y se realiza un cambio al programa (se modifica, inserta o se borra), esta se comportará de un modo inesperado si el reinicie el movimiento de la máquina bajo el control de este programa. Básicamente, no se cambian los comandos del programa mientras que este en ejecución.

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 1 / 16



Maquina-Equipo:	Centro de Mecanizado	**Marca:**	Leadwell
Serie No:		**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	LI-LM-CN-002
Representante:	UPS	**Tipo:**	Equipo
Caracteristicas Generales			
Altura:	1850 m	**Peso:**	kg
Ancho:	2900 m	**Volumen:**	m3
Largo:	1200 m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Husillo	LEADWELL	900306500P	1		**HOJA 2**
Cabezal	LEADWELL	V11001040P	1		**HOJA 3**
Columna	LEADWELL	V21001020P	1		**HOJA 4**
Base y carro de bancada	LEADWELL	V31000810P	1		**HOJA 5**
Cambiador automático de herramientas (tambor)	LEADWELL	8340014000	1		**HOJA 6**
Cambiador automático de herramientas (brazo)	LEADWELL	V91000760P	1		**HOJA 7**
Unidad Neumática	LEADWELL	VW18000203	1		**HOJA 8**
Transmisión Eje X	LEADWELL	V82100740P	1		**HOJA 9**
Transmisión Eje Y	LEADWELL	V82200740P	1		**HOJA 10**

Transmisión Eje Z	LEADWELL	V8301150P	1		**HOJA 11**
Cabina de operación	LEADWELL	V74201300P	1		**HOJA 12**
Cabina electrica	LEADWELL	V7400026AP	1		**HOJA 13**
Carcasa	LEADWELL	V74501420P	1		**HOJA 14**
Tanque de refrigerante	LEADWELL	VW1900730P	1		**HOJA 15**
Unidad de Lubricación	LEADWELL	VW1690100P	1		**HOJA 16**
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 2 /16



Maquina-Equipo:	Husillo	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	900306500P	**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Sensor de giro		2490214000	1	220		
Elementos Electricos						
Enchufe	NIKKEN 40	3850006000	1			V 25
Bracker	NIKKEN 40	2950018000	1			
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Chaveta del eje	LEADWELL	2500051000	2			
Retén	LEADWELL	1470081000	1			Purga de aire
Collarin de refrigeracion	LEADWELL	1420003040	1			
Eje de la pluma	LEADWELL	1400024050	1			VMC25 V0P
Pinza	LEADWELL	L02AD30P40	1			MAS P40T-01
Calce	LEADWELL	2410825000	1			
Rodamiento del eje	LEADWELL	C01AA09110	1			2MM9110WIDULFS660
Polea del eje	LEADWELL	1240027010	1			V 20 / 46 T
Tuerca de fijación	LEADWELL	A1200YSK50	1	M50 x 1,5		YSK-M50XP1,5
Eje	LEADWELL	1050130000	1			
Barra de tracción	LEADWELL	1060059000	1			

Rodamiento de bolas	LEADWELL	C01AB09112	1		2MM9112WIDULFS660
Separador	LEADWELL	1440616000	2	De=32, DI=16, X5T	
Barra de tracción	LEADWELL	1060061000	1		V 20
Boquilla de refrigerante	LEADWELL	D20ADN1420	1	1/4 in	NNPT 1/4-20L
Disco del muelle	LEADWELL	A18AA00000	98	31,5 x16,3x1,75T	
Asiento	LEADWELL	2950233T00	1		V 20
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 3 /16



Maquina-Equipo:	Cabezal	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	V11001040P	**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Micro interruptor		G05AB05202	1	220		LDV-5202
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Junta Tipo I	LEADWELL	D12L383876	1	3/8 in		3/8 "PT-3/8" PT-76L
Bloque de soporte de cts	LEADWELL	1831927T00	1			V 20
Palanca	LEADWELL	1040003T00	1			V 20
Cubierta	LEADWELL	2002813T00	1	3 mm		V 20
Soporte	LEADWELL	1800480000	1			V 20
Junta giratoria	LEADWELL	H15AC00637	1			GXA00
Regleta soporte	LEADWELL	2230019020	1			V 20
Regleta soporte	LEADWELL	2230018040	1			V 20
Cabezal	LEADWELL	2002382020	1	1,6 mm		
Refuerzo de liberacion del cilindro	LEADWELL	H04AA3T013	1			3 tons / L50x13L/ f100
Soporte	LEADWELL	1812041010	1			V 20
Soporte eje Z	LEADWELL	2520153010	1			V 20

Plataforma del motor		LEADWELL	1740325T00	1		V 20
Polea del motor		LEADWELL	1210692T00	1		HTD/46T/1000RPM
Accesorios		**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Motores Electricos						
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación						
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas						

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 4 /16



Maquina-Equipo:	Columna	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	V21001020P	**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Cubierta de la polea del eje Z	LEADWELL	2000250010	1	2 mm	
Plataforma del eje Z	LEADWELL	3502185040	1		V 20
Columna	LEADWELL	0200071000	1		V 20
Tornillo de fijación		2620005000	1	M20X2,5X55	M20XP2,5X55L

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 5 /16



Maquina-Equipo:	Base y carro de bancada	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	V31000810P	**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Guía de movimiento lineal	LEADWELL	C07AY30950	1		BRH30BL2L950PZ2 II
Pasador		A20AA06020	44	f6X20L	
Guía de movimiento lineal	LEADWELL	C07AY30745	1		BRH30CL2L745PZ2 II
Soporte de cubierta telescopica, eje Y	LEADWELL	1831668000	2		
Proteccion delantera telescópica, eje Y	LEADWELL	8020105000	1	2 mm	V 20 - TDC
Soporte de corredera de la tuberia		1811802000	1	2 mm	
Mesa	LEADWELL	500084010	1		V 20
Proteccion delantera telescópica, eje X	LEADWELL	8010167000	2	2 mm	V 20 - TDC
Base	LEADWELL	300071020	1		V 20
Transportador de virutas	LEADWELL	4010101T00	1		V 20
Soporte de cubierta telescopica, eje X	LEADWELL	1811967000	2	3 mm	

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Base	GF	8	220				GF-100-50-S-1 / G03Al00000
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 6 / 16



Maquina-Equipo:	Cambiador automatico de herramienta (tambor)	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	8340014000	**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Sensor			3			3RG4010-0AB00
Sensor de localización		MT420018	1			
Elementos Electricos						
Switch			2	48	2	SHL-Q2255 DC12
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Riel Guía	LEADWELL	MT416004	2			
Anillo separador	LEADWELL	MT416122	2			
Manga guia de acero	LEADWELL	LM355270-UU	4			
Retén		R52	4			
Cilindro neumático			1	63x255		
Plato fijo	LEADWELL	MT420558	1			
Cubierta del magazine de herramientas	LEADWELL	MT420336	1			
Puerta de seguridad	LEADWELL	MT420305	1	f 10X35L		
Pasador			2			
Eje de fijación	LEADWELL	MT416008	1			
Soporte baja presión	LEADWELL	MT422404	1			

Rodamientos de cilindros cónicos			2		32015
Plato divisor	LEADWELL	MT420301	1		
Magazine de herramientas	LEADWELL	MT420101	1		
Rodamiento rígido de bolas			2		6004 ZZ
Caja de reducción	LEADWELL		1		5GN25K
Brazo oscilante	LEADWELL	MT420303-1	1		
Brazo oscilante	LEADWELL	MT420303-2	1		
Anillo separador	LEADWELL	MT420407	1		
Biela		MT420406	1		
Placa de leva	LEADWELL	MT420304	1		
Rodillo de leva	LEADWELL		1		
Bloque de fijación de herramienta	LEADWELL	MT416013	20		
Portaherramientas		MT422402	20		BT (MT4224013CT)
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
	5RK60GN-APTs		220				5RK60GN-APTs

Lubricación

Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 7 / 16



Maquina-Equipo:	Cambiador automatico de herramienta (brazo)	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	V91000760P	**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Enlace de soporte fijo	LEADWELL	0920098000	1		
Magazine de herraminetas y final del brazo del eje Y	LEADWELL	8170033000	1		
Brazo y caja de transmisión del eje Y	LEADWELL	8170018010	1		

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
	5RK60GN-APTs		220				5RK60GN-APTs

Lubricación

Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

Notas

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 8 /16



Maquina-Equipo:	Unidad Neumática	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	V21001020P	**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Válvula de control de velocidad		H07AAC22128	1		
Boquilla de entreda de refrigerante	LEADWELL	2950026010	1		
Distribuir de aceite		D21AA001S4	1		
Válvula de control de velocidad		H07AAC22118	1		
Junta rápida tipo Y	LEADWELL	D15ACY0802	1		

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación

Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 9 /16



Maquina-Equipo:	Transmisión Eje X	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	V82100740P	**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Caja de engranes		10174010	1		
Cubierta	LEADWELL	2002883000	1	1,5 mm	V 20
Cubierta Eje X	LEADWELL	2020643000	1		V 20 & TDC-510
Acople			1		SFC-060SA /f 18/16T
Rodamiento de bolas		B01AB06205	2		62052RSR
Tornillo de bola, eje X		1120109010	1		R32-12B1-FSWC-671-829-0,008
Retén para aceite		E03DA3252	1		DA-f 32Xf 52X11
Rodamiento de bolas	NSK	C05AN2562B	1		25TAC62B (2/)
Separador	LEADWELL	1440748000	1		V 20 &TDC-510
Tuerca de fijación	YSF	A12AEP0025	1	M25X1,5	
Acople			1		SFC-080DA /f 18/24

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 10 /16



Maquina-Equipo:	Transmisión Eje Y	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	V822200740P	**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Caja de Rodamiento rigido de bolas	MCV	0001002070	1		610/1000/2000
Retén de aceite	TCC	E03DA32045	1		TCC f 32f 45f 8
Rodamiento de bolas	NSK	C05AN2562B	1		25TAC62B (2/)
Rodamiento rígido de bolas		B01AB06305	2		6305 ZZ
Tornillo de bola		C082321064	1		R32-12B1FSW-505-1064
Tuerca de fijación	YSF	A12AEP0025	1	M25X1,5	
Acople	SFC	F02ASF1816	1		SFC-060SA /f 18/16T
Soporte de la corredera de la tubería	LEADWELL	1811802000	1		
Acople		F08ASG1824	1		SFC-080DA /f 18/24
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 11 /16



Maquina-Equipo:	Transmisión Eje z	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	V8301150P	**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Breaker	RSA	G33AE00116	1	90		RSA 100/897.20X.0 - f 30
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Caja de Rodamiento rigido de bolas	MCV	0050183020	1			
Retén de aceite		E030425508	1	42X55X8		
Rodamiento de bolas	BS35	C05AM3572D	1			BS35/72/15,P4A,DUM
Tornillo de bola		1120089000	1			f 40x998l/V-20(Zb)
Acople	SFC	F08ASG3032	1			SFC-080DA /f 30/f 32
Acople		F08ASG3024	1			SFC-080DA /f 18/24
Asiento de motor	LEADWELL	12700163T00	1			802D-L / V 20
Asiento Fijo	LEADWELL	1700156T00	1			
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 12/16



Maquina-Equipo:	Cabina de operación	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	V74201300P	**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Luz de alarma doble		G10AC00101	1	12 DC		Modelo: LTE
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Eje	LEADWELL	1330046020	1	f124		
Cabina de operación	LEADWELL	3050301020	1			V <704>
Anillo de desgaste		1330045020	1	Diam: f124		
Manija		J09AE69500	1	M8X500L		E-695009
Cubierta	LEADWELL		1	espesor=2 mm		
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 13 /16



Maquina-Equipo:	Cabina eléctrica	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	V7400026AP	**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Breaker	RSA	G33AE00116	1	90		RSA 100/897.20X.0 - f 30
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Caja de cableado del circuito		3030577010	1			
Gabinete de control electrico		3000174000	1	espesor= 2mm		8040153 V-20 (64M)
Seguro de la puerta	LTC	J09AC0C403	1			C-403
Maquina de aire acondicionado	CA	L050CA2S00	1			CA-2S (hy)
Cubierta	LEADWELL	2003001000	1	espesor= 1,5 mm		V 20 / TDC-510
Plataforma fija	LEADWELL	1812529000	1			
Soporte de la cabina electrica	LEADWELL	1812038000	1			V 20
Estructura de la puerta	LEADWELL	3010195000	1	espesor= 2 mm		
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 14 /16



Maquina-Equipo:	Carcasa	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	V74501420P	**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						
Luz de trabajo	HT	G0900HTS81	1			HT-S81
Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**
Puerta lateral		3810022030	2	espesor= 10mm		Acrílico
Ventana de la puerta principal		3810227010	1	espesor= 6mm		Acrílico
Manija	LEADWELL	4210044010	1	1,6 mm		
Guarda	LEADWELL	3502206010	1			V 20 / 7035A
Cubierta	LEADWELL	2002450000	1			V 20
Junta de presentación		3520515000	1			2 t
Rodamiento de bolas		B01AB06200	4			6200 ZZ
Retén (agujero)		A240000R28	2			R-28
Polea inferior	LEADWELL	1240002030	2			
Rodamiento de bolas		B01AB06001	2			6001 ZZ
Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**		**Observaciones**

Motores Electricos							
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación							
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**	
Notas							

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 15 /16



Maquina-Equipo:	Tanque de refrigerante	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	VW1900730P	**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Bandeja		3510198000	1		V 20
Medidor de nivel de aceite	LS	H23000LS03	1	3 in	LS-3"
Bomba centrífuga		G1500T4T2K	1		TPH4T2K
Ruedas		J11AB0003E	4	3 in	
Tanque		3250153030	1		
Junta galvanizada tipo L		D11AB05454	2		1-1/4"PT-90"
Junta fija tipo I		D12AB1E1S4	2		1-1/4"PT-1-1/4"PT
Válvula de bola		D18001E1S4	1	1 / 1/4 "	
Haz de tubos		D05AA1E1S4	2	1 / 1/4 "	
Junta fija tipo I		D17AA54054	2		1-1/4"PT-1-1/4"PT
Válvula check		D190S1E1S4	1		1-1/4"Pt / con resorte
Haz de tubos		D05AA003S4	2	3/4 "	

Válvula de bola			D1800003S4	1	3/4"PT	
Junta fija tipo I			D12AB0341E	1	3/4"PT-1"PT	
Junta fija tipo T			D14AA0001E	1	1"PT	
Accesorios		**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Motores Electricos						
Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**
Lubricación						
Mecanismo		**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas						

LABORATORIO DE INGENIERIAS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA-EQUIPO-DISPOSITIVO

H 16 /16



Maquina-Equipo:	Unidad de Lurbicación	**Marca:**	Leadwell
Serie No:	VW1690100P	**Modelo:**	V 20
Ubicación:	Laboratorio de Ingenierias	**Sección:**	CNC
Fabricante:	Leadwell	**Codigo:**	
Representante:	UPS	**Tipo:**	
Caracteristicas Generales			
Altura:	m	**Peso:**	kg
Ancho:	m	**Volumen:**	m3
Largo:	m	**Condición:**	**Buena**
Equipo-herramientas-Accesorios:			

Elementos Electronicos	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Observaciones**
Elementos Electricos						

Elementos Varios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**
Junta rápida tipo L		D15AB00401	2	1/8"PT	
Tubo de cobre		D020000004	1	f 4	
Junta rápida tipo I		D15AA00401	4	1/8"PT	
Distribuidor		D2100000A3	2		A3 (PKD-4)
Junta para aceite		D23000CPV2	10	M8xM8	DPB2 / 5-4
Distribuidor		D2100000A8	1		A8
Manguera de nylon		D01AE00004	7	f 4 X f 2	

Accesorios	**Marca**	**Referencia / Serial**	**Cantidad**	**Dimensiones**	**Observaciones**

Motores Electricos

Ubicación	**Marca**	**Potencia Hp**	**Voltaje**	**Amperaje**	**Revolución**	**Fase**	**Observaciones**

Lubricación					
Mecanismo	**Tipo**	**Marca**	**Referencia**	**Cantidad**	**Observaciones**
Notas					

CAPÍTULO III

ESTRUCTURA Y ELABORACION DE LAS GUIAS DE PRÁCTICAS PARA LABORATORIO.

3.1 METODOLOGIA DE LA EDUCACION.

El mundo actual está siendo convulsionado por grandes cambios: apertura comercial, competitividad internacional creciente y agresiva, globalización, desarrollo científico y tecnológico acelerados, entre otros. Las sociedades han entrado a un proceso de modernización sin precedentes y las políticas educativas actuales deberán responder a estos cambios con la mayor eficacia posible, como fenómeno íntimamente relacionado con los procesos sociales, como componente dinámico de consolidación del bienestar del ser humano. Deberán satisfacerse los principios originales de la educación como proceso dentro de la sociedad que transmite la cultura, los valores, normas, pautas de comportamiento y conocimientos científicos y tecnológicos.

La educación refleja las condiciones en que se encuentran las sociedades en las que se realiza. En muchos países la educación superior ha dado solamente respuestas parciales al desafío de contribuir al desarrollo que conlleve el ascenso de la calidad de vida de la población, permaneciendo en algunos casos como un factor que agrava las desigualdades. La educación superior en general, y en particular, la educación en ingeniería; deberá adoptar un papel protagónico en el proceso de desarrollo para el próximo milenio, a través de:

- ✓ El rescate e investigación de la historia, tradiciones, ideas e identidad.
- ✓ La identificación de objetivos cuyo cumplimiento responda a la solución de problemas regionales, nacionales y mundiales; presentes y futuros.
- ✓ El rescate y consolidación de los valores en la sociedad y de la formación humana de los educandos.
- ✓ Sentar las bases para el desarrollo sostenible mediante la transferencia y desarrollo de una infraestructura tecnológica y sobre todo científica.
- ✓ Manejo eficaz y eficiente de los recursos destinados a la educación.
- ✓ Reorganización de la estructura de los sistemas educativos nacionales para realizar los objetivos anteriores.

En el sistema educativo universitario, la modalidad más frecuente es la lección teórica, estrategia que por sí sola no es muy recomendable para favorecer el aprendizaje autónomo del estudiante. Según autores como Mario de Miguel Díaz, Eduardo García Jiménez y Clemente Lobato Fraile los métodos más reconocidos como “buenas prácticas docentes” y que se consideran más idóneos para utilizar en el ámbito universitario son:

- ❖ Método expositivo/lección magistral,

- ❖ Estudio de casos,
- ❖ Resolución de ejercicios y problemas,
- ❖ Aprendizaje basado en problemas,
- ❖ Aprendizaje orientado a proyectos,
- ❖ Aprendizaje cooperativo.

Es muy poca la información disponible sobre la pedagogía universitaria en el Ecuador. Si bien es indudable que muchas de las universidades públicas y privadas tienen una historia rica en experiencias, iniciativas y logros que han ido definiendo su estructura y su perfil académico, son muy pocos los testimonios y menos los informes de estudios sistemáticos realizados para dar cuenta de ellos y de su impacto.

Finalmente, como ventajas y desventajas de las metodologías y enfoques pedagógicos actualmente empleados podemos citar:

- Mejoramiento de la calidad de la educación.
- Implementación de las propuestas de modernización y acreditación integral de las universidades.
- Incremento de los procesos de educación continua, educación a distancia y virtual.
- Incorporación de los estudiantes en la producción y aplicación de conocimientos
- Mayor vinculación de la universidad con las empresas y organizaciones sociales de su entorno.
- Crecimiento del bilingüismo y polilingüismo.
- Incremento del uso de las telecomunicaciones, redes de información, Internet y productos informáticos para facilitar y potenciar los procesos educativos.
- Consolidación de alianzas y convenios para la capacitación e investigación científica.
- Disminución de la competitividad y financiación para la investigación universitaria.

En resumen, si los paradigmas educativos cambian, pues entonces toda la planificación del proceso pedagógico también cambia y con ello la metodología, las técnicas, el sistema de evaluación y por supuesto los medios más eficaces que van a conducir a optimizar el tiempo y labor educativa, haciendo un uso acertado de la tecnología en el ámbito educativo.

3.1.1 Nueva visión para la educación en Ingeniería

La esencia de una profesión junto con su enseñanza están relacionadas en un circulo de causa – efecto, es decir que el correcto desenvolvimiento de un profesional en su área de

trabajo está en íntima relación con la manera en que fue educado o fueron impartidos los conocimientos.

El paulatino avance de la técnica y de los procedimientos sistemáticos en todas las actividades humanas hacen que las funciones, así como sus características, no delimiten con la suficiente nitidez la Ingeniería respecto a otras profesiones, por lo tanto cabe la pregunta ¿Qué es ingeniería?

Según el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, ingeniería es el "*Estudio y aplicación, por especialistas, de las diversas ramas de la tecnología*"[1], mientras que Jorge Mario Uribe Wills[2] define ingeniería como "*el arte de tomar una serie de decisiones importantes, dado un conjunto de datos incompletos e inexactos, con el fin de obtener para un cierto problema, de entre las posibles soluciones, aquella que funcione de manera más satisfactoria.*", considerando los dos conceptos mencionados anteriormente, se puede asumir que la ingeniería es partir desde un grupo de datos, situaciones o hechos para encontrar una solución aplicable a un problema por medio del uso del ingenio, de las ciencias como las matemáticas, físicas, etc.; y que la solución hallada sea ajustable a la realidad.

Tomando a la Ingeniería como profesión que complementa los conocimientos para hallar soluciones, se observa que posee dos funciones principales que deben guiar el perfil de un profesional, tales funciones son:

- Resolver eficazmente problemas complejos, de una forma metódica.
- Realizar eficazmente tareas complejas, de una forma ordenada.

Las dos funciones tienden a ser confundidas dada su naturaleza práctica. Indudablemente, en la práctica, la resolución de problemas requiere tareas y la realización de una tarea necesita el planteamiento de problemas, dichas tareas pueden ser complejas como sencillas, entre ellas se tienen el análisis, diseño, planificación, innovación, optimización, mantenimiento, entre otras, lo cual sienta las bases para el perfil de un ingeniero, el mismo que debe crear, mejorar, gestionar, mantener y adaptar sistemas o procesos o procedimientos al mundo industrial que lo circunda de manera sistemática.

[1] http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=ingeniería
[2] http://ingenieria.udea.edu.co/profesores/jorgemariouribe/concepto_ingenieria.doc

El uso intensivo de modelos basados en leyes fundamentales y la importancia de obtener resultados reales exactos y verificables, generan que al profesional en Ingeniería se le exija mayor precisión y fiabilidad de resultados que a otros profesionales en otras disciplinas que emplean de igual manera modelos complejos y leyes fundamentales, la diferencia se marca en que la Ingeniería se apoya en leyes esenciales de confianza, no obstante en otras ramas de la ciencia como Sociología o Economía debido a que se basan en leyes fundamentales pero que varían su interpretación según la realidad a las que se aplican como el mercado o el comportamiento humano.

Sea cual fuere la rama de la ingeniería, todas poseen las mismas características sin importar su aplicación a la realidad. La aplicación práctica de soluciones, la complejidad de los problemas a resolver, la forma ordenada y metódica de realizar procesos, la fiabilidad de modelos y la exigencia en la veracidad de resultados.

3.1.1.1 Educación en Ingeniería

La enseñanza en ingeniería está atravesando un tiempo crítico, tanto para la definición del campo de aplicación de la profesión como el método de enseñanza aprendizaje que se da en los centros de educación superior. Existe actualmente una gran contradicción sobre formar profesionales y formar científicos, lo cual dilata aun más las dificultades presentes en el panorama actual. Los avances científicos y tecnológicos se incorporan cada vez más deprisa a la profesión, siendo necesario el desarrollo de actividades como la investigación, desarrollo y la innovación, lo cual enfatiza la conexión tan estrecha que existe entre profesión y ciencia.

El término *Ingeniería* es aquel que da prestigio a la ciencia que se estudia, por lo cual, nuevas tanto como antiguas actividades pretenden poseer el epíteto de Ingeniería, más esto puede llevar a que el término se devalúe por un uso excesivo.

En nuestros días, la instrucción en la Ingeniería está inmersa en una querella constante. Se debate sobre ingenierías, diplomados y tecnologías, así como sobre ingenierías técnicas y superiores. Se debate sobre la normalización de las mallas de estudios a escala latinoamericana, europea e incluso mundial, y sobre el rol de las universidades en el reconocimiento de capacidades y atribuciones profesionales. En conclusión, se cuestionan los perfiles profesionales que se necesita en la sociedad y la cantidad de profesionales que se requieren de cada perfil.

La enseñanza de una profesión precisa equilibrio entre los conocimientos impartidos necesarios para el desempeño de la carrera y las actividades a desarrollar por parte de los estudiantes, de igual manera se requiere la transferencia de los valores y actitudes propios de la profesión, por lo tanto, es imperioso formar al profesional en competencias, valores y actitudes, ya que se tiene una responsabilidad social al asegurar quien es o no es ingeniero debido a que el trabajo ingenieril se desarrolla en ambientes exigentes con respecto a resultados prácticos de calidad en situaciones, a veces, inesperadas y es preciso recordar que en la industria se trabaja en equipo, en un entorno competitivo y cooperativo pero que conlleva intrínsecamente fuertes responsabilidades individuales, por lo tanto, las normas académicas y los docentes deben preparar al alumno para un ambiente laboral.

Para alcanzar resultados óptimos en cuanto a profesionales preparados para el campo laboral y su desenvolvimiento adecuado, se debe dar importancia a los plazos, la carga de trabajo individual y cooperativo y el enfrentamiento de los estudiantes a situaciones distintas a las habituales, considerando que el entorno adecuado para dicha preparación es aquel donde se maneje la teoría conjuntamente con la práctica y de esta manera lograr la comprensión total de las ciencias.

En la enseñanza e la ingeniería existen cuatro aspectos que deben seguirse de manera paralela pero con distinta importancia con respecto a su jerarquía dentro del perfil del ingeniero.

a. *Formación Teórica.*

Dentro de este apartado, se considera fundamental procurar la selección correcta del profesorado y los programas académicos que rigen la carrera de ingeniería, sea cual fuere su campo de estudio.

Se recomienda que durante los años de especialización de un estudiante en su rama de ingeniería, este tenga más contacto con profesores ingenieros que tengan contacto directo con la industria y la profesión.

b. *Formación Práctica*

Para la formación práctica se considera la evaluación de los trabajos ya sean individuales o colectivos, prácticas de laboratorios, pasantías, etc.; en este punto de la formación es necesario elegir docentes que estén en constante contacto con

herramientas o equipos, es decir, que estén en actualización en cuanto al uso de dispositivos para apoyar la base teórica dictada en clases.

c. *Proyección exterior*

Hace referencia al acercamiento que el estudiante debe tener con la industria, es decir actividades universidad-empresa, ya sean visitas, cursos, entre otros. Realizar prácticas en empresas por los estudiantes, intercambios con universidades del exterior por medio de las redes de intercambio mundiales, todo esto genera que el alumno tenga contacto con realidades distintas y conozca que situaciones pueden ser parte de su futuro ambiente laboral.

d. *Formación Integral*

Parte de la formación integral se alcanza combinando la teoría, práctica y las relaciones externas que se dan en la instrucción, más como plataforma de partida se entiende también que la formación integral de un ingeniero comprende el área humana, es decir, actividades extra académicas, asignaturas optativas y/o interdisciplinares que le permitan al alumno relacionarse con otras personas y otros saberes, así como la selección adecuada de docentes que transmitan formas de pensar, actuar y concebir la ingeniería y su relación directa con la sociedad y su desarrollo.

El problema principal de la enseñanza en la ingeniería es cómo lograr una formación de calidad con bajo índice de fracaso escolar pero la única manera de formar profesionales para el ambiente de trabajo que se da hoy en la industria es incorporarlos a la exigencia que se espera de ellos dentro del mercado laboral, así no es justificable el esperar que al obtener el título o ingresar al campo profesional provoque en el nuevo ingeniero un cambio de actitud.

3.1.1.2 Modelo Educativo Actual

Se puede asegurar que educar es formar al individuo en todos los ámbitos de su desarrollo personal por medio de la creación de medios adecuados para el aprendizaje de conocimientos, desarrollo de habilidades y de la conciencia humana a los niveles máximos posibles, tal como expresa la misión de la Universidad Politécnica Salesiana, formar “buenos cristianos y honrados ciudadanos”.

La ciencia y la tecnología son elementos distintivos del desarrollo, por lo que se requiere reformar a las universidades y centros de investigación para asegurar el ingreso a la alta tecnología, consolidar el desarrollo tecnológico a largo plazo a través de la transferencia e infraestructura en ciencias, asegurar la calidad de los proyectos científicos, y tecnológicos y mantener una comunicación permanente con la ciencia internacional. Es necesaria la planeación a largo plazo que promueva el desarrollo sostenible mediante estrategias que resuelvan efectivamente el problema de la elevada dependencia tecnológica y el subdesarrollo.

Para poder describir algunos de los modelos utilizados en la enseñanza de la ingeniería, primero es necesario identificar lo que puede caracterizar a un modelo educativo y lo que se entiende por aprendizaje.

Modelo Educativo

Es el conjunto de acciones especialmente organizadas para lograr el aprendizaje de un tema, materia o actividad en un tiempo determinado[3].

Las acciones organizadas para lograr el aprendizaje, pueden ser presentadas por medio de la importancia que se da a los actores o componentes que intervienen o componen lo que se ha llamado proceso de *enseñanza-aprendizaje.* Dichos involucrados que conforman al proceso antes mencionado son:

1) Los sujetos que van a aprender (alumnos)

2) Los sujetos que van a enseñar (los docentes)

3) Los contenidos que se van a enseñar

En función de estos términos podemos distinguir dos formas de enseñanza:

- *Aquella que está centrada en el maestro.*

Se considera que el éxito de los cursos se da por la asistencia permanente de los alumnos a clases y las calificaciones en los exámenes. Cumplir en tiempo lo que los planes de estudio

[3] http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1492/1/CD-2174.pdf

señalan es muy importante por lo que los estudiantes deberán aprender todo en el tiempo que los planeadores señalaron como adecuado.

- *Aquella que se centra el éxito del aprendizaje en lo que los alumnos quieren aprender*.

Los estudiantes deciden qué aprender, la forma en la que lo quieren aprender y cuándo ya lo aprendieron, los maestros deberán participar resolviendo las dudas de los alumnos y llevando un registro de sus logros.

En estas formas de enseñanza siempre se debe tener en consideración el efecto social que se da en las escuelas y sus aulas, efecto que influye mucho en algunos aspectos relacionados con el aprendizaje o lo que se enseña.

Aprendizaje

Es interesante analizar algunas definiciones de aprender y aprendizaje, por ello a continuación se presentan algunas:

- *Adquirir el conocimiento de algo por medio del estudio o la experiencia //2. Concebir algo por las meras apariencias, o con poco fundamento //3. Tomar algo en la memoria*.[4]

El aprendizaje puede estar definido de diferentes maneras, pero en realidad todas tienen que ver con el aumento del conocimiento sobre algo. Todo esto es aparentemente trivial, pero existe una gran problemática sobre el aprendizaje, ya que a ciencia cierta no sabemos cómo ni cuánto se aprende o si lo aprendido va a ser retenido en nuestra mente por mucho o poco tiempo; tampoco sabemos si cuando necesitemos determinado conocimiento, lo vamos a encontrar en nuestra inteligencia y utilizarlo en lo que se requiere. Hay ámbitos en los que siempre existirá la duda sobre si se tiene la capacidad o habilidad de transferir los conocimientos a otras situaciones, por lo que el concepto de aprendizaje es vital en la enseñanza de la ingeniería.

Así como existen varias formas de describir el proceso de enseñanza-aprendizaje, también existen varios estilos del mismo y éstos están más en función de las características de los alumnos, que las de los maestros o instituciones educativas.

Se puede decir que se han identificado cuatro estilos de aprendizaje en los que la mayoría de los individuos se mueven, estos son:

[4] http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=aprendizaje

1. *Aprendizaje producto del análisis.*

   En este estilo se encuentran las personas que seleccionan lo que van a aprender ya sea por la provecho en su vida profesional o en su quehacer diario. El interés por aprender se fundamenta en la utilidad, más que por el gusto.

2. *Aprendizaje por la recomendación de otros.*

   Este tipo de aprendizaje se caracteriza porque los alumnos aprenden lo que se les es recomendado aprender por los expertos, en este caso los docentes de las diversas asignaturas.

3. *Aprendizaje práctico.*

   Son los alumnos que primero practican y posteriormente analizan la teoría, construyen su saber con fundamento de lo que sucede en su experimentación y no al revés.

4. *Aprendizaje por descubrimiento.*

   Los alumnos aprenden al experimentar con la modificación de las variables con las que funcionan los dispositivos. Son personas que en la teoría y en la práctica están siempre experimentando y con ello están creando conocimiento.

La verdad es que cada persona aprende como puede lo que necesita o lo que le permiten aprender, por ello es necesario estar consciente de que hay hechos, fenómenos o teorías que se aprenden de una manera y otras de otra, pero que todas se pueden aprender.

3.1.1.3 Reforma según Iniciativa CDIO.

Según Theodore von Karman, "*los científicos descubren el mundo que existe; los ingenieros crean el mundo que nunca existió*", es decir que los ingenieros construyen cosas que son útiles para la sociedad y están comprometidos en casi todos los procesos y todas las áreas de la industria. Los ingenieros están atentos a las necesidades de la sociedad, determinan los problemas que surgen y aseguran la solución de los mismos.

La educación en ingeniería y las demandas del mundo real sobre los ingenieros se han desvinculado en los últimos años. Conscientes de que esta distancia creciente debe acortarse la Dra. Doris Brodue, Directora de Proyectos Especiales de Educación en Ingeniería del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) indicó que, "*actualmente, hay*

grandes cambios en la enseñanza y el aprendizaje, en todas las áreas, de los cuales la Ingeniería no se escapa, y cambios radicales también en la procedencia y orígenes de los estudiantes, por eso es importante innovar y ver un modo de enseñanza más activo"[5], y desarrolló una iniciativa la cual propone potenciar las capacidades del futuro ingeniero desde los primeros pasos de su preparación en las aulas universitarias.

La Iniciativa CDIO se desarrolló con la participación de académicos, la industria, ingenieros y estudiantes. Es universalmente adaptable para todas las escuelas de ingeniería y está siendo adoptado por un número creciente de instituciones educativas de ingeniería de todo el mundo, **actualmente está siendo usado en la industria aeroespacial y en departamentos de física aplicada, ingeniería eléctrica e ingeniería mecánica.**

El proyecto CDIO se fundamenta en cuatro conceptos, los cuales brindan las iniciales para su nombre, los que son la base del tipo de trabajo en que se desenvuelven los ingenieros: **Concebir, Diseñar, Implementar, Operar**. Sobre el cimiento de esos conceptos, se estructura un plan educativo que permite, a quienes se forman en él, tener una mirada de sociedad en torno al significado de información, trabajo y conocimiento renovado para enfrentar el proceso de globalización. Además recomienda mejoras en cuatro ámbitos básicos: *aumentar la enseñanza activa y práctica, hacer hincapié en la formulación y resolución de problemas, en el aprendizaje de conceptos y reforzar los mecanismos de reacción al aprendizaje*[6].

El proyecto CDIO ha sido aplicado a un importante número de universidades y centros de formación en los cinco continentes, por ejemplo, escuelas de ingeniería líderes en USA, Europa, Canadá, Inglaterra, África, Asia, Nueva Zelanda y Chile a nivel sudamericano ya se han unido a la Iniciativa CDIO, una colaboración mundial para concebir y desarrollar una nueva visión de la educación en ingeniería.

El enfoque CDIO se basa en la deducción compartida de que los egresados de ingeniería deberían ser capaces de Concebir, Diseñar, Implementar y Operar sistemas complejos con valor agregado en un ambiente moderno de ingeniería basada en equipos para crear sistemas y productos. Así, esta iniciativa ofrece un modelo educativo que enfatiza los fundamentos de la Ingeniería, en el contexto de los conceptos antes mencionados (CDIO).

La iniciativa CDIO es abundante en proyectos estudiantiles que se complementan con prácticas que garantizan experiencias de aprendizaje en grupos tanto en la sala de clases como en laboratorios.

[5] http://noticias.universia.cl/vida-universitaria/
[6] http://cdio.org

Las metas de la Iniciativa CDIO son:

- Educar a los estudiantes para adquirir un *conocimiento profundo* de los fundamentos técnicos.

- Educar a los ingenieros para ser líderes en la *creación y operación* de nuevos productos y sistemas.

- Educar a los futuros investigadores para comprender la importancia y el *valor estratégico* de su trabajo.

La Iniciativa CDIO fue diseñada específicamente como un modelo que puede ser adaptado y adoptado por escuelas de ingeniería universitarias, debido a que posee un modelo de arquitectura abierta y está disponible para que todos los programas universitarios de ingeniería puedan adaptarlo para sus necesidades específicas.

3.2 ESRUCTURA DE LAS GUIAS DE PRÁCTICAS

Basándose en los principios de la investigación científica y en formatos de prácticas anteriores realizadas en la institución, se presenta la estructura empleada para la presentación de las prácticas de laboratorio.

Se ha considerado la estructura principal de las guías en tres secciones principales que contienen diferentes parámetros, dichas secciones se indican a continuación:

a. Explicación teórica
b. Aplicación Práctica
c. Informe

3.2.1 Estructura Teórica

Consiste en una disertación o en una definición teórica escrita donde el instructor explica los conceptos necesarios para la realización de las prácticas, esta explicación incluye procesos de puesta a punto de equipo, ajuste de parámetros del dispositivo, manejo de software, cálculos a realizarse, entre otros.

3.2.2 Aplicación Práctica

Trata sobre la ejecución de las prácticas dentro de laboratorio en grupos ya coordinados por el docente y el guía de práctica. Cada grupo se encargará de ejecutar el software de control, manejar del equipo e instrumentos de medición, todo esto tomando como referencia la explicación teórica previa.

3.2.3 Informe

El informe es una recopilación de lo realizado durante la práctica y debe culminarse con conclusiones apreciables de lo aprendido y estas a su vez constituirán el aporte de la experiencia a los conocimientos de los estudiantes y se tomarán las necesidades de cada docente dentro del campo de aplicación de la materia.

3.2.4 Componentes de la guía de práctica

La guía de práctica es un documento que se proporciona al estudiante y que será la base de apoyo para el proceso de enseñanza - aprendizaje en el laboratorio, por lo tanto tomando como referencia las diversas prácticas que se han realizado en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana se ha sintetizado el patrón común de la siguiente manera:

3.2.4.1 Objetivo General

Señala la meta final que se desea alcanzar al momento de realizar la práctica o los conocimientos que se desean adquirir luego de la experimentación.

3.2.4.2 Método

Se refiere al método que se empleará para lograr el objetivo general propuesto, ya sea por medio de cálculos, fórmulas, entre otros procedimientos empleados. Cabe recalcar que el método puede variar dependiendo de la materia dentro de la cual se requiera el experimento.

3.2.4.3 Equipos y Materiales

Aborda los elementos físicos tanto dispositivos e instrumentos de medición necesarios para las prácticas y el aprendizaje del alumno.

3.2.4.4 Marco teórico

Es el fundamento teórico necesario para la realización de la práctica, es decir es la explicación teórica mencionada en párrafos anteriores.

3.2.4.5 Desarrollo o Procedimiento

Se refiere a los pasos a seguir dentro de la práctica para la realización del experimentos ya sea en manejo de dispositivos y/o software de control de equipos. Además, incluye la descripción de unidades y sus componentes.

3.2.4.6 Cálculos y Resultados

Referido al procesamiento de datos que deben realizarse tras la experimentación del estudiante. Se detallan las fórmulas a emplearse, las constantes necesarias y todos los datos que el alumno necesitará para obtener resultados.

3.2.4.7 Actividades del Alumno

Dentro de la realización de las prácticas es indispensable que el estudiante demuestre que ha captado el conocimiento impartido durante el experimento, por lo tanto se promueve este aprendizaje mediante aplicaciones matemáticas para corroborar datos, gráficas de resultados, etc.; es decir, el aprender queda fijado en la mente del alumno mediante la ejercitación posterior a la práctica.

3.2.4.8 Conclusiones

Los estudiantes deben estar en la capacidad de generar conclusiones propias tras la experiencia obtenida con la práctica, además de que estos pensamientos reflejarán si el aprendizaje se ha realizado de manera adecuada tanto para el estudiante como para el responsable de la enseñanza.

3.2.4.9 Cuestionario

Este segmento de la guía de práctica es opcional para cada docente debido a la prestación de ciertas materias para formular un banco de preguntas que el alumno pueda resolver y

fomentar así como profundizar su aprendizaje teórico en tópicos que no pudieron ser detallados durante la práctica.

3.2.4.10 Formato de presentación de Informe

Para realizar el informe respectivo de la práctica se debe considerar como mínimo los siguientes puntos:

- *Tema*._ El tema general del cual se trata el experimento.
- *Objetivos*._ Deben constar los que se indican antes de la realización de la práctica.
- *Marco teórico*._ Explica de la manera más clara y concisa las definiciones y teoremas necesarios para la práctica.
- *Procedimiento de la práctica*._ Se describe todo aquello que va a ser ejecutado durante la práctica en cuanto al manejo de equipo y/o software del mismo.
- *Cálculos/ Gráficos/ Resultados*._ Detalla los resultados obtenidos luego de procesar los datos logrados en la práctica.
- *Análisis de Resultados*._ Se explican los resultados deducidos y su importancia dentro de la experimentación al igual que su comprobación.
- *Conclusiones y Recomendaciones*._ Nacidas de la experiencia del estudiante, estas corroboran el aprendizaje obtenido durante y después de la práctica. De igual manera se añaden las recomendaciones oportunas que conlleven a mejorar la ejecución de la práctica.
- *Anexos*._ Se constituye del cuestionario resuelto, tablas obtenidas en el software, hojas de datos u otros datos que sean de interés para el estudiante o el docente.

3.3 GUIAS DE PRÁCTICAS

Se ha decidido agrupar las guías según la materia a la cual se aplican, por lo tanto se tendrá un compendio de prácticas para cada asignatura.

3.3.1 Mecánica de Fluidos I.

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
1	30 min	DETERMINACION DE LA VISCOCIDAD	Mecánica de Fluidos I

1. OBJETIVOS

- Determinar la viscosidad dinámica de distintos tipos de fluidos con ayuda del viscosímetro de Stokes.

- Analizar los resultados obtenidos, considerando las propiedades reales de cada fluido

2. METODO

- Medición del tiempo que una esfera de acero tarda en llegar al fondo de un tubo de vidrio, el mismo que contiene aceite.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Cronómetro.
- Balanza.
- Esferas de diversos diámetros.
- Aceites para la experimentación.
- Dispositivo de práctica.

4. MARCO TEORICO

4.1 Viscosidad

Es la propiedad fundamental y más importante de un lubricante líquido. Se puede definir como su resistencia a fluir o lo que es lo mismo, la medida del rozamiento interno de sus moléculas.

La densidad es el peso de un material en relación al volumen que ocupa. No aporta ninguna propiedad a los lubricantes.

La viscosidad en un fluido depende de la presión y de la temperatura:

- Al aumentar la temperatura disminuye la viscosidad.
- Al aumentar la presión aumenta la viscosidad.

La medida de la variación de la viscosidad con la temperatura es el índice de viscosidad. A mayor índice de viscosidad, mayor resistencia del fluido a variar su viscosidad con la temperatura.

Existen varias escalas para medir la viscosidad de un fluido, las más usadas son la SAE y la ISO.

- SAE para aceites de motor.
- SAE para aceites de engranajes.
- ISO para aceites hidráulicos.

4.2 Viscosidad Dinámica

La viscosidad absoluta es una propiedad de los fluidos que indica la mayor o menor resistencia que estos ofrecen al movimiento de sus partículas cuando son sometidos a un esfuerzo cortante.

Para determinar la viscosidad dinámica se puede utilizar la formula

$$u = \frac{d^2 \cdot (\rho_2 - \rho_1) \cdot g \cdot t}{18H}$$

Donde:

d = diámetro de la esfera (m)

ρ_2 = densidad de la esfera (Kg/m^3)

ρ_1 = densidad del fluido ($Kg./m^3$)

H = altura en (m)

g = fuerza de gravedad (m/s^2)

t = tiempo (s)

4.3 Viscosidad Cinemática

La viscosidad cinemática o viscosidad comercial se define como la resistencia a fluir de un fluido bajo la acción de la gravedad. En el interior de un fluido, dentro de un recipiente, la presión hidrostática (la presión debida al peso del fluido) está en función de la densidad. Por otra parte, el tiempo que tarda en fluir un volumen dado de fluido es proporcional a su viscosidad dinámica.

Podemos expresar la viscosidad cinemática como:

$$v = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\mu \cdot g}{\gamma}$$

Donde:

μ = Coeficiente de viscosidad dinámica

ρ = Densidad del fluido.

γ = Peso específico del fluido

g = Gravedad específica.

Recordemos que el valor de la viscosidad es función de la temperatura, de forma que si aumenta la temperatura disminuye la viscosidad

Por lo dicho anteriormente, la viscosidad cinemática puede definirse como ***el tiempo requerido por un volumen dado de fluido en fluir a través de un tubo capilar por acción de la gravedad***.

En el sistema internacional (SI) la unidad de viscosidad cinemática es el metro cuadrado por segundo (m2/s). La unidad CGS correspondiente es el stoke (St), con dimensiones de centímetro cuadrado por segundo y el centistoke (cSt), 10-2 stokes, que es el submúltiplo más utilizado.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Como primer paso es necesario verificar que el dispositivo no posea fugas en las juntas y que los tubos de vidrio estén en óptimas condiciones.

- Inspeccionar que los tubos contengan la cantidad de fluido necesario para la ejecución de la práctica.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Pesamos las esferas y medimos los diámetros para conocer sus medidas.

- ✓ Se establecen las alturas H a las que se realizaran las mediciones de tiempo, en este caso será 60 cm de distancia total.

- ✓ En el tubo de vidrio que contiene al fluido, dejamos caer una esfera y medimos el tiempo que recorre la distancia H.

- ✓ Se repite el proceso varias veces con cada diámetro de esfera a las distancias establecidas

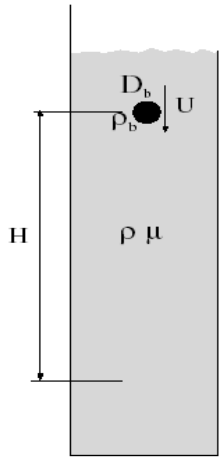


Fig.2 Diagrama del ejercicio.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Determinar la densidad de cada esfera utilizada en la práctica.

6.2 Calcular la viscosidad dinámica y completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio y los valores calculados.

Diámetro de esfera (mm)	Fluido empleado (SAE)	Tiempo de caída (s)	Distancia recorrida (m)	Viscosidad cinemática calculada	Viscosidad dinámica calculada	Densidad de esfera

Tabla 7.1 Tabla de resultados

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. En sus palabras defina viscosidad.

2. ¿Cuál es la diferencia entre viscosidad dinámica y viscosidad cinemática?

3. Mencione algunos viscosímetros con una breve descripción.

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Viscosidad dinámica.
   2. Viscosidad cinemática.
   3. Unidades de viscosidad.
   4. Clasificación SAE para los aceites.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
2	30 min	PRESION HIDROSTATICA	Mecánica de Fluidos I

1. OBJETIVOS

- Investigar la validez de la formula de las fuerza resultante y la posición del centro de presión en una superficie vertical rectangular.

2. METODO

- Mediante la utilización y manejo del dispositivo de práctica, se logrará la medición de las variables contenidas en las fórmulas a emplearse para el cálculo necesario.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Balanza regulable y digital.
- Agua.
- Dispositivo de práctica.

4. MARCO TEORICO

4.1 Magnitud de la resultante y Presión Hidrostática

La presión hidrostática es la fuerza por unidad de área que ejerce un líquido en reposo sobre las paredes del recipiente que lo contiene y sobre cualquier cuerpo que se encuentre sumergido. Esta presión surge debido al peso del líquido, por lo tanto depende de la densidad, la gravedad y la profundidad del lugar donde medimos la presión.

La fuerza hidrostática se determina mediante la siguiente expresión:

$$R = g \cdot \rho \cdot \bar{h} \cdot A$$

Donde:

$\bar{h}$ = Altura vertical del centroide G de la superficie sumergida a la superficie sumergida a la superficie libre del líquido.

ρ = densidad del agua.

A = Área de la superficie.

La dirección de la resultante es normal a la superficie sumergida.

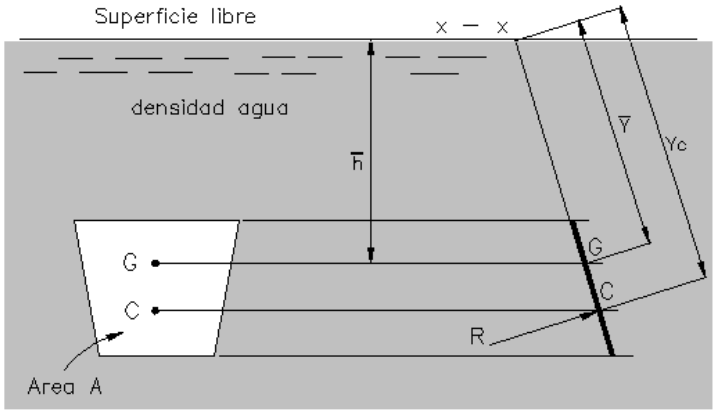


Fig.4.1 Esquema de variables involucradas y medidas a considerar.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

1. Que la cubeta este nivelada en todas las direcciones.
2. Que la balanza, esté nivelada caso contrario regular usando el contrapeso regulable.

5.2 PROCEDIMIENTO

5.2.1 Inmersión parcial

- Se llena con agua el recipiente, sin cubrir la superficie plana.
- Registrar los valores de l, a, b, d.
- Se anotan los valores de “y” y de “m” a la medidas indicadas.
- Registrar los datos de la práctica.

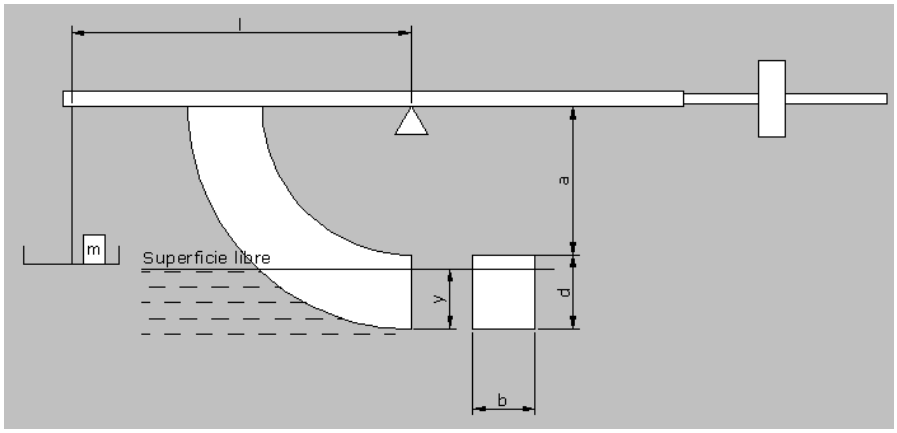


Fig.5.1 Diagrama de la inmersión parcial.

5.2.2 Inmersión completa

- Se llena con agua el recipiente, hasta cubrir la superficie plana
- Se toman los datos de *l, a, b, d.*
- Se toman los valores de altura del nivel del agua en la superficie sumergida "y" y los valores de masa con los cuales se equilibra el sistema "m".

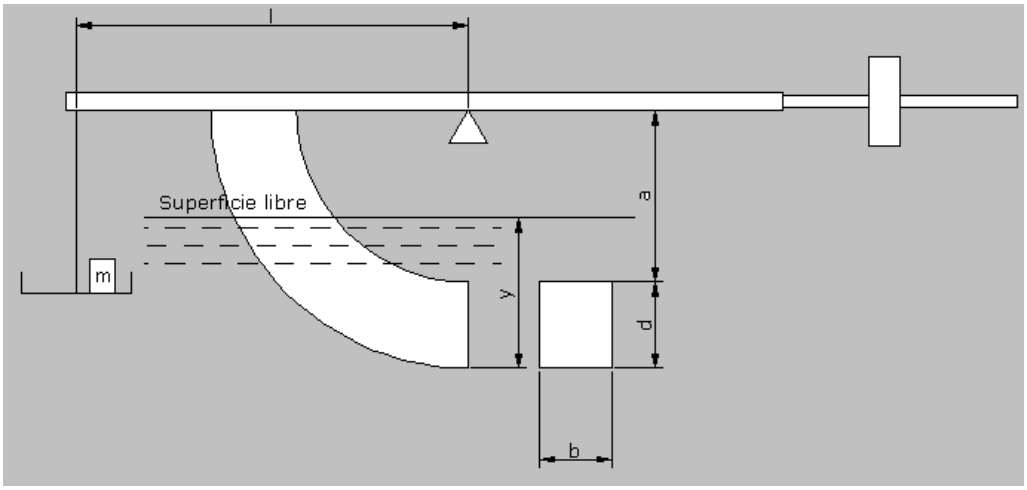


Fig.5.2 Diagrama de la inmersión completa.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Determinar la fuerza hidrostática y la inmersión parcial del elemento en cada una de las sumersiones a la que se halla sujeto.

Inmersión Parcial

Fuerza Hidrostática

$$R = \frac{1}{2} g \cdot \rho \cdot b \cdot y^2$$

Inmersión Parcial

$$yc = \bar{y} + \frac{y}{6}$$

Momento a calcular:

$$M = g \cdot m \cdot L$$

Inmersión Completa

Fuerza hidrostática

$$R = g \cdot \rho \cdot b \cdot d \cdot \bar{y}$$

Inmersión Completa

$$yc = \bar{y} + \frac{d^2}{12 \cdot \bar{y}}$$

Momento a calcular:

$$M = g \cdot m \cdot L$$

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio y los valores calculados.

Tipo de inmersión	l (m)	m (kg)	d (m)	b (m)	a (m)	y (m)	R	yc	M

Tabla 7.1 Resultados obtenidos

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. En sus palabras defina presión hidrostática.

2. ¿Cuál es la diferencia entre centro de gravedad y centro de presión?

1. ¿Cómo afecta la altura en la fórmula de la fuerza resultante?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Presión Hidrostática
   2. Centro de presión.
   3. Unidades de presión.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
3	30 min	ALTURA METACENTRICA	Mecánica de Fluidos I

1. OBJETIVOS

- Determinar la altura metacéntrica de un elemento flotante por medio de los métodos propuestos.

2. METODO

- Mediante la utilización y manejo del dispositivo de práctica se pretende determinar la fuerza de boyamiento que se genera en un cuerpo sumergido en un fluido.
-

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Balanza regulable.
- Agua.
- Dispositivo de práctica.

4. MARCO TEORICO

4.1 Flotabilidad y Estabilidad

Cuando un cuerpo sólido sumergido se encuentra totalmente sumergido en un fluido, o se encuentra en la interfaz de dos fluidos no miscibles, (por ejemplo entre agua y aire), experimenta una fuerza ascendente sobre él llamada fuerza de boya miento.

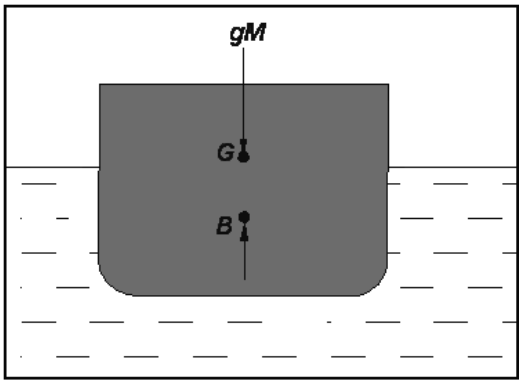


Fig.4.1 Fuerzas actuantes en el flotamiento.

La fuerza de boyamiento sobre un cuerpo sumergido es la diferencia entre la componente vertical de la fuerza de presión de su lado superior y la componente vertical de la fuerza de presión de su lado inferior. Esta fuerza está definida por el peso especifico del fluido y el volumen del fluido. La misma expresión se mantiene para cuerpos flotantes cuando el volumen se toma como el volumen de líquido desplazado.

$$B = \gamma \cdot V$$

La otra fuerza que actúa en el cuerpo es la Fuerza gravitacional $W = M \cdot g$, actuando verticalmente hacia abajo, a través del centro de gravedad G del cuerpo. Para el diagrama de equilibrio se establece las siguientes condiciones:

- $g \cdot \rho \cdot V = g \cdot M$
- B y G están situados en la misma línea de acción

4.2 Altura Metacéntrica

Primero se debe definir el **METACENTRO**. Se entiende que es el punto donde confluyen el plano diametral del dispositivo y la vertical trazada desde el centro de carena (volumen sumergido del elemento).

La línea entre el centro de gravedad y el punto máximo hasta dónde puede llegar el centro de gravedad para que el buque sea estable es la **altura metacéntrica.**

5. DESARROLLO

5.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El Flotador consta de una base rectangular de dimensiones b1 y b2, y de dos masas deslizantes, el Pontón de masa Mp que se desliza a lo largo del mástil y la Cupla transversal que se desliza a lo largo del eje x – x de masa Mct. La base del flotador tiene un espesor a y R es la masa total del flotador.

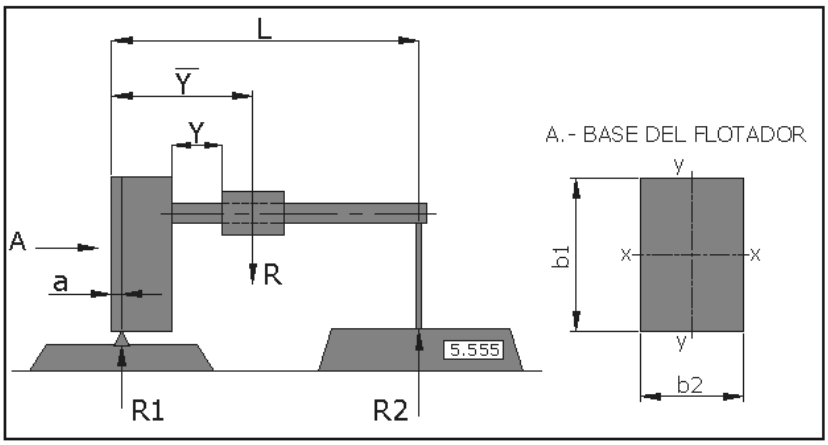


Fig. 5.1 Medidas a considerar en el equipo.

Las dimensiones del equipo de altura Metacéntrica son:

NOMBRE	NOMENCLATURA	MEDIDA	UNIDAD
Masa del flotador	R	1.3482	kg
Masa cupla transversal	Mct	0.123	kg
Masa del Pontón	Mp	0.175	kg
Longitud Mástil – base	L	366	mm
Espesor base flotador	A	4	mm
Longitud base flotador	b1	295	mm
Ancho base flotador	b2	190	mm

Tabla 5.1 Medidas del dispositivo

5.2 PROCEDIMIENTO

5.2.1 Localización del Metacentro por medida

- Soporte la base del flotador en 2 puntos (la línea debe ser paralela a la base del flotador)
- Mida la distancia de la línea de soporte desde la base
- Soporte el mástil en su punta sobre el plato de una balanza y mida la distancia de este punto a la base del pontón ,el mástil debe estar horizontal durante la prueba (nivelado)
- Mida la reacción existente en la balanza para varias distancias Y del pontón.

5.2.2 Localización del Metacentro por medio de la cupla transversal

- Coloque el flotador en el tanque hidrostático con agua.
- Realice el proceso que se detalla a continuación para varias distancias (Y) de la masa deslizante vertical, desde su posición más baja:
- Mueva la masa transversal a lo largo del eje x - x. Anote las correspondientes lecturas "x" en la escala lineal. Cuando el indicador del ángulo este quieto lea el ángulo θ.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Realizar los cálculos que se solicitados a continuación

- **Localización del Metacentro por medida**

- Calcule el centro de gravedad

$$\overline{\overline{Y}} = \frac{R2(l-a)}{R} + a$$

- Dibuje Y de la masa deslizante contra el centro de gravedad del flotador $\overline{\overline{Y}}$
- Calcular momento de inercia I
- Deduzca el Volumen desplazado por el peso del flotador
- Calcule la altura metacéntrica por medida utilizando la siguiente fórmula:

$$GN = \frac{I}{V} - \overline{\overline{Y}}$$

➢ **Localización del Metacentro por medio de la cupla transversal**

- Para cada posición de la masa deslizante vertical dibuje X contra θ.
- Ajustar la grafica obtenida a una recta de pendiente m.
- Hallar GN con la inclinación del grafico (pendiente m) del grafico X contra θ

$$GN = \frac{M_{ct} \cdot m}{R} \cdot \frac{180}{\pi}$$

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio y los valores calculados.

Tipo de localización del Metacentro	Volumen desplazado	Momento de Inercia	Centro de gravedad	Altura Metacéntrica

7.2 Realizar las gráficas solicitadas tras los cálculos respectivos.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. En sus palabras defina estabilidad y flotabilidad.

2. ¿Cómo afecta cada una de las variables en las formulas para el cálculo de la altura metacéntrica?

3. Defina que es la fuerza boyante.

4. Explique la condición **Ymc > Ycg**, donde Ymc es la altura del metacentro y Ycg es la altura del centro de gravedad. ¿Por qué se afirma que esto indica estabilidad? ¿Qué sucedería si la condición fuese **Ymc < Ycg**?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Estabilidad y Flotabilidad.
   2. Condiciones de flotabilidad y estabilidad.
   3. Metacentro.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
4	40 min	NUMERO DE REYNOLDS	Mecánica de Fluidos I

1. OBJETIVOS

- Calcular el valor del Número de Reynolds a partir de la experimentación en el equipo.
- Verificar el valor del Número de Reynolds brindado por el software de control del equipo para diversas velocidades.

2. METODO

- Mediante la experimentación en el equipo y el uso de su software se realizará la medición de las variables contenidas en las fórmulas a emplearse para el cálculo necesario y la visualización del flujo dentro de la sección de trabajo del equipo.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Canal Multiusos C4Mk - II.
- Banco Hidráulico F1-10.
- Cámara fotográfica.
- Túnel de viento subsónico C15

4. MARCO TEORICO

4.1 Número de Reynolds

Reynolds (1874) estudió las características de flujo de los fluidos inyectando un trazador dentro de un líquido que fluía por una tubería. A velocidades bajas del líquido, el trazador se mueve linealmente en la dirección axial. Sin embargo a mayores velocidades, las líneas del flujo del fluido se desorganizan y el trazador se dispersa rápidamente después de su inyección en el líquido. El flujo lineal se denomina Laminar y el flujo errático obtenido a mayores velocidades del líquido se denomina Turbulento

Este número es adimensional y puede utilizarse para definir las características del flujo dentro de una tubería, proporcionando una indicación de la pérdida de energía causada por efectos viscosos.

Las características que condicionan el flujo laminar dependen de las propiedades del líquido y de las dimensiones del flujo. Conforme aumenta el flujo másico aumenta las fuerzas del momento o inercia, las cuales son contrarrestadas por la por la fricción o fuerzas viscosas dentro

del líquido que fluye. Cuando estas fuerzas opuestas alcanzan un cierto equilibrio se producen cambios en las características del flujo.

En base a los experimentos realizados por Reynolds en 1874 se concluyó que las fuerzas del momento son función de la densidad, del diámetro de la tubería y de la velocidad media. Además, la fricción o fuerza viscosa depende de la viscosidad del líquido. Según dicho análisis, el Número de Reynolds se definió como la relación existente entre las fuerzas inerciales y las fuerzas viscosas (o de rozamiento).

$$Re = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\mu}$$

Donde:

Re = Numero de Reynolds.

D= diámetro interno del ducto (L).

v = velocidad promedio.

ρ = Densidad del fluido.

μ = Viscosidad del fluido.

En caso de que no se trate de una tubería, se emplea el diámetro equivalente D_e definido como:

$$De = 4 \cdot \frac{Área\ transversal\ de\ flujo}{Perímetro\ de\ contacto}$$

Generalmente cuando el Re se encuentra por debajo de 2100 se considera flujo laminar, el intervalo entre 2100 y 4000 se considera como flujo transicional y para valores mayores a 4000 se considera flujo turbulento.

4.1.1 Flujo laminar

A valores bajos de flujo másico, cuando el flujo del líquido dentro de la tubería es laminar, se utiliza la ecuación demostrada en clase para calcular el perfil de velocidad (Ecuación de velocidad en función del radio). Estos cálculos revelan que el perfil de velocidad es parabólico y que la velocidad media del fluido es aproximadamente 0,5 veces la velocidad máxima existente en el centro de la conducción

4.1.2 Flujo Turbulento

Cuando el flujo másico en una tubería aumenta hasta valores del número de Reynolds superiores a 2100 el flujo dentro de la tubería se vuelve errático y se produce la mezcla transversal del líquido. La intensidad de dicha mezcla aumenta conforme aumenta el número de Reynolds desde 4000 hasta 10 000. A valores superiores del Número de Reynolds la turbulencia está totalmente desarrollada, de tal manera que el perfil de velocidad es

prácticamente plano, siendo la velocidad media del flujo aproximadamente 8 veces la velocidad máxima.

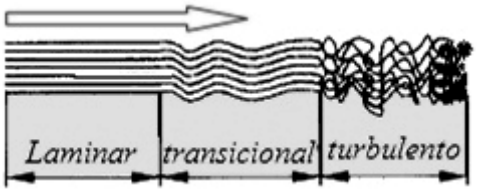
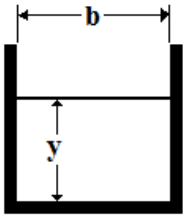


Fig.4.1 Tipos de Flujo

4.2 Flujo en canales abiertos

También se dice que un canal abierto es un conducto por el que se desliza un liquido mediante una fuerza de gravedad ejercida sobre la masa del liquido o fluido, donde la velocidad en la superficie va ser cero y si existe un flujo secundario entonces la velocidad mayor se da en el centro esto es por sus condiciones de no deslizamiento y si es un canal circular.

La dimensión característica de los canales abiertos es el *radio hidráulico* (*R)* que se define como la relación del área transversal neta de una corriente al perímetro mojado de la sección.



$$R = \frac{A}{PM} = \frac{b \cdot y}{b + 2 \cdot y}$$

Donde b es el ancho del canal y el nivel de agua está dado por la medida b.

El perímetro mojado es la suma de la longitud de las fronteras sólidas de la sección que entran en contacto con el fluido.

4.2.1 Número de Reynolds en canales abiertos

El número de Reynolds para el flujo en canales abiertos es

$$\mathrm{Re} = \frac{v \cdot R}{\upsilon}$$

Donde R es el radio Hidráulico del canal, v es la velocidad del líquido y υ es la viscosidad cinemática del fluido.

Hechos experimentales demuestran que, en canales abiertos, el flujo laminar ocurre cuando Re < 500, la etapa de transición ocurre cuando 500 < Re < 2000 y si Re > 2000 entonces surge el flujo turbulento.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

2. Verificar que no existan obstrucciones en la entrada de agua del canal multiuso ni en la entrada de aire del túnel de viento.
3. Inspeccionar la conexión del banco hidráulico y del túnel de viento a la red de 110 V.

a. PROCEDIMIENTO

❖ ***CANAL MULTIUSOS C4Mk-II***

- ✓ Conectar el acople rápido de la manguera de alimentación para permitir que el reservorio del tanque se llene hasta un nivel adecuado de aguay cerrar la válvula de paso en la parte inferior una vez alcanzado el nivel.
- ✓ Conectar el banco hidráulico a la red de 110 V.
- ✓ Colocar el modelo a usarse, en este caso el vertedero Crump, para ello se afloja la tuerca en la parte inferior del canal y se eleva el gancho hasta este ingrese en al agujero en la base del modelo y se tira de el hasta que el modelo este ajustado al piso del canal. Colocar la tuerca nuevamente ajustándola a la base.
- ✓ Colocar la masilla sellante en los bordes del vertedero para evitar el paso del fluido por las paredes del modelo.
- ✓ Encender el banco por medio del interruptor en el panel frontal, el agua empezará a llenar el canal.
- ✓ Colocar una gota de colorante vegetal para observar el tipo de flujo que se tiene en el canal, tanto en el extremo derecho como el izquierdo. Fotografiar esta experiencia.
- ✓ Elevar el caudal y observar nuevamente como el flujo cambia con el nuevo valor del caudal, repitiendo la toma de la imagen del flujo. Repetir el aumento de caudal hasta dos ensayos más.
- ✓ Ahora se mantiene el caudal y se eleva la compuerta móvil ubicada en el extremo de la salida del flujo, tomando los datos de altura del nivel de agua de la salida bajo la compuerta.
- ✓ Una vez realizado el experimento se apaga el banco hidráulico y se abre la válvula de la base para permitir la descarga del agua.

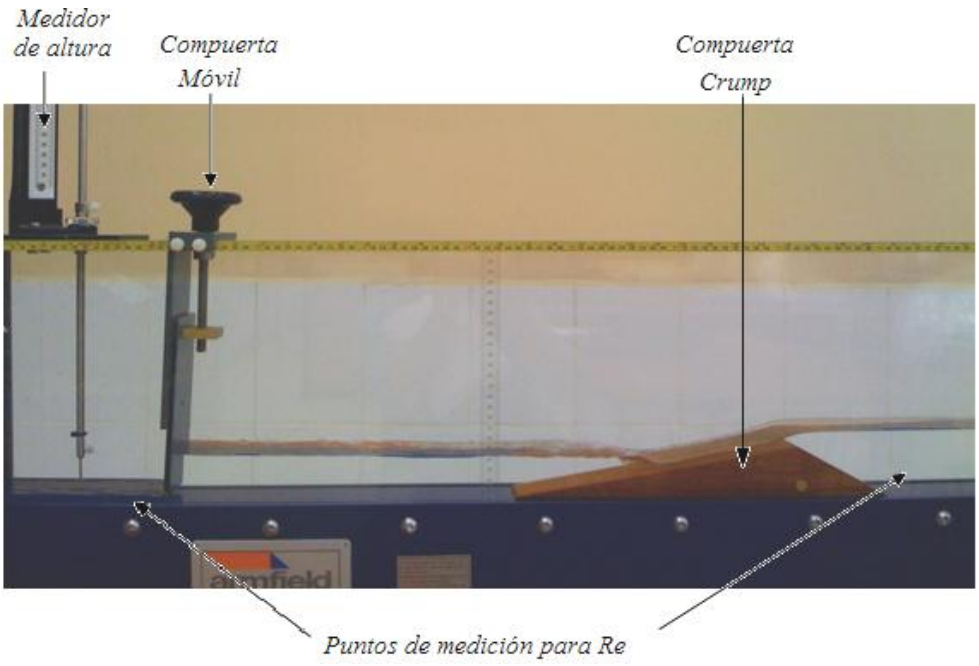


Fig. 5.1 Dispositivos acoplados en el canal.

- ***TÚNEL DE VIENTO SUBSÓNICO C15***

- ✓ Ingrese al software del dispositivo C15-11 WIND TUNNEL (MANUAL MANOMETER) donde seleccionará el **ejercicio G**.

- ✓ Se verifica que la conexión USB esté realizada de manera correcta mediante la iluminación en pantalla del led WATCHDOG ENABLED.
- ✓ Se ajusta el valor de la temperatura en el botón, para ello se da un click para ingresar y se acepta con ENTER.

- ✓ Ahora se enciende el equipo mediante el botón FAN ON en la pantalla del software de control.

- ✓ En la casilla de velocidad FAN SPEED se coloca el valor del porcentaje en el cual empezará el dispositivo, en este caso se ajusta a 20.

- ✓ Se debe esperar una estabilización del equipo, lo cual toma aproximadamente 2 minutos.

- ✓ Hacer click en el botón verde el cual tomará una muestra de los datos en ese instante.

- ✓ Se abre una nueva hoja de datos con el botón .

- ✓ Ahora se repite el proceso a 40, 60, 80 y 100 en FAN SPEED.

- ✓ Guardar el archivo de los resultados; el archivo se guardará en versión .VTS y para abrirlo se debe emplearse el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

- ✓ Se disminuye la velocidad del dispositivo y se apaga como paso final pulsando FAN ON nuevamente.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

❖ ***CANAL MULTIUSOS C4Mk-II***

6.1 Investigar los datos necesarios para el cálculo tales como viscosidad cinemática a la temperatura de práctica

Numero de Reynolds

$$\mathrm{Re} = \frac{v \cdot R}{\upsilon}$$

Radio Hidráulico

$$R = \frac{A}{PM} = \frac{b \cdot y}{b + 2 \cdot y}$$

Viscosidad Cinemática

$$\upsilon = \frac{\mu}{\rho}$$

Velocidad

$$V = \frac{Q}{A}$$

❖ ***TÚNEL DE VIENTO SUBSÓNICO C15***

6.2 El software nos brinda el valor del Número de Reynolds, la velocidad y densidad del aire. El Re debe ser verificado por el estudiante mediante el uso de su fórmula, para ello debe investigarse el valor de la viscosidad cinemática del aire a la temperatura medida o en su caso la viscosidad dinámica.

6.3 Calcular el valor del caudal de aire para cada muestra tomada.

Numero de Reynolds

$$\mathrm{Re} = \frac{v \cdot L}{\upsilon}$$

Viscosidad Cinemática

$$\upsilon = \frac{\mu}{\rho}$$

Caudal

$$Q = V \cdot A$$

NOTA*:* *LAS DIMENSIONES DE LA SECCION DE TRABAJO SON 150 mm X 150 mm X 455 mm.*

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

- ***CANAL MULTIUSOS C4Mk-II***

7.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio y los valores calculados.

Q (l/m)	b1 (m)	y1 (m)	b2 (m)	y2 (m)	v1 (m/s)	v2 (m/s)	ρ (kg/m^3)	υ (m^2/s)	Re1	Tipo de flujo	Re2	Tipo de flujo

Tabla 7.1 Resultados obtenidos

7.2 Elaborar una grafica **caudal vs Re** y **altura de la compuerta móvil vs Re.** Explicar las curvas generadas.

- ***TÚNEL DE VIENTO SUBSÓNICO C15***

7.3 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio y los valores calculados.

% de velocidad	v (m/s)	ρ (kg/m^3)	υ (m^2/s)	Re (software)	Re (calculado)	Q (l/m)	Tipo de flujo

Tabla 7.2 Resultados obtenidos

7.4 Elaborar una grafica **velocidad vs caudal** y **velocidad vs Re** y explicar las curvas generadas.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. Defina las características de un flujo turbulento vs un flujo laminar y los valores entre los que se encuentran.

2. ¿Cómo afectan cada una de las variables en el cálculo del Número de Reynolds?

3. ¿Da lo mismo determinar el Re para agua que para aire? ¿Por qué?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Número de Reynolds y sus aplicaciones.
   2. Unidades de presión.
   3. Flujo en canales abiertos.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
5	30 min	ECUACION DE BERNOULLI	Mecánica de Fluidos I

1. OBJETIVOS

- Analizar los términos y variables que intervienen en el teorema de Bernoulli

2. METODO

- Mediante la utilización y manejo del dispositivo de práctica se realizará la medición de las variables contenidas en las fórmulas a emplearse para el cálculo necesario.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Equipo de Bernoulli.
- Agua.

4. MARCO TEORICO

4.1 Ecuación de Bernoulli

La denominada ecuación o teorema de Bernoulli representa el principio de conservación de la energía mecánica aplicado al caso de una corriente fluida ideal, es decir, con un fluido sin viscosidad (y sin conductividad térmica). El nombre del teorema es en honor a Daniel Bernoulli, matemático suizo del siglo XVIII (1700-1782), quien, a partir de medidas de presión y velocidad en conductos, consiguió relacionar los cambios habidos entre ambas variables. Sus estudios se plasmaron en el libro "Hidrodynamica", uno de los primeros tratados publicados sobre el flujo de fluidos, que data de 1738.

Para la deducción de la ecuación de Bernoulli en su versión más popular se admitirán las siguientes hipótesis (en realidad se puede obtener una ecuación de Bernoulli más general si se relajan las dos primeras hipótesis, es decir, si reconsidera flujo incompresible y no estacionario):

- Flujo estacionario (es decir, invariable en el tiempo).
- Flujo incompresible (densidad ρ *constante*).
- Fluido no viscoso.
- Fuerzas presentes en el movimiento: fuerzas superficiales de presión y fuerzas másicas gravitatorias (= peso del fluido).
- No hay intercambio de trabajo o calor con el exterior del flujo.

Las relaciones de energía en el agua condicionan su comportamiento. No vamos a entrar en detalles analíticos para fundamentar la relación funcional entre las variables que intervienen. Solo expondremos unas ideas básicas relativas a corrientes de agua y aplicables al diseño de equipos para la aplicación de agua de riego.

Un cuerpo de masa *m* situado a una altura *z*, posee una energía potencial o de posición, referida al plano de referencia situado en cota cero: *p E =mgz*. El término *z* representa por tanto la energía potencial del fluido por unidad de peso, y se le designa como **altura de posición**.

El término p / γ representa la energía necesaria para elevar la unidad de peso del elemento de fluido hasta la altura p / γ . Se le denomina **altura de presión**. A la suma de las alturas de potencial y de presión se le conoce como **altura piezométrica**, porque se corresponde con la altura de columna observada con un tubo piezométrico conectado a una conducción con un líquido.

Finalmente, el término $v2 / 2g$ representa la energía cinética por unidad de peso del elemento de fluido y se le llama **altura de velocidad**.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g}$$

4.2 <u>Banco Hidrodinámico</u>

El sistema utilizado para esta práctica consta de un banco hidrodinámico que nos permite regular el caudal de que ingresa a nuestro tubo Venturi.

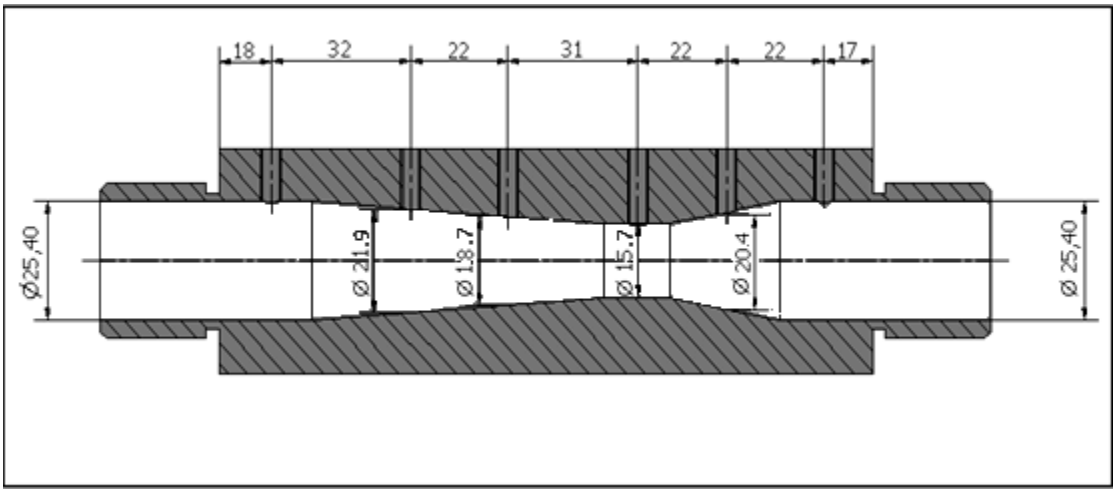


Fig.4.1 Esquema del tubo Venturi en el banco hidrodinámico

En el tubo ingresa un caudal que al pasar por las distintas secciones internas del tubo hace que se produzcan distintas alturas piezométricas que se pueden visualizar en el manómetro multitubo instalado en el banco hidrodinámico.

El tubo Venturi consta de una base que permite regular la inclinación del sistema de manera que permite variar la línea de corriente del sistema.



Fig.4.2 Banco hidrodinámico con el manómetro

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Asegurarse que no existan fugas en el banco hidrodinámico.
- Verificar la adecuada conexión de los acoples y que no exista escape de fluidos.

5.2 PROCEDIMIENTO

- Encender el equipo por medio del interruptor en la parte posterior del mismo.
- Establecer un caudal inicial para que circule por el tubo Venturi, lo cual se realiza mediante la regulación de la bomba.
- Tomar las alturas piezométricas en el manómetro multitubo.
- Aumentar el caudal de entrada del dispositivo y tomar las alturas piezométricas de nuevo.
- Establecer el primer caudal nuevamente y elevar el tubo Venturi hasta 10º , anotando las alturas piezométricas y las alturas Zn que se dan desde el punto de origen hasta el tubo.
- Elevar el caudal de entrada hasta el segundo caudal ajustado anteriormente, elevar el tubo Venturi hasta 20º de elevación y repertir la medición de las alturas piezométricas

NOTA: *Se deben medir las distancias horizontales y las hipotenusas de los triangulos formados para obtener las alturas Zn del tubo Venturi.*

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio.

Caudal	P1 (mm H_2O)	P2 (mm H_2O)	P3 (mm H_2O)	P4 (mm H_2O)	P5 (mm H_2O)	P6 (mm H_2O)

Tabla 6.1 Resultados obtenidos

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Demostrar el teorema de Bernoulli por medio de una gráfica **altura piezometrica – caudal.**

7.2 Realizar el cálculo de una altura Zn y comprobar su valor en el gráfico. Para ello tome dos alturas con cada caudal, elimine una y calcule la segunda altura en función del valor obtenido con anterioridad.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. En sus palabras explique la ecuación de Bernoulli y sus aplicaciones.

2. ¿Cuáles son las aplicaciones de la ecuación de Bernoulli? Explique tres de ellas, incluyendo sus formulas si es que las hubiere.

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Ecuación de Bernoulli
   2. Aplicaciones de la ecuación de Bernoulli

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
6	40 min	PRESION: ESTATICA - DINAMICA Y TOTAL	Mecánica de Fluidos I

1. OBJETIVOS

- Convertir una medida de altura de agua en un manómetro en una medida de presión.
- Demostrar el uso de la medida de presión estática para determinar la velocidad del aire dentro del túnel.
- Demostrar la diferencia entre presión estática, dinámica y total.

2. METODO

- Mediante la medición de la carga estática dentro del túnel de viento en un rango de velocidades se convertirá dicho valor en unidad de presión empleando la ecuación adecuada.

- Por medio del ascenso y descenso del Tubo Pitot se puede determinar la presión dinámica midiendo la presión estática y total de la sección de trabajo para comparar su valor calculado versus la cifra brindada por el software de control.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Túnel de viento subsónico C15-10.
- Tubo Pitot.
- Manómetro inclinado.
- Software de control

4. MARCO TEORICO

4.1 Conversión de Unidades de Presión

Dentro del Sistema Internacional (SI) la unidad para la presión es el **Pascal**, el cual se define como la fuerza de un Newton aplicada sobre un área de un metro cuadrado.

$$1\ Pa = 1\frac{N}{m^2}$$

De todas formas, otras unidades han sido usadas como estándar en algunos países donde no se emplea el SI.

Las lecturas de los manómetros pueden estar en metros o milímetros, pero generalmente se refieren a medidas de carga, es decir a la altura de un líquido dentro de una columna sobre un datum. En algunas instancias y en descripciones generalizadas, las lecturas directas de los manómetros podrían ser empleados como un término equivalente de la presión.

No todos los manómetros no están llenos del mismo líquido, es decir, algunos son llenados de agua y en cambio contienen mercurio, sin embargo es posible cambiar el valor de la lectura en agua a un valor de mercurio mediante los factores de conversión ya establecidos.

Un diferencial de presión puede ser determinado mediante la medición de la diferencia de alturas en el manómetro. El diferencial de presión se define como **la diferencia de presión entre dos puntos en los cuales la presión ha sido medida.**

4.2 Presión Estática

Es la presión que se ejerce en un punto de un fluido cuando este fluido esta en reposo (estático), generalmente se le conoce como **presión manométrica**.

Esta presión es positiva cuando es mayor que la atmosférica. Si las paredes de la tubería fuesen elásticas, veríamos como se dilatan. (Sobrepresión). Cuando es negativa, es decir, menor que la presión atmosférica, las paredes se contraerían (depresión).

4.3 Presión Dinámica

Esta surge cuando por el movimiento de un fluido y debido a la fuerza de la inercia del mismo se genera un incremento adicional en la presión estática al chocar sobre el área perpendicular a dicho movimiento. La presión dinámica depende de la velocidad y la densidad del fluido.

Se puede deducir que la presión dinámica es la diferencia entre la presión total y la presión estática, en un punto de un fluido. Si este es incompresible, la presión dinámica es igual al semiproducto de la densidad por el cuadrado de la velocidad del fluido.

4.4 Presión Total

Es la suma de la presión dinámica y la presión estática de un fluido.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que no existan obstrucciones en la entrada de aire del túnel de viento.
- Inspeccionar la conexión del túnel de viento a la red de 110 V.
- Elevar el Tubo Pitot dentro de la sección de trabajo del túnel de viento hasta que esté cerca del tope de la sección.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ingresar al software del dispositivo C15-11 WIND TUNNEL (MANUAL MANOMETER) donde seleccionará el **ejercicio A HEAD TO PRESSURE MEASUREMENTCONVERSION**.

- ✓ Encender el equipo mediante el botón FAN ON en la pantalla del software de control.
- ✓ Verificar que la conexión USB esté realizada de manera correcta mediante la iluminación en pantalla del led WATCHDOG ENABLED y que la columna 11 y 12 del manómetro posean la misma altura de agua.

- ✓ Ingresar el valor de la temperatura, para ello se da un click para ingresar en la casilla de control y se acepta con ENTER.

- ✓ Ingresar los valores de las columnas 11 y 12 en el software de control (***cada línea del manómetro es equivalente a 2 mm H_2O***).
- ✓ Registrar los datos para la velocidad del aire pulsando el botón  .

- ✓ Gradualmente, elevar la velocidad el ventilador por medio de las flechas laterales en la casilla de control hasta el 10%.

- ✓ Esperar que las alturas del manómetro se estabilicen, se introducen los datos en las casillas para la columna 11 y 12 y se pulsa  .

- ✓ Repetir el proceso elevando la velocidad cada 10% hasta llegar al máximo de capacidad (100%) en la casilla FAN SPEED.

- ✓ Reducir gradualmente la velocidad del ventilador introduciendo valores en la casilla FAN ON esperando que el equipo se estabilice antes de reducir su velocidad, empezando por 80%, 50%, 20% y al final 10%, desde este porcentaje la velocidad se reduce por medio de las flechas laterales en la casilla de control hasta llegar a cero(0).

- ✓ Guardar el archivo de los resultados; el archivo se guardará en versión .VTS y para abrirlo se debe emplear el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

- ✓ Abrir un Nuevo experimento y seleccionar el **ejercicio B STATIC, DYNAMIC AND TOTAL PRESSURE**.

- ✓ Encender el equipo mediante el botón FAN ON en la pantalla del software de control.

- ✓ Ingresar el valor de la temperatura, para ello se da un click para ingresar en la casilla de control y se acepta con ENTER.

- ✓ Ajustar la velocidad del ventilador al 50% mediante la casilla de control en el software y permitir la estabilización del equipo.
- ✓ Esperar que las alturas del manómetro se estabilicen, se introducen los datos en las casillas para la columna 11 y 12 y se pulsa  .
- ✓ Descender el tubo Pitot aproximadamente 20 mm y repetir el muestreo mediante el pulso del botón  .
- ✓ Continuar descendiendo el tubo Pitot hasta su posición más baja en la sección de trabajo, muestreando los datos en cada una de las posiciones.
- ✓ Disminuir la velocidad del ventilador como se realizó en la primera parte de la práctica y apagarlo mediante el pulso de FAN ON.
- ✓ Guardar el archivo de los resultados; el archivo se guardará en versión .VTS y para abrirlo se debe emplear el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Realizar los siguientes cálculos con los datos obtenidos de la práctica.

NOMENCLATURA	SIMBOLOGIA	UNIDAD
Densidad del fluido del manómetro	ρ_{MAN}	kg/m^3
Gravedad	g	m/s^2
Diferencia de alturas de las columnas del manómetro	ΔH	m
Densidad del aire	ρ_{AIRE}	kg/m^3
Diferencia entre presión total y estática	ΔP	N/m^2

Velocidad del aire en el túnel	$V_1 = \left(\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho_{AIRE}}\right)^{0.5}$	m/s
Velocidad teórica del aire	$V_2 = \left(\frac{2 \cdot \rho_{MAN} \cdot g \cdot \Delta H}{\rho_{AIRE}}\right)^{0.5}$	m/s
Ecuación de Bernoulli (Tubo Pitot)	$V_P = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho_{AIRE}}}$	m/s

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio y los valores calculados.

Velocidad %	Temp. Amb. ºC	Col 11 (mm)	Col 12 (mm)	Col 11 (Pa)	Col 11 (Pa)	ρ_{AIRE}	V_1	V_2	V_P

7.2 Elaborar una grafica **Presión estática, dinámica y total** para cada muestreo y explicar las curvas generadas.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la relación entre la presión estática, dinámica y total?

2. ¿Qué podría afectar la elección de un fluido para ser usado en un manómetro?

3. ¿Cómo se relaciona la ecuación de Bernoulli con la presión dinámica y total en un sistema?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Unidades de presión y su conversión.
   2. Presión estática, dinámica y total.
   3. Ventajas y desventajas del Tubo Pitot.

4. Aplicaciones del tubo Pitot.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
7	40 min	FUERZAS EN UNA SECCION AERODINAMICA	Mecánica de Fluidos I

1. OBJETIVOS

- Demostrar las fuerzas actuantes de levante y arrastre en una sección aerodinámica.
- Demostrar la diferencia entre presión estática, dinámica y total.

2. METODO

- Mediante la medición de la carga estática dentro del túnel de viento en un rango de velocidades se convertirá dicho valor en unidad de presión empleando la ecuación adecuada.
- Por medio del ascenso y descenso del Tubo Pitot se puede determinar la presión dinámica midiendo la presión estática y total de la sección de trabajo para comparar su valor calculado versus la cifra brindada por el software de control.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Túnel de viento subsónico C15-10.
- Tubo Pitot.
- Manómetro inclinado.
- Software de control

4. MARCO TEORICO

4.1 Fuerza de levantamiento o sustentación

El levante es el componente de la fuerza que actúa sobre un perfil aerodinámico en forma vertical, es decir que es perpendicular a la dirección de vuelo.

Para explicar la creación de la fuerza de levantamiento o sustentación, Bernoulli relaciona el aumento de la velocidad del flujo del fluido con la disminución de presión y viceversa. Según se desprende de ese planteamiento, cuando las partículas pertenecientes a la masa de un flujo de aire chocan contra el borde de ataque de un plano aerodinámico en movimiento, cuya superficie superior es curva y la inferior plana (como es el caso del ala de un avión), estas se separan.

A partir del momento en que la masa de aire choca contra el borde de ataque de la superficie aerodinámica, unas partículas se mueven por encima del plano aerodinámico, mientras las otras lo hacen por debajo hasta, supuestamente, reencontrarse en el borde opuesto o de salida.

En aeronáutica es la principal fuerza que permite que una aeronave con alas se mantenga en vuelo. Ésta, al ser mayor que el peso total de la aeronave, le permite despegar. Para la sustentación se utiliza la notación L, del término inglés lift, y C_L para el coeficiente de sustentación, el cual siempre se busca sea lo mayor posible.

Además, la sustentación, y en consecuencia, su coeficiente, dependen directamente del ángulo de ataque, aumentando según aumenta éste hasta llegar a un punto máximo, después del cual el flujo de aire que pasa sobre el extradós (parte superior del ala), no logra recorrer en su totalidad y mantenerse adherido al perfil aerodinámico, dando lugar a la entrada en pérdida (sal, en inglés).

La definición del coeficiente de sustentación es:

$$L = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A \cdot C_L$$

$$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A}$$

Donde:

L es la fuerza de sustentación.
ρ es la densidad del fluido, en kg/m3.
V es la velocidad, en m/s.
A es el área de referencia del cuerpo (también llamado "superficie alar").
CL es el coeficiente de sustentación (adimensional).

4.2 <u>Fuerza de Arrastre o de roce</u>

Es la fuerza que actúa en dirección paralela opuesta al sentido del flujo del aire Su tamaño es proporcional a la diferencia de velocidad entre el aire y el objeto sólido. Por lo tanto, carece de importancia si bien el aire se mueve alrededor de un objeto estático o si el objeto se mueve a una velocidad a través del aire estático.

Además, el arrastre es una forma de resistencia del aire contra el objeto en movimiento sólido. Esta forma de resistencia depende de la forma particular de un ala, por lo que es llamado. Como los flujos de aire alrededor de un cuerpo, se cambian la velocidad local y la presión, creando una fuerza.

La fricción y la resistencia depende tanto del fluido y las propiedades de sólidos. Una superficie lisa de los sólidos, por ejemplo, produce menos fricción de la piel frente a un bruto. Para el fluido, la fricción varía a lo largo de su viscosidad y la magnitud relativa de las fuerzas viscosas a la propuesta de la corriente, expresada como el número de Reynolds. A lo largo de la superficie sólida, una capa límite del flujo de energía se genera bajo y la magnitud de la fricción de la piel depende de las condiciones en la capa límite.

El **coeficiente de arrastre** es una medida adimensional que describe la cantidad de arrastre aerodinámico causado por el flujo de un fluido, usado en la ecuación de arrastre. Dos objetos de la misma área frontal moviéndose a la misma velocidad a través de un fluido experimentan un arrastre proporcional a su C_D. La definición del coeficiente de arrastre C_D es:

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho \cdot S \cdot V^2$$

$$C_D = \frac{2 \cdot F_D}{\rho \cdot S \cdot V^2}$$

Donde:

FD es la fuerza de arrastre (también se puede escribir como D de ”drag”.
ρ es la densidad del medio(la densidad del aire es de 1·03 kg/m3 a 1700 metros sobre el nivel del mar).
S es la superficie.
V es la velocidad.
C_D es el coeficiente de arrastre (adimensional).

Si se obtiene un C_D igual a uno es cuando todo el fluido que se acerca al objeto se estaciona frente a el, es decir, que se detiene frente al objeto, pero como no es así esto aumenta la presión sobre la figura esto hace que tenga que pasar alrededor de esta (como en la figura 4.2). El C_D cambia dependiendo de la forma y también del número de Reynolds y la brusquedad de las superficies.

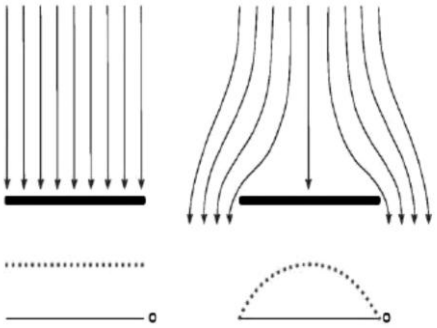


Fig. 4.2 Flujo alrededor de un objeto

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que no existan obstrucciones en la entrada de aire del túnel de viento.
- Inspeccionar la conexión del túnel de viento a la red de 110 V.

- Verificar que el ala modelo esté alineada, es decir, que no posea ningún ángulo de inclinación.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ingresar al software del dispositivo C15-11 WIND TUNNEL (MANUAL MANOMETER) donde seleccionará el **ejercicio G LIFT AND DRAG FORCES ON AN AEROFOIL**.
- ✓ Encender el equipo mediante el botón FAN ON en la pantalla del software de control.
- ✓ Verificar que la conexión USB esté realizada de manera correcta mediante la iluminación en pantalla del led WATCHDOG ENABLED y que todas las columnas del manómetro posean la misma altura de agua.
- ✓ Ingresar el valor de la temperatura, para ello se da un click para ingresar en la casilla de control y se acepta con ENTER.
- ✓ Pulsar el botón "ZERO", que se halla lateral a cada casilla de control para encerar los valores del software y obtener el datum.
- ✓ Gradualmente, elevar la velocidad el ventilador por medio de las flechas laterales en la casilla de control hasta el 20% y permitir que el equipo se estabilice.

❖ Variación de las fuerzas de levante y arrastre con ángulo de ataque nulo.

- ✓ Ajustar el ala a un ángulo de ataque nulo y verificar que el valor "0" se muestra en la casilla de control del software "ROTATION". Visualmente, el ala debe estar en total planicidad.
- ✓ Registrar los valores medidos mediante el pulso del botón  .
- ✓ Incrementar la velocidad del ventilador en rango de 10% hasta llegar al máximo del 100%, permitir la estabilización del equipo y tomar una muestra en cada valor de velocidad mediante  .

❖ Variación de las fuerzas de levante y arrastre con ángulo variante.

- ✓ Abrir una nueva hoja de datos mediante el botón  .

- ✓ Reducir gradualmente la velocidad del ventilador introduciendo valores en la casilla FAN ON esperando que el equipo se estabilice antes de reducir su velocidad, empezando por 80%, 50%, 30% hasta el 20%.
- ✓ Registrar los valores medidos mediante el pulso del botón  .
- ✓ Ajustar el ángulo de ataque del ala en 2º, esto se puede verificar en la casilla de "ROTATION" aparecerá dicho valor de giro (la parte plana del ala debe ir hacia abajo).
- ✓ Permitir la estabilización del equipo y proceder a tomar una muestra de los datos mediante  .
- ✓ Repetir el muestro cambiando el ángulo de ataque en incrementos de 3º hasta llegar a los 30º de inclinación.
- ✓ Reducir gradualmente la velocidad del ventilador por medio de las flechas laterales en la casilla de control hasta llegar a cero(0).
- ✓ Guardar el archivo de los resultados; el archivo se guardará en versión .VTS y para abrirlo se debe emplear el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio.

Velocidad (%)	Temp. Amb. (ºC)	Presión (Pa)	Velocidad del aire (m/s)	Angulo de ataque (°)	Fuerza de levante (N)	Fuerza de arrastre (N)	C_L	C_D	C_{DL}	C_{DO}

Tabla 6.1 Resultados obtenidos

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

❖ **<u>Variación de las fuerzas de levante y arrastre con ángulo de ataque nulo.</u>**

7.1 Elaborar una grafica **fuerza de levante vs velocidad** y en un segundo eje Y graficar el coeficiente de levante C_L.

7.2 Graficar los coeficientes C_D, C_{DO}, C_L vs velocidad y en un segundo eje Y graficar la fuerza de arrastre.

❖ **Variación de las fuerzas de levante y arrastre con ángulo variante.**

7.3 Elaborar una grafica **Coeficiente de levante C_L vs ángulo de ataque**.

7.4 Describa la variación del coeficiente de levante C_L con la velocidad a un ángulo de ataque nulo.

7.5 En el gráfico de los coeficientes C_D, C_{DO}, C_L, marcar la fuerza de arrastre mínimo y determinar la velocidad a la cual ocurre.

7.6 Describa la forma general de los gráficos del coeficiente de levante C_L vs ángulo de ataque y como varía dicho gráfico con la velocidad.

7.7 En el gráfico de la variación del ángulo de ataque, determinar el levante máximo y el ángulo de ataque crítico.

8. CONCLUSIONES

_____

_____

_____

_____

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cómo definiría Ud. las fuerzas de levante y arrastre que se dan en un experimento como el que se ha realizado?

2. Si se posee un ángulo de ataque de 27º ¿las fuerzas actuantes en el objeto de estudio aumentarán o disminuirán? Explique.

3. ¿En qué influye las dimensiones del ala modelo para el experimento?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Análisis aerodinámico.
   2. Fuerza de levante.
   3. Fuerza de arrastre.

4. Coeficientes de levante y arrastre y su aplicación.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
8	40 min	VERTEDERO CRESTADO	Mecánica de Fluidos I

1. OBJETIVOS

- Determinar la relación entre la tasa de flujo y la altura del agua sobre el vertedero crestado.

- Calcular el coeficiente de descarga y observa los patrones de flujo del agua que se obtienen.

2. METODO

- Por medio del uso de un vertedero crestado instalado en el equipo y la comparación de las características del flujo bajo condiciones con la tubería de ventilación (abierta o cerrada) se pretende calcular el coeficiente de descarga del equipo cuando se emplea dicho vertedero.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Canal Multiusos C4-MkII.
- Modelo de vertedero crestado.
- Medidores de gancho y de punta.
- Banco Hidráulico F1-10.

4. MARCO TEORICO

4.1 Vertederos crestados

La utilización de vertederos crestados está limitada generalmente a laboratorios, canales pequeños y corrientes que no lleven escombros y sedimentos. Los tipos más comunes son el vertedero rectangular y el triangular. La cara de aguas arriba debe ser instalada verticalmente y el borde de la placa debe estar cuidadosamente conformado. La estructura delgada está propensa a deteriorarse y con el tiempo la calibración puede ser afectada por la erosión de la cresta.

El vertedero triangular es preferido cuando las descargas son pequeñas, porque la sección transversal de la lámina vertiente muestra de manera notoria la variación en altura.

La relación entre la descarga y la altura sobre la cresta del vertedero, puede obtenerse matemáticamente haciendo las siguientes suposiciones del comportamiento del flujo:

1. Aguas arriba del vertedero el flujo es uniforme y la presión varía con la profundidad de acuerdo con la hidrostática (p=ρgh).

2. La superficie libre permanece horizontal hasta el plano del vertedero y todas las partículas que pasan sobre el vertedero se mueven horizontalmente (en realidad la superficie libre cae cuando se aproxima al vertedero).

3. La presión a través de la lámina de líquido o napa que pasa sobre la cresta del vertedero es la atmosférica.

4. Los efectos de la viscosidad y de la tensión superficial son despreciables

4.2 Coeficiente de descarga

Para un vertedero crestado, el coeficiente de descarga está en función del caudal y la altura del agua que pasa por sobre el vertedero.

$$Q = \frac{2}{3} C_d b \sqrt{2g} y_C^{\frac{2}{3}}$$

$$C_d = \frac{Q}{\frac{2}{3}\sqrt{2g} y_C^{\frac{2}{3}}}$$

Donde

Q es el caudal en m^3/s.
C_d es el coeficiente de descarga (adimensional).
b es el ancho del vertedero (m).
g es la constante de la gravedad.
y_C es la altura del agua sobre el vertedero (m).
h es la altura del vertedero (m).
y_O es la altura total del agua (m).

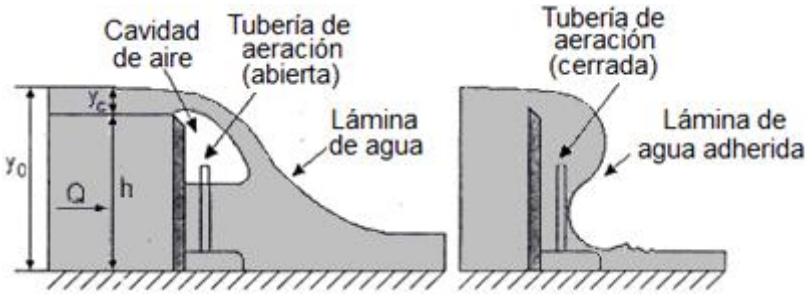


Fig. 4.1 Nomenclatura del vertedero

4.2 Ecuación de Rehbock

Cuando el vertedero rectangular se extiende a través de toda el ancho del canal ésta se llama VERTEDERO REPRIMIDO y se puede calcular el coeficiente de descarga mediante la fórmula de Rehbock como se indica a continuación.

$$C_d = 0.602 + 0.083\frac{y_c}{h}$$

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que el banco hidráulico F1-10 esté con la cantidad suficiente de agua.
- Conectar el banco hidráulico F1-10 a la fuente de corriente de 110 V.
- Verificar que el canal no posea inclinaciones.
- Instalar el vertedero en la sección de trabajo del canal sujetándolo mediante el gancho que debe estar firmemente ajustado a la base del canal. (**fig. 5.1**)



Fig. 5.1 Ubicación de Compuerta y su medidor.

- Verificar que los medidores es estén en buenas condiciones.
- Inspeccionar que el caudalímetro electrónico funciona correctamente.

5.2 PROCEDIMIENTO

✓ Encender el banco hidráulico mediante el botón en su parte frontal.

✓ Llenar la sección de trabajo del canal hasta que el nivel del agua coincida con el borde superior del vertedero.

- ✓ Registrar el datum.
- ✓ Ajustar el nivel del indicador para medir la posición de la base en relación con la parte superior del vertedero y registrar la altura del mismo.
- ✓ Volver a colocar el nivel del medidor en el agua antes del vertedero de manera que empate con el nivel del mismo.
- ✓ Elevar el nivel aguas arriba en incrementos de 10 mm.
- ✓ Si la lámina de agua tiende a adherirse se debe a que la tubería de ventilación está llena de agua, para ello se debe introducir un tubo en el espacio tras el vertedero. La lámina de agua formada debe separarse.
- ✓ Esbozar el patrón de flujo de cómo el agua fluye sobre el vertedero cuando la tubería está ventilada correctamente.
- ✓ Reducir el caudal ligeramente y luego bloquear los tubos de ventilación y dibujar el patrón de flujo con la lámina de agua adherida al vertedero.
- ✓ Medir el caudal y la altura, mientras que la lámina de agua se adhiere al vertedero.
- ✓ Terminado el experimento, se apaga el banco hidráulico desde el botón en su parte frontal.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio.

h (m)	**b (m)**	**y_C**	**Q (m^3/s)**	**$y_C^{3/2}$**	**Log y_C**	**Log Q**	**C_d**

Tabla 6.1 Resultados Obtenidos

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Elaborar una grafica **Q vs y_C**.

7.2 Calcular C_d para la condición de que la lámina de agua no esté correctamente ventilada.

7.3 Calcular C_d para la condición de que la lámina de agua esté correctamente ventilada.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cd es constante para este vertedero? Si no es así, ¿bajo qué condiciones varía?

2. ¿De qué manera el valor de Cd predicho por la fórmula Rehbock se compara con su valor medido?

3. ¿El valor de Cd cuando la lámina de agua es sin ventilación difiere de su valor medido?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Vertederos crestados.
   2. Aplicaciones de los vertederos crestados.
   3. Coeficiente de descarga.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
9	35 min	VERTEDERO DE BORDES ANCHOS	Mecánica de Fluidos I

1. OBJETIVOS

- Determinar la relación entre la tasa de flujo y la altura del agua sobre el vertedero de bordes anchos.

- Calcular el coeficiente de descarga y observa los patrones de flujo del agua que se obtienen.

2. METODO

- Por medio del uso de un vertedero de bordes anchos instalado en el equipo y la comparación de las características del flujo bajo condiciones de control de flujo se pretende calcular el coeficiente de descarga del equipo cuando se emplea dicho vertedero.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Canal Multiusos C4-MkII.
- Modelo de vertedero de bordes anchos.
- Medidores de gancho y de punta.
- Banco Hidráulico F1-10.

4. MARCO TEORICO

4.1 Vertederos de bordes anchos

Los vertederos son estructuras que tienen aplicación muy extendida en todo tipo de sistemas hidráulicos y expresan una condición especial de movimiento no uniforme en un tramo con notoria diferencia de nivel. Normalmente desempeñan funciones de seguridad y control.

Un vertedero puede tener las siguientes misiones:

- Lograr que el nivel de agua en una obra de toma alcance el nivel de requerido para el funcionamiento de la obra de conducción.

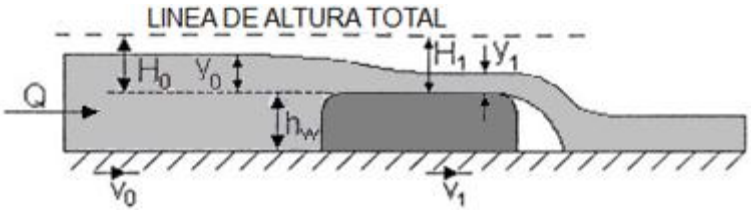
- Mantener un nivel casi constante aguas arriba de una obra de toma, permitiendo que el flujo sobre el coronamiento del vertedero se desarrolle con una lámina líquida de espesor limitado.

- En una obra de toma, el vertedero se constituye en el órgano de seguridad de mayor importancia, evacuando las aguas en exceso generadas durante los eventos de máximas crecidas.

- Permitir el control del flujo en estructuras de caída, disipadores de energía, transiciones, estructuras de entrada y salida en alcantarillas de carreteras, sistemas de alcantarillado, etc.

Un vertedero de cresta ancha es una estructura de vertedero con una cresta lo suficientemente amplia para mantener la distribución de la presión hidrostática a través del flujo. El flujo sobre la cresta es crítico y la profundidad del flujo de la cresta del vertedero es igual a la profundidad crítica.

4.2 <u>Coeficiente de descarga</u>



Por la conservación de energía e ignorándolas perdidas.

$$H_O = H_1 = y_O + \frac{V_O^2}{2g} = y_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

Por lo tanto, la velocidad y el caudal se definen como:

$$v_1 = \sqrt{2g(H_O - H_1)}$$

El caudal esta dado por:

$$Q = y_1 \cdot v_1 \cdot b_1$$

$$Q = b\sqrt{2g(H_O y_1^2 - y_1^3)}$$

Asumiendo que el vertedero no está sumergido, es decir que el nivel del agua es bajo, el flujo sobre el vertedero puede ser considerado como crítico al pasar, por lo tanto derivando el término de alturas:

$$H_O y_1^2 - y_1^3 = máximo \qquad y_1 = \frac{2}{3}H_o$$

El caudal por lo tanto será:

$$Q = b\sqrt{2g\left(\frac{4}{9}H_O^3 - \frac{8}{27}H_O^3\right)}$$

$$Q = 1.705 \cdot b \cdot H_o^{3/2}$$

El flujo actual sobre el vertedero será menor que el flujo teórico así que el coeficiente de descarga es introducido a la fórmula:

$$Q = 1.705 \cdot C_d \cdot b \cdot H_o^{3/2}$$

Por lo tanto, el coeficienciente de descarga puede definirse mediante:

$$Q_{teórico} = 1.705 \cdot b \cdot H_o^{3/2}$$

$$C_d = \frac{Qactual}{1.705 \cdot b \cdot H_o^{3/2}} = \frac{Q_{actual}}{Q_{teórico}}$$

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que el banco hidráulico F1-10 esté con la cantidad suficiente de agua.
- Conectar el banco hidráulico F1-10 a la fuente de corriente de 110 V.
- Verificar que el canal no posea inclinaciones.
- Instalar el vertedero en la sección de trabajo del canal sujetándolo mediante el gancho que debe estar firmemente ajustado a la base del canal y cubrir todo el perfil con plastilina para lograr hermeticidad. (**fig. 5.1**).
- Verificar que los medidores estén en buenas condiciones.
- Inspeccionar que el caudalímetro electrónico funciona correctamente



Fig. 5.1 Instalación de la Compuerta.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Encender el banco hidráulico mediante el botón en su parte frontal.
- ✓ Llenar la sección de trabajo del canal hasta que el nivel del agua coincida con el borde superior del vertedero.
- ✓ Registrar el datum h_w.
- ✓ Ajustar el nivel del indicador de manera que coincida con el tope del vertedero y registrar la altura.
- ✓ Colocar un nivel cerca de la sección de la descarga y el otro nivel se debe colocar en el agua antes del vertedero.
- ✓ Ajustar el flujo del agua de manera que se obtengan incrementos de 0.010 m en la profundidad y_O. En cada incremento medir la altura y_0, y_1 y el caudal Q.
- ✓ En cada ajuste también observar y esbozar los patrones de flujo sobre el vertedero.
- ✓ Gradualmente incrementar la profundidad total del agua tras pasar el vertedero añadiendo correderas (medianas) al final de la sección de trabajo donde se da la descarga.
- ✓ En cada incremento medir la altura y_0, y_1 y el caudal Q y también observar y esbozar los patrones de flujo sobre el vertedero.
- ✓ Terminado el experimento, se apaga el banco hidráulico desde el botón en su parte frontal.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio.
(*h y b son el ancho y la altura medidos de la compuerta.*)

h (m)	b (m)	y_O	y_1	Q actual (m^3/s)	H_O	Q teórico (m^3/s)	C_d

Tabla 6.1 Resultados Obtenidos

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Calcular C_d.

7.2 Elaborar una grafica:

- **Q vs y_O.**
- **Q vs y_1.**
- **Q vs C_d.**

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿La magnitud del caudal afecta el coeficiente de descarga Cd? ¿El coeficiente aumenta o disminuye?

2. ¿Cuál es el patrón del agua cuando pasa por el vertedero?

3. ¿Es afectado el valor del coeficiente de descarga con al aumento del nivel de agua?

4. ¿Cómo afecta la longitud del vertedero al valor del coeficiente de descarga?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Vertederos de bordes anchos.
   2. Aplicaciones de los vertederos de bordes anchos.
   3. Coeficiente de descarga.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   10. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
10	35 min	VERTEDERO DE BORDES FINOS	Mecánica de Fluidos I

1. OBJETIVOS

- Determinar la relación entre la tasa de flujo y la altura del agua sobre el vertedero de bordes anchos.

- Calcular el coeficiente de descarga y observa los patrones de flujo del agua que se obtienen.

2. METODO

- Por medio del uso de un vertedero crump instalado en el equipo y la comparación de las características del flujo bajo condiciones de control de flujo se pretende calcular el coeficiente de descarga del equipo cuando se emplea dicho vertedero.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Canal Multiusos C4-MkII.
- Modelo de vertedero crump.
- Medidores de gancho y de punta.
- Banco Hidráulico F1-10.

4. MARCO TEORICO

4.1 Vertederos Crump

Los vertederos son estructuras que tienen aplicación muy extendida en todo tipo de sistemas hidráulicos y expresan una condición especial de movimiento no uniforme en un tramo con notoria diferencia de nivel. Normalmente desempeñan funciones de seguridad y control.

Un vertedero puede tener las siguientes misiones:

- Lograr que el nivel de agua en una obra de toma alcance el nivel de requerido para el funcionamiento de la obra de conducción.

- Mantener un nivel casi constante aguas arriba de una obra de toma, permitiendo que el flujo sobre el coronamiento del vertedero se desarrolle con una lámina líquida de espesor limitado.

- En una obra de toma, el vertedero se constituye en el órgano de seguridad de mayor importancia, evacuando las aguas en exceso generadas durante los eventos de máximas crecidas.

- Permitir el control del flujo en estructuras de caída, disipadores de energía, transiciones, estructuras de entrada y salida en alcantarillas de carreteras, sistemas de alcantarillado, etc

Un vertedero de cresta ancha es una estructura de vertedero con una cresta lo suficientemente amplia para mantener la distribución de la presión hidrostática a través del flujo. El flujo sobre la cresta es crítico y la profundidad del flujo de la cresta del vertedero es igual a la profundidad crítica.

4.2 Coeficiente de descarga

- **Flujo modulado**

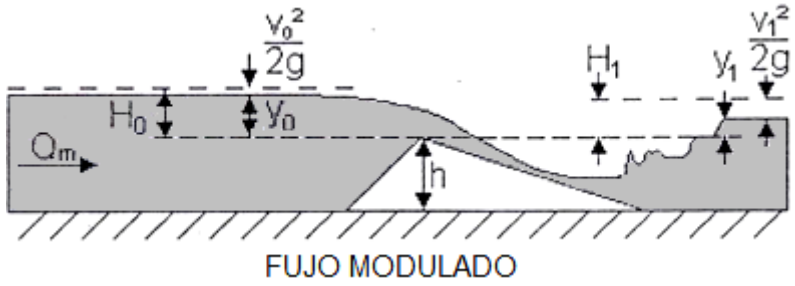


Fig. 4.1 Nomenclatura del vertedero

En un flujo modulado, es decir, que el nivel de agua que atraviesa el vertedero es bajo, el caudal viene dado por:

$$Q_m = b \cdot C_d \cdot g^{\frac{1}{2}} \cdot H_O^{\frac{3}{2}}$$

Por lo tanto, el coeficiente de descarga es:

$$C_d = \frac{Q_m}{g^{\frac{1}{2}} \cdot H_O^{\frac{3}{2}} \cdot b}$$

Donde

Q_m es el caudal en m^3/s.
b es el ancho del vertedero.
g es la constante de gravedad.
H_O es la altura total de la cresta aguas arriba del vertedero y se define por

$$H_O = y_O + \frac{Q_O^2}{2g(y_O \cdot b)^2}$$

$y_O$es la profundidad del flujo sobre el vertedero.
$Q_O = Q_m$ es el caudal aguas arriba.
h es la altura vertical del vertedero.

Cuando se trata de un flujo modulado, este no es afectado por el flujo aguas abajo del vertedero. Una medición simple puede ser considerada para determinar el volumen sobre la cresta.

- **Flujo no modulado**

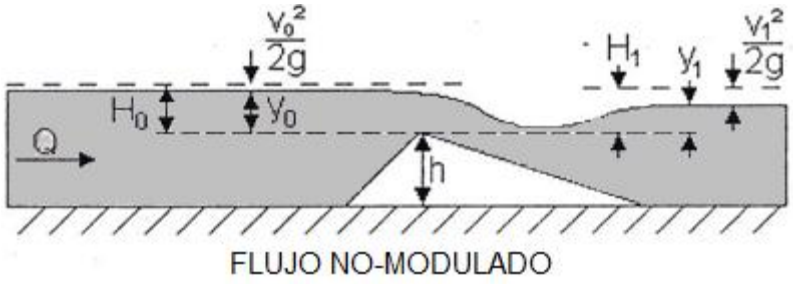


Fig. 4.1 Nomenclatura del vertedero

En un flujo no modulado, es decir, que el nivel de agua que atraviesa el vertedero es elevado se debe cumplir que:

$$\frac{H_1}{H_O} \geq 0.70$$

Donde
H_1es la altura total de la cresta aguas abajo del vertedero y se define por:

$$H_1 = y_1 + \frac{Q_1^2}{2g(y_1 \cdot b)^2}$$

$H_O$es la altura total de la cresta aguas arriba del vertedero y se define por:

$$H_O = y_O + \frac{Q_O^2}{2g(y_O \cdot b)^2}$$

Q_O es el caudal aguas arriba y Q_1 es el caudal aguas abajo.

El flujo no modulado es afectado por el flujo aguas abajo del vertedero. Una medición simple **NO** puede ser considerada para determinar el volumen sobre la cresta, por lo tanto, un factor de corrección puede ser empleado para corregir el flujo no modulado donde:

$$f = \frac{Q}{Q_m}$$

El factor de corrección f es adimensional y el caudal Q es medido mediante el caudalímetro electrónico y Q_m es calculado por:

$$Q_m = b \cdot C_d \cdot g^{\frac{1}{2}} \cdot H_O^{\frac{3}{2}}$$

Usando el coeficiente de descarga durante flujo modulado y el valor del caudal aguas arriba del vertedero.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que el banco hidráulico F1-10 esté con la cantidad suficiente de agua.
- Conectar el banco hidráulico F1-10 a la fuente de corriente de 110 V.
- Verificar que el canal no posea inclinaciones.
- Instalar el vertedero en la sección de trabajo del canal sujetándolo mediante el gancho que debe estar firmemente ajustado a la base del canal, este debe ser colocado a 0.4 m aguas debajo de la sección. La parte más delgada del vertedero debe estar direccionada hacia la descarga de agua como se muestra en la **figura 5.1**.



Fig. 5.1 Instalación del vertedero con sus medidores

- Cubrir todo el perfil con plastilina para lograr hermeticidad.
- Verificar que los medidores estén en buenas condiciones y colocarlos en la sección de trabajo.
- Inspeccionar que el caudalímetro electrónico funciona correctamente.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Encender el banco hidráulico mediante el botón en su parte frontal.
- ✓ El datum que en este caso será el fondo del canal.
- ✓ Colocar un nivel cerca de la sección de la descarga (aguas abajo del vertedero) y el otro nivel se debe colocar en el agua arriba del vertedero, de preferencia a 0.16 m de la salida de agua de la sección de trabajo del canal.
- ✓ Llenar el canal hasta una altura y_O de 0.070 m aguas arriba del vertedero.
- ✓ Mantener esta altura mientras se registran los datos de caudal Q y la profundidad aguas abajo y_1.
- ✓ Ajustar el flujo del agua de manera que se obtengan incrementos de 10 mm aguas arriba hasta 100 mm. Medir los valores de y_0, y_1 y el caudal Q.
- ✓ Colocar las correderas medianas al final de la sección de trabajo tras cada incremento aguas arriba.
- ✓ En cada ajuste también observar y esbozar los patrones de flujo sobre el vertedero.
- ✓ Registrar nuevamente los valores de y_0, y_1 y el caudal Q cuando los niveles de agua se hayan estabilizado.
- ✓ Observar los patrones del flujo de agua sobre el vertedero.
- ✓ Al terminar el experimento, retirar las correderas y apagar el banco hidráulico del botón ubicado en su parte posterior.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio.

b (m)	y_O	y_1	Q (m^3/s)	H_O	H_1	Qm (m^3/s)	C_d	f

Tabla 6.1 Resultados Obtenidos

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Determinar el coeficiente de descarga Cd. Para un flujo modulado y un flujo no modelado.

7.2 Elaborar una gráfica de **Caudal vs coeficiente de descarga** en flujo modulado y flujo no modulado.

7.3 Describa los tipos de flujo que se observaron en la práctica y en qué momento pudieron ser observados.

8. CONCLUSIONES

_____

_____

_____

9. CUESTIONARIO

1. ¿El valor de la relación de *f* varía si en el vertedero se aumenta el nivel de agua? ¿aumenta o disminuye? ¿Por qué?
2. ¿El caudal afecta el coeficiente de descarga Cd? ¿El coeficiente aumenta o disminuye?
3. ¿Cómo son afectados los patrones de flujo cuando este cambia de modulado a no modulado?
4. ¿Es afectado el valor del coeficiente de descarga con al aumento del nivel de agua?

INFORME

a) Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas

1. Vertederos de bordes anchos y sus aplicaciones.
2. Coeficiente de descarga.

b) El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
11	50 min	COMPUERTA	Mecánica de Fluidos I

1. OBJETIVOS

- Determinar la relación entre la tasa de flujo aguas arriba, el caudal y al fuerza en una compuerta con el flujo bajo la misma.

- Investigar las características del Salto Hidraúlico producido.

- Calcular el coeficiente de descarga y observar los patrones de flujo del agua que se obtienen.

2. METODO

- Empleando la compuerta instalada en el equipo bajo condiciones de control de flujo se pretende calcular el coeficiente de descarga del equipo cuando se emplea dicha compuerta además de demostrar la fuerza que se produce debido al flujo del agua cuando el fluido fluye por debajo del instrumento.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Canal Multiusos C4-MkII.
- Modelo de compuerta.
- Medidores de gancho y de punta.
- Banco Hidráulico F1-10.

4. MARCO TEORICO

4.1 Compuerta

Las compuertas son puertas movibles que se colocan en las esclusas de los canales y en los portillos de las presas de río para detener o dejar pasar las aguas. Las compuertas son equipos mecánicos utilizados para el control del flujo del agua y mantenimiento en los diferentes proyectos de ingeniería, tales como presas, canales y proyectos de irrigación. Existen diferentes tipos y pueden tener diferentes clasificaciones, según su forma, función y su movimiento.

Las diferentes formas de las compuertas dependen de su aplicación, el tipo de compuerta a utilizar dependerá principalmente del tamaño y forma del orificio, de la cabeza estática, del espacio disponible, del mecanismo de apertura y de las condiciones particulares de operación.

Entre sus aplicaciones constan:

- ✓ Control de flujos de aguas.
- ✓ Control de inundaciones.
- ✓ Proyectos de irrigación.
- ✓ Crear reservas de agua.
- ✓ Sistemas de drenaje.
- ✓ Proyectos de aprovechamiento de suelos.
- ✓ Plantas de tratamiento de agua.
- ✓ Incrementar capacidad de reserva de las presas

Entre las compuertas se poseen algunos modelos como son: las planas deslizantes, clapetas, ataguía, radiales, cilíndricas, complementarias, etc. Las más comúnmente empleadas son las compuertas planas deslizantes.

- **Compuertas Planas Deslizantes**

Se les llama compuertas deslizantes pues para su accionar se deslizan por unos rieles guías fijos. Puede ser movida por diferentes tipos de motores. Estas compuertas pueden ser de acero estructural, madera y en caso de pequeñas cabeza de hierro, el espesor y el material de la compuerta dependerá de la presión del agua y el diseño de los sellos. Al trabajar a compresión estas compuertas tienen buenas adaptaciones a los sellos presentando pequeñas fugas.

Este tipo de compuertas han sido utilizadas para todo tipo de cabezas, pero resultan ser más económicas para pequeñas cabezas y tamaños moderados pues necesitan grandes fuerzas para ser movidas.

4.2 Coeficiente de descarga

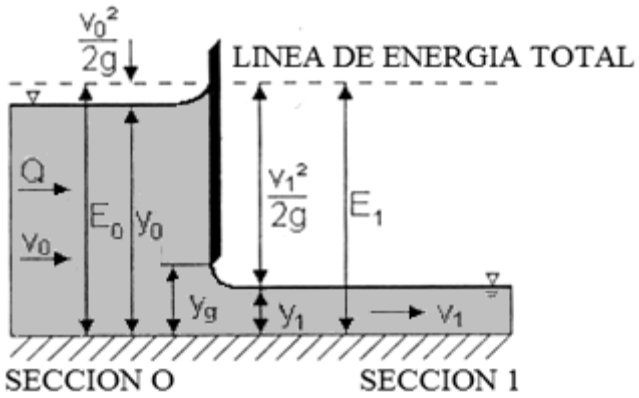


Fig. 4.1 Nomenclatura de la compuerta

El flujo por debajo de una compuerta de canal puede describirse como:

$$Q = b \cdot C_d \cdot y_g \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot y_o}$$

Por lo tanto, el coeficiente de descarga es:

$$C_d = \frac{Q}{b \cdot y_g \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot y_O}}$$

Donde

Q_m es el caudal en m^3/s.

b es el ancho del vertedero.

y_g es la altura de apertura de la compuerta.

y_O es la profundidad del flujo aguas arriba.

g es la constante de gravedad.

H_O es la altura total aguas arriba de la compuerta y se define por

$$H_O = y_O + \frac{Q^2}{2g(y_O \cdot b)^2}$$

H_1 es altura total aguas abajo, definida por:

$$H_1 = y_1 + \frac{Q^2}{2g(y_1 \cdot b)^2}$$

4.3 Fuerza en una compuerta

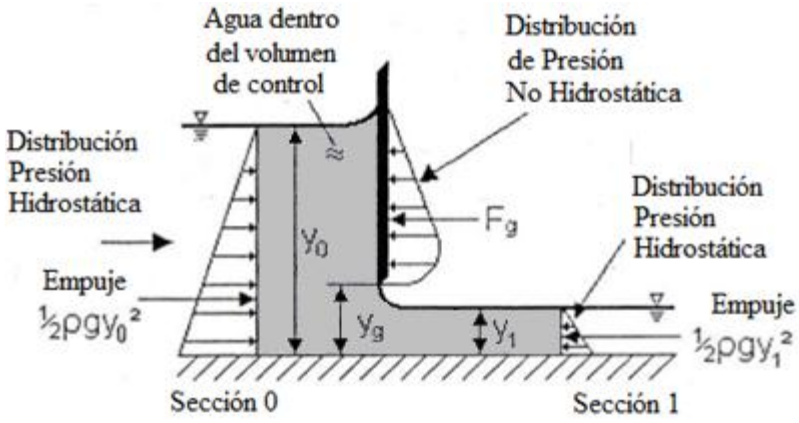


Fig. 4.2 Nomenclatura de la compuerta

Puede demostrarse que la fuerza resultante en una compuerta está dada por la ecuación:

$$F_g = \frac{1}{2}\rho g b y_1 \left[\frac{y_0^2}{y_1^2} - 1\right] - \frac{\rho Q^2}{b y_1}\left[1 - \frac{y_1}{y_o}\right]$$

El empuje de la compuerta por una distribución de la presión hidrostática está dado por:

$$F_H = \frac{1}{2}\rho g b (y_o - y_1)^2$$

Donde

F_g es la fuerza resultante del empuje en la compuerta.

F_H es la fuerza resultante de la presión hidrostática.

Q es el caudal manejado.

ρ es la densidad del fluido.

b es al ancho de la compuerta.

g es la constante de gravedad.

y_1 es la profundidad del flujo aguas abajo.

y_o es la profundidad del flujo aguas arriba.

y_g es la altura de la compuerta sobre el lecho del canal.

4.4 El Salto Hidráulico

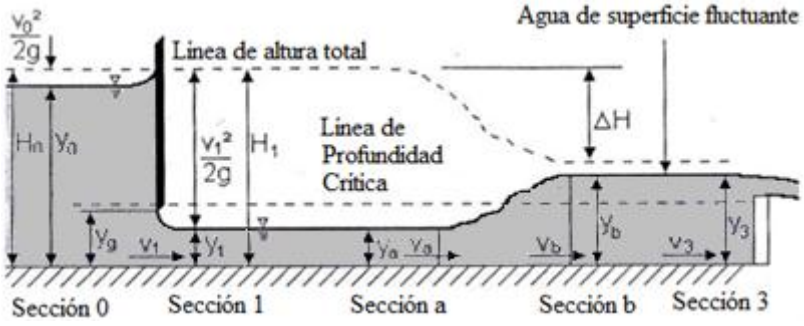


Fig. 4.3 Nomenclatura de la compuerta.

Cuando el agua fluye rápidamente y cambia a un flujo lento y tranquilo se produce un salto hidráulico u ola continua. Esto ocurre cuando una profundidad menor a la crítica cambia a una profundidad superior a la crítica y debe ser acompañado de una pérdida de energía.

Un salto ondular ocurre cuando el cambio en la profundidad es pequeño. La superficie del agua ondula una serie de oscilaciones, las cuales gradualmente decaen a una región de flujo tranquilo.

Un salto directo ocurre cuando el cambio en la profundidad es grande. La gran cantidad de pérdida de energía resulta en una zona de extrema turbulencia antes de llegar a aguas tranquilas.

Considerando las fuerzas actuantes dentro del fluido en cualquiera de las dos zonas del salto hidráulico de ancho único se puede demostrar que:

$$\Delta H = y_a + \frac{V_a^2}{2g} - \left(y_b + \frac{V_b^2}{2g}\right)$$

Donde

ΔH es el total de energía disipada.

V_a es la velocidad antes del salto.

V_b es la velocidad después del salto.

y_a es la profundidad del flujo antes del salto.

y_b es la profundidad del flujo después del salto.

Debido a que la sección de trabajo es corta, se asume que $y_a \approx y_1$ y $y_b \approx y_3$. Por lo tanto, la ecuación anterior se resume a:

$$\Delta H = \frac{(y_3 - y_1)^2}{4 y_1 y_3}$$

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que el banco hidráulico F1-10 esté con la cantidad suficiente de agua y que el canal no posea inclinaciones

- Conectar el banco hidráulico F1-10 a la fuente de corriente de 110 V.

- Instalar la compuerta en la sección de trabajo del canal sujetándolo mediante el gancho que debe estar firmemente ajustado a la base del canal, este debe ser colocado a 0.4 m aguas debajo de la sección (**Fig. 5.1**).



Fig. 5.1 Instalación de la compuerta con su medidor

- Verificar que los medidores estén en buenas condiciones y colocarlos en la sección de trabajo.

- Inspeccionar que el caudalímetro electrónico funciona correctamente

5.2 PROCEDIMIENTO

- **Descarga y fuerza en la compuerta**

- ✓ Encender el banco hidráulico mediante el botón en su parte frontal.
- ✓ Ajustar la perilla de la parte superior de la compuerta para posicionar la parte móvil a 20 mm del fondo del canal.
- ✓ Gradualmente llenar el canal hasta y_O= 20 mm., medidos usando el medidor de nivel de aguas arriba.
- ✓ Registrar el caudal Q con el caudalímetro electrónico así como y_1 empleando el medidor de nivel de aguas abajo.
- ✓ Elevar el nivel del agua arriba en incrementos de 10 mm, permitiendo que los niveles de agua abajo y aguas arriba se estabilicen.
- ✓ Registrar los valores de Q y y_1 para cada incremento.
- ✓ Apagar el banco hidráulico mediante el botón en su parte frontal y esperar que el agua sea drenada de la sección de trabajo del canal.
- ✓ Encender nuevamente el banco hidráulico y regular el caudal Q = 80 l/min. y_O= 150 mm.
- ✓ Mantener el caudal constante durante el experimento.
- ✓ Variar la altura de la compuerta en incrementos de y_O= 5 mm.
- ✓ Registrar los valores de y_O y y_1.
- ✓ Apagar el banco hidráulico mediante el botón en su parte frontal y esperar que el agua sea drenada de la sección de trabajo del canal.

- **<u>Salto Hidráulico</u>**

- ✓ Encender el banco hidráulico mediante el botón en su parte frontal.
- ✓ El datum será el fondo de la sección de trabajo del canal.
- ✓ Ajustar la perilla de la parte superior de la compuerta para posicionar la parte móvil a 20 mm del fondo del canal.
- ✓ Colocar una corredera (mediana) en la descarga de la sección de trabajo.
- ✓ Gradualmente llenar el canal hasta que se forme un salto ondulado con pequeñas ondas hacia la sección de descarga ($Q_{inicial}$=60 l/min).
- ✓ Elevar el caudal Q= 70 l/min, para incrementar el flujo aguas arriba.

- ✓ Colocar otra corredera en la descarga para crear el salto hidráulico en el centro de la sección de trabajo.
- ✓ Mover el medidor de nivel a la región de flujo rápido justo aguas arriba del salto (**sección a**).
- ✓ Mover el segundo medidor de nivel a la región de flujo tranquilo (**sección b**).
- ✓ Registrar el caudal Q con el caudalímetro electrónico así como y_1, y_3, y_O.
- ✓ Repetir el procedimiento para cuatro (4) valores de Q incrementados. (75, 80, 85 y 90 l/min).
- ✓ Al terminar el experimento, apagar el banco hidráulico del botón ubicado en su parte anterior.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio.

❖ **Descarga en la compuerta**

b (m)	y_O (m)	y_1 (m)	y_g (m)	Q (m^3/s)	H_O (m)	H_1 (m)	C_d

Tabla 6.1 Resultados para la descarga de la compuerta.

❖ **Fuerza en la compuerta**

b (m)	y_1 (m)	y_O (m)	y_g (m)	Q (m^3/s)	F_g (N)	F_H (N)	$\frac{F_g}{F_H}$	$\frac{y_g}{y_O}$

Tabla 6.2 Resultados para la Fuerza sobre la compuerta.

❖ **Salto Hidráulico**

b (m)	**y_1 (m)**	**y_3 (m)**	**y_g (m)**	**Q (m^3/s)**	ΔH

Tabla 6.3 Resultados para el salto hidráulico.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Elaborar una gráfica de **Q vs y_g** y **Q vs Cd** para y_O para demostrar las características del flujo bajo la compuerta.

7.2 Elaborar una gráfica de **y_g vs y_O** y **y_g vs Cd** para Q constante para demostrar los cambios en el coeficiente de descarga del flujo bajo la compuerta.

7.3 Graficar la tasa $\frac{F_g}{F_H}$ **vs** $\frac{y_g}{y_O}$.

7.4 En el salto hidráulico:

7.4.1 Calcular V_1 y graficar $\frac{V_1^2}{g \cdot y_1}$ vs $\frac{y_3}{y_1}$.

7.4.2 Calcular $\frac{\Delta H}{y_1}$ y graficar $\frac{\Delta H}{y_1}$ vs $\frac{y_3}{y_1}$.

7.4.3 Calcular y_C y verificar que $y_1 < y_C < y_3$

7.5 Describa los tipos de flujo que se observaron en la práctica y en qué momento pudieron ser observados.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son los efectos de y_O y Q en el coeficiente de descarga para una compuerta? ¿Cuál de las dos condiciones presenta un efecto superior?

2. En sus palabras defina el salto hidráulico y describa algunas de las características de la fuerza hidrostática.

3. Indique una aplicación en la cual la pérdida de energía en un salto hidráulico puede ser deseable. ¿Cómo es disipada esa energía?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Descarga por flujo por debajo de compuertas.
   2. Fuerza hidrostática.
   3. Salto hidráulico y su clasificación.
   4. Perdidas de energía.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
12	30 min	ECUACION DE LA ENERGIA ESPECIFICA	Mecánica de Fluidos I

1. OBJETIVOS

- Determinar la relación entre la tasa de flujo aguas arriba y la energía específica para una compuerta.

- Calcular la energía específica para diversos valores de caudal.

2. METODO

- Por medio del uso de una compuerta ubicada en el equipo y la comparación de las características del flujo tanto aguas arriba y aguas abajo bajo condiciones de control de caudal se pretende calcular la energía específica que se genera en el experimento.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Canal Multiusos C4-MkII.
- Modelo de compuerta.
- Medidores de gancho y de punta.
- Banco Hidráulico F1-10.

4. MARCO TEORICO

4.1 Compuertas

Las compuertas son puertas movibles que se colocan en las esclusas de los canales y en los portillos de las presas de río para detener o dejar pasar las aguas.

Las compuertas son equipos mecánicos utilizados para el control del flujo del agua y mantenimiento en los diferentes proyectos de ingeniería, tales como presas, canales y proyectos de irrigación. Existen diferentes tipos y pueden tener diferentes clasificaciones, según su forma, función y su movimiento.

Las diferentes formas de las compuertas dependen de su aplicación, el tipo de compuerta a utilizar dependerá principalmente del tamaño y forma del orificio, de la cabeza estática, del espacio disponible, del mecanismo de apertura y de las condiciones particulares de operación.

Entre sus aplicaciones constan:

- ✓ Control de flujos de aguas.
- ✓ Control de inundaciones.
- ✓ Proyectos de irrigación.
- ✓ Crear reservas de agua.
- ✓ Sistemas de drenaje.
- ✓ Proyectos de aprovechamiento de suelos.
- ✓ Plantas de tratamiento de agua.
- ✓ Incrementar capacidad de reserva de las presas

Entre las compuertas se poseen algunos modelos como son: las planas deslizantes, clapetas, ataguía, radiales, cilíndricas, complementarias, etc. Las más comúnmente empleadas son las compuertas planas deslizantes.

- **Compuertas Planas Deslizantes**

Se les llama compuertas deslizantes pues para su accionar se deslizan por unos rieles guías fijos. Puede ser movida por diferentes tipos de motores. Estas compuertas pueden ser de acero estructural, madera y en caso de pequeñas cabeza de hierro, el espesor y el material de la compuerta dependerá de la presión del agua y el diseño de los sellos. Al trabajar a compresión estas compuertas tienen buenas adaptaciones a los sellos presentando pequeñas fugas.

Este tipo de compuertas han sido utilizadas para todo tipo de cabezas, pero resultan ser mas económicas para pequeñas cabezas y tamaños moderados pues necesitan grandes fuerzas para ser movidas.

4.2 Energía específica

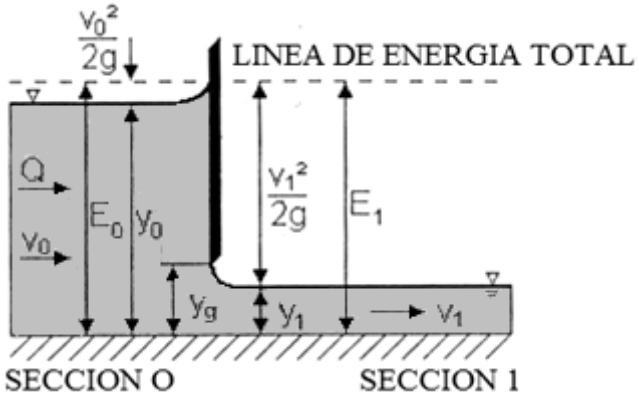


Fig. 4.1 Nomenclatura del vertedero

La velocidad y la profundidad de un flujo dado en una sección cualquiera de un canal abierto se adaptan a la energía disponible en dicha sección. Para una descarga constante, esta energía alcanza un valor mínimo en la profundidad "crítica". Este parámetro es fundamental para una compresión completa del comportamiento de flujo libre porque la respuesta a un pulso de energía (y fuerza) depende de la profundidad actual y si ésta es menor o mayor a la profundidad crítica.

En un canal abierto es conveniente usar el fondo como datum y compararla energía específica en diferentes secciones donde la energía está definida como la suma de la energía potencial (profundidad del flujo) y la energía cinética (la velocidad):

$$E = y + \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Considerando el ancho único del canal, la ecuación de la energía se define como:

$$E = y + \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot y^2}$$

Donde
E es la energía específica.
y es la profundidad del flujo.
g es la constante de gravedad.
Q es el caudal del sistema.

Si el datum coincide con el fondo, entonces $E = H$.

Al flujo en profundidades mayores a la profundidad crítica, se conoce como "Lento", "subcrítico", "tranquilo" mientras que al flujo en profundidades menores a la profundidad crítica, se conoce como "Rápido", "supercrítico", "turbulento".

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que el banco hidráulico F1-10 esté con la cantidad suficiente de agua.
- Conectar el banco hidráulico F1-10 a la fuente de corriente de 110 V.
- Verificar que el canal no posea inclinaciones.
- Instalar la compuerta en la mitad de la sección de trabajo.
- Verificar que los medidores estén en buenas condiciones y colocarlos en la sección de trabajo, uno en aguas arriba y el segundo aguas abajo.



Fig. 5.1 Instalación de la compuerta con sus medidores

- Inspeccionar que el caudalímetro electrónico funciona correctamente

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Encender el banco hidráulico mediante el botón en su parte frontal.
- ✓ Ajustar la perilla de la parte superior de la compuerta para posicionar la parte móvil a 10 mm del fondo del canal.
- ✓ Gradualmente llenar el canal hasta y_O= 160 mm medidos usando el medidor de nivel de aguas arriba.
- ✓ Registrar el caudal Q así como y_1 empleando el medidor de nivel de aguas abajo.
- ✓ Elevar la compuerta en incrementos de 5 mm, permitiendo que los niveles de agua abajo y aguas arriba se estabilicen.
- ✓ Registrar los valores de Q, y_O y y_1.
- ✓ Incrementar el caudal ligeramente, descender la parte móvil hasta y_O= 200 mm.
- ✓ Repetir el llenado del canal y registrar los valores de Q, y_O y y_1 elevando lentamente la compuerta en incrementos de 10 mm.
- ✓ Al terminar el experimento apagar el banco hidráulico del botón ubicado en su parte posterior.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio.

b (m)	**y_O**	**y_1**	**Q (m^3/s)**	**E_O**	**H_1**	**E**

Tabla 6.1 Resultados Obtenidos

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Calcular E_O y E_1 para cada valor de caudal Q.

7.2 Elaborar una gráfica de **E_O vs y_O** y **E_1 vs y_1** para establecer la forma de la curva en ambos lados del punto de energía mínimo.

7.3 Graficar los valores calculado de E para el experimento realizado.

7.4 En el gráfico de de la energía calculada dibujar una línea a través del punto crítico de cada curva para mostrar el estado crítico del flujo (subcrítico sobre la línea, supercrítico bajo la línea).

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cómo es afectada la profundidad crítica y_C por el caudal?

2. ¿Los valores calculados de E_C están de acuerdo con los correspondientes puntos mínimos de energía en sus curvas?

3. ¿Cómo influye la profundidad crítica en el diseño de canales abiertos?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Compuertas y sus aplicaciones.
   2. Energía específica.
   3. Profundidad crítica en canales abiertos..

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
13	40 min	FLUJO ATRAVÉS DE UN CANAL VENTURI	Mecánica de Fluidos I

1. OBJETIVOS

- Determinar la relación entre la tasa de flujo aguas arriba y aguas abajo a través de un canal Venturi.

- Calcular el coeficiente de descarga y observar los patrones de flujo obtenidos.

2. METODO

- Mediante el uso del canal Venturi en el equipo y la comparación de las características del flujo tanto aguas arriba y aguas abajo bajo condiciones de control de caudal se pretende calcular la relación entre el caudal y el coeficiente de descarga que se generan en el experimento.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Canal Multiusos C4-MkII.
- Modelo de Canal Venturi.
- Medidores de gancho y de punta.
- Banco Hidráulico F1-10.

4. MARCO TEORICO

4.1 Canal Venturi

Siempre se coloca en el caso de un flujo constante, sin fricción de un fluido incompresible perfecto.

Un canal de flujo Venturi es un abierto crítico del flujo de canal con un flujo restringido, que provoca un descenso de la línea piezométrica, la creación de una profundidad crítica.

Se utiliza en la medición de flujo de caudal muy grande, por lo general en millones de unidades cúbicas. Un medidor venturi normalmente mide en milímetros, mientras que un canal venturi mide en metros.

Para la medición de la descarga del venturi con canales de flujo se poseen dos mediciones, una ascendente y otra en la garganta (la sección transversal más estrecha), se requiere, si el flujo pasa de un estado subcrítico a través del canal.

Si los canales de flujo están diseñados de forma que pasa el flujo de subsistemas críticos de estado supercrítico al pasar por el canal, una sola medición en la garganta (que en este caso se convierte en una sección crítica) es suficiente para el cálculo de la descarga. Para asegurar la presencia de la profundidad crítica en la garganta, los canales de flujo se diseñan generalmente de tal manera que se forme un salto hidráulico en el lado aguas abajo de la estructura. Estos canales de flujo se denominan "de pie canales de flujo de la onda".

Los canales de flujo Venturi tienen dos ventajas sobre los vertederos donde se crea la profundidad crítica de una contracción vertical. En primer lugar, la carga hidráulica pérdida es menor en canales que en vertederos. En segundo lugar, no existe una zona muerta en canales donde los sedimentos y los desechos se pueden acumular, como una zona muerta que existe aguas arriba de las presas.

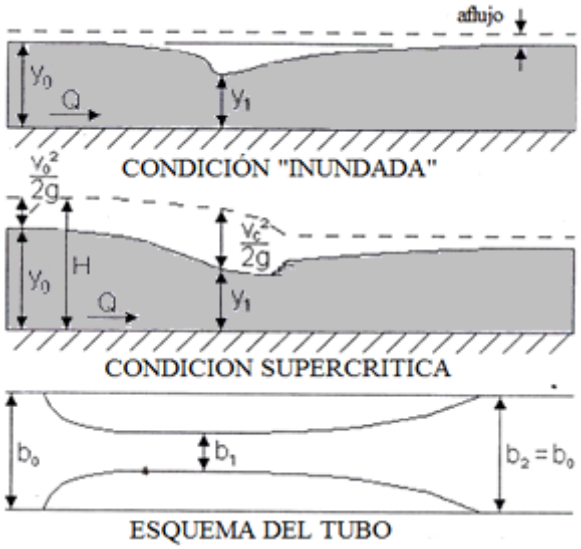


Fig. 4.1 Nomenclatura de la compuerta

Ampliar o estrechar el canal tiene el mismo efecto que elevar o disminuir el fondo del mismo. Por lo tanto, la garganta creada por el canal Venturi posee las mismas características que el vertedero de cresta ancha y la descarga se define como:

$$Q = \frac{2\sqrt{2 \cdot g}}{3\sqrt{3}} \cdot b \cdot H^{\frac{3}{2}} = 1.704 \cdot b_1 \cdot H_o^{\frac{3}{2}}$$

Por lo tanto, el coeficienciente de descarga puede definirse mediante:

$$C_d = \frac{Qactual}{1.705 \cdot b \cdot H_o^{3/2}} = \frac{Q_{actual}}{Q_{teórico}}$$

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que el banco hidráulico F1-10 esté con la cantidad suficiente de agua.
- Conectar el banco hidráulico F1-10 a la fuente de corriente de 110 V.
- Verificar que el canal no posea inclinaciones.
- Instalar el canal en la mitad de la sección de trabajo.
- Verificar que los medidores estén en buenas condiciones y colocarlos en la sección de trabajo, uno en aguas arriba y el segundo aguas abajo.



Fig. 5.1 Ubicación del Canal Venturi

- Inspeccionar que el caudalímetro electrónico funciona correctamente

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Medir el ancho b_1 del canal.
- ✓ Encender el banco hidráulico por medio del botón en su parte frontal.
- ✓ Abrir la válvula de control y permitir que el agua ingrese en la sección de trabajo.
- ✓ Mantener el flujo constante mientras se mide y_O, y_1 y Q.
- ✓ Incrementar el flujo en medidas de 5 l/min y en cada incremento medir Q, y_O y y_1,
- ✓ Añadir las correderas el final de la sección de trabajo para observar las condiciones de flujo.
- ✓ Al terminar el experimento apagar el banco hidráulico del botón ubicado en su parte anterior.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio.

b (m)	y_O (m)	y_1 (m)	Q (m^3/s)	Q (l/s)	H_1 (m)	H_O (m)	$H_O - H_1$ (m)

Tabla 6.1 Resultados Obtenidos

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Elaborar una gráfica de **Q vs:**

- **H_O**
- **H_1**
- **$H_O - H_1$**

7.2 Determinar el coeficiente de descarga para cada medida tomada en la práctica.

8. CONCLUSIONES

_____

_____

_____

_____

9. CUESTIONARIO

1. ¿Qué factores influyen en la eficiencia de un tubo venturi?
2. ¿Genera el mismo efecto estrechar el canal que elevar el lecho del canal? Explique.
3. ¿Se puede afirmar que el tubo venturi se basa en un vertedero de bordes anchos? ¿Por qué?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

1. Tubo Venturi y sus aplicaciones.
2. Coeficiente de descarga de un tubo Venturi.
3. Aplicaciones del tubo Venturi.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
14	40 min	CARACTERISTICAS Y ANALISIS DIMENSIONAL DE UN VENTILADOR AXIAL	Mecánica de Fluidos I

1. OBJETIVOS

- Obtener las curvas características para un ventilador axial operado a velocidad constante..
- Predecir el desempeño del ventilador a una velocidad determinada obtenida de datos tomados a diferentes velocidades.

2. METODO

- Mediante las lecturas de los valores brindados por los sensores sobre un rango de caudales a velocidad constante en el ventilador axial bajo condiciones de control de celeridad del aire se pretende obtener las curvas características del dispositivo y un análisis dimensional del mismo.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Ventilador Axial FM41.
- Software de control.

4. MARCO TEORICO

4.1 Ventiladores Axiales

Siempre se coloca en el caso de un flujo constante, sin fricción de un fluido incompresible perfecto.

Un ventilador es una turbo máquina que se caracteriza porque el fluido impulsado es un gas (fluido compresible) al que transfiere una potencia con un determinado rendimiento.

Existen tres tipos básicos de ventiladores axiales: Helicoidales, tubulares y tubulares con directrices.

Los ventiladores helicoidales se emplean para mover aire con poca pérdida de carga, y su aplicación más común es la ventilación general. Se construyen con dos tipos de alabes: alabes de disco para ventiladores sin ningún conducto; y alabes estrechas para ventiladores que deban vencer resistencias bajas (menos de 25 mm. c d a). Sus prestaciones están muy influenciadas por

la resistencia al flujo del aire y un pequeño incremento de la presión provoca una reducción importante del caudal.

Los ventiladores tubulares disponen de una hélice de álabes estrechos de sección constante o con perfil aerodinámico (ala portante) montada en una carcasa cilíndrica. Generalmente no disponen de ningún mecanismo para ende rezar el flujo de aire. Los ventiladores tubulares pueden mover aire venciendo resistencias moderadas (menos de 50 mm. c.d.a).

Los ventiladores axiales con directrices tienen una hélice de álabes con perfil aerodinámico (ala portante) montado en una carcasa cilíndrica que normalmente dispone de aletas enderezadoras del flujo de aire en el lado de impulsión de la hélice. En comparación con los otros tipos de ventiladores axiales, éstos tienen un rendimiento superior y pueden desarrollar presiones superiores (hasta 600 mm. c.d.a).

Las compuertas tienen la misión de hacer desaparecer la rotación existente o adquirida por el fluido en la instalación, a la entrada del rodete o tras su paso por el mismo. Estas directrices pueden colocarse a la entrada o a la salida del rodete, incluso las hay fijas ó removibles.

El aire circula por un conducto gracias a la diferencia de presión que existe entre sus extremos.

Para diferencias de nivel de hasta 100 m, velocidades inferiores a 50 m/s (caso que puede considerarse al aire como incompresible) y régimen estacionario

Los ventiladores axiales están compuestos básicamente de un rotor de dos a 13 paletas, solidario a un eje propulsor movido por un motor que impulsa aire en una trayectoria recta, con salida de flujo helicoidal.

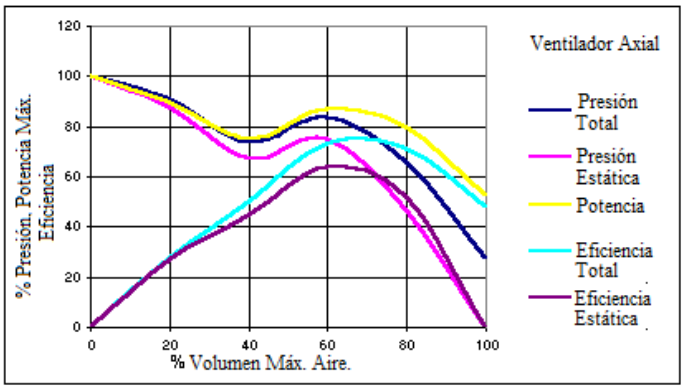


Fig. 4.1 Curvas características de un ventilador axial.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que el equipo esté conectado a la fuente de 110 V de la red al igual que la consola de interface.

- Verificar que la consola de interface IFD7este conectada de manera adecuada, es decir que la conexión USB esté correcta.

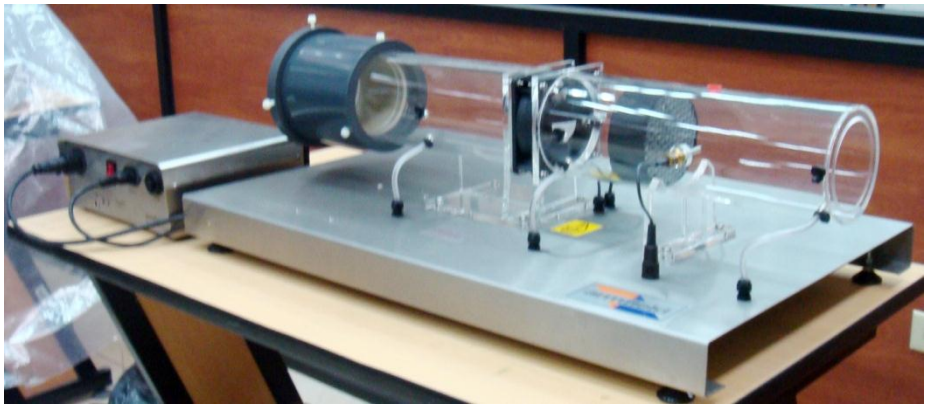


Fig. 5.1 Ventilador Axial

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ingrese al software del dispositivo FM41 AXIAL FAN en el menú inicio.
- ✓ Encender el ventilador mediante el botón FAN ON en la pantalla principal.
- ✓ Ajustar la velocidad al 100% en la casilla de control correspondiente y esperar que el equipo se estabilice.
- ✓ Tomar una muestra mediante el botón 
- ✓ Cerrar la membrana de salida para incrementar la velocidad en pequeños intervalos, una vez estabilizado el equipo se toma nuevamente una muestra mediante  .
- ✓ Repetir el proceso anterior hasta que la membrana esté completamente cerrada teniendo en consideración que esta no debe ser forzada a sobre cerrándola ya que se corre riesgo de dañar el equipo.
- ✓ Crear una nueva hoja de datos mediante el botón  .
- ✓ Seleccionar la velocidad al 50% en la casilla de control.
- ✓ Repetir el muestro como se indicó anteriormente pero girando la membrana hasta que esta se halle completamente abierta, registrando los datos en cada ocasión.

- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunas de las fórmulas y constantes necesarias para este ejercicio son:

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
gravedad	g =9.81	m/s^2
Diámetro del tubo	d_1= 123	mm
Caudal	Q_V	m^3/s
Presión del orificio	p_1	Pa
Presión diferencial del ventilador	p_2	Pa
Revoluciones del ventilador	n	rpm

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser calcularse mediante:

Área transversal de la entrada del ventilador	$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}$	m^2
Área transversal de la salida del ventilador	$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4}$	m^2
Velocidad de entrada del aire	$v_1 = \frac{Q_V}{A_1}$	m/s
Velocidad de salida del aire	$v_2 = v_1$	m/s
Presión Total del Ventilador	$P_{tF} = \left[\frac{(v_2^2 - v_1^2) \cdot \rho}{2}\right] + (p_2 - p_1)$	Pa
Potencia Mecánica	$P_M = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot t}{60}$	W
Potencia de salida	$P_U = Q_V * P_{tF}$	W
Eficiencia Global	$E_g = \frac{P_U}{P_M}$	%

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio.

Q_V	v_1	v_2	P_{tF}	P_M	P_U	E_g

Tabla 7.1 Resultados Obtenidos

7.2 Para cada velocidad muestreada graficar **Capacidad (Descarga) vs**:

- **Presión Total.**
- **Eficiencia.**
- **Potencia.**

7.3 Emplear las **leyes de semejanza** para realizar el análisis dimensional del ventilador axial empleado en la práctica, para ello considere el mismo equipo como referencia.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Qué factores influyen en la eficiencia de un ventilador axial?

2. ¿Cómo afecta el número de álabes en el cubo del ventilador en sus características operacionales? Explique.

3. Los ventiladores axiales poseen sus álabes con determinado grado de inclinación. ¿Qué sucede si se incrementa progresivamente el ángulo de ataque de los álabes?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

1. Características de los ventiladores axiales.
2. Clasificación y aplicaciones de los ventiladores axiales.
3. Curvas características de los ventiladores axiales.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

3.1.2 Mecánica de Fluidos II.

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
1	20 min	PERDIDAS POR FRICCION	Mecánica de Fluidos II

1. OBJETIVOS

- Determinar las pérdidas de carga en válvulas y accesorios hidráulicos.
- Determinar el coeficiente de perdidas K para los accesorios utilizados en la práctica.

2. METODO

- Mediante la utilización y manejo del dispositivo de práctica se realizará la medición de las variables contenidas en las fórmulas a emplearse para el cálculo necesario.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Banco Electro hidráulico.
- Válvulas y accesorios.

4. MARCO

4.1 Perdidas de carga

Las pérdidas de carga producidas en zonas localizadas de los conductos, se expresan en forma adimensional por el denominado coeficiente de pérdidas, K: donde $\Delta \mathbf{P_{12}}$ son las pérdidas de carga que se producen en el elemento considerado.

$$K = \frac{\Delta P_{12}}{1/2 \cdot \rho \cdot V^2}$$

Las pérdidas de carga antes señaladas son las correspondientes a los efectos de la viscosidad exclusivamente. Estas pérdidas, no obstante, no pueden ser medidas directamente sino a través de las medidas de diferencia de presión estática entre la entrada y la salida del elemento en cuestión. La presión estática varia debido a:

- Variaciones del área en los conductos.
- Variaciones de la altura.
- Existencia de componentes transversales de la velocidad.

Vamos a ver ahora como evaluar la perdida de carga en codos y curvas, expansiones y contracciones donde se producen variaciones de la altura y/o el área del conducto entre los puntos de entrada y salida del elemento.



Fig.4.2 Banco electro hidráulico

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Asegurarse que no existan fugas en el banco hidrodinámico.
- Verificar la adecuada conexión de los acoples y que no exista escape de fluidos.

5.2 PROCEDIMIENTO

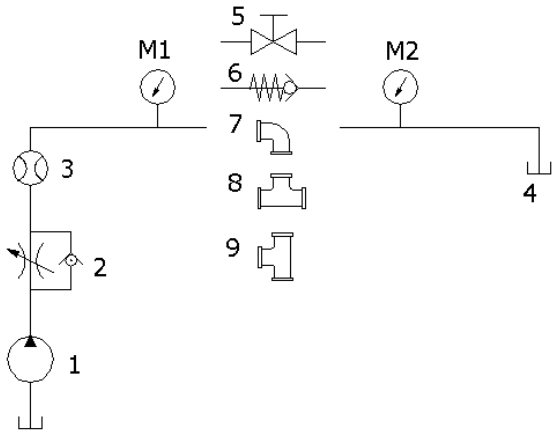


Fig. 5.1 Sistema para la determinación del coeficiente K

1.-	*Presión.*	***7.-***	*Codo estándar 90º d.int 9.5mm.*
2.-	*Válvula reguladora de caudal.*	***8.-***	*Tee flujo directo d. int 9.5mm.*
3.-	*Caudalímetro.*	***9.-***	*Tee flujo a 90º d. int. 9.5mm.*
4.-	*Descarga de presión.*	***M1.-***	*Manómetro 1*
5.-	*Válvula de globo.*	***M2.-***	*Manómetro 2*
6.-	*Válvula check.*		

- Realizar el montaje según la figura en el banco de electro hidráulica y ajustar la válvula reguladora de presión a 25 Bar.
- Realizar el montaje de la válvula de globo entre los manómetros 1 y 2 con el sistema hidráulico apagado.
- Encender el banco electro hidráulico, regular el sistema con un caudal de 5 L/min y tabular las presiones del manómetro 1 y en el manómetro 2.
- Repetir el paso 3 con cuatro accesorios mas y registrar las presiones correspondientes en los manómetros.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio.

Accesorio	Caudal (l/min)	V	ρ	M1 (bar)	M2 (bar)	ΔP_{12}	K

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Usando la fórmula determinar los coeficientes K para cada accesorio en función del caudal.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. En sus palabras explique la importancia de K en los accesorios y válvulas hidráulicos.

2. ¿Cómo afecta la viscosidad en la determinación del coeficiente K?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Las pérdidas de carga y su importancia
   2. Determinación del coeficiente de pérdidas K.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
2	30 min	EXPANSION DEL GAS PERFECTO-PROCESO ISOTERMICO	Mecánica de Fluidos II

1. OBJETIVOS

- Determinar la relación de volúmenes de dos recipientes mediante un proceso de expansión isotérmico.

- Generar la curva Presión – Volumen.

2. METODO

- Experimentación mediante el uso del equipo TH5 PROCESOS DE EXPANSION DEL GAS PERFECTO, donde el recipiente para presión es llenado y se permite su estabilización, luego el aire fuga lentamente hacia el recipiente de vacío por medio de la válvula de aguja intermedia.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Dispositivo TH5 PROCESOS DE EXPANSIÓN DEL GAS PERFECTO.
- Programa de control de Armfield (TH5 EXPANSION DE UN GAS PEEFECTO).

4. MARCO TEORICO

4.1 Proceso isotérmico

Proceso isotérmico es el cambio de temperatura reversible en un sistema termodinámico, siendo dicho cambio de temperatura constante en todo el sistema. Al no haber cambio en la temperatura, se afirma que la variación en la energía interna es nulo $\Delta U = 0$.

El calor se transfiere muy lentamente, permitiendo que el gas se expanda realizando trabajo. Como la energía interna de un gas ideal sólo depende de la temperatura y ésta permanece constante en la expansión isoterma, el calor tomado del foco es igual al trabajo realizado por el gas: $Q = W$. Una curva isoterma es una línea que sobre un diagrama representa los valores sucesivos de las diversas variables de un sistema en un proceso isotermo.

Un ejemplo de este proceso es la compresión de un gas en un cilindro de manera muy lenta que prácticamente el gas permanece en equilibrio térmico, aunque la presión aumenta conforme disminuye el volumen, la temperatura se mantiene aproximadamente igual.

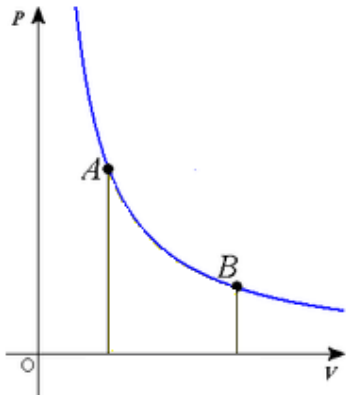


Fig. 4.1 Diagrama P-V de un proceso isotérmico ideal

5. PROCEDIMIENTO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Inspeccionar que el equipo esté en óptimas condiciones para el trabajo.

- Como primer paso es necesario verificar que los dos recipientes estén a la presión atmosférica para lo cual se abren las válvulas V1 y V3 en la parte superior de los recipientes. Luego se cierran las válvulas para realizar el experimento.

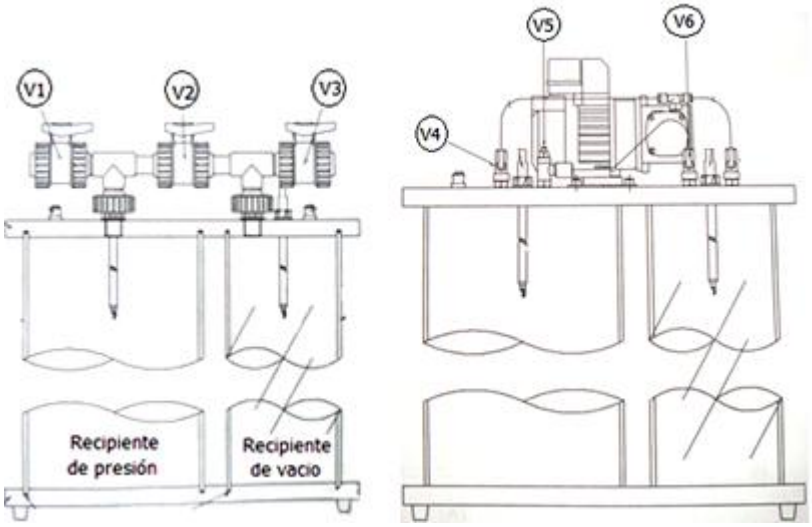


Fig.1 Numeración de las válvulas en el equipo TH5 PROCESOS DE EXPANSION DE GAS PERFECTO.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ En el menú **INICIO** y ubicado en el carpeta **ARMIFIELD THERMODYNAMICS SOFTWARE** abrimos el programa **TH5 EXPANSION OF A PERFECT GAS,** optando por el **ejercicio A**.

- ✓ En la casilla **ENTER THE ATMOSPHERIC PRESSSURE** ingresamos el valor de la presión atmosférica por medio del teclado. En Cuenca es 76.64 kPa.

- ✓ Encendemos el equipo por medio del interruptor ubicado en la parte frontal de la consola de control y verificamos que el display de control se encienda mostrando el valor 0 de presión.

- ✓ Cerrar las válvulas V1, V3 y V5 y abrir la válvula V4.
- ✓ Se enciende la bomba de aire por medio del interruptor ubicado en la bomba y se eleva el interruptor en el panel frontal (**AIR BOMB**) para que se puede mostrar el valor de la presión a la que se halla el recipiente.

- ✓ Cuando la presión alcance aproximadamente 30 kN/m^2 (leídos en la consola) se apaga la bomba de aire y se cierra la válvula V4.

- ✓ Esperar hasta el la presión dentro del recipiente se estabilice (la presión puede disminuir un poco mientras que el aire del recipiente iguala a la temperatura ambiente.)

- ✓ Se pulsa el botón  para registrar la presión inicial Ps.

- ✓ Asegurarse que la válvula de aguja V5 esté totalmente cerrada y abrir la válvula V6.

- ✓ Abrir la válvula V5 lentamente para permitir el paso del aire del recipiente de presión hacia el recipiente de vacío.

- ✓ Ajustar la válvula V5 de tal manera que la presión disminuya un poco sin cambiar la temperatura de ninguno de los recipientes, en caso de que el flujo de aire sea demasiado rápido, se advertirá cambios en la temperatura T1 o T2 y por ende el ejercicio debe repetirse. Para el control de temperatura se debe ubicar al selector de unidades en Resistencia y verificar el valor mostrado en la tabla RELACIÓN RESISTENCIA-TEMPERATURA. (**Anexo 1**)

- ✓ Mientras la presión en el primer recipiente disminuye y aumenta en el recipiente de vacío, la válvula V5 puede ser abierta escasamente para reducir la duración del ejercicio.

- ✓ Estabilizados los dos recipientes en sus valores de presión y temperatura, se registran los valores finales de presión Pf pulsando  .

- ✓ Guardar el archivo de los resultados; el archivo se guardará en versión .VTS y para abrirlo se debe emplearse el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

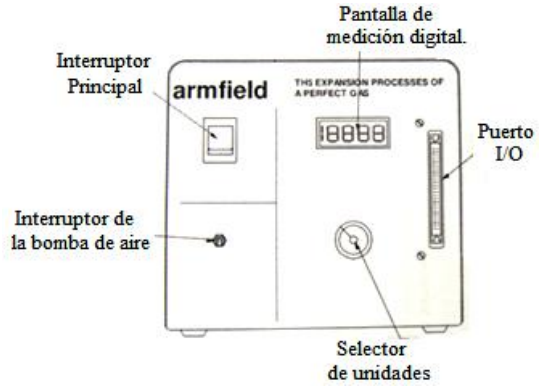


Fig.5.1 Partes de la consola TH5 PROCESOS DE EXPANSION DE GAS PERFECTO.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Determinar la relación de capacidad calorífica para cada una de las muestras tomadas en el ensayo, para ello considerar el siguiente cuadro de nomenclaturas.

Presión Atmosférica (absoluta)	$Patm$	N/m^2
Presión Inicial del primer recipiente (medida)	Ps	N/m^2
Presión Inicial del primer recipiente (absoluta)	$P1abs_s$	N/m^2
Vacío inicial del segundo recipiente (medida)	Vs	N/m^2
Presión inicial del segundo recipiente (absoluta)	$P2abs_s$	N/m^2
Presión Final de recipientes (medida)	Pf	N/m^2
Presión Final de recipientes (absoluta)	$P1abs_f$	N/m^2

- Cálculos a realizarse:

Presión Inicial del primer recipiente (absoluta)	$P1abs_s = Ps + Patm$
Presión inicial del segundo recipiente (absoluta)	$P2abs_s = Patm - Vs$
Presión Final de recipientes (medida)	$Pf = -Vf$
Presión Final de recipientes (absoluta)	$P1abs_f = Pf + Patm$

Relación de volúmenes	$\frac{Vol1}{Vol2} = \frac{P2abs_s - Pf}{Pf - P1abs_s}$

6.2 Elaborar la gráfica P – V con los datos obtenidos en el ensayo.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio y los valores calculados.

Patm	***Ps***	***P1abs***	***Pf***	***P2abs***	***$P1abs_f$***	***Vf***	***Vs***	***Vol1***	***Vol2***	***Relación de Volúmenes***

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la condición para que un proceso puede ser considerado como isotérmico?
2. ¿Cómo afectaría un paso rápido del aire de un recipiente a otro?
3. Explique el experimento de Clement y Desormes (alternativamente llamado de Shoemaker)

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

1. Primera ley de la termodinámica
2. Procesos isotérmicos.
3. Relación de volúmenes.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas y mínimo 2 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

ANEXO

HOJA DE DATOS (DATA SHEET) DE RELACIÓN RESISTENCIA- TEMPERATURA

Temperatura ºC	Resistencia Ω	Temperatura ºC	Resistencia Ω
8	3777	30	1635
9	3650	31	1570
10	3525	32	1509
11	3403	33	1450
12	3285	34	1394
13	3169	35	1341
14	3055	36	1291
15	2945	37	1244
16	2838	38	1199
17	2733	39	1158
18	2632	40	1119
19	2533	41	1083
20	2437	42	1050
21	2344	43	1020
22	2253	44	993
23	2166	45	969
24	2082	50	890
25	2000		
26	1921		
27	1845		
28	1772		
29	1702		

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
3	30 min	EXPANSION DEL GAS PERFECTO-PROCESO ADIABATICO	Mecánica de Fluidos II

1. OBJETIVOS

- Determinar la relación de capacidad calorífica mediante la curva Presión – Volumen.
- Analizar los resultados obtenidos, considerando las propiedades del aire.

2. METODO

- Experimentación por medio del empleo del equipo TH5 PROCESOS DE EXPANSION DEL GAS PERFECTO, lo cual implica un proceso de dos pasos. El primer paso consiste en la presurización del recipiente que luego será despresurizado mediante la apertura y el cierre intermitente de la válvula de bola ubicada en la parte superior del recipiente, un proceso adiabático y reversible. El segundo paso es el equilibrio térmico al cual se permite que llegue el volumen del gas dentro del recipiente, siendo este un proceso a volumen constante.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Dispositivo TH5 PROCESOS DE EXPANSIÓN DEL GAS PERFECTO.
- Programa de control de Armfield (TH5 EXPANSION DE UN GAS PEEFECTO).

4. MARCO TEORICO

4.1 Proceso adiabático

Un proceso adiabático es aquél en el cual el fluido no intercambia calor con su ambiente, si además es un proceso reversible es llamado PROCESO ISOÉNTROPICO. Este puede ser considerado como un ejemplo para un gas ideal. Al no ganarse o perderse nada de calor por el sistema se puede aplicar la primera ley de la termodinámica con $Q = 0$ indica que todos los cambios en la energía interna es la forma de trabajo.

Un proceso adiabático se obtiene generalmente rodea a todo el sistema con un material muy aislante, o por llevar a cabo el proceso tan rápido que no hay tiempo para una transferencia de calor significativa a tener lugar.

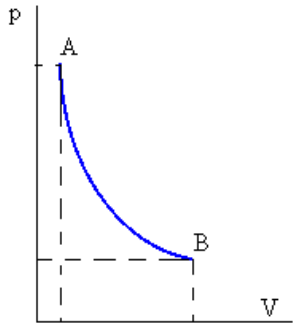


Fig. 4.1 Diagrama P-V de un proceso adiabático reversible ideal

4.2 Capacidad Calorífica o Calor específico

La capacidad calorífica o calor específico de un gas depende de su temperatura, sin embargo, considerando una sustancia pura, este calor se define además de la temperatura por medio de la presión y el volumen.

La relación de la capacidad calorífica a **presión constante Cp** y a **volumen constante Cv** genera la relación de capacidad calorífica o la **relación de calor específico** (γ).

$$\gamma = \frac{Cp}{Cv} = \frac{\ln P1abs_s - \ln P1abs_i}{\ln P1abs_s - \ln P1abs_f}$$

5. PROCEDIMIENTO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Inspeccionar que el equipo esté en óptimas condiciones para el trabajo.
- Como primer paso es necesario verificar que los dos recipientes estén a la presión atmosférica para lo cual se abren las válvulas V1 y V3 en la parte superior de los recipientes. Luego se cierran las válvulas para realizar el experimento.

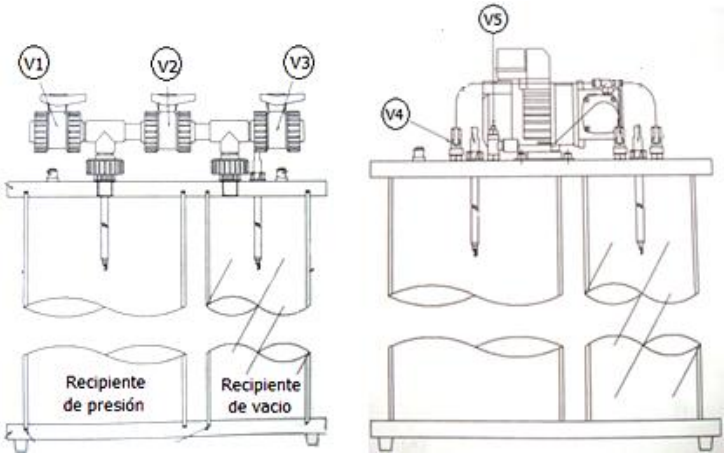


Fig.1 Numeración de las válvulas en el equipo TH5 PROCESOS DE EXPANSION DE GAS PERFECTO.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ En el menú **INICIO** y ubicado en el carpeta **ARMIFIELD THERMODYNAMICS SOFTWARE** abrimos el programa **TH5 EXPANSION OF A PERFECT GAS,** optando por el **ejercicio A**.

- ✓ En la casilla **ENTER THE ATMOSPHERIC PRESSSURE** ingresamos el valor de la presión atmosférica por medio del teclado. En Cuenca es 76.64 kPa.

- ✓ Encendemos el equipo por medio del interruptor ubicado en la parte frontal de la consola de control y verificamos que el display de control se encienda mostrando el valor 0 de presión.

- ✓ Cerrar las válvulas V1 y V3 y abrir la válvula V4.

- ✓ Se enciende la bomba de aire por medio del interruptor ubicado en la bomba y se eleva el interruptor en el panel frontal (**AIR BOMB**) para que se puede mostrar el valor de la presión a la que se halla el recipiente.

- ✓ Cuando la presión alcance aproximadamente 30 kN/m^2 (leídos en la consola) se apaga la bomba de aire y se cierra la válvula V4.

- ✓ Esperar hasta el la presión dentro del recipiente se estabilice (la presión puede disminuir un poco mientras que el aire del recipiente iguala a la temperatura ambiente.)

- ✓ Se pulsa el botón  para registrar la presión inicial.

- ✓ Abrir y cerrar la válvula V1 **rápidamente** para permitir el escape de una pequeña cantidad de aire del recipiente, luego permitir que la presión en el recipiente se estabilice.
- ✓ Pulsar nuevamente  para registrar el nuevo valor de la presión luego del escape del aire. Se abre y cierra **rápidamente** la válvula V1permitiendo que una pequeña cantidad de aire vuelva a escapar.

- ✓ Una vez se ha estabilizado el sistema se permite la estabilización del valor de la presión y se registra el valor final de la presión del recipiente pulsando  .

- ✓ Guardar el archivo de los resultados; el archivo se guardará en versión .VTS y para abrirlo se debe emplearse el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

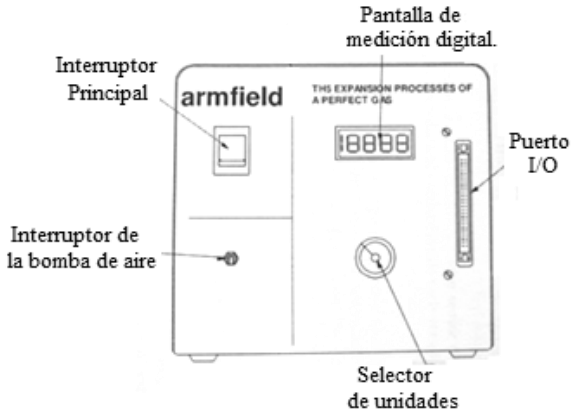


Fig.2 Partes del equipo TH5 PROCESOS DE EXPANSION DE GAS PERFECTO.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Determinar la relación de capacidad calorífica para cada una de las muestras tomadas en el ensayo, para ello considerar el siguiente cuadro de nomenclaturas.

Presión Atmosférica (absoluta)	$Patm$	N/m^2
Presión Inicial (medida)	$P1s$	N/m^2
Presión Inicial (absoluta)	$P1abs_s$	N/m^2
Presión Intermedia (medida)	Pi	N/m^2
Presión Intermedia (absoluta)	$P1abs_i$	N/m^2
Presión Final (medida)	Pf	N/m^2
Presión Final (absoluta)	$P1abs_f$	N/m^2

- Cálculos a realizarse:

Presión Inicial (absoluta)	$P1abs_s = Ps + Patm$
Presión Intermedia (absoluta)	$P1abs_i = Pi + Patm$
Presión Final (absoluta)	$P1abs_f = Pf + Patm$
Capacidad Calorífica	$\gamma = \frac{Cp}{Cv} = \frac{\ln P1abs_s - \ln P1abs_i}{\ln P1abs_s - \ln P1abs_f}$

6.2 Elaborar la gráfica P – V con los datos obtenidos en el ensayo.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio y los valores calculados.

$Patm$	$P1s$	$P1abs_s$	Pi	$P1abs_i$	Pf	$P1abs_f$	Cp	Cv	γ

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Por qué el proceso inicial de expansión puede considerarse adiabático y reversible?

2. ¿Cómo afectaría un cambio en la temperatura a la cual se realiza el ensayo?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Proceso de expansión de un gas perfecto.
   2. Fórmula para la expansión de un gas ideal.
   3. Capacidad calorífica molar Cp y Cv.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

ANEXO

HOJA DE DATOS (DATA SHEET) DE RELACIÓN RESISTENCIA- TEMPERATURA

Temperatura ºC	Resistencia Ω	Temperatura ºC	Resistencia Ω
8	3777	30	1635
9	3650	31	1570
10	3525	32	1509
11	3403	33	1450
12	3285	34	1394
13	3169	35	1341
14	3055	36	1291
15	2945	37	1244
16	2838	38	1199
17	2733	39	1158
18	2632	40	1119
19	2533	41	1083
20	2437	42	1050
21	2344	43	1020
22	2253	44	993
23	2166	45	969
24	2082	50	890
25	2000		
26	1921		
27	1845		
28	1772		
29	1702		

3.3.3 Máquinas Térmicas I

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
1	80 min	ENCENDIDO Y MANEJO DE CALDERA	Máquinas Térmicas I

1. OBJETIVOS

- Realizar el encendido y la calibración de la caldera ELECON.

2. METODO

- Mediante el control de los parámetros como la energía eléctrica, nivel de agua tanto en el caldero como en el tanque de condensado y la presión de gas, se debe encender y calibrar el equipo para la experimentación.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Caldero ELECON 7.5 -10 HP.
- Intercambiador de calor tubular.

4. MARCO TEORICO

4.1 Calderos

Un caldero es todo recipiente cerrado en el cual, para cualquier fin, excepto el cocimiento doméstico de alimentos, se calienta agua o se genera vapor, generalmente de agua, para ser usado fuera de él, a una presión mayor que la presión atmosférica.

El calentamiento de la caldera es producido por la inflamación de un elemento combustible dentro de la cámara de combustión u hogar de la caldera. Los combustibles comúnmente utilizados en las calderas modernas son sustancias líquidas o gaseosas derivados del petróleo (queroseno, diesel, gasolina, gas, etc.); sin embargo, son también comunes las calderas de carbón. La cámara de combustión de la caldera y las paredes de las mismas están diseñadas para aprovechar al máximo la energía en forma de calor que se libera cuando se inflama el combustible.

El sistema de combustible consta básicamente de dos tuberías; una de ellas alimenta el combustible y la otra el oxígeno necesario para la combustión. Para aumentar la eficiencia del proceso de combustión, en las calderas el combustible líquido, antes del quemador, el combustible pulverizado y el aire se mezclan en proporciones controladas. Una vez que se ha generado el calor se inicia el proceso de calentamiento del agua que culmina en la generación de vapor. Luego, el vapor a gran temperatura es transportado por medio de tuberías hasta la carga. Durante este trayecto el vapor pierde la mayor parte de la energía y ya no puede ser utilizado

más. Por eso, se hace pasar un sistema de enfriamiento, condensación y purificación para finalmente ser reinyectado en la caldera.

En el interior de la caldera y dentro de las tuberías de vapor ocurren numerosos procesos físicos y reacciones químicas que influyen en la operación, la seguridad, la eficiencia del proceso y la vida útil de la caldera y sus componentes. Por esta razón estos procesos y reacciones químicas deben ser controlados.

4.2 Tipos de Calderos

- *Calderos Pirotubulares:*

Se denominan pirotubulares por ser los gases calientes procedentes de la combustión de un combustible, los que circulan por el interior de tubos cuyo exterior esta bañado por el agua de la caldera. El combustible se quema en un hogar, en donde tiene lugar la transmisión de calor por radiación, y los gases resultantes, se les hace circular a través de los tubos que constituyen el haz tubular de la caldera, y donde tiene lugar el intercambio de calor por conducción y convección.

Según sea una o varias las veces que los gases pasan a través del haz tubular, se tienen las calderas de uno o de varios pasos. En el caso de calderas de varios pasos, en cada uno de ellos, los humos solo atraviesan un determinado número de tubos, cosa que se logra mediante las denominadas cámaras de humos. Una vez realizado el intercambio térmico, los humos son expulsados al exterior a través de la chimenea.

Esta es la técnica más clásica para la producción de vapor saturado, de agua o de vapor sobrecalentado para una gama de caudales de 160 a 50 000 kg/h (112 a 34 000 kW). Para que se de la combustión se debe inyectar una mezcla de aire y combustible en el hogar los cuales se inflaman a entrar en contacto con la llama que alimentan. La forma y el posicionamiento de la llama en el hogar son primordiales para optimizar los fenómenos de radiación y convección, para reducir las emisiones y los residuos.



Fig. 4.1 Caldera Pirotubular Horizontal

- *Calderos Aquatubulares:*

En estas calderas, al contrario de lo que ocurre en las pirotubulares, es el agua el que circula por el interior de tubos que conforman un circuito cerrado a través del calderín o calderines que constituye la superficie de intercambio de calor de la caldera.

Adicionalmente, pueden estar dotadas de otros elementos de intercambio de calor, como pueden ser el sobrecalentador, recalentador, economizador, etc. Estas calderas, constan de un hogar configurado por tubos de agua, tubos y refractario, o solamente refractario, en el cual se produce la combustión del combustible y constituyendo la zona de radiación de la caldera. Desde dicho hogar, los gases calientes resultantes de la combustión son conducidos a través del circuito de la caldera, configurado este por paneles de tubos y constituyendo la zona de convección de la caldera. Finalmente, los gases son enviados a la atmósfera a través de la chimenea.

Con objeto de obtener un mayor rendimiento en la caldera, se las suele dotar de elementos, como los ya citados, economizadores y precalentadores, que hacen que la temperatura de los gases a su salida de la caldera, sea menor, aprovechando así mejor el calor sensible de dichos gases.

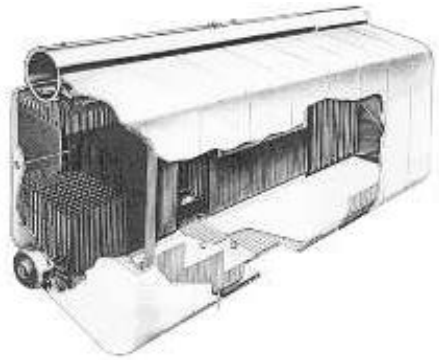


Fig. 4.2 Caldera Aquatubular

4.3 Características del Caldero ELECON

Tipo:	Pirotubular vertical	**Presión de trabajo**	100 PSI (689.5 kPa)
Temperatura vapor saturado	329ºF (165ºC)	**Tipo de combustible**	Gas propano
Potencia:	250 Hp	**Amperaje**	11 A
Capacidad:	10 BHP	**Consumo de comb. (máx. Carga)**	10 kg/h
Fabrica:	ELECON	**Voltaje**	110 V

Modelo Nº	CAL EO7.5GO611	**Año de fabricación**	2007
Serial Nº	CE-7.5HPG001	**Número de pasos**	3
Diámetro exterior de tubos	1 in. Ced - 10	**Material de los tubos**	ASTM A-312-T.304L
Numero de tubos:	52		

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Inspeccionar que la válvula de salida de vapor este cerrada.
- Verificar que las válvula de nivel de agua estén abiertas, esto se distingue cuando durante el ingreso del agua el nivel se puede ver en el tubo pirex.
- Verificar que la llave de desfogue de agua este cerrada y con el correspondiente tapón y de igual manera inspeccionar que la llave de purga esté cerrada (posición horizontal).
- La llave de paso de gas y la llave de paso de agua siempre deben estar abiertas.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Como primer paso se debe asegurar que la caldera posee el nivel de agua suficiente así como al tanque de condensado.
- ✓ Presionar el botón de encendido (botón verde) del tablero de control. La caldera funciona automáticamente.
- ✓ Verificar durante el funcionamiento que el suministro de agua y de gas sea permanente y no existan fugas en la entra de vapor en el tapón de entrada de químicos.
- ✓ Esperar que el caldero genere vapor, lo cual toma aproximadamente 30 minutos.
- ✓ Cuando la caldera haya alcanzado su máxima presión de trabajo y antes de abrir la llave de salida de vapor, se debe abrir y cerrar la llave de purga durante 5 segundos y luego cerrarla con la finalidad de que todas las impurezas posibles que estén en el caldero sean evacuadas.
- ✓ Una vez alcanzada la presión de trabajo se abre lentamente la llave de salida de vapor para evitar que se la tubería comience a oscilar y genere golpe de ariete.
- ✓ Para apagar el caldero se debe colocar el selector en la posición de apagado y verificar que la llave de salida vapor este cerrada.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Llenar la tabla de datos que se indica a continuación.

TIEMPO EN PRODUCIR VAPOR (min)	PRESION DE VAPOR DE SALIDA (PSI)	TEMPERATURA (ºC)	OBSERVACIONES

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Encender el caldero.

7.2 Ajustar los parámetros a calibrar como presión, nivel de agua, etc.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. Realice un cuadro comparativo entre las calderas pirotubulares y las calderas aquatubulares.

2. ¿Cuáles son los factores fundamentales a considerar dentro del proceso de encendido y ajuste de una caldera?

3. ¿Qué implica el ingreso de agua a una temperatura baja en una caldera? ¿Cómo afecta el rendimiento de la misma?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

1. Calderas y sus partes principales.
2. Tipos de calderas.
3. Mantenimiento de calderas.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
2	40 min	CICLO DE REFRIGERACION POR COMPRESION DE VAPOR	Máquinas Térmicas I

1. OBJETIVOS

- Comprender el funcionamiento del sistema de refrigeración.
- Realizar los cálculos correspondientes a un ciclo de refrigeración real.
- Investigar el efecto del flujo de agua en un sistema de refrigeración a través del condensador y el evaporador así como el flujo de refrigerante.

2. METODO

- Operación del equipo de refrigeración RA1 para observar las características de un ciclo de refrigeración por compresión de vapor mediante el ajuste de parámetros como el flujo de agua en el condensador y el evaporador y el flujo de refrigerante de manera de determinar los cambios en la temperatura en el sistema.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de refrigeración RA1.
- Software de control.

4. MARCO TEORICO

4.1 Sistemas de refrigeración de compresión de vapor

Mediante energía mecánica se comprime un gas refrigerante. Al condensar, este gas emite el calor latente que antes, al evaporarse, había absorbido el mismo refrigerante a un nivel de temperatura inferior. Para mantener este ciclo se emplea energía mecánica, generalmente mediante energía eléctrica. Dependiendo de los costos de la electricidad, este proceso de refrigeración es muy costoso. Por otro lado, tomando en cuenta la eficiencia de las plantas termoeléctricas, solamente una tercera parte de la energía primaria es utilizada en el proceso. Además, los refrigerantes empleados hoy en día pertenecen al grupo de los fluoroclorocarbonos, que por un lado dañan la capa de ozono y por otro lado contribuyen al efecto invernadero.

Un ciclo simple frigorífico comprende cuatro procesos fundamentales, tales como regulación, evaporación, compresión y condensación.

A. La regulación

El ciclo de regulación ocurre entre el condensador y el evaporador, en efecto, el refrigerante líquido entra en el condensador a alta presión y a alta temperatura, y se dirige al evaporador a través del regulador.

La presión del líquido se reduce a la presión de evaporación cuando el líquido cruza el regulador, entonces la temperatura de saturación del refrigerante entra en el evaporador y será en este lugar donde se enfría.

Una parte del líquido se evapora cuando cruza el regulador con el objetivo de bajar la temperatura del refrigerante a la temperatura de evaporación.

B. La evaporación

En el evaporador, el líquido se vaporiza a presión y temperatura constantes gracias al calor latente suministrado por el refrigerante que cruza el espacio del evaporador. Todo el refrigerante se vaporizada completamente en el evaporador, y se recalienta al final del evaporador.

Aunque la temperatura del vapor aumenta un poco al final del evaporador debido al sobrecalentamiento, la presión se mantiene constante.

Aunque el vapor absorbe el calor del aire alrededor de la línea de aspiración, aumentando su temperatura y disminuyendo ligeramente su presión debido a las pérdidas de cargas a consecuencia de la fricción en la línea de aspiración, estos detalles no se tiene en cuenta cuando uno explica el funcionamiento de un ciclo de refrigeración normal.

C. La compresión

Por la acción del compresor, el vapor resultante de la evaporación es aspirado por el evaporador por la línea de aspiración hasta la entrada del compresor. En el compresor, la presión y la temperatura del vapor aumenta considerablemente gracias a la compresión, entonces al vapor a alta temperatura y a alta presión es devuelto por la línea de expulsión.

D. La condensación

El vapor atraviesa la línea de expulsión hacia el condensador donde libera el calor hacia el aire exterior. Una vez que el vapor ha prescindido de su calor adicional, su temperatura se reduce a su nueva temperatura de saturación que corresponde a su nueva presión. En la liberación de su calor, el vapor se condensa completamente y entonces es enfriado.

El líquido enfriado llega al regulador y está listo para un nuevo ciclo.

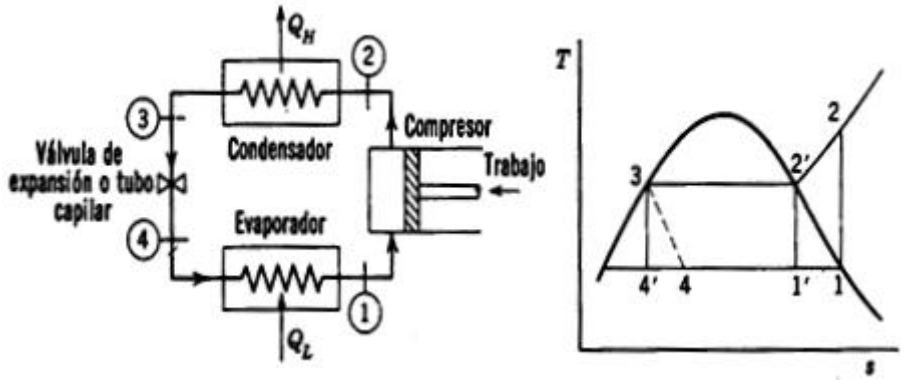


Fig. 4.1 Sistema de Refrigeración por compresión de vapor

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar la conexión del autotransformador a la consola de control del dispositivo.
- Inspeccionar que el tanque reservorio esté con la cantidad suficiente de agua.

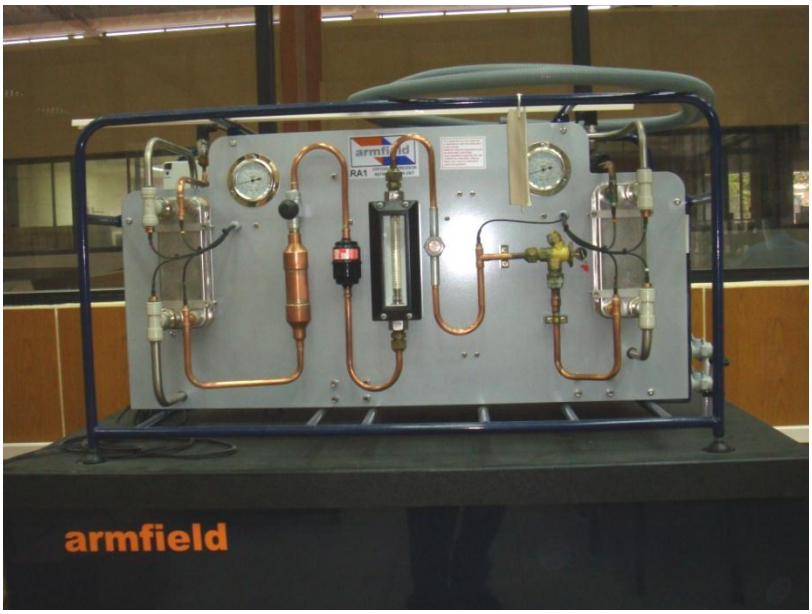


Fig. 5.1 Unidad de refrigeración RA1.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ingresar al software **RA1 REFRIGERATION METRIC**.
- ✓ Encender el sistema mediante el pulso en POWER ON.

- ✓ Ajustar la velocidad de la bomba de agua del condensador en 50% y la velocidad de la bomba del evaporador en 70% en las casillas laterales a sus denominaciones.
- ✓ Verificar que exista flujo de agua a través del sistema, para ello se debe observar las casillas FM1 y FM2 en el diagrama.
- ✓ Encienda el motor del compresor mediante el botón MOTOR ON y ajuste en 80% dicha velocidad.
- ✓ Verificar que el refrigerante está fluyendo en el sistema mediante las casillas FM3 en el diagrama del equipo.
- ✓ Permitir que el sistema se estabilice hasta que se tengan presiones y temperaturas razonables, lo cual conlleva esperar 2 minutos.
- ✓ Tomar una muestra por medio del botón  . Abrir una nueva hoja de datos mediante el botón  .
- ✓ Ajustar la velocidad de la bomba de agua del condensador PUMP 1 al 100% y la bomba de agua del evaporador PUMP 2 al 70%. La velocidad del compresor se debe mantener a 80%.
- ✓ Esperar que el sistema se estabilice, aproximadamente 2 minutos, y tomar una muestra por medio del botón  .
- ✓ Reducir la velocidad de la bomba de agua del condensador en pasos de 5%, esperar que el sistema se estabilice y nuevamente tomar una muestra por medio del botón  . Realizar este proceso hasta que la temperatura en **T4 haya alcanzado los 60ºC**.
- ✓ Ajustar la velocidad de la bomba de agua del condensador al 50% y permitir que el sistema se estabilice.
- ✓ Abrir una nueva hoja de datos mediante el botón  .
- ✓ Ajustar la velocidad de la bomba de agua del condensador PUMP 1 al 50% y la bomba de agua del evaporador PUMP 2 al 100%. La velocidad del compresor se debe mantener a 80%.
- ✓ Esperar que el sistema se estabilice, aproximadamente 2 minutos, y tomar una muestra por medio del botón  .
- ✓ Reducir la velocidad de la bomba de agua del evaporador en pasos de 5%, esperar que el sistema se estabilice y nuevamente tomar una muestra por medio del botón  . Realizar este proceso hasta que la temperatura en **T7 haya alcanzado -1ºC**.

- ✓ Ajustar la velocidad de la bomba de agua del evaporador al 70% y esperar que el sistema se estabilice.
- ✓ Abrir una nueva hoja de datos mediante el botón  .
- ✓ Mantener el ajuste de las velocidades de las bombas de agua y aumentar la velocidad del compresor al 100%.
- ✓ Esperar que el sistema se estabilice, aproximadamente 2 minutos, y tomar una muestra por medio del botón  .
- ✓ Reducir la velocidad de la bomba de agua del compresor en pasos de 5%, esperar que el sistema se estabilice y nuevamente tomar una muestra por medio del botón  . Realizar este proceso hasta que la velocidad del compresor sea **50%**.
- ✓ Una vez realizado el experimento se apaga el compresor pulsando MOTOR ON y el sistema mediante POWER ON.
- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

NOMENCLATURA	SIMBOLOGIA	UNIDAD
Flujo de refrigerante	**R**	l/h
Caudal (agua y refrigerante)	**Q**	l/min
Eficiencia isoentrópica del compresor	η_c	%
Coeficiente de desempeño	**COPc**	
Coeficiente de desempeño de la bomba del compresor	**COPbc**	
Calor emitido	**Qi**	W
Calor absorbido	**Qh**	W
Trabajo del motor	$\dot{w}$	W
Entalpias	**h**	kJ/kg
Flujo másico del refrigerante	$\dot{m}$	kg/s

Algunos de las fórmulas y constantes necesarias para este ejercicio son:

Flujo másico del refrigerante	$\dot{m} = \frac{\left(\frac{R}{60}\right)}{60} \times \rho$	kg/s

Calor emitido	$\dot{Q}_L = \dot{m}(h_1 - h_4)$	W
Calor absorbido	$\dot{Q}_h = \dot{m}(h_2 - h_3)$	W
Trabajo del motor	$\dot{W}_{entrada} = \dot{m}(h_2 - h_1)$	W
Coeficiente de desempeño del compresor	$COPc = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{entrada}}$	
Coeficiente de desempeño de la bomba del compresor	$COPbc = \frac{\dot{Q}_H}{\dot{W}_{neto}} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1}$	
Eficiencia isoentrópica del compresor	$\eta_C = \frac{h_{2S} - h_3}{h_2 - h_1} \times 100$	%

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Densidad del refrigerante	$\rho = 1.203$	kg/l

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados del cálculo :

Q_{agua}	$Q_{refrigerante}$	$\dot{Q}_L$	$\dot{Q}_H$	$\dot{W}_{entrada}$	n_C	$COPc$	$COPbc$

7.2 Realizar el gráfico de **TEMPERATURA vs ENTROPIA** de los ciclos de refrigeración que se han demostrado en la práctica.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuál sería el efecto de cambiar el flujo de agua ya sea en el evaporador o en el condensador? ¿Cómo afecta al sistema el cambio en el flujo del refrigerante?

2. ¿Qué nos indica el coeficiente de desempeño COP?

3. ¿De qué manera influyen las propiedades del refrigerante en el cálculo del sistema de refrigeración por compresión de vapor?

4. ¿El ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor incluye irreversibilidad alguna?

5. ¿Por qué la válvula de estrangulación no se sustituye por una turbina isentrópica en el ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor.
   2. Coeficiente de desempeño.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
3	40 min	CARTA PSICOMÉTRICA	Máquinas Térmicas I

1. OBJETIVOS

- Investigar y comprender el uso de la carta psicométrica, la humedad relativa medida y el efecto de la temperatura sobre esta.

2. METODO

- Análisis del cambio de las condiciones del aire entrante en el ducto mientras se observan los cambios en la humedad relativa, temperatura y tasa de humedad usando cartas psicométricas y cálculos computarizados.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de Aire acondicionado RA2.
- Software de control.

4. MARCO TEORICO

4.1 Cartas Psicométricas

Las cartas psicométricas son gráficas vapor de agua- aire que relacionan la temperatura de bulbo seco del agua líquida con la temperatura de bulbo húmedo, las libras de agua por libras de aire seco, el calor sensible de la mezcla, la entalpia de saturación, la humedad relativa. Son graficas fáciles de leer e interpretar.

Ofrecen una gran precisión, ya que sus valores son de hasta cuatro decimales; sin embargo, en la mayoría de los casos, no se requiere tanta precisión; y con el uso de la carta psicométrica, se puede ahorrar mucho tiempo y cálculos.

La carta psicométrica puede basarse en datos obtenidos a la presión atmosférica normal al nivel del mar, o puede estar basada en presiones menores que la atmosférica, o sea, para sitios a mayores alturas sobre el nivel del mar.

Existen muchos tipos de cartas psicométricas, cada una con sus propias ventajas. Algunas se hacen para el rango de bajas temperaturas, algunas para el rango de media temperatura y otras para el rango de alta temperatura. A algunas de las cartas psicométricas se les amplía su longitud y se recorta su altura; mientras que otras son más altas que anchas y otras tienen forma

de triángulo. Todas tienen básicamente la misma función; y la carta a usar, deberá seleccionarse para el rango de temperaturas y el tipo de aplicación.

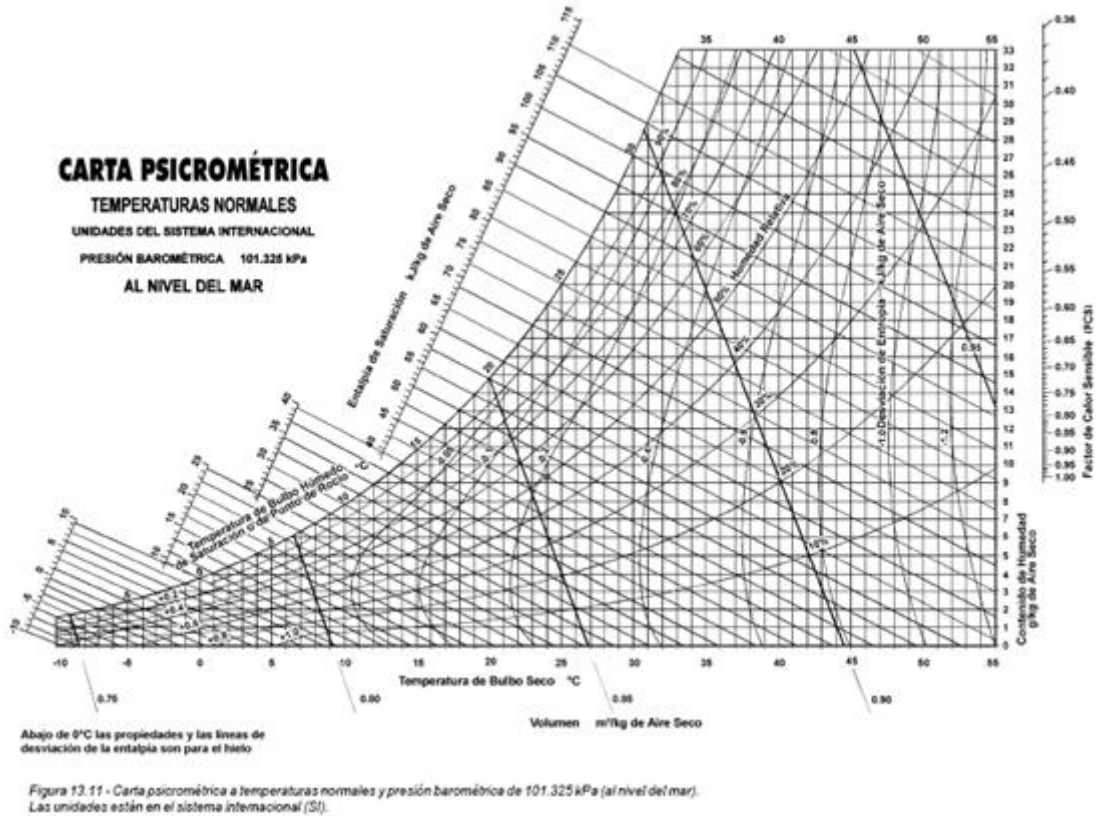


Figura 13.11 - Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI).

Fig. 4.1 Carta psicométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI).

En una carta psicométrica se encuentran todas las propiedades del aire, de las cuales las de mayor importancia son las siguientes:

a. Temperatura de bulbo seco (bs).
b. Temperatura de bulbo húmedo (bh).
c. Temperatura de punto de rocío (pr).
d. Humedad relativa (hr).
e. Humedad absoluta (ha).
f. Entalpía (h).
g. Volumen específico.

4.2 Humedad Relativa

La humedad relativa (hr), es un término utilizado para expresar la cantidad de humedad en una muestra dada de aire, en comparación con la cantidad de humedad que el aire tendría, estando totalmente saturado y a la misma temperatura de la muestra. Una definición más técnica de la humedad relativa, sería la relación de la fracción mol del vapor de agua presente en el aire, con

la fracción mol del vapor de agua presente en el aire saturado, a la misma temperatura y presión. La humedad relativa se expresa en porcentaje.

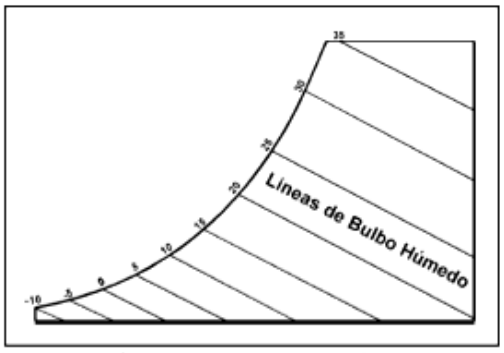
4.4 Humedad Absoluta

El término "humedad absoluta" (ha), se refiere al peso del vapor de agua por unidad de volumen. Esta unidad de volumen, generalmente es un espacio de un metro cúbico (o un pie cúbico). En este espacio, normalmente hay aire también, aunque no necesariamente.

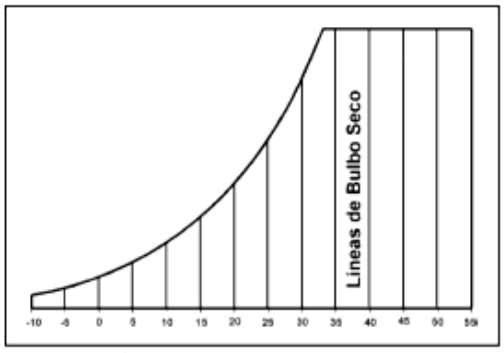
La humedad relativa está basada en la humedad absoluta, bajo las condiciones establecidas; es decir, la humedad relativa es una comparación con la humedad absoluta a la misma temperatura, si el vapor de agua está saturado. Tanto la humedad absoluta, como la relativa, están basadas en el peso del vapor de agua en un volumen dado.

4.5 Punto de Rocío

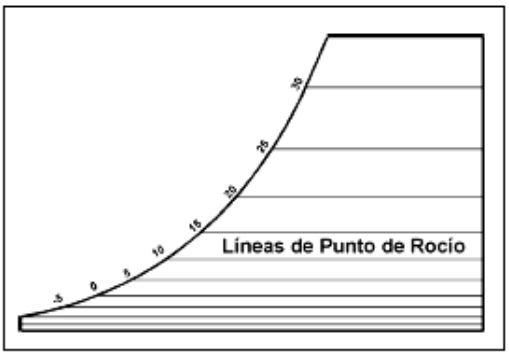
El punto de rocío se define como: la temperatura debajo de la cual el vapor de agua en el aire, comienza a condensarse. También es el punto de 100% de humedad. La humedad relativa de una muestra de aire, puede determinarse por su punto de rocío. Existen varios métodos para determinar la temperatura del punto de rocío.



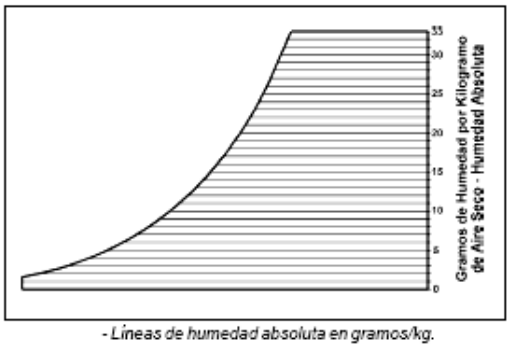
- Líneas de temperatura de bulbo húmedo °C.



- Líneas de temperatura de bulbo seco °C.



- Líneas de temperatura de punto de rocío °C.



- Líneas de humedad absoluta en gramos/kg.

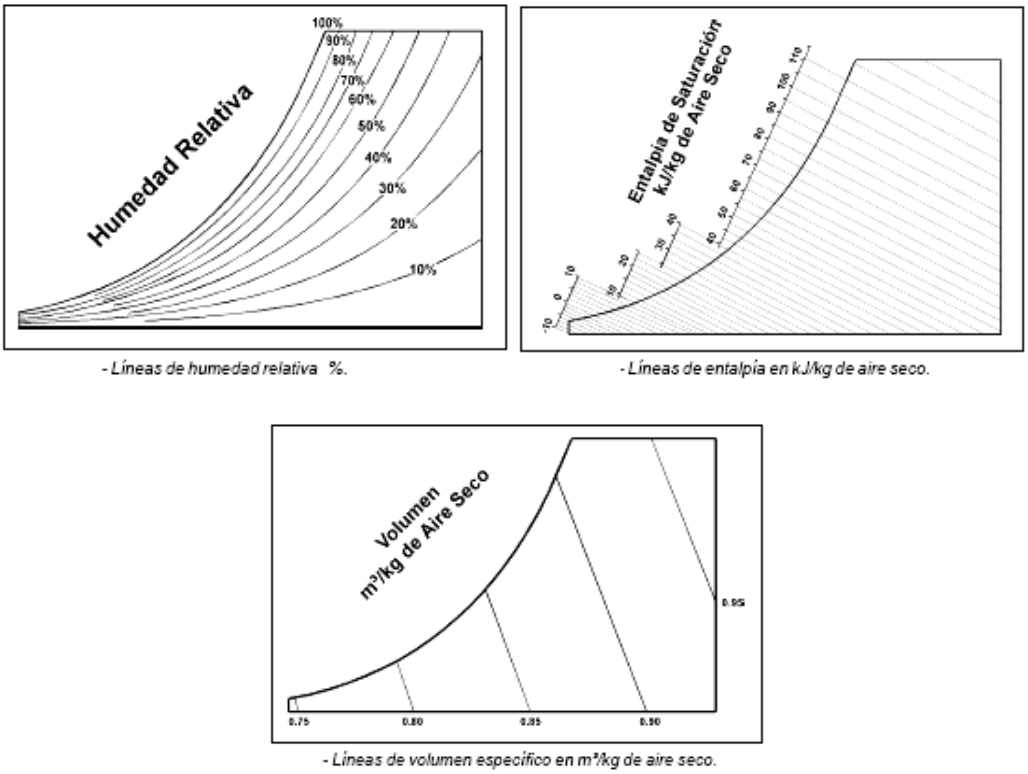


Fig. 4.2Líneas de las variables en una carta psicométrica.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que la RCD esté en la posición superior.
- Verificar que la alimentación eléctrica esté conectada adecuadamente en la parte posterior de la unidad de servicio a la red de 220 V.

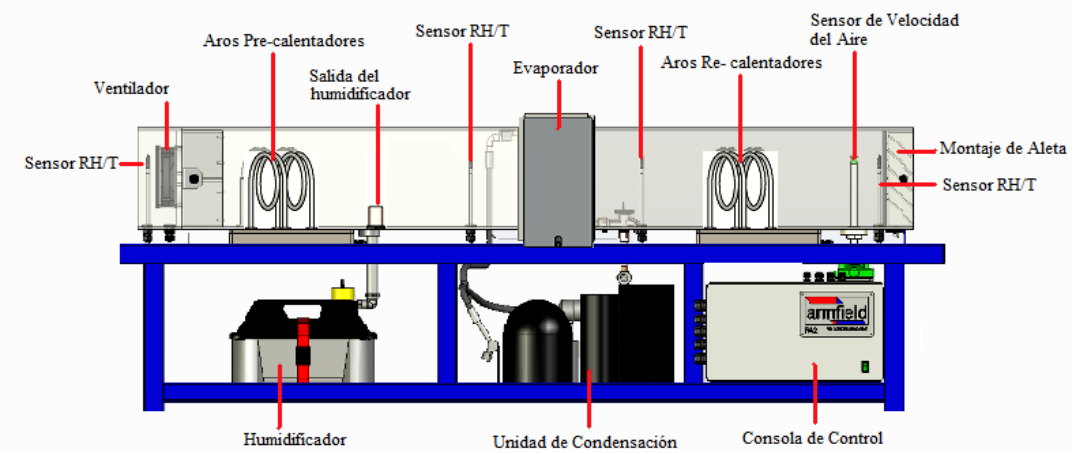


Fig. 5.1 Unidad de Aire Acondicionado RA2.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Encienda el equipo desde el botón verde ubicado en la parte inferior frontal de la caja receptora de señales y conecte el cable USB desde el equipo hasta la computadora.
- ✓ Ingrese al programa de control RA2 AIR CONDITIONING UNIT y se elige el **ejercicio A CARTAS PSICOMETRICAS** (PSICOMETRIC CHARTS).
- ✓ Se ajusta el controlador PID1 que controla T2 a 28ºC, el controlador PID3 que controla T4 a 20 ºC.
- ✓ Pulsar POWER ON para encender el sistema y el botón FAN ON para encender el ventilador y en la casilla lateral se ajusta el porcentaje de velocidad de giro del ventilador al 40%.
- ✓ Verificar que el diagrama de control en la pantalla principal este cambiado de rojo a gris en la sección de precalentamiento. De igual manera, verificar que los sensores de velocidad incrementen su valor.
- ✓ Ajustar el muestreo en modo AUTOMATICO cada 10 segundos. Esperar que el sistema se estabilice aproximadamente por 10 minutos y comenzar el muestreo por medio del botón 

.
- ✓ Una vez realizado el experimento se apaga el ventilador pulsando FAN ON y el sistema mediante POWER ON.
- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Estimar la entalpia, la humedad relativa y absoluta y el volumen específico en cada punto de control.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados de con la carta psicométrica:

PUNTO DE CONTROL 1							*PUNTO DE CONTROL 2*						
T_1	hr_1	ha_1	h_1	pr_1	bs_1	V_1	T_2	hr_2	ha_2	h_2	pr_2	bs_2	V_2

PUNTO DE CONTROL 3							*PUNTO DE CONTROL 4*						
T_3	hr_3	ha_3	h_3	*pr3*	bs_3	V_3	T_4	hr_4	ha_4	h_4	pr_4	bs_4	V_4

7.2 Realizar el gráfico de la ubicación de los puntos medidos en la carta psicométrica.

8. CONCLUSIONES

_____

_____

_____

_____

9. CUESTIONARIO

1. ¿Considerando la carta psicométrica para el aire saturado, por qué las líneas de bulbo húmedo y punto de rocío son las mismas?
2. ¿Por qué las líneas de temperatura de bulbo húmedo constante en algunas gráficas se emplean como líneas de entalpía constante?
3. ¿Qué implica cualquier desviación de la línea horizontal de una carta psicométrica?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Psicometría.
   2. Características y estructura de la carta psicométrica.
   3. Lectura de la carta psicométrica.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
4	40 min	ENFRIAMIENTO POR DESHUMIDIFICACION	Máquinas Térmicas I

1. OBJETIVOS

- Investigar los efectos de enfriar el aire mediante deshumidificación.

2. METODO

- Enfriamiento del aire ingresado en el ducto por medio de la extracción de la humedad contenida empleando para ello la unidad de enfriamiento.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de Aire acondicionado RA2.
- Software de control.

4. MARCO TEORICO

4.1 Aire Acondicionado

El acondicionamiento de aire es un proceso de tratamiento que controla el ambiente interior de una vivienda o local: en verano mediante la refrigeración y en invierno con la calefacción. Cuando se cubren ambos servicios se habla de climatización.

4.2 Principio de Funcionamiento

El funcionamiento del acondicionador de aire está sometido a tres leyes naturales:

1.ra Ley._ El calor se mueve siempre desde el objeto más caliente hacia el objeto más frío. El calor es una forma de energía; la temperatura es una medida para su intensidad.

2.da Ley._ Para convertir un líquido en vapor es necesario calor. Si, por ejemplo, el agua hierve sobre un quemador, absorbe una gran cantidad de calor sin que varíe su temperatura al evaporarse. Si, por el contrario, se extrae calor del vapor, entonces el vapor se condensa y se convierte en líquido.

La temperatura a la cual el agua hierve, o el vapor de agua se condensa, depende de la presión. Al aumentar la presión aumenta la temperatura de ebullición.

3.ra Ley._ Al comprimir un gas, aumenta su temperatura y su presión.

El ciclo fundamental de refrigeración en el que encuentran aplicación las citadas leyes se efectúa en la siguiente forma:

1. El agente frigorífico líquido absorbe calor del medio ambiente al evaporarse (1ª y 2ª leyes).

2. El vapor caliente es comprimido y alcanza una temperatura superior a la del aire del medio ambiente (3ª ley).

3. El aire del medio ambiente (que está más frío) absorbe calor y condensa el vapor convirtiéndolo en líquido (1ª y 3ª leyes).

4. El líquido fluye hacia el punto de partida del ciclo y se vuelve a utilizar.

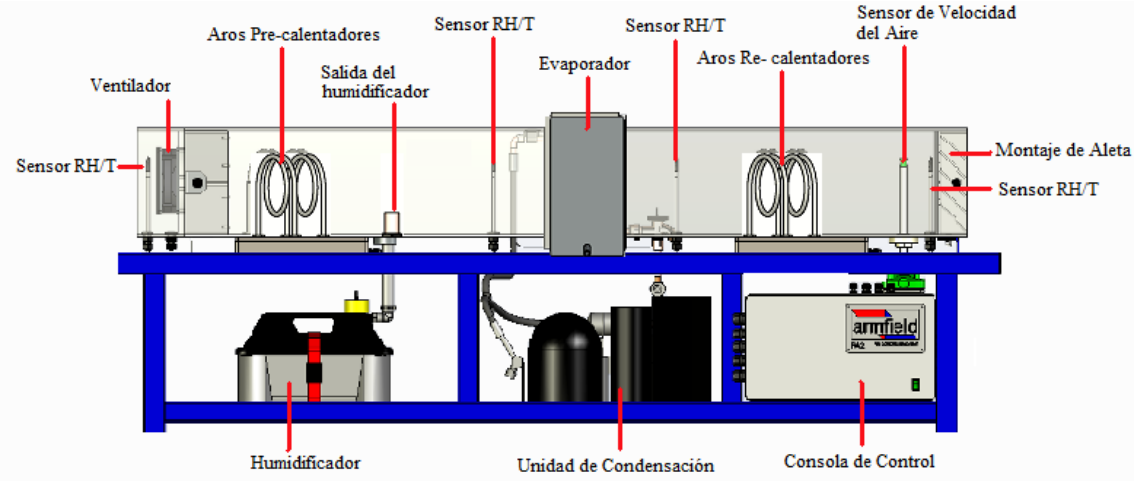


Fig. 4.1 Unidad e Aire AcondicionadoRA2.

4.3 Enfriamiento por deshumidificación

La combinación de enfriamiento y deshumidificación, se encuentra en prácticamente todos los sistemas de aire acondicionado. La deshumidificación misma, no puede llevarse a cabo por la refrigeración mecánica, sin remover también el calor sensible. Si solamente se desea deshumidificar individualmente, entonces deben utilizarse de-secantes químicos.

La deshumidificación es la remoción del vapor de agua presente en el aire. La cantidad del vapor de agua, presente dentro de una zona ocupada, variará dependiendo del número de personas presentes y de su actividad, la condición del aire exterior, la estructura del edificio y la cantidad de infiltración. Al enfriamiento y deshumidificación del aire para confort humano, se le conoce comúnmente como aire acondicionado. Esto no es totalmente correcto, ya que el término "aire acondicionado" se refiere a cualquier o todas las fases de enfriar, calentar, ventilar, filtrar, distribuir, etc., el aire, para que cumpla los requerimientos del espacio acondicionado.

El enfriamiento y deshumidificación del aire es la fase del aire acondicionado que normalmente requiere el uso de un equipo de refrigeración mecánica para poder producir el enfriamiento y la deshumidificación requeridos.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que la RCD esté en la posición superior.
- Verificar que la alimentación eléctrica esté conectada adecuadamente en la parte posterior de la unidad de servicio a la red de 220 V.



Fig. 5.1 Unidad de Aire Acondicionado RA2.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Encienda el equipo desde el botón verde ubicado en la parte inferior frontal de la caja receptora de señales y conecte el cable USB desde el equipo hasta la computadora.
- ✓ Ingrese al programa de control RA2 AIR CONDITIONING UNIT y se elige el **ejercicio C ENFRIAMIENTO CON DESHUMIDIFICACION** (COOLING WITH DESHUMIDIFICATION).
- ✓ Pulsar POWER ON para encender el sistema y el botón FAN ON se ajusta el porcentaje de velocidad de giro del ventilador al 40% y se enciende el evaporador (COOLING ON).
- ✓ Para ayudar al sistema a llegar a la condición necesaria para el ejercicio a realizarse se enciende FULL POWER, lo cual encenderá la caldera hasta que se dé la ebullición del agua y el vapor sea visible en la salida de la caldera (sección de ingreso de aire).
- ✓ Ajustar la caldera al 25% de funcionamiento mediante el control PID del software y esperar que el sistema se estabilice, aproximadamente 10 minutos.

- ✓ Ajustar el muestreo en modo AUTOMATICO cada 10 segundos por un tiempo de 5 minutos. Tomar una muestra por medio del botón  . Se abre una nueva hoja de datos mediante el botón  .

- ✓ Elevar el funcionamiento de la caldera hasta el 50%, nuevamente se espera la estabilización del sistema y se muestrea.
- ✓ Una vez realizado el experimento se apaga el ventilador pulsando FAN ON y el sistema mediante POWER ON.

- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunos de las fórmulas y constantes necesarias para este ejercicio son:

Nomenclatura	Simbología	Unidad
Presión de vapor de agua	P_v	kPa
Presión de aire seco	P_a	kPa
Presión de saturación a la temperatura de análisis	P_g	kPa
Entalpía	h	kJ/kg
Humedad relativa	Φ	%
Temperatura	T	ºC
Volumen	V	m^3/kg
Flujo másico	$\dot{m}$	kg/min
Calor de salida	$\dot{Q}_{sal}$	kJ/min

Constante	Valor	Unidad
Constante del aire	$C_p = 1.005$	kJ/kg ºC

Humedad específica	$\omega = \frac{0.622 P_v}{P - P_V}$	kg vapor de agua/kg de aire seco
Humedad relativa	$\phi = \frac{P_v}{P_g}$	%
Entalpía	$h = Cp * T$	kJ/kg
Volumen	$V = \frac{R * T}{P}$	m^3/kg
Balance de masa del agua	$\dot{m}_w = \dot{m}_a(\omega_1 - \omega_2)$	kg/min
Calor de salida	$\dot{Q}_{sal} = \dot{m}(h_1 - h_2) - \dot{m}_w h_w$	kJ/min

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados del cálculo :

ω	Φ	h_1	h_2	h_3	h_4	P_v	P	V	$\dot{m}_w$	$\dot{Q}_{sal}$

7.2 Determinar las tasas de eliminación de calor del sistema

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cómo afecta el vapor de agua contenido en el aire que es enfriado?

2. ¿El vapor de agua puede tratarse como gas ideal? ¿Por qué?

3. ¿Cómo afecta el cambio en el valor de los caudales de agua fría y caliente en la transferencia de calor? ¿Influye de alguna manera el número de tubos?

4. ¿Cuál es la diferencia entre un aparato de aire acondicionado y un climatizador?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Aire acondicionado con enfriamiento y deshumidificación.
   2. Características de la deshumidificación
   3. Aplicaciones del proceso.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
5	60 min	HUMIDIFICACION	Máquinas Térmicas I

1. OBJETIVOS

- Investigar la humidificación del aire y el efecto del contenido de vapor y temperatura en la humead relativa.

2. METODO

- Humidificación del aire por medio del ingreso de vapor de agua usando el humidificador del equipo para calentar el aire y poder investigar el efecto del calentamiento considerando el balance energía y masa en el sistema humidificado.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de Aire acondicionado RA2.
- Software de control.

4. MARCO TEORICO

4.1 Aire Acondicionado

El acondicionamiento de aire es un proceso de tratamiento que controla el ambiente interior de una vivienda o local: en verano mediante la refrigeración y en invierno con la calefacción. Cuando se cubren ambos servicios se habla de climatización.

4.2 Principio de Funcionamiento

El funcionamiento del acondicionador de aire está sometido a tres leyes naturales:

1.ra Ley._ El calor se mueve siempre desde el objeto más caliente hacia el objeto más frío. El calor es una forma de energía; la temperatura es una medida para su intensidad.

2.da Ley._ Para convertir un líquido en vapor es necesario calor. Si, por ejemplo, el agua hierve sobre un quemador, absorbe una gran cantidad de calor sin que varíe su temperatura al evaporarse. Si, por el contrario, se extrae calor del vapor, entonces el vapor se condensa y se convierte en líquido.

La temperatura a la cual el agua hierve, o el vapor de agua se condensa, depende de la presión. Al aumentar la presión aumenta la temperatura de ebullición.

3.ra Ley._ Al comprimir un gas, aumenta su temperatura y su presión.

El ciclo fundamental de refrigeración en el que encuentran aplicación las citadas leyes se efectúa en la siguiente forma:

5. El agente frigorífico líquido absorbe calor del medio ambiente al evaporarse (1ª y 2ª leyes)
6. El vapor caliente es comprimido y alcanza una temperatura superior a la del aire del medio ambiente (3ª ley).

7. El aire del medio ambiente (que está más frío) absorbe calor y condensa el vapor convirtiéndolo en líquido (1ª y 3ª leyes).

El líquido fluye hacia el punto de partida del ciclo y se vuelve a utilizar.

4.2 Humidificación

El acondicionamiento de aire o humidificación es la operación unitaria que tiene como objetivo modificar las condiciones de humedad y temperatura de una corriente de aire, por interacción con una corriente de agua. Se transfiere agua y energía calorífica de una a otra corriente, es decir, agrega humedad al aire a tratar.

Se podría decir que ocurre un cambio de materia y de energía a la vez, ya que existe pérdida o ganancia de calor (energía) en el agua , pero también un cambio de materia porque lo que entra es aire, pero lo que sale es vapor de agua(aire húmedo) o viceversa.

No obstante, la humedad ejerce una poderosa influencia sobre los factores ambientales y fisiológicos. Unos niveles inadecuados de humedad (tanto muy altos como muy bajos) pueden causar incomodidad a las personas y pueden dañar muchos tipos de equipos y materiales. El tipo adecuado de equipamiento de humidificación puede ayudar a conseguir un control de la humedad eficaz, económico y sin problemas.

El aire seco puede producir un gran número de problemas, todos ellos costosos, molestos e incluso peligrosos, especialmente si procesa o maneja materiales higroscópicos como madera, papel, fibras textiles, piel o productos químicos. El aire seco o la humedad fluctuante pueden ser causa de problemas graves de producción o de deterioro de los materiales. El aire seco también puede influir negativamente en los materiales higroscópicos de museos, escuelas, bancos, iglesias y edificios de oficinas.

En condiciones atmosféricas secas, la electricidad estática puede interferir en el funcionamiento adecuado de la maquinaria de producción, de los equipos informáticos y de otros dispositivos de la oficina. Donde se manipulan materiales con tendencia a acumular estática, como papel, películas, discos informáticos y otros plásticos, el aire seco agrava el problema de la estática. En entornos donde pueden producirse explosiones, el aire seco y la electricidad estática resultante pueden ser extremadamente peligrosos.

A grandes rasgos, el proceso que tiene lugar en la operación de humidificación es el siguiente:

- Una corriente de agua caliente o vapor se pone en contacto con una de aire seco (o con bajo contenido en humedad), normalmente aire atmosférico.
- Parte del agua se evapora, enfriándose así la interfase.
- El seno del líquido cede entonces calor a la interfase, y por lo tanto se enfría.
- A su vez, el agua evaporada en la interfase se transfiere al aire, por lo que se humidifica.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

➢ Verificar que la RCD esté en la posición superior.

➢ Verificar que la alimentación eléctrica esté conectada adecuadamente en la parte posterior de la unidad de servicio a la red de 220 V.

➢ Inspeccionar que el humidificador posea la cantidad de agua suficiente.

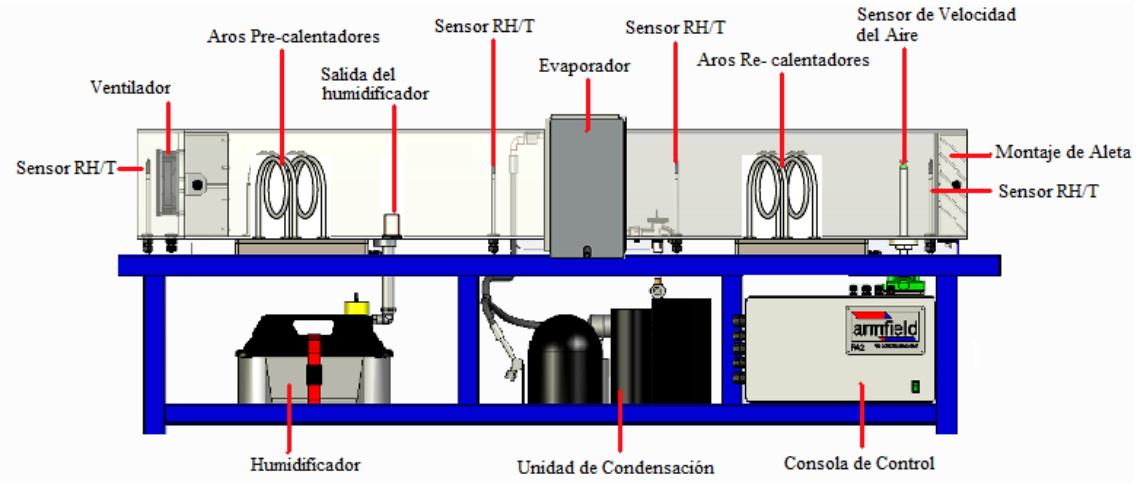


Fig. 5.1 Unidad de Aire Acondicionado RA2.

5.2 PROCEDIMIENTO

✓ Encienda el equipo desde el botón verde ubicado en la parte inferior frontal de la caja receptora de señales y conecte el cable USB desde el equipo hasta la computadora.

✓ Ingrese al programa de control RA2 AIR CONDITIONING UNIT y se elige el **ejercicio D HUMIDIFICACION** (HUMIDIFICATION).

✓ Pulsar POWER ON para encender el sistema y el botón FAN ON para encender el ventilador y en la casilla lateral se ajusta el porcentaje de velocidad de giro del ventilador al 40%.

- ✓ Seleccionar el control PID del humidificador y optar por manejarlo en control MANUAL. Ajustar el valor al 100%.
- ✓ Presionar el botón FULL POWER para permitir que el humidificador caliente el agua de manera más rápida.
- ✓ Verificar que el diagrama de control en la pantalla principal este cambiado de rojo a gris en la figura del humidificador. De igual manera, verificar que los sensores de velocidad incrementen su valor.
- ✓ Reducir la capacidad del humidificador al 40% apenas se presente vapor en la sección de precalentamiento.
- ✓ Permitir que el sistema se estabilice durante 10 minutos.
- ✓ Ajustar el muestreo en modo AUTOMATICO cada 10 segundos y pulsar el botón para tomar una serie de datos. Abrir una nueva hoja de datos mediante el botón .
- ✓ Repetir la reducción secuencial de la capacidad del humidificador al 30% y 20% repitiendo el proceso de muestreo.
- ✓ Abrir una nueva hoja de datos mediante el botón y ajustar la potencia del humidificador al 40% nuevamente y en el controlador PID de los aros pre calentadores ingresar el valor del 50% de capacidad.
- ✓ Permitir la estabilización del sistema durante 10 minutos y pulsar el botón para tomar una serie de datos.
- ✓ Ajustar el humidificador al 100% y esperar que el sistema se estabilice durante 10 minutos y luego pulsar el botón para tomar una serie de datos.
- ✓ Una vez realizado el experimento se apaga el ventilador pulsando FAN ON y el sistema mediante POWER ON.
- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Estimar la entalpia, la humedad relativa y absoluta y el volumen específico en cada punto de control.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados de con la carta psicométrica:

PUNTO DE CONTROL 1							*PUNTO DE CONTROL 2*						
T_1	hr_1	T_1	hr_1	T_1	hr_1	T_1	hr_1	T_1	hr_1	T_1	hr_1	T_1	hr_1
PUNTO DE CONTROL 3							*PUNTO DE CONTROL 4*						
T_3	hr_3	T_3	hr_3	T_3	hr_3	T_3	hr_3	T_3	hr_3	T_3	hr_3	T_3	hr_3

7.2 Determinar las tasas de suministro de calor en la sección de calentamiento y la tasa de flujo másico de vapor que se requiere para la humidificación.

8. CONCLUSIONES

_____

_____

_____

_____

_____

_____

9. CUESTIONARIO

1. ¿Considerando la carta psicométrica para el aire saturado, por qué las líneas de bulbo húmedo y punto de rocío son las mismas?

2. ¿Por qué las líneas de temperatura de bulbo húmedo constante en algunas gráficas se emplean como líneas de entalpía constante?

3. ¿Qué implica cualquier desviación de la línea horizontal de una carta psicométrica?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Humidificación
   2. Características del aire acondicionado con humidificación.

3. Ventajas y desventajas de la humidificación.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

3.3.4 Máquinas Térmicas II

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
1	40 min	CURVAS CARACTERISTICAS DE UN COMPRESOR CENTRÍFUGO	Maquinas Térmicas II

1. OBJETIVOS

- Obtener las curvas características de un compresor centrífugo a velocidad constante.

2. METODO

- Mediante la operación del compresor centrífugo disponible en el laboratorio se realizará la medición de las diversas variables implicadas en la obtención de las curvas características.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Compresor Centrífugo FM42.
- Software de control.

4. MARCO TEORICO

4.1 Compresor Centrífugo

Los compresores de etapas múltiples son utilizados en la industria para alimentación de flujos de gas o aspiración a altas presiones. La energía cinética impartida al gas por la rotación del impulsor es convertida en energía de presión que aumenta progresivamente de una etapa a otra.

Los compresores centrífugos son utilizados principalmente para aplicaciones de compresión en campo. Todas estas aplicaciones comparten requerimientos tales como: rendimiento eficiente, alta confiabilidad, durabilidad y facilidad de mantenimiento. La comprensión en campo impone además requerimientos adicionales en el diseño de los equipos.

En los compresores centrífugos, el desplazamiento del fluido es esencialmente radial. El compresor consta de uno o más impulsores y de números de difusores, en los que el fluido se desacelera. El fluido aspirado por el centro de una rueda giratoria, ojo del impulsor, es impulsado por los álabes de ésta y debido a la fuerza centrífuga, hacia los canales del difusor. Después que la energía cinética se ha convertido en presión, el fluido es conducido hacia el centro del próximo impulsor y así sucesivamente.

Las velocidades de funcionamiento son bastante altas comparadas con otros compresores. La gama comprendida entre 50.000 - 100.000 r.p.m. es bastante frecuente en industrias aeronáuticas y especiales donde el peso es un factor dominante.

Los compresores centrífugos, con velocidades próximas a las 20.000 r.p.m. suele ser la gama comercial más común, aún cuando están fabricando con velocidades un tanto mayores. Debido a las elevadas velocidades con que se construyen los compresores dinámicos de tamaño medio, se utilizan cojinetes amortiguadores inclinados o abiertos en lugar de los rodillos, que son los que se incorporan a los compresores de desplazamiento.

El caudal mínimo de un compresor centrífugo, está limitado principalmente por el flujo de la última etapa.

4.2 Funcionamiento

Un compresor centrífugo eleva la presión de una gas, acelerando primero las moléculas de gas y luego convirtiendo la velocidad de las mismas (energía cinética), en presión (energía potencial). El gas entra al ojo (centro) del impulsor y es acelerado hacia la periferia del mismo, a medida que este gira. Inmediatamente después, el gas entra a un difusor donde su dirección es cambiada, causando desaceleración, lo cual convierte la energía cinética del gas en energía potencial (presión). Si se quiere conseguir una presión mayor, la cámara de retorno dirige el gas hacia el ojo del siguiente impulsor. El gas entra posteriormente en un colector o voluta al terminar una etapa de compresión y el descargado al proceso o pasa a un intercambiador de calor antes de ir a otras etapas de compresión.

4.3 Ventajas

I. En el intervalo de 2.000 a 200.000 ft3/min., y según sea la relación de presión, este compresor es económico porque se puede instalar en una sola unidad.
II. Ofrece una variación bastante amplia en el flujo con un cambio pequeño en la carga.
III. La ausencia de piezas rozantes en la corriente de compresión permite trabajar un largo tiempo entre intervalos de mantenimiento, siempre y cuando los sistemas auxiliares de aceites lubricantes y aceites de sellos estén correctos.
IV. Se pueden obtener grandes volúmenes en un lugar de tamaño pequeño. Esto puede ser una ventaja cuando el terreno es muy costoso.
V. Su característica es un flujo suave y libre de pulsaciones.

4.4 Desventajas

I. Los compresores centrífugos son sensibles al peso molecular del gas que se comprime. Los cambios imprevistos en el peso molecular pueden hacer que las presiones de descarga sean muy altas o muy bajas.
II. Se necesitan velocidades muy altas en las puntas para producir la presión. Con la tendencia a reducir el tamaño y a aumentar el flujo, hay que tener mucho más cuidado

al balancear los motores y con los materiales empleados en componentes sometidos a grandes esfuerzos.

III. Un aumento pequeño en la caída de presión en el sistema de proceso puede ocasionar reducciones muy grandes en el volumen del compresor.

IV. Se requiere un complicado sistema para aceite lubricante y aceite para sellos.

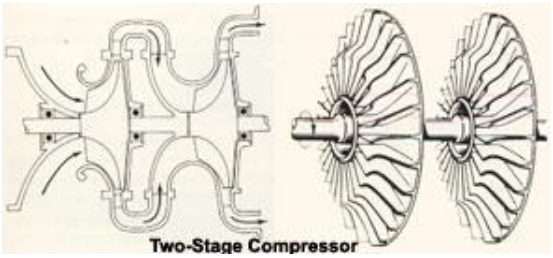


Fig. 4.1 Compresor centrifugo de dos etapas.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar la conexión del autotransformador a la consola de control del dispositivo.
- Enlazar mediante conexión USB la consola IFD7 con la computadora.

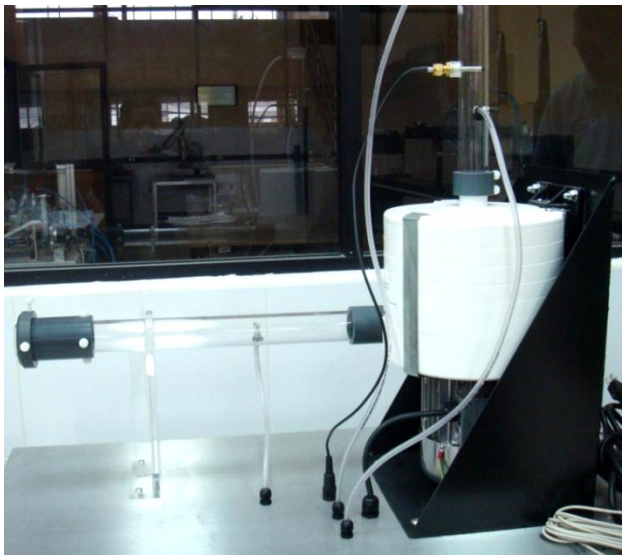


Fig. 5.1 Compresor Centrífugo.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ingresar al software **FM42 CENTRIFUGAL COMPRESSOR**.

- ✓ Presionar FAN ON para encender el equipo y ajustar la velocidad del compresor al 100% en la casilla de control, posteriormente cerrar la apertura de salida en 2/3.
- ✓ Esperar que se estabilice el sistema y mediante el botón  tomar una muestra.
- ✓ Reducir la velocidad del compresor al 90%, una vez que el sistema se halle estable tomar una nueva muestra con  .
- ✓ Ahora se reducirá la velocidad en un 10% hasta llegar al 0% de celeridad y se tomará una muestra respectiva en cada uno de los ajustes.
- ✓ Abrir una nueva hoja de datos mediante el botón  .
- ✓ Cerrar la apertura de salida hasta la mitad.
- ✓ Realizar el procedimiento anterior reduciendo la velocidad desde el 100% hasta el 0% tomando muestras en cada ajuste.
- ✓ Abrir la apertura de salida completamente y abrir una nueva hoja de datos por medio del botón  .
- ✓ Ajustar la velocidad del compresor al 100% y presionar  para tomar una muestra.
- ✓ Cerrar la apertura de salida lentamente y tomar muestras a la par del cierre.
- ✓ Una vez realizado el experimento, presionar FAN ON para detener el compresor.
- ✓ Guardar los resultados para luego abrirlos mediante el programa Excel.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

NOMENCLATURA	SIMBOLOGIA	UNIDAD
Diferencial de presión	$\mathbf{d_{pc}}$	Pa
velocidad	**n**	Rpm
Presión Atmosférica	**P**	Pa
Presión de entrada	$\mathbf{P_1}$	Pa
Presión de descarga	$\mathbf{P_2}$	Pa
Área	**A**	m^2
Densidad del aire	ρ	kg/m^3
Volumen de descarga	**Qv**	m^3/s
Volumen de entrada	$\mathbf{V_1}$	m^3/s

Volumen de salida	**V_1**	m^3/s
Presión total del compresor	**Ptc**	Pa
Torque	*t*	N-m
Potencia mecánica	**Pm**	W
Potencia de salida del compresor	**Pu**	W
Eficiencia global	**η / Egr**	%

Algunos de las fórmulas y constantes necesarias para este ejercicio son:

Diferencial de presión	$d_{pc} = p_2 - p_1$	Pa
Área de entrada	$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}$	m^2
Área de descarga	$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4}$	m^2
Volumen de descarga	$Q_V = \frac{Cd \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \sqrt{2 \cdot \rho \cdot d_{pc}}}{4 \cdot \rho}$	m^3/s
Velocidad de entrada	$V_1 = \frac{Q_1}{A_1}$	m/s
Velocidad de descarga	$V_2 = \frac{Q_2}{A_2}$	m/s
Presión total del compresor	$P_{tc} = \left[\frac{(V_2^2 - V_1^2) \cdot \rho}{2}\right] + (p_2 - p_1)$	Pa
Potencia Mecánica de salida	$P_m = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot t}{60}$	W
Potencia de salida del compresor	$P_u = Q_v * P_{tc}$	W
Eficiencia global	$E_{gr} = \eta = \frac{P_u}{P_m} \times 100$	%

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Densidad del aire	ρ **(según temperatura de trabajo)**	kg/l
Gravedad	$g = 9{,}81$	m/s^2
Presión atmosférica	$P = 76{,}64$ **(en Cuenca)**	kPa

Velocidad	n **(obtenido del software)**	rpm
Coeficiente de descarga	$Cd = 0{,}596$	
Diámetro de entrada	$d_1 = 100$	mm
Diámetro de descarga	$d_2 = 75$	mm
Torque	T (**Obtenido del software**)	N-m

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados del cálculo :

Q_V	P_{tc}	P_m	P_U	$\dot{w}_{entrada}$	E_{gr}

7.2 Realizar el gráfico de **las curvas características del compresor** que se ha demostrado en la práctica.

7.3 Emplear las **leyes de semejanza** para realizar el análisis dimensional del ventilador axial empleado en la práctica, para ello considere el mismo equipo como referencia

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. Defina que es un compresor centrífugo en sus propias palabras.
2. ¿Cuál es el tipo de impulsor más empleado en los compresores centrífugos?
3. ¿Cuál es la función del pistón de balanceo?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

1. Curvas características de un compresor centrífugo.
2. Partes que constituyen un compresor centrífugo.
3. Mantenimiento de compresores.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

3.3.5 Transferencia de Calor

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
1	60 min	CONDUCCION EN PAREDES COMPUESTAS EN ESTADO ESTABLE – ECUACION DE FOURIER	Transferencia de calor

1. OBJETIVOS

- Medir el flujo de calor para el caso de conducción estable de calor a través de una pared plana compuesta.
- Calcular el valor del coeficiente de conductividad térmica del material y el valor del coeficiente global de transferencia de calor.

2. METODO

- Control del cambio de temperatura con la distancia resultante de la conducción lineal de calor a lo largo de una barra de un material conductor a diferentes tasas de flujo de calor a través de la barra.
- Determinación de la conducción en paredes compuestas en estado estable mediante el uso de la ecuación de Fourier..

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de servicio de transferencia de calor HT10CX.
- Equipo de transferencia de calor de conducción lineal HT11.
- Pasta térmica.
- Espécimen Intermedio (Probeta de Acero Inoxidable).

4. MARCO TEORICO

4.1 Ecuación de Fourier y Conducción en paredes planas

La conducción es el único mecanismo de transmisión del calor posible en los medios sólidos. Cuando en estos cuerpos existe un gradiente de temperatura en la dirección *x*, el calor se transmite de la región de mayor temperatura a la de menor temperatura, siendo el calor transmitido por conducción Q , proporcional al gradiente de temperatura dT/dx , y a la superficie A.

El flujo real de calor depende de la conductividad térmica k, que es una característica física del cuerpo, por lo que la ecuación anterior se puede expresar en la forma:

$$Q_k = -kA\frac{dT}{dx}$$

En la que si la superficie A de intercambio térmico se expresa en m^2, la temperatura en Kelvin (K) , la distancia x en metros y la transmisión del calor en W , las unidades de k serán $W / m\,K$. Esta se conoce como la ecuación de Fourier para conducción de calor.
El signo menos (-) es consecuencia del Segundo Principio de la Termodinámica, según el cual, el calor debe fluir hacia la zona de temperatura más baja. El gradiente de temperatura es negativo si la temperatura disminuye para valores crecientes de x , por lo que si el calor transferido en la dirección positiva debe ser una magnitud positiva, en el segundo miembro de la ecuación anterior hay que introducir un signo negativo.

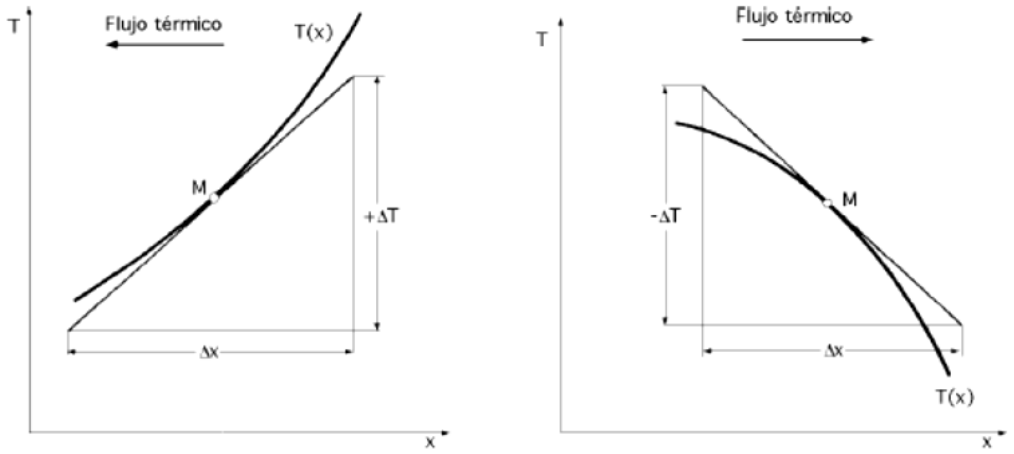


Fig. 4.1 Convenio de signos para la transmisión de calor por conducción

Una aplicación inmediata de la ley de Fourier corresponde al caso de la transmisión del calor a través de una pared plana, en este caso una pared compuesta.

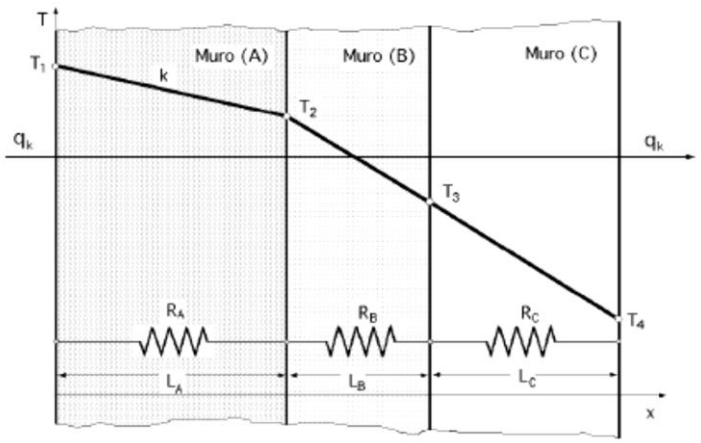


Fig. 4.2 Conducción de Calor a través de una pared plana compuesta

Si el calor se propaga a través de varias paredes en buen contacto térmico, capas múltiples, el análisis del flujo de calor en estado estacionario a través de todas las secciones tiene que ser el mismo. Sin embargo y tal como se indica en la figura 2 en un sistema de tres capas, los

gradientes de temperatura en éstas son distintos. El calor transmitido se puede expresar para cada sección y como es el mismo para todas las secciones, se puede poner:

$$Q_k = \frac{T_1 - T_2}{\left(\frac{L}{kA}\right)_A} = \frac{T_2 - T_3}{\left(\frac{L}{kA}\right)_B} = \frac{T_3 - T_4}{\left(\frac{L}{kA}\right)_C} = \frac{T_1 - T_4}{\left(\frac{L}{kA}\right)_A + \left(\frac{L}{kA}\right)_B + \left(\frac{L}{kA}\right)_C}$$

4.2 Coeficiente Global de transferencia de Calor (U)

Es un término que relaciona las propiedades termodinámicas de un fluido con las resistencias que existen al flujo de calor y se obtiene a partir de los coeficientes individuales y de la resistencia térmica del material de la pared.

Se puede realizar una analogía eléctrica donde podríamos señalar que el coeficiente global de transferencia de calor se obtiene al reducir todo el circuito eléctrico análogo a una sola resistencia, la cual se relaciona con U a través de:



$$R_{eq} = \frac{1}{UA}$$

Al considerar el flujo de calor que toma lugar en la conducción y las diversas temperaturas que surgen en las paredes de una pared, la transferencia de calor global puede expresarse como:

$$q = \frac{T_{\infty,1} - T_{\infty,2}}{R_{eq}} \quad \text{o bien} \quad q = UA\left(T_{\infty,1} - T_{\infty,2}\right)$$

Se obtiene entonces que el Coeficiente global de transferencia de calor puede expresar como dependiente del flujo de calor, el área de transferencia y las temperaturas inicial y final.

$$U = \frac{Q}{A(T_1 - T_8)} \qquad U = \frac{1}{R}$$

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Como primer paso se debe colocar la pasta térmica en las superficies de contacto de las secciones del dispositivo HT11 (sección de calentamiento, enfriamiento y el espécimen a prueba), y asegurarlas de forma correcta con las agarraderas.

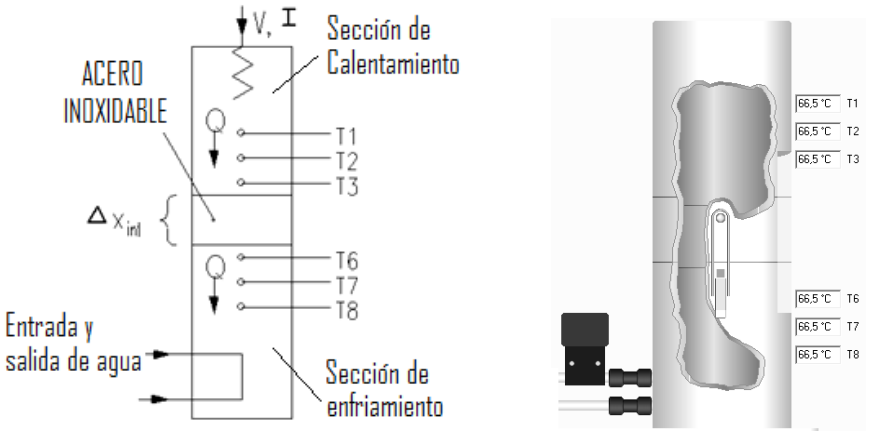


Fig.5.1 Armado final del dispositivo

- Conectar los termopares en la unidad de servicio HT10XC procurando conectar cada termopar en su zócalo, razón por la cual cada punto de conexión y cada terminal están numerados del 1 al 8 más para este ejercicio no se conectan las termocuplas T4 y T5.

- Inspeccionar que la conexión a la fuente de agua fría este acoplada con el regulador de presión y no posea fugas.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Verificar que la unidad de servicio este conectada de manera correcta, es decir, que el equipo esté acoplado a la parte posterior de la unidad de servicio por medio de la conexión eléctrica. De igual manera inspeccionar que la salida de 24 V (OUTPUT2) en la parte posterior de la unidad de servicio este conectada a la sección de calentamiento.

- ✓ Ubicar el dispositivo HT11 armado con las secciones a trabajar al mismo nivel que la unidad de servicio HT10XC.

- ✓ Encender la unidad de servicio HT10XC mediante el botón de encendido en la parte superior izquierda de la unidad y verifique que el panel frontal se encienda.

- ✓ Seleccionar el control del dispositivo en MANUAL y ajuste el voltaje inicial a 9V girando el control de voltaje de la unidad.

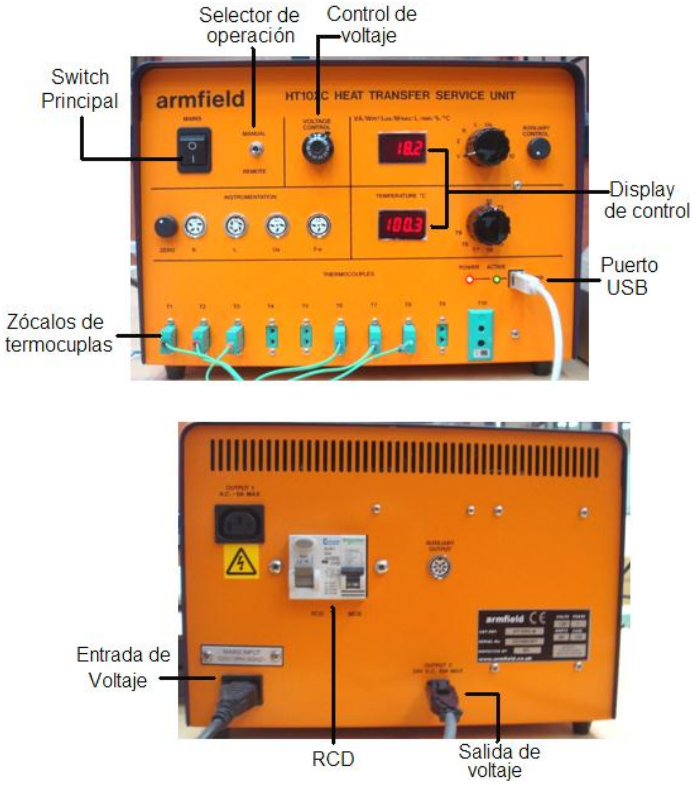


Fig.5.2 Partes del equipo

- ✓ Ingrese al software del dispositivo HT11 LINEAR HEAT CONDUCTION donde seleccionará el **ejercicio C**.
- ✓ Ahora se tiene que cambiar el control del equipo a REMOTO mediante el selector de control y verificar que la pantalla frontal de la unidad de servicio se apague.

- ✓ Pulsar POWER ON en la pantalla principal para encender el equipo de forma remota.

- ✓ Ingresar el valor del voltaje inicial por teclado o mediante las flechas en la casilla de control dentro del programa hasta llegar al voltaje inicial. (**Tabla de equivalencias 5.1)**.

PORCENTAJE %	VOLTAJE V
38	9
50	12
62	15
75	18
87	21
99	24

Tabla 5.1. Equivalencia de Voltaje- Porcentaje

- ✓ Ajustar la toma de datos a manual dentro del menú de configuración de muestras (SAMPLE).

- ✓ Esperar que el equipo se estabilice, lo cual se demostrará mediante la visualización de valores en la casilla de control de voltaje de calentamiento que se halla debajo de la casilla de voltaje inicial, este proceso toma aproximadamente 2 minutos.

- ✓ Tomar la muestra respectiva mediante el botón  .

- ✓ Aumentar el voltaje a 12 Voltios, esperar que el equipo se estabilice y repetir el muestreo.

- ✓ Repetir el procedimiento para 15, 18, 21 y 24 voltios.

- ✓ AL terminar el experimento ajustar el voltaje al mínimo en la casilla de voltaje y apagar el equipo pulsando el botón "POWER ON" en el diagrama del programa.

- ✓ Colocar el selector de operación en manual y reducir el voltaje mediante el control de voltaje, además apagar la unidad HT10XC.

- ✓ Permitir que el agua fría circule al menos 25 minutos más por el sistema para favorecer el enfriamiento.

- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunos de las constantes necesarias para este ejercicio son:

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Distancia entre Termocupla T1 y la superficie caliente	Xcaliente= 0.0375	M
Distancia entre la superficie caliente y superficie fría	Xint= 0.030	M
Distancia entre la superficie caliente y la termocupla T8	Xfria= 0.0375	M
Diámetro de la barra	D= 0.025	M
Distancia entre cada termocupla	d= 0.015	M
Distancia entre termocuplas T3 y T6 y el borde de la barra	X= 0.0075	M
Conductividad del Bronce	121	W/mºC
Conductividad del Acero Inoxidable	25	W/mºC

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Flujo de calor	$Q = V * I$	W
Área transversal	$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$	m^2
Diferencia de temperatura en la sección compuesta	$\Delta T_{1-8} = T_1 - T_8$	ºC
Temperatura en la sección de calentamiento	$T_{caliente} = T_3 - \frac{T_2 - T_3}{2}$	ºC
Temperatura en la sección de enfriamiento	$T_{fria} = T_6 + \frac{T_6 - T_7}{2}$	ºC
Diferencial de temperatura entre secciones	$\Delta T_{int} = T_{caliente} - T_{fria}$	ºC
Coeficiente de Conductividad Térmica de la sección intermedia	$k_{int} = \frac{Q \cdot \Delta x_{int}}{A_{int} . \Delta T_{int}}$	W/m ºC
Resistencia al flujo de calor	$R = \frac{1}{U} = \frac{\Delta X_{caliente}}{k_{caliente}} + \frac{\Delta X_{inter}}{k_{inter}} + \frac{\Delta X_{fria}}{k_{fria}}$	1/ºC
Coeficiente Global de transferencia de calor	$U = \frac{Q}{A(T_1 - T_8)} \quad U = \frac{1}{R}$	W/m^2 C
Gradiente de temperatura en la sección intermedia	$Grad_{inter} = \frac{\Delta T_{inter}}{\Delta x_{inter}}$	ºC/m

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Comparar los valores obtenidos para el coeficiente global de transferencia de calor mediante las dos formulas presentadas anteriormente, considerando el área y tomando de referencia la resistencia térmica, y comentar la diferencia entre los resultados.

7.2 Realizar un gráfico **temperatura vs posición de las termocuplas** donde se puedan observar las líneas a través de los puntos medidos para la sección de calentamiento y de enfriamiento.

7.3 Posteriormente calcular la gradiente de temperatura a través de la sección intermedia.

NOTA:

- En la sección de acero inoxidable los resultados de la gradiente de temperatura deben dar valores cercanos a 25 W/mºC para la conductividad del material de la probeta intermedia, asumiendo que no existen perdidas térmicas en el equipo.

- Los valores ocultos en las tablas de datos serán entregados al finalizar el ejercicio.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cómo afectan las diferentes variables presentes en la ecuación de Fourier en los valores obtenidos?

2. ¿Cómo varia el diferencial de temperatura respecto al aumento de voltaje?

3. ¿Cómo afecta la pasta térmica colocada en las superficies de contacto en el proceso de transferencia de calor?

4. ¿Por qué la gradiente de temperatura del acero inoxidable aumenta? Explique.

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Conducción en paredes planas compuestas.
   2. Ecuación de Fourier.
   3. Coeficiente de conductividad térmica.
   4. Resistencia térmica.
   5. Coeficiente global de transferencia de Calor.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

2	40 min	CONDUCTIVIDAD TERMICA Y AISLANTES	Transferencia de calor

1. OBJETIVOS

- Comprender la aplicación de aislantes térmicos y su influencia en la conductividad de materiales.
- Calcular el valor del coeficiente de conductividad térmica del material aislante.

2. METODO

- Mediante la medición de la diferencia de temperatura resultante de un flujo de calor desconocido a través de un espécimen de material aislante se pretende emplear la ecuación de Fourier para calcular la conductividad térmica del material usado.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de servicio de transferencia de calor HT10CX.
- Equipo de transferencia de calor de conducción lineal HT11.
- Pasta térmica.
- Material Aislante Intermedio (disco de corcho).

4. MARCO TEORICO

4.1 Materiales Aislantes

Un aislante térmico es un material cuyas características proporcionan resistencia al paso del calor o la energía. Materiales como el corcho o el papel poseen valores de conductividad térmica bajos, esto significa que tan solo una pequeña cantidad de calor pasará a través del material a pesar de existir una diferencia de temperatura alta en las superficies del aislante. Los aislantes térmicos son utilizados prácticamente en situaciones donde se requiere reducir las pérdidas de calor de un cuerpo caliente a sus alrededores.

Las principales ventajas de los materiales aislantes son los siguientes:

- Prevenir la transmisión del calor que entra desde el aire circundante caliente a elementos que irradian calor.
- Para ayudar a reducir las necesidades de energía para sistemas de refrigeración si se utilizan.

Los materiales no conductores o aislantes se clasifican, según las últimas normas del Comité Electrotécnico Internacional, en distintas clases teniendo en cuenta los valores máximos de temperatura admisible:

- **Clase Y**: temperatura máxima de funcionamiento 90ºC; algodón, seda y papel y sus derivados, sin impregnación.
- **Clase A**: temperatura máxima 105ºC; algodón, seda y papel y sus derivados, convenientemente impregnados, recubiertos o sumergidos en un líquido aislante, por ejemplo, aceite.
- **Clase E**: temperatura máxima 120ºC, materiales, simples o compuestos, con estabilidad térmica adecuada para actuar a dicha temperatura.
- **Clase B**: temperatura máxima 130ºC; amianto, mica, fibra de vidrio y sus derivados con la adición de aglomerantes apropiados.
- **Clase F**: temperatura máxima 155ºC; amianto, mica, fibra de vidrio con los aglomerantes adecuados para soportar dicha temperatura.
- **Clase H**: temperatura máxima 180ºC; elastómeros de siliconas, amianto, mica, fibra de vidrio, con resinas de siliconas como aglomerante.
- **Clase C**: temperatura de funcionamiento superior a 180ºC; mica, materiales cerámicos, vidrio, cuarzo con aglomerantes inorgánicos o sin ellos.

4.2 Coeficiente de Conductividad térmica (k)

Es el coeficiente que expresa la magnitud o flujo de calor que pasa a través de la unidad de superficie de una muestra de material, de extensión infinita, caras plano - paralelas y espesor la unidad, cuando entre sus caras se establece una diferencia de temperaturas igual a la unidad, en condiciones estacionarias.

El coeficiente de conductividad térmica varía según las condiciones del material (humedad que contiene, temperatura a la que se hace la medición), por lo que se fijan condiciones para hacerlo, generalmente para material seco y 15ºC (temperatura media de trabajo de los materiales de construcción) y en otras ocasiones, 300 K (26,84 ºC).

MATERIALES	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m·K)
Acero	68-98
Agua	0,98

Aire	0,01
Aluminio	209,3
Amianto	0,04
Cinc	106-140
Corcho	0,04-0,30
Estaño	64,0
Fibra de vidrio	0,03-0,07
Ladrillo común	0,80
Ladrillo refractario	0,47-1,05
Latón	1,14
Madera	0,13
Plomo	35,0
Poliuretano	0,018-0,025

Tabla 4.1 Coeficientes de conductividad térmica de algunos materiales.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Medir el espesor del disco de corcho que se empleará en el experimento ΔX_{int}.
- Asegurar las secciones de calentamiento y de aislamiento con el disco de corcho colocado en el medio de las secciones antes nombradas.
- Conectar los termopares en la unidad de servicio HT10XC procurando conectar cada termopar en su zócalo, razón por la cual cada punto de conexión y cada terminal están numerados del 1 al 8 más para este ejercicio no se conectan las termocuplas T4 y T5.
- Inspeccionar que la conexión a la fuente de agua fría este acoplada con el regulador de presión y no posea fugas.

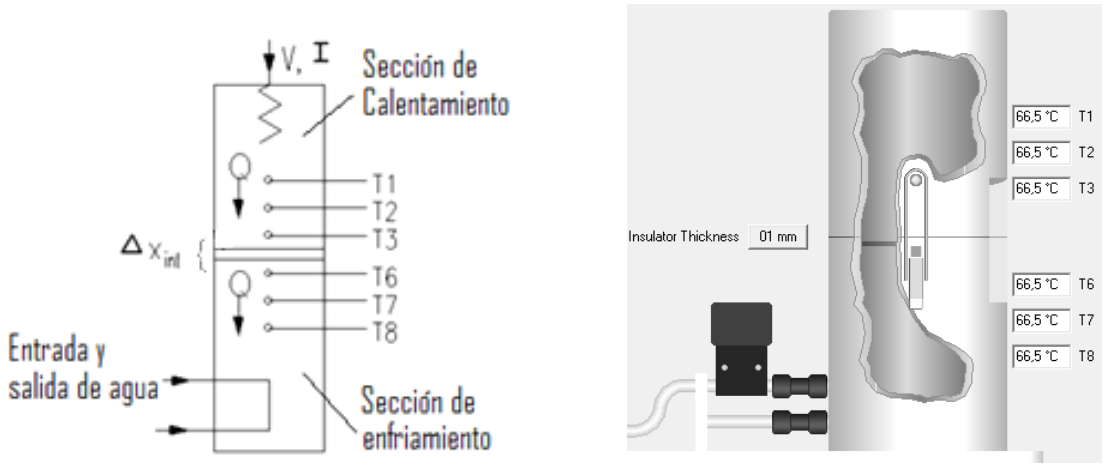


Fig.5.1 Armado final del dispositivo

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Verificar que la unidad de servicio este conectada de manera correcta, es decir, que el equipo esté acoplado a la parte posterior de la unidad de servicio por medio de la conexión eléctrica. De igual manera inspeccionar que la salida de 24 V (OUTPUT2) en la parte posterior de la unidad de servicio este conectada a la sección de calentamiento.

- ✓ Ubicar el dispositivo HT11 armado con las secciones a trabajar al mismo nivel que la unidad de servicio HT10XC.

- ✓ Encender la unidad de servicio HT10XC mediante el botón de encendido en la parte superior izquierda de la unidad y verifique que el panel frontal se encienda.

- ✓ Seleccionar el control del dispositivo en MANUAL y ajuste el voltaje inicial a 9V girando el control de voltaje de la unidad.





Fig.5.2 Partes del equipo

- ✓ Ingresar al software del dispositivo HT11 LINEAR HEAT CONDUCTION donde seleccionará el **ejercicio G**.

- ✓ Cambiar el control del equipo a REMOTO mediante el selector de operación y verificar que la pantalla frontal de la unidad de servicio se apague.

- ✓ El voltaje de calentamiento debe ser 1.5 V, por lo tanto se debe ingresar el valor por teclado o mediante las flechas en la casilla de control dentro del programa hasta llegar al voltaje inicial. (**Tabla de equivalencias 5.1)**.

PORCENTAJE %	VOLTAJE V
6.33	1.5
8.44	2

Tabla 5.1. Equivalencia de Voltaje- Porcentaje

- ✓ Ajustar la toma de datos a manual dentro del menú de configuración de muestras (SAMPLE).

- ✓ Esperar que el equipo se estabilice, lo cual se demostrará mediante la visualización de valores en la casilla de control de voltaje de calentamiento que se halla debajo de la casilla de voltaje inicial, este proceso toma aproximadamente 2 minutos.

- ✓ Tomar la muestra respectiva mediante el botón .

- ✓ Aumentar el voltaje a 2 V, esperar que el equipo se estabilice y repetir el muestreo.

- ✓ Ajustar el voltaje al mínimo en la casilla de voltaje y apagar el equipo pulsando el botón “POWER ON” en el diagrama del programa.

- ✓ Colocar el selector de operación en manual y reducir el voltaje mediante el control de voltaje, además apagar la unidad HT10XC.

- ✓ Permitir que el agua fría circule al menos 25 minutos más por el sistema para favorecer el enfriamiento.

- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunos de las constantes necesarias para este ejercicio son:

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Diámetro del disco de corcho	Dint= 0.025	m
Distancia entre cada termocupla	d= 0.015	m
Distancia entre termocuplas T3 y T6 y el borde de la barra	X= 0.0075	m
Conductividad del Bronce	121	W/mºC

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser calculados bajo las siguientes fórmulas:

Flujo de calor	$Q = V * I$	W
Área transversal	$A = \frac{\pi \cdot Dint^2}{4}$	m^2
Temperatura en la superficie caliente del aislante	$T_{caliente} = T_3 - \frac{T_2 - T_3}{2}$	ºC
Temperatura en la superficie fría del aislante	$T_{fria} = T_6 + \frac{T_6 - T_7}{2}$	ºC
Diferencial de temperatura a través del aislante	$\Delta T_{int} = T_{caliente} - T_{fria}$	ºC
Coeficiente de Conductividad Térmica de la sección intermedia	$k_{int} = \frac{Q \cdot \Delta x_{int}}{A_{int} \Delta T_{int}}$	W/m ºC

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Realizar un gráfico **temperatura vs posición de las termocuplas** donde se puedan observar las líneas a través de los puntos medidos para la sección de calentamiento y de enfriamiento y de igual manera la transferencia de calor a través del aislante.

NOTA:

- Los valores ocultos en las tablas de datos serán entregados al finalizar el ejercicio.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cómo es afectada la transferencia del calor cuando se emplean aislantes?

2. El papel se emplea como aislante para experimentos de laboratorio. ¿Es este material mejor aislante que el corcho? ¿Por qué?

3. ¿Por qué la gradiente de temperatura en los gráficos que se obtienen al emplear aislantes térmicos tiende a ser pequeña?
4. ¿Cuáles deben ser los parámetros para poder seleccionar un aislante adecuado?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Materiales Aislantes.
   2. Coeficiente de conductividad térmica.
   3. Aislantes más empleados, características y aplicaciones.
   4. Normas de ensayo para materiales aislantes.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
3	35 min	CONDUCCION EN ESTADO NO ESTABLE	Transferencia de calor

1. OBJETIVOS

- Observar de manera cualitativa la conducción de calor en estado no estable.

2. METODO

- Mediante el monitoreo del los cambios transitorios de temperatura a lo largo de una barra cuando un cambio se aplica al flujo de calor que recorre la barra.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de servicio de transferencia de calor HT10CX.
- Equipo de transferencia de calor de conducción lineal HT11.
- Pasta térmica.

4. MARCO TEORICO

4.1 Conducción en estado No estable

Cuando un sistema conduce energía en estado no-estacionario aparece una nueva variable independiente: el tiempo. Por lo tanto aún en el caso más simple de conducción unidireccional la ecuación a resolver será a derivadas parciales.

Existen numerosos sistemas de interés práctico que operan en estas condiciones y la resolución del balance microscópico de energía interna permite realizar cálculos de tiempos de enfriamiento o calentamiento en muchísimas aplicaciones de la industria, por ejemplo:

- Templado de metales.
- "Curado" de plásticos y gomas.
- Esterilización de alimentos.

Existen muchos casos reales en los cuales existe conducción no-estacionaria en más de una dirección. Por lo tanto, es posible combinarlas para obtener la solución de sistemas con conducción no-estacionaria en más de una dirección.

La *regla de Newman*" que se enuncia de la siguiente manera:

"Cualquier problema de conducción en estado no-estacionario cartesiano tridimensional T(x,y,z,t) o cilíndrico bidimensional T(r,z,t) gobernado por una ecuación diferencial homogénea y condiciones de contorno homogéneas (o sea que poseen término independiente igual a cero), puede expresarse como el producto de los problemas transitorios unidireccionales si su condición inicial es una constante o si puede expresarse como un producto de funciones de cada una de las variables".

Es necesario ser cuidadoso con la condición inicial, para lograr que el producto de las condiciones iniciales de los problemas unidireccionales cumplan con la condición inicial del problema en más de una dirección. En este ejemplo eso sucede pues las condiciones iniciales de los problemas unidireccionales son iguales a la unidad.

La regla de Newman nos permite resolver el problema de conducción en estado no estacionario de una barra rectangular como el producto de dos placas infinitamente largas y anchas cuya intersección forma la barra en cuestión.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Conectar los termopares en la unidad de servicio HT10XC procurando conectar cada termopar en su zócalo, razón por la cual cada punto de conexión y cada terminal están numerados del 1 al 8.

- Inspeccionar que la conexión a la fuente de agua fría este acoplada con el regulador de presión y no posea fugas.

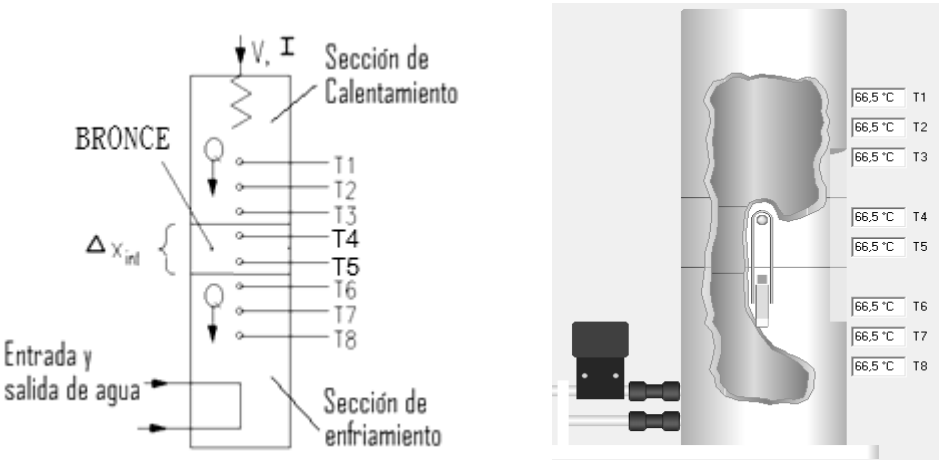


Fig.5.1 Armado final del dispositivo

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Verificar que la unidad de servicio este conectada de manera correcta, es decir, que el equipo esté acoplado a la parte posterior de la unidad de servicio por medio de la conexión eléctrica. De igual manera inspeccionar que la salida de 24 V (OUTPUT2) en la parte posterior de la unidad de servicio este conectada a la sección de calentamiento.

- ✓ Ubicar el dispositivo HT11 armado con las secciones a trabajar al mismo nivel que la unidad de servicio HT10XC.

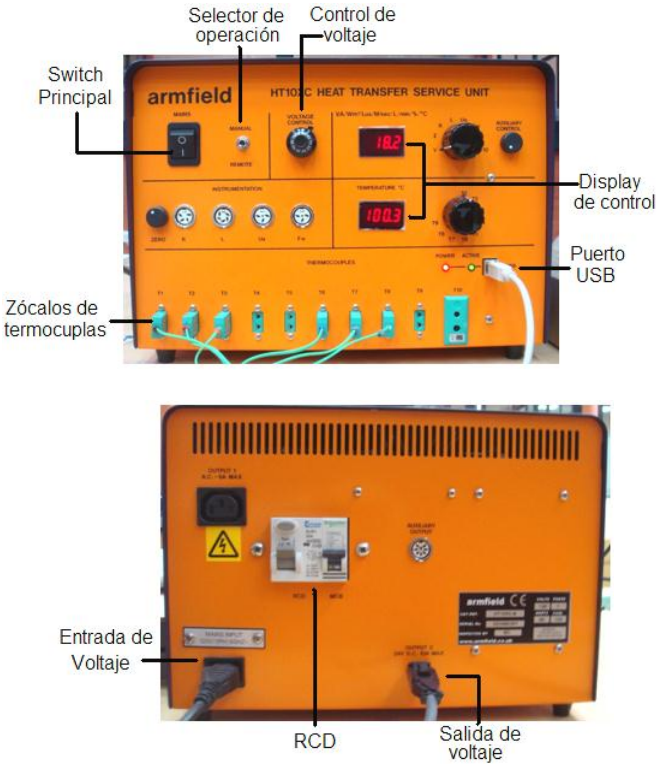


Fig.5.2 Partes del equipo

- ✓ Ingresar al software del dispositivo HT11 LINEAR HEAT CONDUCTION donde seleccionará el **ejercicio H**.

- ✓ Ajustar la toma de datos a AUTOMATIC dentro del menú de configuración de muestras (SAMPLE) en intervalos de 10 segundos en una duración fijada de 600 s (10 minutos).

- ✓ Encender el equipo mediante el interruptor principal y en el selector de operación cambiar el control del equipo de MANUAL **a** REMOTO y verificar que la pantalla frontal de la unidad de servicio se apague.

- ✓ Pulsar POWER ON en la pantalla principal del programa para encender el manejo del dispositivo desde el computador.

- ✓ El voltaje de calentamiento debe ser 17 V, por lo tanto se debe ingresar el valor por teclado o mediante las flechas en la casilla de control dentro del programa hasta llegar al voltaje inicial. (**Tabla de equivalencias 5.1)**.

PORCENTAJE %	VOLTAJE V
71.7	17
50	12

Tabla 5.1. Equivalencia de Voltaje- Porcentaje

- ✓ Comenzar el muestreo presionando el botón GO.
- ✓ Esperar que el equipo se estabilice, lo cual se demostrará mediante la visualización de valores en la casilla de control de voltaje de calentamiento que se halla debajo de la casilla de voltaje inicial, este proceso toma aproximadamente 2 minutos.
- ✓ Esperar 5 minutos y reducir el voltaje de ingreso del equipo a 12 V.
- ✓ Al terminar el experimento ajustar el voltaje al mínimo en la casilla de voltaje y apagar el equipo pulsando el botón "POWER ON" en el diagrama del programa.
- ✓ Colocar el selector de operación en manual y reducir el voltaje mediante el control de voltaje, además apagar la unidad HT10XC.
- ✓ Permitir que el agua fría circule al menos 25 minutos más por el sistema para favorecer el enfriamiento.
- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Al ser un ejercicio cualitativo, es necesario que el estudiante preste atención a las gráficas obtenidas durante la práctica.

Obtener los gráficos de **temperatura vs tiempo** y **temperatura vs posición de las termocuplas**.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 El estudiante debe observar y verificar las siguientes características de las gráficas obtenidas:

- Cuando el elemento empieza a calentarse, gradualmente las temperaturas se elevan hasta que la línea de la gradiente de estado estable es alcanzada.

- Cuando el voltaje de entrada es reducido el flujo de calor no puede mantener la temperatura original y por lo tanto la gradiente y las temperaturas a lo largo de la barra deben reducirse hasta alcanzar la gradiente de temperatura adecuada.

- El incremento en la termocupla T4 ocurre ligeramente después del incremento en T1 debido a la gradiente de temperatura por la conducción a lo largo de la barra.

NOTA:

- Los valores ocultos en las tablas de datos serán entregados al finalizar el ejercicio.

8. CONCLUSIONES

_____

_____

_____

_____

_____

_____

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cómo es afectada la gradiente de temperatura en la conducción no estable?

2. La conducción en estado no estacionario es analizada solo de manera cualitativa. ¿Por qué?

3. ¿De qué manera influye el agua de enfriamiento en la gráfica de la gradiente al disminuir el voltaje de entrada?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Conducción No Estacionaria.
   2. Aplicaciones de la conducción en estado no estable.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
4	40 min	CONDUCCION RADIAL EN ESTADO ESTABLE	Transferencia de calor

1. OBJETIVOS

- Medir el flujo de calor para el caso de conducción radial en estado estable.
- Calcular el valor del coeficiente de conductividad térmica del material y el valor del coeficiente global de transferencia de calor.

2. METODO

- Control del cambio de temperatura con la distancia entre la radio interior (caliente) y el radio exterior (enfriado) del disco a diferentes flujos de calor a través de la pieza
- Determinación de la conducción en paredes compuestas en estado estable mediante el uso de la ecuación de Fourier.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de servicio de transferencia de calor HT10CX.
- Equipo de transferencia de calor de conducción radial HT12.

4. MARCO TEORICO

4.1 Ecuación de Fourier y Conducción Radial

La conducción es el único mecanismo de transmisión del calor posible en los medios sólidos. Cuando en estos cuerpos existe un gradiente de temperatura en la dirección *x*, el calor se transmite de la región de mayor temperatura a la de menor temperatura, siendo el calor transmitido por conducción Q , proporcional al gradiente de temperatura dT/dx , y a la superficie *A*.

El flujo real de calor depende de la conductividad térmica *k*, que es una característica física del cuerpo, por lo que la ecuación anterior se puede expresar en la forma:

$$Q_k = -kA\frac{dT}{dx}$$

En la que si la superficie *A* de intercambio térmico se expresa en m^2, la temperatura en Kelvin (K) , la distancia *x* en metros y la transmisión del calor en W , las unidades de *k* serán $W/m\,K$. Esta se conoce como la ecuación de Fourier para conducción de calor.

El signo menos (-) es consecuencia del Segundo Principio de la Termodinámica, según el cual, el calor debe fluir hacia la zona de temperatura más baja. El gradiente de temperatura es negativo si la temperatura disminuye para valores crecientes de x , por lo que si el calor transferido en la dirección positiva debe ser una magnitud positiva, en el segundo miembro de la ecuación anterior hay que introducir un signo negativo.

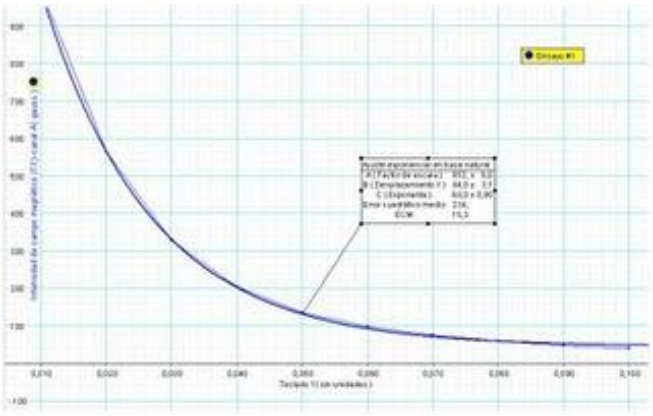


Fig. 4.1 Gráfico Temperatura - Distancia en la conducción radial

Una aplicación inmediata de la ley de Fourier corresponde al caso de la transmisión del calor a través de un cilindro.

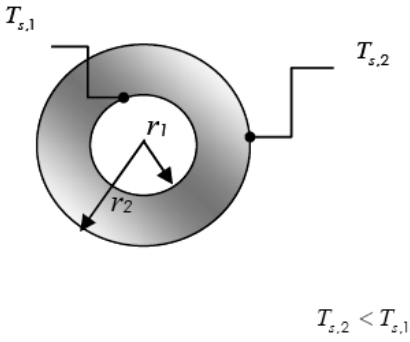


Fig. 4.2 Conducción de Calor de forma radial

Si el calor se propaga a través de varias paredes en buen contacto térmico, capas múltiples, el análisis del flujo de calor en estado estacionario a través de todas las secciones tiene que ser el mismo. Sin embargo y tal como se indica en la figura 2 en un sistema de tres capas, los gradientes de temperatura en éstas son distintos. El calor transmitido se puede expresar para cada sección y como es el mismo para todas las secciones, se puede poner:

$$Q_k = \frac{T_1 - T_2}{\left(\frac{L}{kA}\right)_A} = \frac{T_2 - T_3}{\left(\frac{L}{kA}\right)_B} = \frac{T_3 - T_4}{\left(\frac{L}{kA}\right)_C} = \frac{T_1 - T_4}{\left(\frac{L}{kA}\right)_A + \left(\frac{L}{kA}\right)_B + \left(\frac{L}{kA}\right)_C}$$

4.2 Coeficiente Global de transferencia de Calor (U)

Los sistemas cilíndricos y esféricos a menudo experimentan gradientes de temperatura sólo en la dirección radial, y por consiguiente se tratan como unidireccionales. Además bajo condiciones de estado estacionario, sin generación de calor estos sistemas se pueden analizar usando la expresión de la Ley de Fourier en las coordenadas adecuadas.

Es un término que relaciona las propiedades termodinámicas de un fluido con las resistencias que existen al flujo de calor y se obtiene a partir de los coeficientes individuales y de la resistencia térmica del material de la pared.

Se puede realizar una analogía eléctrica donde podríamos señalar que el coeficiente global de transferencia de calor se obtiene al reducir todo el circuito eléctrico análogo a una sola resistencia, la cual se relaciona con U a través de:



$$R_{eq} = \frac{1}{UA}$$

Al considerar el flujo de calor que toma lugar en la conducción y las diversas temperaturas que surgen en las paredes de una pared, la transferencia de calor global puede expresarse como:

$$q = \frac{T_{\infty,1} - T_{\infty,2}}{R_{eq}} \quad \text{o bien} \quad q = UA\left(T_{\infty,1} - T_{\infty,2}\right)$$

Se obtiene entonces que el Coeficiente global de transferencia de calor puede expresar como dependiente del flujo de calor, el área de transferencia y las temperaturas inicial y final.

$$U = \frac{Q}{A(T_1 - T_6)} \qquad U = \frac{1}{R}$$

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Conectar los 6 termopares en la unidad de servicio HT10XC procurando conectar cada termopar en su zócalo, razón por la cual cada punto de conexión y cada terminal están numerados.

- Además se debe inspeccionar que la conexión a la fuente de agua fría este acoplada con el regulador de presión y no posea fugas.

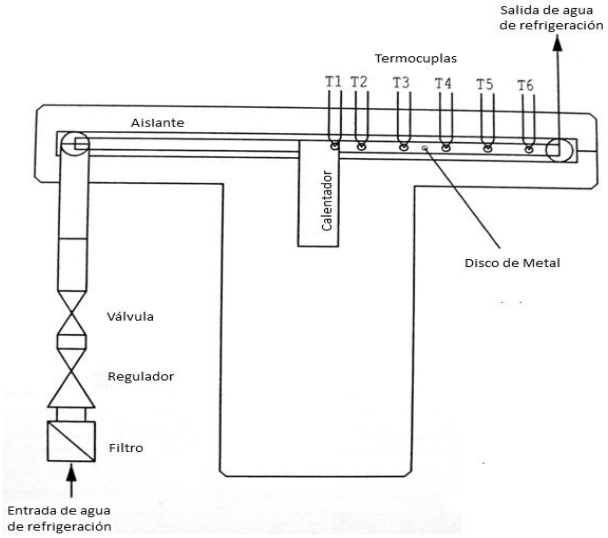


Fig. 5.1 Diagrama del Dispositivo HT12 con la ubicación de las termocuplas.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Verificar que la unidad de servicio este conectada de manera correcta, es decir, que el equipo esté acoplado a la parte posterior de la unidad de servicio por medio de la conexión eléctrica. De igual manera inspeccionar que la salida de 24 V (OUTPUT2) en la parte posterior de la unidad de servicio este conectada a la sección de calentamiento.

- ✓ Ubique el dispositivo HT12 al mismo nivel que la unidad de servicio HT10XC.

- ✓ Encienda la unidad de servicio HT10XC mediante el botón de encendido en la parte superior izquierda de la unidad y verifique que el panel frontal se encienda.

- ✓ Seleccione el control del dispositivo en MANUAL y ajuste el voltaje inicial a 9V girando el control de voltaje de la unidad.

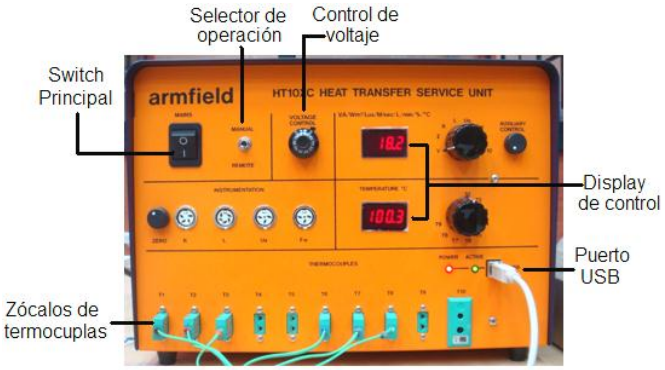




Fig.5.2 Partes del equipo

- ✓ Ingrese al software del dispositivo HT12 RADIAL HEAT CONDUCTION donde seleccionará el **ejercicio B**.

- ✓ Ahora se tiene que cambiar el control del equipo a REMOTO y así mismo verificar que la pantalla frontal de la unidad de servicio se apague.

- ✓ El voltaje de calentamiento debe ser 9 V, por lo tanto se debe ingresar el valor por teclado o mediante las flechas en la casilla de control dentro del programa hasta llegar al voltaje inicial. (**Tabla de equivalencias)**. Esperar que el equipo se estabilice, lo cual se demostrará mediante la visualización de valores en la casilla de control de voltaje de calentamiento que se halla debajo de la casilla de voltaje inicial, este proceso toma aproximadamente 4 minutos.

PORCENTAJE %	VOLTAJE V
38	9
50	12
62	15
75	18
87	21
99	24

Tabla 1. Equivalencia de Voltaje- Porcentaje

- ✓ Ajustar la toma de datos a manual dentro del menú de configuración de muestras.

- ✓ Una vez estabilizados los valores de temperatura y voltaje se toman la muestra respectiva.

- ✓ Aumentar el voltaje a 12 Voltios, esperar que el equipo se estabilice y repetir el muestreo.

- ✓ El procedimiento es el mismo para 15, 18, 21 y 24 voltios.

- ✓ Una vez realizado el experimento se apaga el equipo por el botón “POWER ON” en el diagrama del equipo, se desconecta el dispositivo y la unidad de servicio pero se debe permitir que el agua fría circule al menos 10 minutos más por el sistema para favorecer el

enfriamiento. De igual manera de ajusta el control de voltaje a mínimo y se apaga el HT10XC.

- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunos de las constantes necesarias para este ejercicio son:

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Distancia radial hasta la temocupla 1	R1= 0.007	M
Distancia radial hasta la termocupla 6	R6= 0.005	M
Espesor del disco	x= 0.0032	M
Conductividad del Bronce	121	W/mºC

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Flujo de calor	$\dot{Q} = V * I$	W
Conductividad térmica de material del disco	$k_{int} = \frac{Q \cdot ln(R_6/R_1)}{2\pi \cdot (T_1 - T_6)}$	W/mºC
Resistencia al flujo de calor	$R = \frac{ln(R_2/R_1)}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot L}$	1/ºC
Coeficiente Global de transferencia de calor	$U = \frac{Q}{A(T_1 - T_8)} \quad U = \frac{1}{R}$	W/m^2 C
Gradiente de temperatura en la sección intermedia	$Grad_{inter} = \frac{\Delta T}{\Delta x}$	ºC/m

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Realizar el ajuste de las curvas mediante el empleo del *METODO DE MINIMOS CUADRADOS*.

$$a = \frac{n\sum_{1}^{n} x_i y_i - \left(\sum_{1}^{n} x_i\right)\left(\sum_{1}^{n} y_i\right)}{n\sum_{1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{1}^{n} x_i\right)^2} \qquad b = \frac{\sum_{1}^{n} y_i - a\sum_{1}^{n} x_i}{n}$$

Se solicita al estudiante investigar sobre este proceso de cálculo.

7.2 Calcular la conductividad térmica del disco de bronce usando dos radios y sus correspondientes temperaturas y comparar los valores obtenidos con los valores detallados en las tablas con el mismo flujo de calor.

7.3 Realizar un gráfico logarítmico/lineal de **temperatura vs posición de las termocuplas** donde se puedan observar las líneas a través de los puntos medidos para la sección de calentamiento y de enfriamiento. El eje logarítmico contiene los valores del radio o la posición de las termocuplas y el eje lineal contiene los valores de temperatura.

7.4 Posteriormente calcular la gradiente de temperatura.

NOTA:

- Los resultados deben dar valores cercanos a 121 W/mºC para la conductividad del bronce, asumiendo que no existen perdidas térmicas en el equipo.

- Los valores ocultos en las tablas de datos serán entregados al finalizar el ejercicio.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cómo afectan las diferentes variables presentes en la ecuación de Fourier en los valores obtenidos?

2. ¿Por qué la precisión de la conductividad térmica calculada es mayor utilizando R1/T1 y R6/T6 y la diferencia de temperatura aumenta en estas diferencias extremas en la radio?

3. Explique cómo se genera la distribución de temperatura en sistemas de conducción radial.

4. ¿Por qué es importante calcular el logaritmo natural de la distancia radial?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Conducción en sistemas radiales.
   2. Coeficiente de conductividad térmica.
   3. Resistencia térmica.
   4. Espesor crítico de Aislamiento.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
5	30 min	CONVECCION FORZADA POR FLUJO INTERNO	Transferencia de calor

1. OBJETIVOS

- Medir el flujo de calor para el caso de la convección forzada en estado estable por medio de flujo interno.

2. METODO

- Determinación de la convección forzada por flujo interno mediante el uso de la ley de enfriamiento de Newton para el cálculo de la transferencia de calor por convección.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de servicio de transferencia de calor HT30CX.
- Intercambiador de calor tubular extendido HT36.

4. MARCO TEORICO

4.1 Convección

La convección es el mecanismo transferencia de calor a través de un fluido con movimiento masivo de éste. En la convección existe movimiento del fluido a nivel macroscópico, entendiendo como nivel mácroscópico movimiento de volúmenes relativamente grandes del fluido.

La convección se clasifica en natural y forzada. En la ***convección forzada*** se obliga al fluido a fluir mediante medios externos, como un ventilador o una bomba. En la ***convección natural*** el movimiento del fluido es debido a causas naturales.

La convección forzada se clasifica a su vez en externa e interna dependiendo de si el flujo de fluido es interno o externo. El flujo de un fluido se clasifica como interno o externo dependiendo de si se fuerza al fluido a fluir por un canal confinado o una superficie abierta. El flujo de un fluido no limitado por una superficie es flujo externo.

Cuanto mayor es la velocidad del fluido mayor es la velocidad de transferencia de calor.

La transferencia de calor por convección depende de las propiedades del fluido, de la superficie en contacto con el fluido y del tipo de flujo. Entre las propiedades del fluido se encuentran: la

viscosidad dinámica, la conductividad térmica, la densidad. También se podría considerar que depende de la viscosidad cinemática.

Entre las propiedades de la superficie que intervienen en la convección están la geometría y la aspereza. El tipo de flujo, laminar o turbulento, también influye en la velocidad de transferencia de calor por convección

En cualquier caso, la velocidad de transferencia de calor por convección siempre es proporcional a la diferencia de temperatura entre la superficie y el fluido. Este hecho se modela matemáticamente mediante la Ley de Enfriamiento de Newton.

La influencia de las propiedades del fluido, de la superficie y del flujo se cuantifica en el coeficiente de película o coeficiente de transferencia de calor por convección (h).

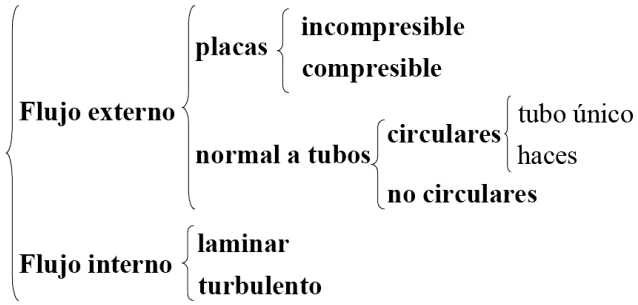


Fig. 4.1 Clasificación de la Convección Forzada.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Conectar los 10 termopares en la unidad de servicio HT30XC procurando conectar cada termopar en su zócalo, razón por la cual cada punto de conexión y cada terminal están numerados.

- Además se debe inspeccionar que la conexión a la fuente de agua fría este acoplada con el regulador de presión y no posea fugas, de igual manera se debe llenar el tanque reservorio del equipo que proporcionará agua caliente al equipo.

- Verificar que la alimentación eléctrica esté conectada adecuadamente en la parte posterior de la unidad de servicio.

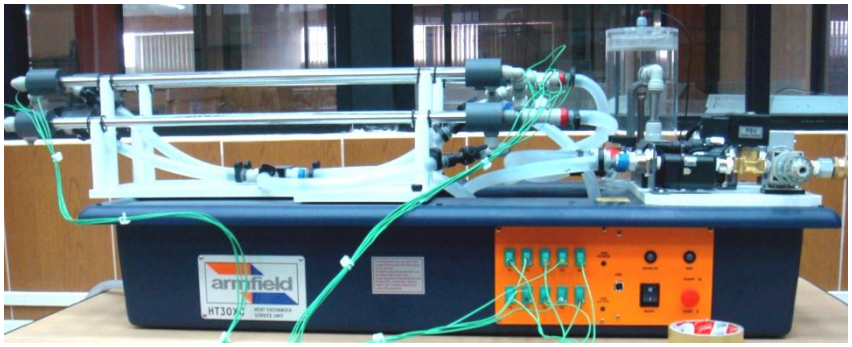


Fig. 5.1 Intercambiador de Calor HT36 y la Unidad de servicio HT30XC.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ubique el dispositivo HT36 en la unidad de servicio y acople las mangueras de alimentación a las válvulas de la unidad HT30XC, es decir, cada toma con su respectiva válvula de alimentación.

- ✓ Encender la unidad de servicio por el botón el su parte frontal y de igual manera conectarla mediante el puerto USB en la parte frontal del equipo a la computadora de control.

- ✓ Ingrese al software del dispositivo HT36 EXTENDED TUBULAR HEAT EXCHANGER donde seleccionará **OPERACIÓN CONTRACORRIENTE**. Verificar que la opción 4 tubos este encendida en el diagrama del software.

- ✓ Mediante click en el botón FLOW se ajusta el porcentaje de caudal de agua caliente, para facilitar el control de flujo se selecciona AUTOMATIC. Ahora se selecciona le porcentaje de flujo de agua fría en la casilla con las flechas de ascenso o descenso de valor.

- ✓ Se ajusta la temperatura a la cual se desea calentar el agua con click en el botón HEATER, seleccionando AUTOMATIC para facilitar el control de la temperatura.

- ✓ Encender el sistema mediante POWER ON.

- ✓ Ajustar la toma de datos a manual dentro del menú de configuración de muestras, en modo AUTOMATIC cada 10 segundos en un lapso de tiempo total ajustado de 4 minutos.

- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunos de las constantes necesarias para este ejercicio son:

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Diámetro interno	Di= 0.0083	M
Diámetro externo	De= 0.0095	M
Longitud de cada tubo	L= 0.330	M

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Flujo de calor	$\dot{Q} = \dot{m} \cdot Cp(Tb_2 - Tb_1)$ $\dot{Q} = A \cdot H \cdot (Tp - Tb)_{med}$	W
Velocidad de flujo	$V = \frac{Q}{A}$	m/s
Área	$A = \frac{\pi(D_i^2 - D_e^2)}{4}$	m^2
Área de transferencia	$Ac = \pi * L * dm$	m^2
Diámetro medio	$dm = \frac{d_e + d_i}{2}$	M
Temperatura media	$Tb = \frac{Tb_1 + Tb_2}{2}$	ºC
Nuselt	$Nu = \frac{H * L}{k}$	
Reynolds	$Re = \frac{v * L}{\vartheta}$	
Prandtl	$Pr = \frac{v}{\alpha}$	
Flujo másico	$\dot{m} = \rho * V * A$	kg/s

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Realizar el cálculo de cada uno de los números adimensionales y flujo de calor para cada tubo conformante del dispositivo.

7.2 Realizar el cálculo del flujo de calor mediante las dos fórmulas establecidas en la tabla anterior y explicar la razón de la diferencia de las respuestas, en caso de haberlas.

7.3 Realizar un gráfico **temperatura de agua fría y caliente vs distancia de la entrada de agua caliente** donde se puedan observar las líneas a través de los puntos.

NOTA: *El material del tubo interno es acero inoxidable mientras que la superficie externa es acrílico transparente.*

8. CONCLUSIONES

_____

_____

_____

_____

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cómo afectan las diferentes variables presentes en la Ley de Enfriamiento de Newton en los valores obtenidos?
2. Realizar un cuadro comparativo de la convección forzada vs la convección natural.
3. ¿Cuál sería el efecto de aumentar el caudal de agua fría en el sistema?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Convección Forzada.
   2. Números adimensionales: Nusselt, Reynolds y Prandtl.
   3. Aplicaciones de la convección.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
6	40 min	INTERCAMBIADOR DE CALOR TUBULAR CONCENTRICO	Transferencia de calor

1. OBJETIVOS

- Establecer el balance de energía del intercambiador.
- Calcular la eficiencia y el coeficiente global de transferencia de calor en dos sentidos de flujo.

2. METODO

- Mediante la determinación de la energía transferida para determinar las características de un intercambiador de calor tubular concéntrico por medio de su eficiencia y su coeficiente global de transferencia de calor.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de servicio de transferencia de calor HT30CX.
- Intercambiador de calor tubular concéntrico HT31.

4. MARCO TEORICO

4.1 Intercambiadores de calor

Los intercambiadores de calor son equipos que permiten transferir energía (calor) de un fluido a otro sin ponerlos en contacto directo, la transferencia se produce a través de una pared sólida que los separa.

Un fluido transfiere calor por convección a una pared sólida, el calor atraviesa esta por conducción y por último el otro fluido recibe la transferencia por convección.

Los tipos más usuales son:

a. Intercambiadores de doble tubo.

b. Intercambiadores de carcasa y tubos.

c. Intercambiadores compactos.

4.2 Intercambiadores de calor de doble tubo

Es el tipo más sencillo de intercambiador de calor. Está constituido por **dos tubos concéntricos** de diámetros diferentes. En un intercambiador de calor de doble tubo, el fluido caliente circula por un tubo, descendiendo su temperatura desde un valor de entrada, **Te,** hasta uno de salida, **Ts**, mientras que el fluido frío lo hace por el segundo tubo, bien en el mismo sentido (corriente directa), bien en sentido contrario (contracorriente), desde un valor de entrada, **te,** hasta otro de salida, **ts**.

4.3 Operación Flujo Paralelo

Los dos fluidos ingresan por el mismo extremo y fluyen en el mismo sentido. La temperatura de salida del fluido frío nunca puede ser mayor que la temperatura de salida del fluido caliente.

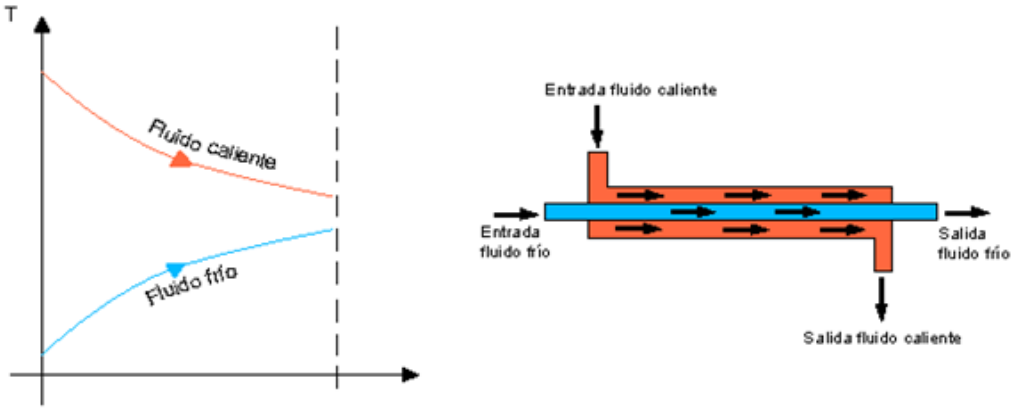


Fig. 4.1 Configuración Flujo paralelo

4.4 Operación Flujo Cruzado

Los dos fluidos ingresan por extremos contrarios y por lo tanto fluyen en sentidos opuestos. La temperatura de salida del fluido frío puede ser superior a la temperatura de salida del fluido caliente.

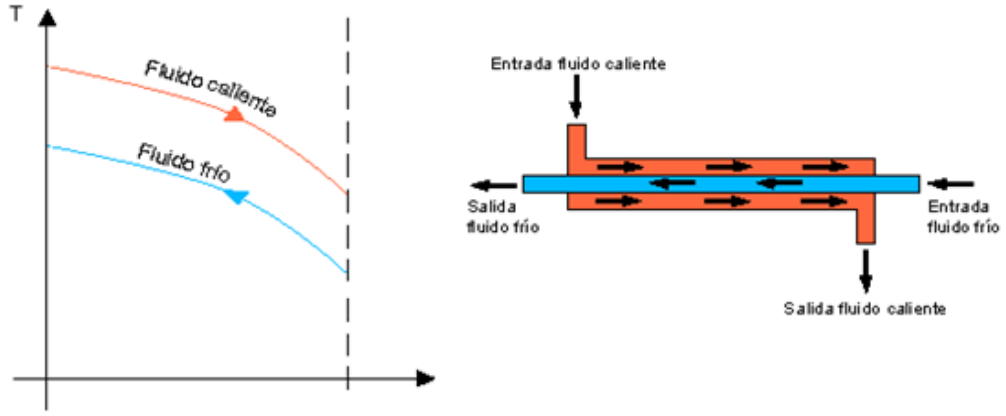


Fig. 4.1 Configuración Flujo Cruzado

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Conectar los 6 termopares en la unidad de servicio HT30XC procurando conectar cada termopar en su zócalo, razón por la cual cada punto de conexión y cada terminal están numerados.

- Además se debe inspeccionar que la conexión a la fuente de agua fría este acoplada con el regulador de presión y no posea fugas, de igual manera se debe llenar el tanque reservorio del equipo que proporcionará agua caliente al equipo.
- Verificar que la alimentación eléctrica esté conectada adecuadamente en la parte posterior de la unidad de servicio.

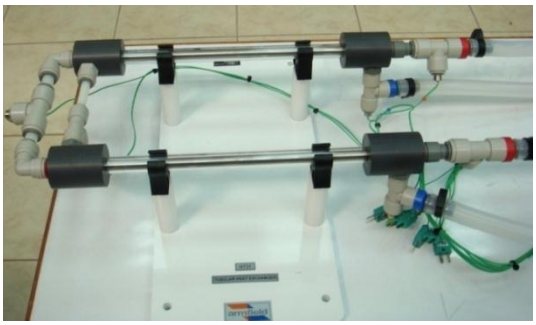


Fig. 5.1 Diagrama del Intercambiador de Calor HT31.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ubique el dispositivo HT31 en la unidad de servicio y acople las mangueras de alimentación a las válvulas de la unidad HT30XC, es decir, cada toma con su respectiva válvula de alimentación.

- ✓ Encender la unidad de servicio por el botón el su parte frontal y de igual manera conectarla mediante el puerto USB en la parte frontal del equipo a la computadora de control.

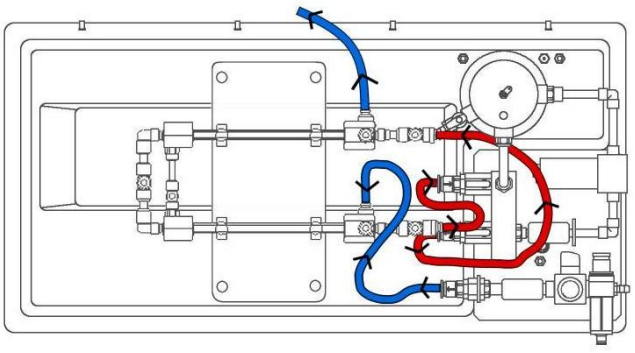


Fig. 5.2 Conexión del Intercambiador HT31

- ✓ Ingrese al software del dispositivo HT31 TUBULAR HEAT EXCHANGER donde seleccionará **OPERACIÓN CONTRACORRIENTE (COUNTERCURRENT OPERATION)**.
- ✓ Mediante click en el botón FLOW se ajusta el porcentaje de caudal de agua caliente, para facilitar el control de flujo se selecciona 60%. Ahora se selecciona le porcentaje de flujo de agua fría en la casilla con las flechas de ascenso o descenso de valor (40%).
- ✓ Se ajusta la temperatura a la cual se desea calentar el agua con click en el botón HEATER, se ingresa el valor de la temperatura máxima deseada (65 ºC).
- ✓ Encender el sistema mediante POWER ON y permitir que el sistema se estabilice.
- ✓ Tomar una muestra por medio del botón  .
- ✓ Una vez realizado el experimento se apaga el sistema, se guardan los resultados y se abre un nuevo experimento, esta vez se selecciona **OPERACIÓN CORRIENTE PARALELA (COCURRENT OPERATION)**.
- ✓ Repetir la experiencia en esta manera de operación.
- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunos de las fórmulas y constantes necesarias para este ejercicio son:

Flujo másico	$\dot{m} = V * \rho$	kg/s
Velocidad	$V = Q * 1.667x10^{3}$; $V = \frac{Q}{A}$	m^3/s

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Diámetro interno	Di= 0.0083	m
Diámetro externo	De= 0.0095	m
Longitud de cada tubo	L= 0.660	m

1. *Flujo Contracorriente.*

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Calor emitido (agua caliente)	$\dot{Q_C} = \dot{m_C} \cdot Cp_C(T_1 - T_3)$	W
Calor ganado (agua fría)	$\dot{Q_F} = \dot{m_F} \cdot Cp_F(T_3 - T_1)$	W
Calor ganado o perdido total	$\dot{Q} = \dot{Q_C} - \dot{Q_F}$	W
Eficiencia Global	$n = \frac{\dot{Q_F}}{\dot{Q_C}} \times 100$	%
Reducción de temperatura Agua caliente	$\Delta Tc = T_1 - T_3$	ºC
Aumento de temperatura Agua Fría	$\Delta Tf = T_6 - T_4$	ºC
Eficiencia Agua caliente	$n_C = \frac{T_1 - T_3}{T_1 - T_4} \times 100$	%
Eficiencia Agua Fría	$n_F = \frac{T_6 - T_4}{T_1 - T_4} \times 100$	%
Eficiencia Promedio	$n_m = \frac{n_C + n_F}{2} \times 100$	%
Diferencia Temperatura Media Logarítmica	$MLDT = \frac{(T_3 - T_4) - (T_1 - T_6)}{\ln\left(\frac{(T_3 - T_4)}{(T_1 - T_6)}\right)}$	ºC
Área de transferencia	$A = \pi * L * dm$	m^2
Diámetro medio	$dm = \frac{d_e - d_i}{2}$	M
Coeficiente Global de Transferencia de calor	$U = \frac{\dot{Q_C}}{A * MLDT}$	W/m^2K

2. *Flujo Paralelo.*

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Calor emitido (agua caliente)	$\dot{Q_C} = \dot{m_C} \cdot Cp_C(T_3 - T_1)$	W
Calor ganado (agua fría)	$\dot{Q_F} = \dot{m_F} \cdot Cp_F(T_6 - T_4)$	W
Calor ganado o perdido total	$\dot{Q} = \dot{Q_C} - \dot{Q_F}$	W
Eficiencia Global	$n = \frac{\dot{Q_F}}{\dot{Q_C}} \times 100$	%
Reducción de temperatura Agua caliente	$\Delta Tc = T_3 - T_1$	ºC
Aumento de temperatura Agua Fría	$\Delta Tf = T_6 - T_4$	ºC
Eficiencia Térmica del Agua caliente	$n_C = \frac{T_3 - T_1}{T_3 - T_4} \times 100$	%
Eficiencia Térmica del Agua Fría	$n_F = \frac{T_6 - T_4}{T_3 - T_4} \times 100$	%
Eficiencia Promedio	$n_m = \frac{n_C + n_F}{2} \times 100$	%
Diferencia Temperatura Media Logarítmica	$MLDT = \frac{(T_3 - T_4) - (T_1 - T_6)}{\ln\left(\frac{(T_3 - T_4)}{(T_1 - T_6)}\right)}$	ºC
Área de transferencia	$A = \pi * L * dm$	m^2
Diámetro medio	$dm = \frac{d_e + d_i}{2}$	M
Coeficiente Global de Transferencia de calor	$U = \frac{\dot{Q_C}}{A * MLDT}$	W/m^2K

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados del cálculo para las dos fases de experimentación:

% H2O caliente	% H2O Fría	Temperatura de reservorio ºC	$\dot{Q_C}$	$\dot{Q_F}$	$\dot{Q}$	n	n_C	n_F	$MLDT$	U

7.2 Realizar un gráfico **temperatura de agua fría y caliente vs distancia de la entrada de agua caliente** donde se puedan observar las líneas a través de los puntos.

NOTA: El material del tubo interno es acero inoxidable mientras que la superficie externa es acrílico.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. Realizar un cuadro comparativo de intercambiadores de calor de carcasa y tubos, placas y concéntricos.

2. ¿Cómo afecta el cambio en el valor de los caudales de agua fría y caliente en la transferencia de calor? ¿Influye de alguna manera el número de tubos?

3. ¿Cómo influye el sentido del flujo, ya sea contracorriente o corriente paralela, a la transferencia de calor?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Intercambiadores de calor de doble tubo.
   2. Coeficiente Global de transferencia en intercambiadores.
   3. Eficiencia de intercambiadores de calor de doble tubo.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
7	40 min	INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS	Transferencia de calor

1. OBJETIVOS

- Establecer el balance de energía del intercambiador.
- Calcular la eficiencia y el coeficiente global de transferencia de calor en dos sentidos de flujo.

2. METODO

- Mediante la determinación de la energía transferida se pretende determinar las características de un intercambiador de calor de placas o compacto por medio de su eficiencia y su coeficiente global de transferencia de calor.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de servicio de transferencia de calor HT30CX.
- Intercambiador de calor tubular concéntrico HT32.

4. MARCO TEORICO

4.1 Intercambiadores de calor

Los intercambiadores de calor son equipos que permiten transferir energía (calor) de un fluido a otro sin ponerlos en contacto directo, la transferencia se produce a través de una pared sólida que los separa.

Un fluido transfiere calor por convección a una pared sólida, el calor atraviesa esta por conducción y por último el otro fluido recibe la transferencia por convección.

Los tipos más usuales son:

a. Intercambiadores de doble tubo.
b. Intercambiadores de carcasa y tubos.
c. Intercambiadores compactos.

4.2 Intercambiadores de calor compactos.

Son intercambiadores diseñados para lograr una gran área superficial de transferencia de calor por unidad de volumen. La razón entre el área superficial de transferencia de calor y su volumen es la densidad de área **b**. Un intercambiador con b > 700 m^2 se clasifica como compacto.

Ejemplos de intercambiadores de calor compactos son los radiadores de automóviles, los intercambiadores de calor de cerámica de vidrio de las turbinas de gas, el regenerador del motor Stirling y el pulmón humano.

En los intercambiadores compactos los dos fluidos suelen moverse en direcciones ortogonales entre sí. Esta configuración de flujo recibe el nombre de flujo cruzado. El flujo cruzado se clasifica a su vez en mezclado (uno de los fluidos fluye libremente en dirección ortogonal al otro sin restricciones) y no mezclado (se disponen una placas para guiar el flujo de uno de los fluidos). En la figura siguiente se muestran esquemas de ambos tipos de flujo:

4.3 Operación Flujo Paralelo

En este caso el fluido frío y el fluido caliente circulan en la misma dirección, así ΔTm es grande al comienzo y disminuye con x. La temperatura de salida del fluido frío nunca excede la temperatura de salida del fluido caliente.

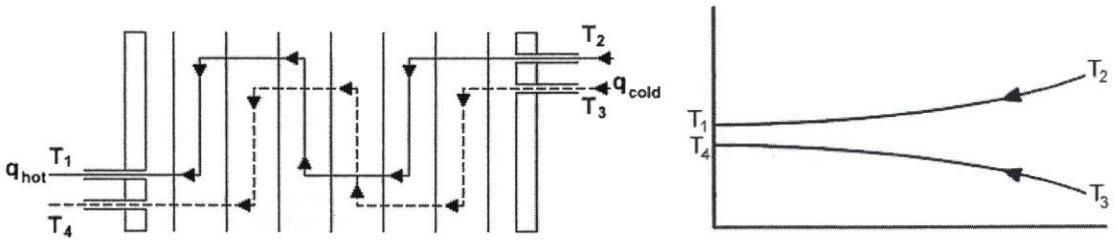


Fig. 4.1 Configuración Flujo paralelo

4.4 Operación Flujo Cruzado

Los dos fluidos ingresan por extremos contrarios y por lo tanto fluyen en sentidos opuestos. La temperatura de salida del fluido frío puede ser superior a la temperatura de salida del fluido caliente.

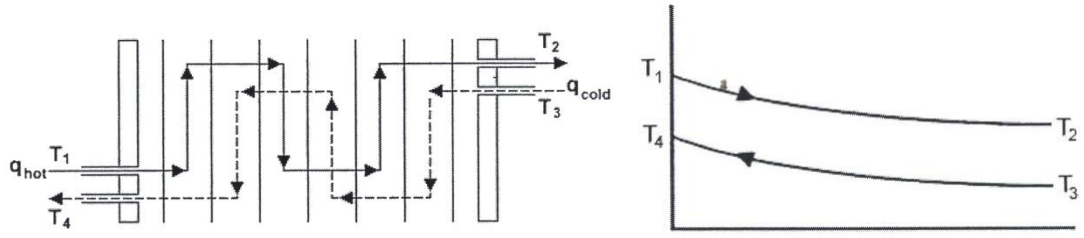


Fig. 4.1 Configuración Flujo Cruzado

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Conectar los 4 termopares en la unidad de servicio HT30XC procurando conectar cada termopar en su zócalo, razón por la cual cada punto de conexión y cada terminal están numerados.

- Además se debe inspeccionar que la conexión a la fuente de agua fría este acoplada con el regulador de presión y no posea fugas, de igual manera se debe llenar el tanque reservorio del equipo que proporcionará agua caliente al equipo.
- Verificar que la alimentación eléctrica esté conectada adecuadamente en la parte posterior de la unidad de servicio.

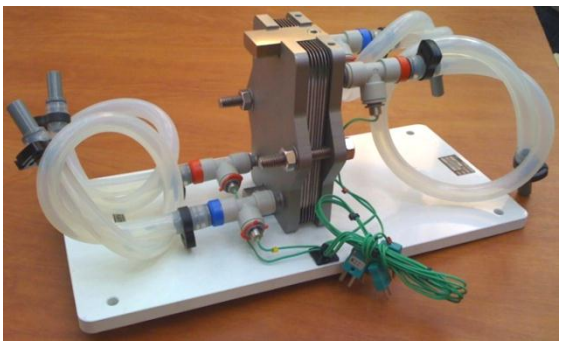


Fig. 5.1 Intercambiador de Calor HT32.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ubique el dispositivo HT32 en la unidad de servicio y acople las mangueras de alimentación a las válvulas de la unidad HT30XC, es decir, cada toma con su respectiva válvula de alimentación.

- ✓ Encender la unidad de servicio por el botón el su parte frontal y de igual manera conectarla mediante el puerto USB en la parte frontal del equipo a la computadora de control.

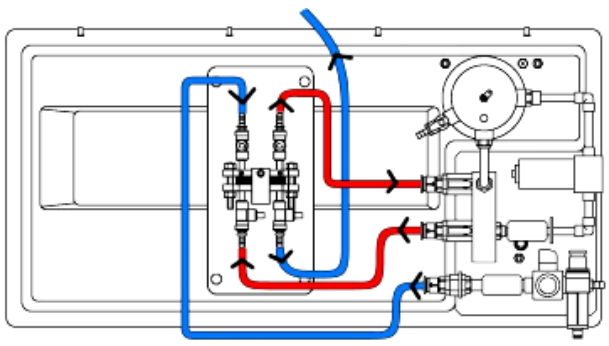


Fig. 5.2 Conexión del Intercambiador HT32

- ✓ Ingrese al software del dispositivo HT32 PLATE HEAT EXCHANGER donde seleccionará **OPERACIÓN CONTRACORRIENTE (COUNTERCURRENT OPERATION)**.
- ✓ Mediante click en el botón FLOW se ajusta el porcentaje de caudal de agua caliente, para facilitar el control de flujo se selecciona 60%. Ahora se selecciona le porcentaje de flujo de agua fría en la casilla con las flechas de ascenso o descenso de valor (40%).
- ✓ Se ajusta la temperatura a la cual se desea calentar el agua con click en el botón HEATER, se ingresa el valor de la temperatura máxima deseada (60 ºC).
- ✓ Encender el sistema mediante POWER ON y permitir que el sistema se estabilice.
- ✓ Tomar una muestra por medio del botón  .
- ✓ Una vez realizado el experimento se apaga el sistema, se guardan los resultados y se abre un nuevo experimento, esta vez se selecciona **OPERACIÓN CORRIENTE PARALELA (COCURRENT OPERATION)**.
- ✓ Repetir la experiencia en esta manera de operación.
- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunos de las fórmulas y constantes necesarias para este ejercicio son:

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Área de transferencia de calor proyectada	a=0.008	m^2
Numero de platos	N=5	
Factor de corrección	F=0.95	

1. Flujo Contracorriente.

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Calor emitido (agua caliente)	$\dot{Q}_C = \dot{m_C} \cdot Cp_C(T_1 - T_2)$	W

Calor ganado (agua fría)	$\dot{Q}_F = \dot{m_F} \cdot Cp_F(T_4 - T_3)$	W
Calor ganado o perdido total	$\dot{Q} = \dot{Q}_C - \dot{Q}_F$	W
Eficiencia Global	$n = \frac{\dot{Q}_F}{\dot{Q}_C} \times 100$	%
Reducción de temperatura Agua caliente	$\Delta Tc = T_1 - T_2$	ºC
Aumento de temperatura Agua Fría	$\Delta Tf = T_4 - T_3$	ºC
Eficiencia Agua caliente	$n_C = \frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_3} \times 100$	%
Eficiencia Agua Fría	$n_F = \frac{T_4 - T_3}{T_1 - T_3} \times 100$	%
Eficiencia Promedio	$n_m = \frac{n_C + n_F}{2} \times 100$	%
Diferencia de Temperatura Media Logarítmica	$MLDT = \frac{(T_2 - T_3) - (T_1 - T_4)}{\ln\left(\frac{(T_2 - T_3)}{(T_1 - T_4)}\right)}$	ºC
Área de transferencia	$A = N * a$	m^2
Coeficiente Global de Transferencia de calor	$U = \frac{\dot{Q}_C}{A * F * MLDT}$	W/m^2K

2. *Flujo Paralelo.*

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Calor emitido (agua caliente)	$\dot{Q}_C = \dot{m_C} \cdot Cp_C(T_2 - T_1)$	W
Calor ganado (agua fría)	$\dot{Q}_F = \dot{m_F} \cdot Cp_F(T_4 - T_3)$	W
Calor ganado o perdido total	$\dot{Q} = \dot{Q}_C - \dot{Q}_F$	W
Eficiencia Global	$n = \frac{\dot{Q}_F}{\dot{Q}_C} \times 100$	%

Reducción de temperatura Agua caliente	$\Delta Tc = T_2 - T_1$	ºC
Aumento de temperatura Agua Fría	$\Delta Tf = T_4 - T_3$	ºC
Eficiencia Térmica del Agua caliente	$n_C = \frac{T_2 - T_1}{T_2 - T_3} \times 100$	%
Eficiencia Térmica del Agua Fría	$n_F = \frac{T_4 - T_3}{T_2 - T_3} \times 100$	%
Eficiencia Promedio	$n_m = \frac{n_C + n_F}{2} \times 100$	%
Diferencia Temperatura Media Logarítmica	$MLDT = \frac{(T_2 - T_3) - (T_1 - T_4)}{\ln\left(\frac{(T_2 - T_3)}{(T_1 - T_4)}\right)}$	ºC
Área de transferencia	$A = N * a$	m^2
Coeficiente Global de Transferencia de calor	$U = \frac{\dot{Q_C}}{A * F * MLDT}$	W/m^2K

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados del cálculo para las dos fases de experimentación:

% H2O caliente	% H2O Fría	Temperatura de reservorio ºC	$\dot{Q}_c$	$\dot{Q}_F$	$\dot{Q}$	n	n_C	n_F	$MLDT$	U

7.2 Realizar un gráfico **temperatura de agua fría vs agua caliente** donde se puedan observar las líneas a través de los puntos.

NOTA: *El material del tubo interno es acero inoxidable mientras que la superficie externa es acrílico.*

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. Realizar un cuadro comparativo de intercambiadores de calor de carcasa y tubos, placas y concéntricos.

2. ¿Cómo afecta el cambio en el valor de los caudales de agua fría y caliente en la transferencia de calor? ¿Influye de alguna manera el número de tubos?

3. ¿Cómo influye el sentido del flujo, ya sea contracorriente o corriente paralela, a la transferencia de calor?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Intercambiadores de calor de placas.
   2. Coeficiente Global de transferencia en intercambiadores.
   3. Eficiencia de intercambiadores de calor de placas.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
8	40 min	INTERCAMBIADOR DE CALOR CARCASA Y TUBOS	Transferencia de calor

1. OBJETIVOS

- Establecer el balance de energía del intercambiador.
- Calcular la eficiencia y el coeficiente global de transferencia de calor en dos sentidos de flujo.

2. METODO

- Mediante la determinación de la energía transferida se pretende determinar las características de un intercambiador de calor de carcasa y tubos por medio de su eficiencia y su coeficiente global de transferencia de calor.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de servicio de transferencia de calor HT30CX.
- Intercambiador de calor tubular concéntrico HT33.

4. MARCO TEORICO

4.1 Intercambiadores de calor

Los intercambiadores de calor son equipos que permiten transferir energía (calor) de un fluido a otro sin ponerlos en contacto directo, la transferencia se produce a través de una pared sólida que los separa.

Un fluido transfiere calor por convección a una pared sólida, el calor atraviesa esta por conducción y por último el otro fluido recibe la transferencia por convección.

Los tipos más usuales son:

a. Intercambiadores de doble tubo.
b. Intercambiadores de carcasa y tubos.
c. Intercambiadores compactos.

4.2 Intercambiadores de calor de carcasa y tubos.

Se emplean para servicios en los que se necesita grandes superficies de transferencia de calor que generalmente se asocian a caudales elevados y economía.

El intercambiador está constituido por un haz de tubos montados sobre dos placas tubulares que llevan un número determinado de placas deflectoras. Por cada extremo se fijan las cajas de distribución que aseguran la circulación del fluido por el interior del haz, en varias fases. El haz está alojado en una carcasa provisto de una tobera de entrada y otra de salida para el segundo fluido que circula por el exterior de los tubos, siguiendo el camino impuesto por las placas deflectoras.

Los procesos típicos que nos permiten seleccionar el tipo de intercambiador más adecuado son: Calentadores, enfriadores, condensadores, evaporadores, cambiadores, rehervidores.



Fig. 4.1 Partes de un intercambiador de Calor de coraza y tubos.

4.3 Operación Flujo Paralelo

En este caso el fluido frío y el fluido caliente circulan en la misma dirección, así ΔTm es grande al comienzo y disminuye con x. La temperatura de salida del fluido frío nunca excede la temperatura de salida del fluido caliente.

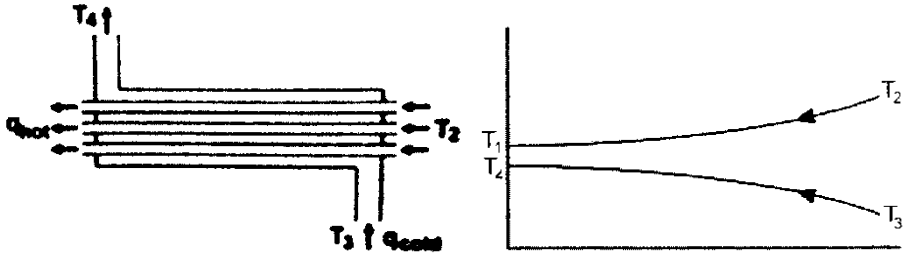


Fig. 4.1 Configuración Flujo paralelo

4.4 Operación Flujo Cruzado

Los dos fluidos ingresan por extremos contrarios y por lo tanto fluyen en sentidos opuestos. La temperatura de salida del fluido frío puede ser superior a la temperatura de salida del fluido caliente.

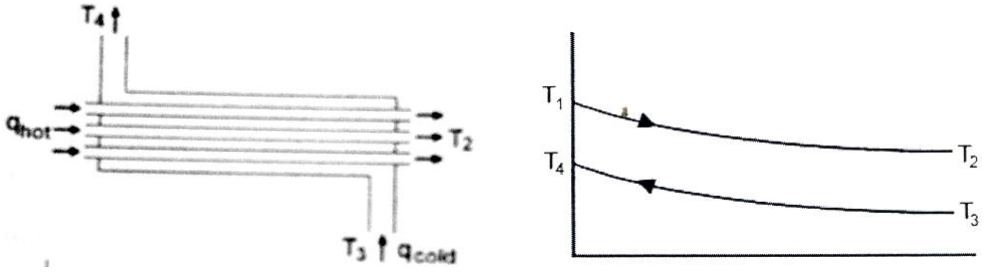


Fig. 4.1 Configuración Flujo Cruzado

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Conectar los 4 termopares en la unidad de servicio HT30XC procurando conectar cada termopar en su zócalo, razón por la cual cada punto de conexión y cada terminal están numerados.

- Además se debe inspeccionar que la conexión a la fuente de agua fría este acoplada con el regulador de presión y no posea fugas, de igual manera se debe llenar el tanque reservorio del equipo que proporcionará agua caliente al equipo.

- Verificar que la alimentación eléctrica esté conectada adecuadamente en la parte posterior de la unidad de servicio.

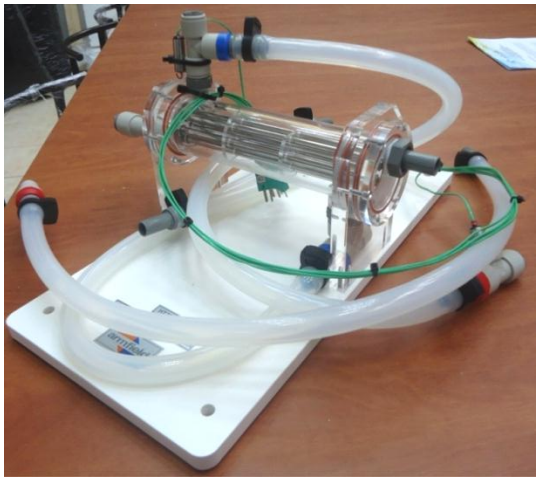


Fig. 5.1 Intercambiador de Calor HT33.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ubicar el dispositivo HT33 en la unidad de servicio y acople las mangueras de alimentación a las válvulas de la unidad HT30XC, es decir, cada toma con su respectiva válvula de alimentación.

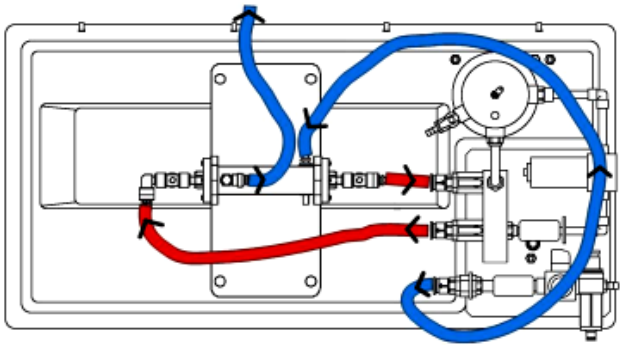


Fig. 5.2 Conexión del Intercambiador HT33

- ✓ Encender la unidad de servicio por el botón el su parte frontal y de igual manera conectarla mediante el puerto USB en la parte frontal del equipo a la computadora de control.

- ✓ Ingresar al software del dispositivo HT33 SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER donde seleccionará **OPERACIÓN CONTRACORRIENTE (COUNTERCURRENT OPERATION)**.

- ✓ Presionar el botón FLOW y ajustar el porcentaje de caudal de agua caliente, para facilitar el control de flujo se selecciona 60%. Ahora se selecciona le porcentaje de flujo de agua fría en la casilla con las flechas de ascenso o descenso de valor (40%).

- ✓ Ajustar la temperatura a la cual se desea calentar el agua con click en el botón HEATER, se ingresa el valor de la temperatura máxima deseada (60 ºC).

- ✓ Encender el sistema mediante POWER ON y permitir que el sistema se estabilice.
- ✓ Tomar una muestra por medio del botón  .

- ✓ Una vez realizado el experimento se apaga el sistema, se guardan los resultados y se abre un nuevo experimento, esta vez se selecciona **OPERACIÓN CORRIENTE PARALELA (COCURRENT OPERATION)**.

- ✓ Repetir la experiencia en esta manera de operación.

- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunos de las fórmulas y constantes necesarias para este ejercicio son:

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Longitud de transferencia de calor por tubo	l =0.144	m
Longitud total	L= 1.008	m
Diámetro interno del tubo	d_i = 0.00515	m
Diámetro externo del tubo	d_O= 0.00635	m

1. Flujo Contracorriente.

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Calor emitido (agua caliente)	$\dot{Q_C} = \dot{m_C} \cdot Cp_C(T_1 - T_2)$	W
Calor ganado o perdido total	$\dot{Q} = \dot{Q_C} - \dot{Q_F}$	W
Eficiencia Global	$n = \frac{\dot{Q_F}}{\dot{Q_C}} \times 100$	%
Reducción de temperatura Agua caliente	$\Delta Tc = T_1 - T_2$	ºC
Aumento de temperatura Agua Fría	$\Delta Tf = T_4 - T_3$	ºC
Eficiencia Agua caliente	$n_C = \frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_3} \times 100$	%
Eficiencia Agua Fría	$n_F = \frac{T_4 - T_3}{T_1 - T_3} \times 100$	%
Eficiencia Promedio	$n_m = \frac{n_C + n_F}{2} \times 100$	%
Diferencia Temperatura Media Logarítmica	$MLDT = \frac{(T_2 - T_3) - (T_1 - T_4)}{\ln\left(\frac{(T_2 - T_3)}{(T_1 - T_4)}\right)}$	ºC
Área de transferencia	$A = \pi * L * dm$	m^2

Diámetro medio	$dm = \frac{d_e - d_i}{2}$	M
Coeficiente Global de Transferencia de calor	$U = \frac{\dot{Q}_C}{A * MLDT}$	W/m^{2}K

2. Flujo Paralelo.

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Calor ganado (agua fría)	$\dot{Q}_F = \dot{m_F} \cdot Cp_F(T_2 - T_1)$	W
Calor ganado o perdido total	$\dot{Q} = \dot{Q}_C - \dot{Q}_F$	W
Eficiencia Global	$n = \frac{\dot{Q}_F}{\dot{Q}_C} \times 100$	%
Reducción de temperatura Agua caliente	$\Delta Tc = T_2 - T_1$	ºC
Aumento de temperatura Agua Fría	$\Delta Tf = T_4 - T_3$	ºC
Eficiencia Térmica del Agua caliente	$n_C = \frac{T_2 - T_1}{T_2 - T_3} \times 100$	%
Eficiencia Térmica del Agua Fría	$n_F = \frac{T_4 - T_3}{T_2 - T_3} \times 100$	%
Eficiencia Promedio	$n_m = \frac{n_C + n_F}{2} \times 100$	%
Diferencia Temperatura Media Logarítmica	$MLDT = \frac{(T_2 - T_3) - (T_1 - T_4)}{\ln\left(\frac{(T_2 - T_3)}{(T_1 - T_4)}\right)}$	ºC
Área de transferencia	$A = \pi * L * dm$	m^2
Diámetro medio	$dm = \frac{d_e - d_i}{2}$	m
Coeficiente Global de Transferencia de calor	$U = \frac{\dot{Q}_C}{A * F * MLDT}$	W/m^{2}K

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados del cálculo para las dos fases de experimentación:

% H2O caliente	% H2O Fría	Temperatura de reservorio ºC	$\dot{Q}_C$	$\dot{Q}_F$	$\dot{Q}$	n	n_C	n_F	$MLDT$	U

7.2 Realizar un gráfico **temperatura de agua fría vs agua caliente** donde se puedan observar las líneas a través de los puntos.

NOTA: *El material del tubo interno es acero inoxidable mientras que la superficie externa es acrílico.*

8. CONCLUSIONES

_____

_____

_____

_____

_____

9. CUESTIONARIO

1. Realizar un cuadro comparativo de intercambiadores de calor de carcasa y tubos, placas y concéntricos.

2. ¿Cómo afecta el cambio en el valor de los caudales de agua fría y caliente en la transferencia de calor? ¿Influye de alguna manera el número de tubos?

3. ¿Cómo influye el sentido del flujo, ya sea contracorriente o corriente paralela, a la transferencia de calor?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

1. Intercambiadores de calor de placas.
2. Coeficiente Global de transferencia en intercambiadores.
3. Eficiencia de intercambiadores de calor de placas.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
9	40 min	TRANSFERENCIA DE CALOR DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE CAMISA Y AGITADOR- EMPLEANDO CAMISA	Transferencia de calor

1. OBJETIVOS

- Investigar las características de un recipiente que contiene un volumen de agua cuando es calentado usando el fluido caliente que circula a través de la camisa exterior.

- Determinar el balance de energía y el coeficiente global de transferencia de calor así como la eficiencia global para el flujo de agua continuo del recipiente.

2. METODO

- Mediante el control de la temperatura del volumen de agua en el recipiente cuando el agua fluye a través de la camisa exterior se pretende calcular la transferencia de calor desde o hacia el fluido y determinar la eficiencia global y de calor en el sistema.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de servicio de transferencia de calor HT30CX.
- Intercambiador de calor tubular concéntrico HT34.

4. MARCO TEORICO

4.1 Intercambiadores de calor

Los intercambiadores de calor son equipos que permiten transferir energía (calor) de un fluido a otro sin ponerlos en contacto directo, la transferencia se produce a través de una pared sólida que los separa.

Un fluido transfiere calor por convección a una pared sólida, el calor atraviesa esta por conducción y por último el otro fluido recibe la transferencia por convección.

Los tipos más usuales son:

a. Intercambiadores de doble tubo.
b. Intercambiadores de carcasa y tubos.

c. Intercambiadores compactos.

4.2 Intercambiadores de calor de camisa y agitador.

Este tipo de intercambiador de calor es habitualmente utilizado en la industria química y de procesos, cuando se requiere una temperatura muy definida del fluido.

El intercambiador puede funcionar con la camisa, o con el serpentín, y además, se puede trabajar con un caudal continuo en el vaso, o calentando una cantidad definida de líquido.

El intercambiador dispone de un termopar que mide continuamente la temperatura del fluido en el interior del vaso, además de un agitador con velocidad variable, para comprobar los efectos en el intercambio de calor. Consta de un depósito rodeado por una camisa. Dentro del depósito se encuentra un serpentín.

En el modo de operación al calentar con la doble camisa, el agua caliente fluye a través de la doble camisa y transfiere de esta forma una parte de la energía térmica al agua fría del depósito. En el modo de operación calentar con el serpentín, el agua caliente fluye a través del serpentín y calienta de este modo el agua fría dentro del depósito. El uso de un mecanismo de agitación es posible en todas las formas de funcionamiento.

El propósito de este equipo en general es calentar el contenido del recipiente. Son menos eficientes en comparación de los otros tipos de intercambiadores, tienen un mayor costo inicial y resultan bastante difíciles de limpiar mecánicamente porque el acceso al interior de la camisa es complicado.

Este Intercambiador de Calor nos permite el estudio de la transferencia del calor entre el agua caliente que circula por un serpentín y el agua fría que está contenida en la vasija. Puede trabajar con alimentación continua o con proceso por lotes (calentamiento de una masa constante de agua contenida en una vasija). El intercambiador nos permite medir las temperaturas a la entrada y la salida del mismo, tanto en el agua fría como en el agua caliente.

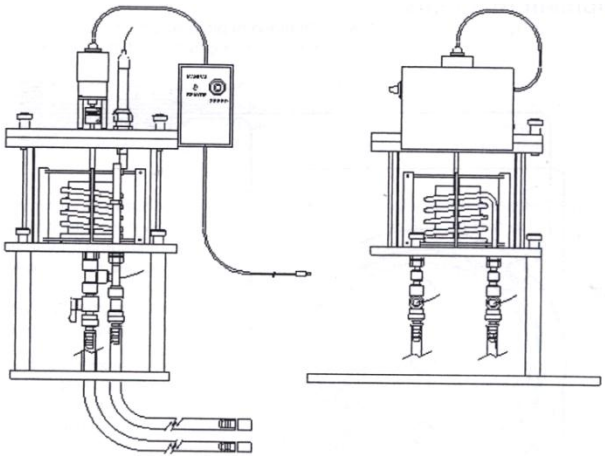


Fig. 4.1 Esquema de un intercambiador de Calor de camisa y agitador.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Conectar los 6 termopares en la unidad de servicio HT30XC procurando conectar cada termopar en su zócalo, razón por la cual cada punto de conexión y cada terminal están numerados.

- Además se debe inspeccionar que la conexión a la fuente de agua fría este acoplada con el regulador de presión y no posea fugas, de igual manera se debe llenar el tanque reservorio del equipo que proporcionará agua caliente al equipo.

- Verificar que la alimentación eléctrica esté conectada adecuadamente en la parte posterior de la unidad de servicio al igual que el cable de alimentación del agitador.



Fig. 5.1 Intercambiador de Calor HT34.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ubicar el dispositivo HT34 en la unidad de servicio y acople las mangueras de alimentación a las válvulas de la unidad HT30XC, es decir, cada toma con su respectiva válvula de alimentación.

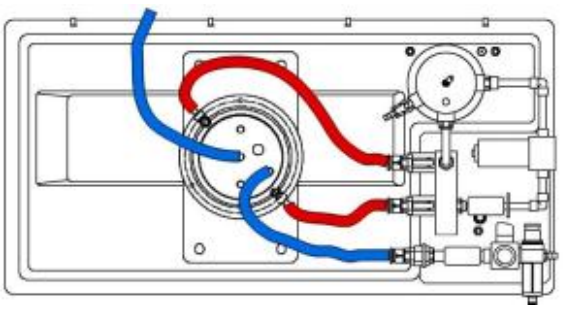


Fig. 5.2 Conexión del Intercambiador HT34 para su aplicación con camisa

- ✓ Encender la unidad de servicio por el botón el su parte frontal y de igual manera conectarla mediante el puerto USB en la parte frontal del equipo a la computadora de control.
- ✓ Ingresar al software del dispositivo HT34 JACKETED VESSEL HEAT EXCHANGER donde seleccionará el **ejercicio JACKETED VESSEL OPERATION**.
- ✓ Presionar el botón FLOW y ajustar el porcentaje de caudal de agua caliente, para facilitar el control de flujo se selecciona AUTOMATICO y se ingresa el valor de 2 l/min en la casilla de control en el cuadro de dialogo.
- ✓ Ajustar la temperatura a la cual se desea calentar el agua con click en el botón HEATER, se ingresa el valor de la temperatura máxima deseada (70 ºC).
- ✓ Ajustar el caudal del agua fría de ingreso para un flujo de 0.5 l/min en la casilla de control.
- ✓ Encender el sistema mediante POWER ON en la pantalla principal del programa.
- ✓ Encender el agitador y ajustar su velocidad al máximo.
- ✓ Permitir que las temperaturas se estabilicen en la camisa y el recipiente controlándolas mediante la pantalla principal del programa.
- ✓ Tomar una muestra por medio del botón  .
- ✓ Ajustar el caudal de agua fría a un flujo de 1 l/min en la casilla de control.
- ✓ Permitir la estabilización del sistema y tomar una nueva muestra mediante el botón  .
- ✓ Apagar el sistema pulsando POWER ON.
- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunos de las fórmulas y constantes necesarias para este ejercicio son:

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Longitud del serpentín	l =1.15	m
Diámetro interno del serpentín	ds_i = 0.00493	m

Diámetro externo del serpentín	ds $_O$= 0.00635	m

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Calor emitido (agua caliente)	$\dot{Q}_C = \dot{m_C} \cdot Cp_C(T_2 - T_3)$	W
Calor absorbido (agua fría)	$\dot{Q}_f = \dot{m_f} \cdot Cp_f(T_1 - T_6)$	W
Calor ganado o perdido total	$\dot{Q} = \dot{Q}_C - \dot{Q}_F$	W
Eficiencia Global	$n = \frac{\dot{Q}_F}{\dot{Q}_C} \times 100$	%
Diferencia Temperatura Media Logarítmica	$MLDT = \frac{(T_2 - T_1) - (T_3 - T_1)}{\ln\left(\frac{(T_2 - T_1)}{(T_3 - T_1)}\right)}$	ºC
Área de transferencia	$A = \pi * L * dm$	m^2
Diámetro medio	$dm = \frac{ds_e - ds_i}{2}$	m
Coeficiente Global de Transferencia de calor	$U = \frac{\dot{Q}_C}{A * MLDT}$	W/m^2K

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados del cálculo para la experimentación:

% H2O caliente	% H2O Fría	Temperatura de reservorio ºC	$\dot{Q}_C$	$\dot{Q}_F$	$\dot{Q}$	n	$MLDT$	U

7.2 Realizar un gráfico **temperatura de agua fría vs agua caliente** donde se puedan observar las líneas a través de los puntos.

8. CONCLUSIONES

_____

_____

_____

_____

_____

9. CUESTIONARIO

1. ¿Influye de alguna manera el espesor de la camisa en la transferencia de calor? Explique.

2. ¿Cómo afecta el número de espiras del serpentín en el intercambiador de calor en la transferencia de calor?

3. Ventajas y desventajas de un intercambiador de calor en un procesos industrial en comparación de otros intercambiadores.

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Intercambiadores de calor de camisa y agitador.
   2. Selección de operación de los intercambiadores de calor de camisa y agitador.
   3. Eficiencia Térmica y global de intercambiadores de calor de camisa y agitador.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
10	40 min	TRANSFERENCIA DE CALOR DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE CAMISA Y AGITADOR- EMPLEANDO SERPENTIN	Transferencia de calor

1. OBJETIVOS

- Investigar las características de un recipiente que contiene un volumen de agua cuando es calentado usando el fluido caliente que circula a través de un serpentín sumergido.

- Determinar el balance de energía y el coeficiente global de transferencia de calor así como la eficiencia global para el flujo de agua continuo del recipiente.

2. METODO

- Mediante el control de la temperatura del volumen de agua en el recipiente cuando el agua fluye a través del serpentín sumergido en el líquido se pretende calcular la transferencia de calor desde o hacia el fluido y determinar la eficiencia global y de calor en el sistema.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de servicio de transferencia de calor HT30CX.
- Intercambiador de calor tubular concéntrico HT34.

4. MARCO TEORICO

4.1 Intercambiadores de calor

Los intercambiadores de calor son equipos que permiten transferir energía (calor) de un fluido a otro sin ponerlos en contacto directo, la transferencia se produce a través de una pared sólida que los separa.

Un fluido transfiere calor por convección a una pared sólida, el calor atraviesa esta por conducción y por último el otro fluido recibe la transferencia por convección.

Los tipos más usuales son:

a. Intercambiadores de doble tubo.

b. Intercambiadores de carcasa y tubos.
c. Intercambiadores compactos.

4.2 Intercambiadores de calor de camisa y agitador.

Este tipo de intercambiador de calor es habitualmente utilizado en la industria química y de procesos, cuando se requiere una temperatura muy definida del fluido.

El intercambiador puede funcionar con la camisa, o con el serpentín, y además, se puede trabajar con un caudal continuo en el vaso, o calentando una cantidad definida de líquido.

El intercambiador dispone de un termopar que mide continuamente la temperatura del fluido en el interior del vaso, además de un agitador con velocidad variable, para comprobar los efectos en el intercambio de calor. Consta de un depósito rodeado por una camisa. Dentro del depósito se encuentra un serpentín.

En el modo de operación al calentar con la doble camisa, el agua caliente fluye a través de la doble camisa y transfiere de esta forma una parte de la energía térmica al agua fría del depósito. En el modo de operación calentar con el serpentín, el agua caliente fluye a través del serpentín y calienta de este modo el agua fría dentro del depósito. El uso de un mecanismo de agitación es posible en todas las formas de funcionamiento.

El propósito de este equipo en general es calentar el contenido del recipiente. Son menos eficientes en comparación de los otros tipos de intercambiadores, tienen un mayor costo inicial y resultan bastante difíciles de limpiar mecánicamente porque el acceso al interior de la camisa es complicado.

Este Intercambiador de Calor nos permite el estudio de la transferencia del calor entre el agua caliente que circula por un serpentín y el agua fría que está contenida en la vasija. Puede trabajar con alimentación continua o con proceso por lotes (calentamiento de una masa constante de agua contenida en una vasija). El intercambiador nos permite medir las temperaturas a la entrada y la salida del mismo, tanto en el agua fría como en el agua caliente.

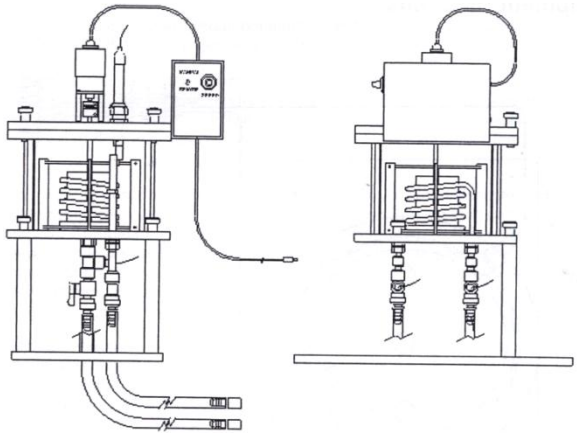


Fig. 4.1 Esquema de un intercambiador de Calor de camisa y agitador.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Conectar los 6 termopares en la unidad de servicio HT30XC procurando conectar cada termopar en su zócalo, razón por la cual cada punto de conexión y cada terminal están numerados.

- Además se debe inspeccionar que la conexión a la fuente de agua fría este acoplada con el regulador de presión y no posea fugas, de igual manera se debe llenar el tanque reservorio del equipo que proporcionará agua caliente al equipo.

- Verificar que la alimentación eléctrica esté conectada adecuadamente en la parte posterior de la unidad de servicio al igual que el cable de alimentación del agitador.



Fig. 5.1 Intercambiador de Calor HT34.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ubicar el dispositivo HT34 en la unidad de servicio y acople las mangueras de alimentación a las válvulas de la unidad HT30XC, es decir, cada toma con su respectiva válvula de alimentación.

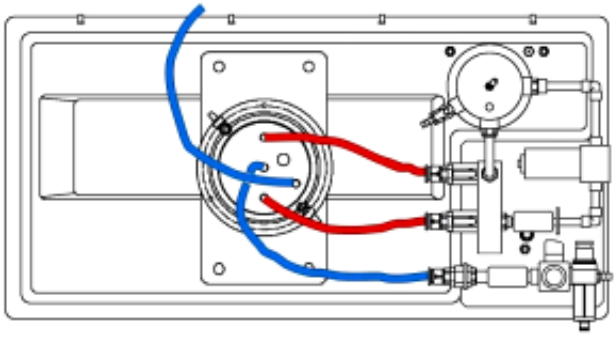


Fig. 5.2 Conexión del Intercambiador HT34 para su aplicación con serpentín

- ✓ Encender la unidad de servicio por el botón el su parte frontal y de igual manera conectarla mediante el puerto USB en la parte frontal del equipo a la computadora de control.
- ✓ Ingresar al software del dispositivo HT34 JACKETED VESSEL HEAT EXCHANGER donde seleccionará el **ejercicio HEATING COIL OPERATION**.
- ✓ Presionar el botón FLOW y ajustar el porcentaje de caudal de agua caliente, para facilitar el control de flujo se selecciona AUTOMATICO y se ingresa el valor de 2 l/min en la casilla de control en el cuadro de dialogo.
- ✓ Ajustar la temperatura a la cual se desea calentar el agua con click en el botón HEATER, se ingresa el valor de la temperatura máxima deseada (70 ºC).
- ✓ Ajustar el caudal del agua fría de ingreso para un flujo de 0.5 l/min en la casilla de control.
- ✓ Encender el sistema mediante POWER ON en la pantalla principal del programa.
- ✓ Encender el agitador y ajustar su velocidad al máximo.
- ✓ Permitir que las temperaturas se estabilicen en la camisa y el recipiente controlándolas mediante la pantalla principal del programa.
- ✓ Tomar una muestra por medio del botón  .
- ✓ Ajustar el caudal de agua fría a un flujo de 1 l/min en la casilla de control.
- ✓ Permitir la estabilización del sistema y tomar una nueva muestra mediante el botón  .
- ✓ Apagar el sistema pulsando POWER ON.
- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunos de las fórmulas y constantes necesarias para este ejercicio son:

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Longitud del serpentín	l =1.15	m
Diámetro interno del serpentín	$ds_i = 0.00493$	m

Diámetro externo del serpentín	ds $_O$= 0.00635	m

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Calor emitido (agua caliente)	$\dot{Q}_C = \dot{m}_C \cdot Cp_C(T_4 - T_5)$	W
Calor absorbido (agua fría)	$\dot{Q}_f = \dot{m}_f \cdot Cp_f(T_1 - T_6)$	W
Calor ganado o perdido total	$\dot{Q} = \dot{Q}_C - \dot{Q}_F$	W
Eficiencia Global	$n = \frac{\dot{Q}_F}{\dot{Q}_C} \times 100$	%
Diferencia Temperatura Media Logarítmica	$MLDT = \frac{(T_4 - T_1) - (T_5 - T_1)}{\ln\left(\frac{(T_4 - T_1)}{(T_5 - T_1)}\right)}$	ºC
Área de transferencia	$A = \pi * L * dm$	m^2
Diámetro medio	$dm = \frac{ds_e - ds_i}{2}$	m
Coeficiente Global de Transferencia de calor	$U = \frac{\dot{Q}_C}{A * MLDT}$	W/m^2K

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados del cálculo para la experimentación:

% H2O caliente	% H2O Fría	Temperatura de reservorio ºC	$\dot{Q}_C$	$\dot{Q}_F$	$\dot{Q}$	n	$MLDT$	U

7.2 Realizar un gráfico **temperatura de agua fría vs agua caliente** donde se puedan observar las líneas a través de los puntos.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son los parámetros de diseño para un intercambiador de calor de camisa y agitador?

2. ¿Cómo afecta el cambio en el valor de los caudales de agua fría y caliente en la transferencia de calor?

3. ¿Cuál es la razón por la cual los intercambiadores de calor de camisa y agitador poseen una eficiencia baja en comparación con otros intercambiadores?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Intercambiadores de calor de camisa y agitador.
   2. Aplicaciones de los intercambiadores de calor de camisa y agitador.
   3. Coeficiente Global de transferencia en intercambiadores.
   4. Eficiencia de intercambiadores de calor de camisa y agitador.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
11	40 min	TRANSFERENCIA DE CALOR DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE CAMISA Y AGITADOR- EFECTO DEL AGITADOR	Transferencia de calor

1. OBJETIVOS

- Investigar las características de un recipiente que contiene un volumen de agua cuando es calentado usando el fluido caliente que circula a través de un recipiente con fluido caliente.

2. METODO

- Mediante el control de la temperatura del volumen de agua en el recipiente cuando el agua fluye a través del serpentín sumergido en el líquido se pretende calcular la transferencia de calor desde o hacia el fluido y determinar la eficiencia global y de calor en el sistema.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de servicio de transferencia de calor HT30CX.
- Intercambiador de calor tubular concéntrico HT34.

4. MARCO TEORICO

4.1 Intercambiadores de calor

Los intercambiadores de calor son equipos que permiten transferir energía (calor) de un fluido a otro sin ponerlos en contacto directo, la transferencia se produce a través de una pared sólida que los separa.

Un fluido transfiere calor por convección a una pared sólida, el calor atraviesa esta por conducción y por último el otro fluido recibe la transferencia por convección.

Los tipos más usuales son:

a. Intercambiadores de doble tubo.
b. Intercambiadores de carcasa y tubos.
c. Intercambiadores compactos.

4.2 Intercambiadores de calor de camisa y agitador.

Este tipo de intercambiador de calor es habitualmente utilizado en la industria química y de procesos, cuando se requiere una temperatura muy definida del fluido.

El intercambiador puede funcionar con la camisa, o con el serpentín, y además, se puede trabajar con un caudal continuo en el vaso, o calentando una cantidad definida de líquido.

El intercambiador dispone de un termopar que mide continuamente la temperatura del fluido en el interior del vaso, además de un agitador con velocidad variable, para comprobar los efectos en el intercambio de calor. Consta de un depósito rodeado por una camisa. Dentro del depósito se encuentra un serpentín.

En el modo de operación al calentar con la doble camisa, el agua caliente fluye a través de la doble camisa y transfiere de esta forma una parte de la energía térmica al agua fría del depósito. En el modo de operación calentar con el serpentín, el agua caliente fluye a través del serpentín y calienta de este modo el agua fría dentro del depósito. El uso de un mecanismo de agitación es posible en todas las formas de funcionamiento.

El propósito de este equipo en general es calentar el contenido del recipiente. Son menos eficientes en comparación de los otros tipos de intercambiadores, tienen un mayor costo inicial y resultan bastante difíciles de limpiar mecánicamente porque el acceso al interior de la camisa es complicado.

Este Intercambiador de Calor nos permite el estudio de la transferencia del calor entre el agua caliente que circula por un serpentín y el agua fría que está contenida en la vasija. Puede trabajar con alimentación continua o con proceso por lotes (calentamiento de una masa constante de agua contenida en una vasija). El intercambiador nos permite medir las temperaturas a la entrada y la salida del mismo, tanto en el agua fría como en el agua caliente.

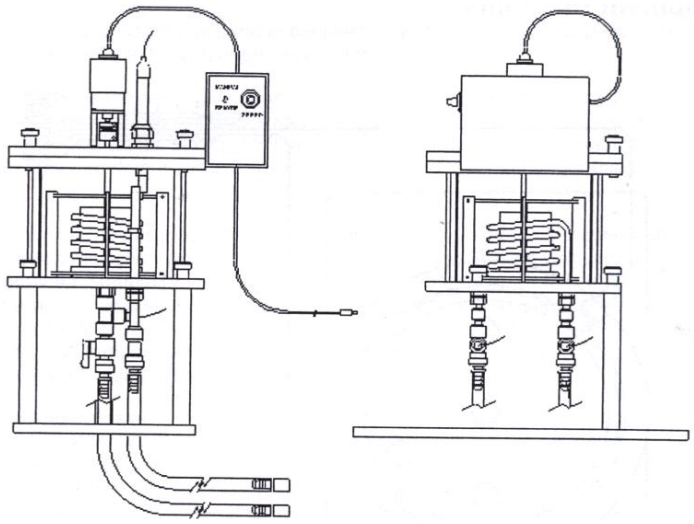


Fig. 4.1 Esquema de un intercambiador de Calor de camisa y agitador.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Conectar los 6 termopares en la unidad de servicio HT30XC procurando conectar cada termopar en su zócalo, razón por la cual cada punto de conexión y cada terminal están numerados.

- Además se debe inspeccionar que la conexión a la fuente de agua fría este acoplada con el regulador de presión y no posea fugas, de igual manera se debe llenar el tanque reservorio del equipo que proporcionará agua caliente al equipo.

- Verificar que la alimentación eléctrica esté conectada adecuadamente en la parte posterior de la unidad de servicio al igual que el cable de alimentación del agitador.



Fig. 5.1 Intercambiador de Calor HT34.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ubicar el dispositivo HT34 en la unidad de servicio y acople las mangueras de alimentación a las válvulas de la unidad HT30XC, es decir, cada toma con su respectiva válvula de alimentación.

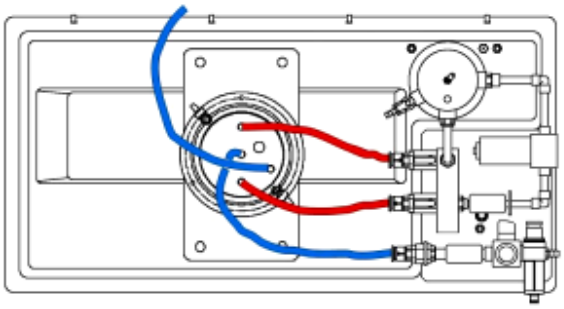


Fig. 5.2 Conexión del Intercambiador HT34 para su aplicación con serpentín

- ✓ Encender la unidad de servicio por el botón el su parte frontal y de igual manera conectarla mediante el puerto USB en la parte frontal del equipo a la computadora de control.
- ✓ Ingresar al software del dispositivo HT34 JACKETED VESSEL HEAT EXCHANGER donde seleccionará el **ejercicio HEATING COIL OPERATION**.
- ✓ Presionar el botón FLOW y ajustar el porcentaje de caudal de agua caliente, para facilitar el control de flujo se selecciona AUTOMATICO y se ingresa el valor de 2 l/min en la casilla de control en el cuadro de dialogo.
- ✓ Ajustar la temperatura a la cual se desea calentar el agua con click en el botón HEATER, se ingresa el valor de la temperatura máxima deseada (70 ºC).
- ✓ Ajustar el caudal del agua fría de ingreso para un flujo de 0.5 l/min en la casilla de control.
- ✓ Encender el sistema mediante POWER ON en la pantalla principal del programa.
- ✓ Encender el agitador y ajustar su velocidad al máximo.
- ✓ Permitir que las temperaturas se estabilicen en la camisa y el recipiente controlándolas mediante la pantalla principal del programa.
- ✓ Tomar una muestra por medio del botón GO.
- ✓ Ajustar la velocidad del agitador al 75%.
- ✓ Permitir la estabilización del sistema y tomar una nueva muestra mediante el botón GO.
- ✓ Repetir el proceso de muestreo para el 50%, 25% y0% de velocidad del agitador.
- ✓ Apagar el sistema pulsando POWER ON.
- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunos de las fórmulas y constantes necesarias para este ejercicio son:

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Longitud del serpentín	l =1.15	m

Diámetro interno del serpentín	$ds_i = 0.00493$	m
Diámetro externo del serpentín	$ds_O = 0.00635$	m

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Calor emitido (agua caliente)	$\dot{Q}_C = \dot{m_C} \cdot Cp_C(T_4 - T_5)$	W
Calor absorbido (agua fría)	$\dot{Q}_f = \dot{m_f} \cdot Cp_f(T_1 - T_6)$	W
Calor ganado o perdido total	$\dot{Q} = \dot{Q}_C - \dot{Q}_F$	W
Eficiencia Global	$n = \frac{\dot{Q}_F}{\dot{Q}_C} \times 100$	%
Diferencia Temperatura Media Logarítmica	$MLDT = \frac{(T_4 - T_1) - (T_5 - T_1)}{\ln\left(\frac{(T_4 - T_1)}{(T_5 - T_1)}\right)}$	ºC
Área de transferencia	$A = \pi * L * dm$	m^2
Diámetro medio	$dm = \frac{ds_e - ds_i}{2}$	m
Coeficiente Global de Transferencia de calor	$U = \frac{\dot{Q}_C}{A * MLDT}$	W/m^2K

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados del cálculo para la experimentación:

% H2O caliente	% H2O Fría	Temperatura de reservorio ºC	$\dot{Q}_C$	$\dot{Q}_F$	$\dot{Q}$	n	$MLDT$	U

7.2 Realizar un gráfico **temperatura de agua fría vs agua caliente** donde se puedan observar las líneas a través de los puntos.

7.3 Realizar un gráfico **velocidad del agitador vs coeficiente global de transferencia de calor.**

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es el objetivo principal de un agitador en un intercambiador?

2. ¿Cómo afecta la velocidad del agitador en la transferencia de calor del equipo empleado?

3. ¿Es posible que el agitador influya negativamente en la transferencia de calor de un sistema al disminuir su velocidad de giro? Explique.

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Intercambiadores de calor de camisa y agitador.
   2. Características de los intercambiadores de calor de camisa y agitador.
   3. Parámetros de selección de un intercambiador de camisa y agitador.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
12	40 min	INTERCAMBIADOR DE CALOR TUBULAR CONCETRICO	Transferencia de calor

1. OBJETIVOS

- Establecer el balance de energía del intercambiador.
- Calcular la eficiencia y el coeficiente global de transferencia de calor en dos sentidos de flujo.

2. METODO

- Determinación de la energía transferida para determinar las características de un intercambiador de calor tubular concéntrico.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de servicio de transferencia de calor HT30CX.
- Intercambiador de calor compacto HT36.

4. MARCO TEORICO

4.1 Intercambiadores de calor

Los intercambiadores de calor son equipos que permiten transferir energía (calor) de un fluido a otro sin ponerlos en contacto directo, la transferencia se produce a través de una pared sólida que los separa.

Un fluido transfiere calor por convección a una pared sólida, el calor atraviesa esta por conducción y por último el otro fluido recibe la transferencia por convección.

Los tipos más usuales son:

a. Intercambiadores de doble tubo.

b. Intercambiadores de carcasa y tubos.

c. Intercambiadores compactos.

4.2 Intercambiadores de calor de doble tubo

Es el tipo más sencillo de intercambiador de calor. Está constituido por **dos tubos concéntricos** de diámetros diferentes. En un intercambiador de calor de doble tubo, el fluido caliente circula por un tubo, descendiendo su temperatura desde un valor de entrada, **Te,** hasta uno de salida, **Ts**, mientras que el fluido frío lo hace por el segundo tubo, bien en el mismo sentido (corriente directa), bien en sentido contrario (contracorriente), desde un valor de entrada, **te,** hasta otro de salida, **ts**.

4.3 Operación Flujo Paralelo

Los dos fluidos ingresan por el mismo extremo y fluyen en el mismo sentido. La temperatura de salida del fluido frío nunca puede ser mayor que la temperatura de salida del fluido caliente.

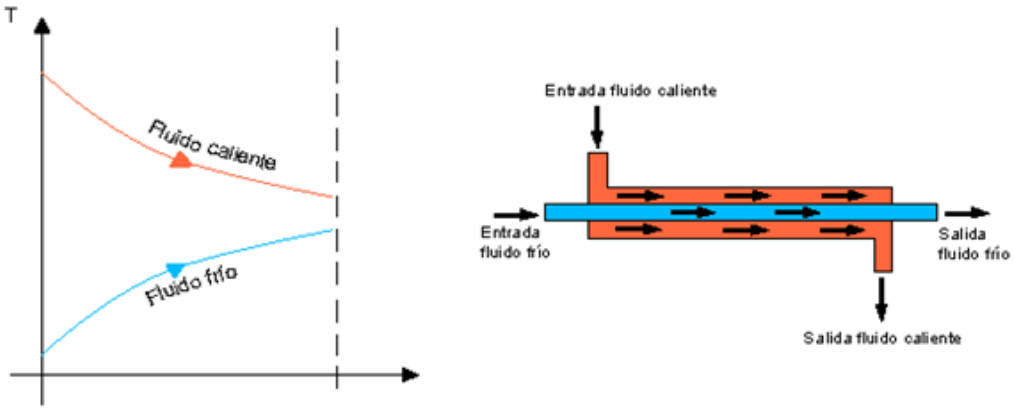


Fig. 4.1 Configuración Flujo paralelo

4.4 Operación Flujo Cruzado

Los dos fluidos ingresan por extremos contrarios y por lo tanto fluyen en sentidos opuestos. La temperatura de salida del fluido frío puede ser superior a la temperatura de salida del fluido caliente.

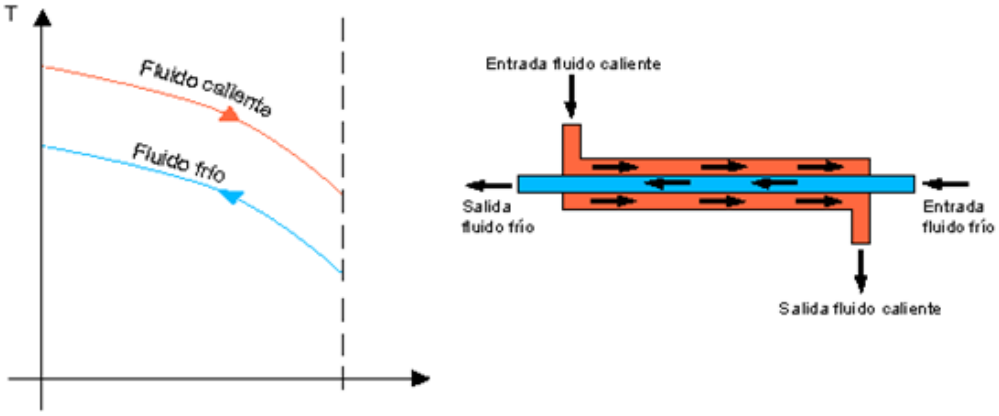


Fig. 4.1 Configuración Flujo Cruzado

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Conectar los 10 termopares en la unidad de servicio HT30XC procurando conectar cada termopar en su zócalo, razón por la cual cada punto de conexión y cada terminal están numerados.

- Además se debe inspeccionar que la conexión a la fuente de agua fría este acoplada con el regulador de presión y no posea fugas, de igual manera se debe llenar el tanque reservorio del equipo que proporcionará agua caliente al equipo.
- Verificar que la alimentación eléctrica esté conectada adecuadamente en la parte posterior de la unidad de servicio.

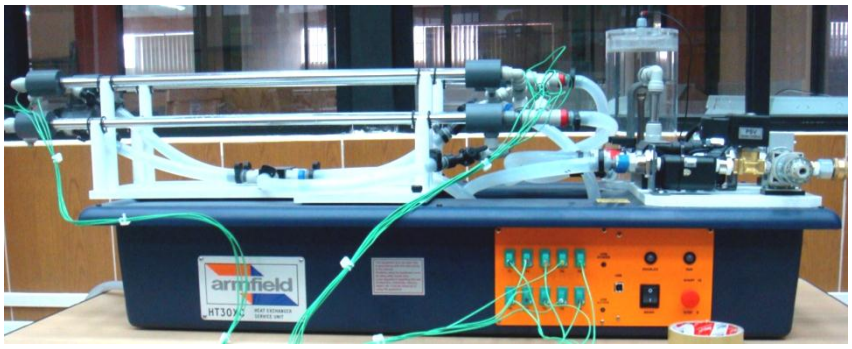


Fig. 5.1 Diagrama del Intercambiador de Calor HT36 y la Unidad de servicio HT30XC.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ubique el dispositivo HT36 en la unidad de servicio y acople las mangueras de alimentación a las válvulas de la unidad HT30XC, es decir, cada toma con su respectiva válvula de alimentación.

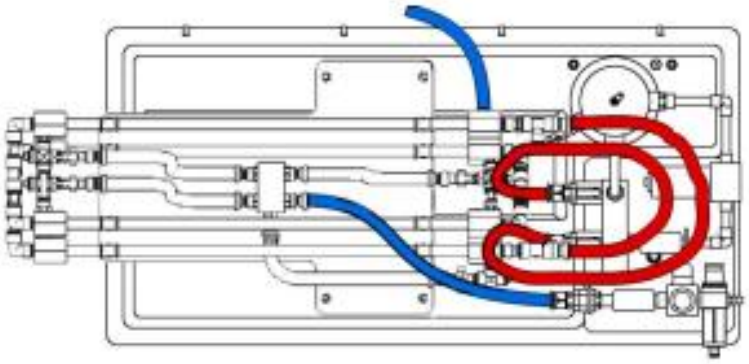


Fig. 5.2 Conexión del Intercambiador HT36

- ✓ Encender la unidad de servicio por el botón el su parte frontal y de igual manera conectarla mediante el puerto USB en la parte frontal del equipo a la computadora de control.
- ✓ Ingrese al software del dispositivo HT36 EXTENDED TUBULAR HEAT EXCHANGER donde seleccionará **OPERACIÓN CONTRACORRIENTE (COUNTERCURRENT OPERATION)**.
- ✓ Mediante click en el botón FLOW se ajusta el porcentaje de caudal de agua caliente, para facilitar el control de flujo se selecciona 60%. Ahora se selecciona le porcentaje de flujo de agua fría en la casilla con las flechas de ascenso o descenso de valor (40%).
- ✓ Se ajusta la temperatura a la cual se desea calentar el agua con click en el botón HEATER, se ingresa el valor de la temperatura máxima deseada (30 ºC).
- ✓ Encender el sistema mediante POWER ON y permitir que el sistema se estabilice.
- ✓ Tomar una muestra por medio del botón  . Se abre una nueva hoja de datos mediante el botón  .
- ✓ Elevar el porcentaje del flujo de agua caliente a 60%, el flujo de agua fría a 60% y la temperatura del reservorio a 40ºC.
- ✓ Se espera unos minutos hasta que el sistema se estabilice y se toma una muestra por medio del botón  . Se abre una nueva hoja de datos mediante el botón  .
- ✓ Elevar el porcentaje del flujo de agua caliente a 100%, el flujo de agua fría a 100% y la temperatura del reservorio a 50ºC.
- ✓ Se espera unos minutos hasta que el sistema se estabilice y se toma una muestra por medio del botón  .
- ✓ Una vez realizado el experimento se apaga el sistema, se guardan los resultados y se abre un nuevo experimento, esta vez se selecciona **OPERACIÓN CORRIENTE PARALELA (COCURRENT OPERATION)**.
- ✓ Repetir la experiencia en esta manera de operación.
- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunos de las fórmulas y constantes necesarias para este ejercicio son:

Flujo másico	$\dot{m} = V * \rho$	kg/s
Velocidad	$V = Q * 1.667x10^{3}$; $V = \frac{Q}{A}$	m^3/s

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Diámetro interno	Di= 0.0083	m
Diámetro externo	De= 0.0095	m
Longitud de cada tubo	L= 0.330	m

1. Flujo Contracorriente.

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Calor emitido (agua caliente)	$\dot{Q_C} = \dot{m_C} \cdot Cp_C(T_1 - T_5)$	W
Calor ganado (agua fría)	$\dot{Q_F} = \dot{m_F} \cdot Cp_F(T_6 - T_{10})$	W
Calor ganado o perdido total	$\dot{Q} = \dot{Q_C} - \dot{Q_F}$	W
Eficiencia Global	$n = \frac{\dot{Q_F}}{\dot{Q_C}} \times 100$	%
Reducción de temperatura Agua caliente	$\Delta Tc = T_1 - T_5$	ºC
Aumento de temperatura Agua Fría	$\Delta Tf = T_{10} - T_6$	ºC
Eficiencia Agua caliente	$n_C = \frac{T_1 - T_5}{T_1 - T_6} \times 100$	%
Eficiencia Agua Fría	$n_F = \frac{T_6 - T_{10}}{T_1 - T_6} \times 100$	%

Eficiencia Promedio	$n_m = \frac{n_C + n_F}{2} \times 100$	%
Diferencia Temperatura Media Logarítmica	$MLDT = \frac{(T_1 - T_{10}) - (T_5 - T_6)}{\ln\left(\frac{(T_1 - T_{10})}{(T_5 - T_6)}\right)}$	ºC
Área de transferencia	$A = \pi * L * dm$	m^2
Diámetro medio	$dm = \frac{d_e - d_i}{2}$	M
Coeficiente Global de Transferencia de calor	$U = \frac{\dot{Q}_C}{A * TML}$	W/m^2K

2. Flujo Paralelo.

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Calor emitido (agua caliente)	$\dot{Q}_C = \dot{m_C} \cdot Cp_C(T_1 - T_5)$	W
Calor ganado (agua fría)	$\dot{Q_F} = \dot{m_F} \cdot Cp_F(T_6 - T_{10})$	W
Calor ganado o perdido total	$\dot{Q} = \dot{Q}_C - \dot{Q}_F$	W
Eficiencia Global	$n = \frac{\dot{Q}_F}{\dot{Q}_C} \times 100$	%
Reducción de temperatura Agua caliente	$\Delta Tc = T_5 - T_1$	ºC
Aumento de temperatura Agua Fría	$\Delta Tf = T_{10} - T_6$	ºC
Eficiencia Térmica del Agua caliente	$n_C = \frac{T_5 - T_1}{T_5 - T_6} \times 100$	%
Eficiencia Térmica del Agua Fría	$n_F = \frac{T_6 - T_{10}}{T_5 - T_6} \times 100$	%
Eficiencia Promedio	$n_m = \frac{n_C + n_F}{2} \times 100$	%
Diferencia Temperatura Media Logarítmica	$MLDT = \frac{(T_1 - T_{10}) - (T_5 - T_6)}{\ln\left(\frac{(T_1 - T_{10})}{(T_5 - T_6)}\right)}$	ºC

Área de transferencia	$A = \pi * L * dm$	m^2
Diámetro medio	$dm = \frac{d_e + d_i}{2}$	M
Coeficiente Global de Transferencia de calor	$U = \frac{\dot{Q}_C}{A * TML}$	W/m^2K

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados del cálculo para las dos fases de experimentación:

% H2O caliente	% H2O Fría	Temperatura de reservorio °C	$\dot{Q}_C$	$\dot{Q}_F$	$\dot{Q}$	n	n_C	n_F	$MLDT$	U

7.2 Realizar un gráfico **temperatura de agua fría y caliente vs distancia de la entrada de agua caliente** donde se puedan observar las líneas a través de los puntos.

NOTA: *El material del tubo interno es acero inoxidable mientras que la superficie externa es acrílico.*

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. Realizar un cuadro comparativo de intercambiadores de calor de carcasa y tubos, placas y concéntricos.

2. ¿Cómo afecta el cambio en el valor de los caudales de agua fría y caliente en la transferencia de calor? ¿Influye de alguna manera el número de tubos?

3. ¿Cómo influye el sentido del flujo, ya sea contracorriente o corriente paralela, a la transferencia de calor?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Intercambiadores de calor de doble tubo.
   2. Coeficiente Global de transferencia en intercambiadores.
   3. Eficiencia de intercambiadores de calor de doble tubo.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

3.3.6 Maquinas hidráulicas

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
1	30 min	DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA	Máquinas Hidráulicas

1. OBJETIVOS

- Determinar las curvas características (H-Q) ;(Pw–Q) y (η-Q) de una bomba, mediante válvula de control a la descarga. GA
- Comparar la Curva (H –Q) obtenida en la prueba, con la entregada por el fabricante.
- Obtener la ecuación de las curvas características (H-Q) y (η-Q); mediante el ajuste de curvas por el método de los mínimos cuadrados.

2. METODO

- Manejo del equipo y del software de control para determinar los datos necesarios y realizar la determinación de las curvas características de una bomba centrífuga.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Banco de pruebas para bombas centrifugas.
- Software de Control.

4. MARCO TEORICO

El estudio de las Bombas Centrífugas reviste gran importancia en la formación del Ingeniero Mecánico, debido a que en la mayoría de los procesos industriales donde se transportan fluidos, interviene este tipo de máquina hidráulica. Por tal razón, es indispensable que el estudiante pueda constatar y manejar los parámetros de funcionamiento de las bombas centrifugas; a través del manejo de las curvas características de operación; tales como: Curva motriz; Potencia; Eficiencia y NPSH.

4.1 CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS

- **CURVA IDEAL ALTURA - CAUDAL**

Las curvar características de operación, son de gran utilidad en las turbomáquinas, entre todas estas, la más trascendental en las bombas centrífugas es la H = f (Q), o curva altura - caudal, por ser estos dos parámetros H y Q los más significativos en el trabajo de una bomba. De la ecuación de Euler:

$$H = \frac{u_2 \, c_{u2}}{g} \qquad \textbf{(1.1)}$$

Como se trata de poner la carga en función del caudal solamente, para un impulsor determinado con un radio (2) girando a una velocidad **ω = cte.**, esto es, con una $\mathbf{u_2}$ **= cte.**, solo hará falta expresar a $\mathbf{c_{u2}}$ en función de Q en la fórmula de Euler, a través de cantidades medibles.

Para un impulsor determinado *β2* y *A2* están definidas y por lo tanto la ecuación s la forma explícita de la curva característica ideal altura - caudal, se puede poner bajo la forma sencilla:

$$H = c + aQ \qquad \textbf{(1.2)}$$

La ecuación 1.2 representa una recta con "***c***" como ordenada en el origen y con "***a***" como pendiente. Según el valor de $\boldsymbol{\beta_2}$ la cotangente puede ser positiva, negativa o cero, dando lugar a las tres formas de la característica presentada en la figura

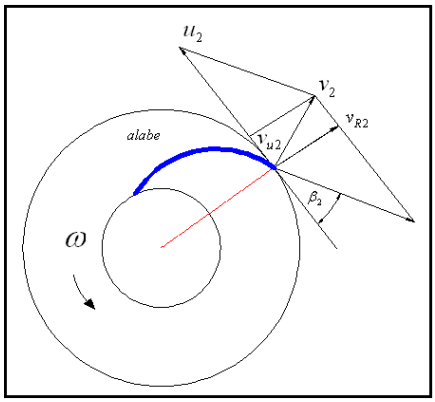


Fig. 4.1 Triángulo de velocidades- salida

$\beta_2 < 90°$	Alabes curvados hacia atrás condición para un buen rendimiento, aunque con baja transferencia energética;
$\beta_2 = 90°$	Alabes rectos el rendimiento es bajo pero con una transferencia energética importante.
$\beta_2 > 90°$	Alabes son curvados hacia delante, produciendo una c_2 muy alta, un muy mal rendimiento aunque la transferencia energética es muy alta.

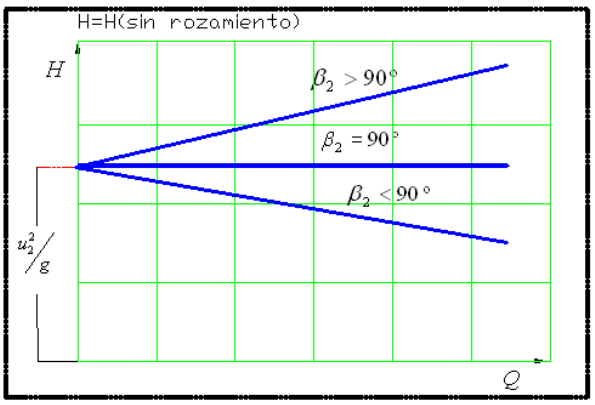


Fig. 4.2 Curva teórico motriz de una bomba centrífuga

4.2 CURVA MOTRIZ REAL (H-Q)

La curva característica de una bomba centrífuga es una ecuación de la forma, H= f (Q), que relaciona el caudal con la altura manométrica. En la curva de comportamiento real, hay que considerar diferentes tipos de pérdidas, obteniéndose las alturas manométricas H relativas a cada uno de los caudales *Q*.

En consecuencia, la ecuación real es una función parabólica, en lugar de una función lineal de las curvas teóricas, lo que se ajusta a la realidad:

$H = H_{t,z} - H_r - H_c$

$H_{t,z}$ =*Número de álabes*

H_r = *Fricción*

H_c = *Choques internos*

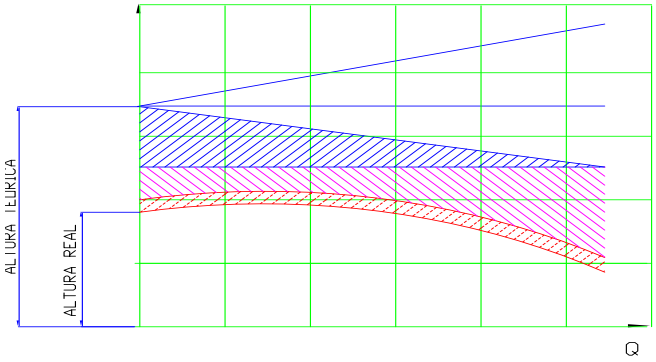


Fig. 4.3 Curvas de la Ecuación de las bombas centrífugas

Por lo que: $\boldsymbol{H = c + bQ + aQ^2}$ **(1.3)**

La curva real ha de obtenerse por vía experimental en un "***banco de ensayos"***, y ésta será la que el fabricante suministre al usuario. Para obtener el modelo matemático, se toma una serie de puntos para luego ajustar la función mediante el método de los **"*mínimos cuadrados"***.

4.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS

Mediante un análisis puramente teórico no es posible obtener la ecuación de la bomba; se determina por vía experimental en un banco de ensayos, y esta será la que el fabricante de la bomba suministre al usuario.

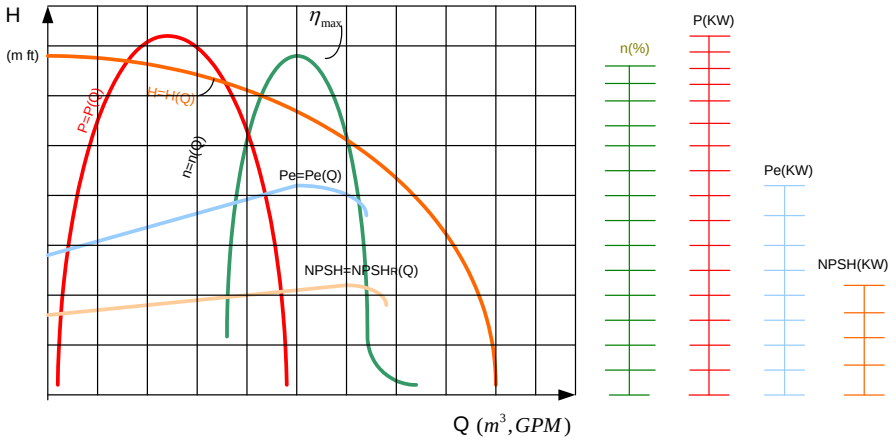


Fig. 4.4 Curvas características reales de una bomba centrífuga

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- El Banco para Prueba de Bombas Centrífugas, mediante un proceso automatizado de manejo de datos (sensores – interface – software FN2002), permite probar las bombas en diferentes condiciones de operación como: Prueba de una Bomba, Prueba de dos Bombas iguales acopladas en Paralelo y en Serie, Prueba de Cavitación y Prueba de una Bomba a Velocidad Variable; y al mismo tiempo, optimizar el proceso de obtención de las curvas características tales como: Curva motriz; Potencia; Eficiencia y NPSH; las mismas que posibilitan un análisis real de funcionamiento de las Bombas Centrífugas, utilizando el método de regulación de válvula a la descarga

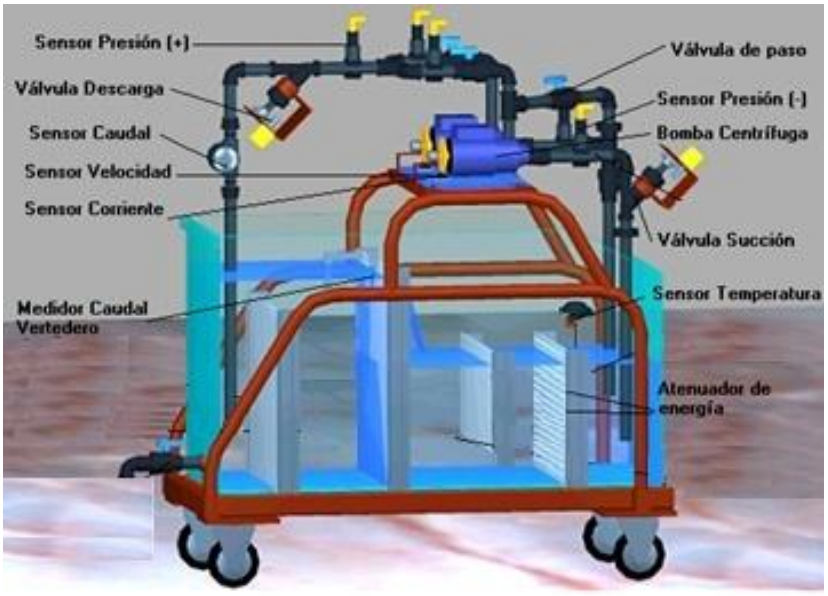


Fig. 5.1 Banco para pruebas de Bombas centrífugas.

5.2 PROCEDIMIENTO

- Energizar el banco para pruebas de bombas centrífugas.
- Cargar el software FN 2002 y seleccionar la pantalla de trabajo para la prueba N° 1
- Registrar datos de placa de bombas centrífugas (Qmax, Hmax, P_{mot}, RPM, A, V)
- Verificar la posición de las válvulas de paso (esféricas) para prueba Nº 1.
- Accionar modo de prueba manual o automático (según asigne el instructor)

- Activar inicio de prueba y verificar que las válvulas de control de la succión y la descarga se hayan abierto completamente

- De acuerdo al modo de prueba; inicie la regulación de la válvula de control de la descarga en porcentajes o aleatoriamente (según asigne el instructor).

- Seleccionar ***tabla de resultados*** para leer los valores medidos y calculados en los puntos de regulación establecidos.

- Registrar valores de las diferentes magnitudes medidas (QW, Hs, Hd, v, A)

- Seleccionar ***grafico***, para observar las curvas características obtenidas en la prueba.

- Una vez finalizada la regulación retorne al punto de máxima apertura de la válvula.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

NOMENCLATURA	SIMBOLOGIA	UNIDAD
Altura teórica de Euler	**Hu**	m
Constantes	**a,c,d,e**	
Altura o cabeza dinámica Total	**Ht**	m
Presión Atmosférica	**Pa**	Pa
Caudal	**Qw**	m^3/s
Amperaje	**I**	A
Altura de pérdidas por fricción	**Hr**	m
Factor de fricción	**f**	
Presión de descarga	**Hd**	m
Altura de succión	**Hs**	m
Potencia Hidráulica	**Pw**	W
Potencia al eje	**Pp**	W
Potencia Eléctrica	**Pe**	W
Torque	**T**	N-m
Eficiencia	**η**	%
Voltaje	**U**	V
Velocidad Angular	**ω**	rad/s

6.1 Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Cabeza Total	$H_T = Hd - Hs$	M
Potencia Hidráulica	$Pw = \frac{Qw\ H_T\ \delta\ g}{1000}$	W
Potencia al eje	$Pp = T * \omega\ \ [w]$	W
Torque	$T = C * \frac{I}{U}$	N-m
Eficiencia Total	$\eta_{TOT} = \frac{Pw}{Pp}$	%

6.2 Realizar el ajuste de las curvas mediante el empleo del *METODO DE MINIMOS CUADRADOS*.

$$a = \frac{n\sum_1^n x_i y_i - \left(\sum_1^n x_i\right)\left(\sum_1^n y_i\right)}{n\sum_1^n x_i^2 - \left(\sum_1^n x_i\right)^2} \qquad b = \frac{\sum_1^n y_i - a\sum_1^n x_i}{n}$$

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados del cálculo :

Cabeza Total	Potencia hidráulica	Potencia al eje	Torque	η_{TOT}

7.2 Realizar el ajuste de la curva por medio de la aplicación del *método de mínimos cuadrados*.

7.3 Graficar las curvas ajustadas.

8. CONCLUSIONES

_____

_____

_____

_____

_____

_____

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la función de una bomba centrífuga?

2. ¿Cómo se determinan las características de una bomba centrífuga? ¿Cuál de ellas es la más importante y por qué?

3. Clasificación de las bombas centrífugas y una breve descripción de cada tipo.

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

    1. Principios fundamentales de las bombas centrífugas.
    2. Curvas características.
    3. Aplicaciones de las bombas centrífugas.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

    1. Tema.
    2. Objetivos.
    3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
    4. Procedimiento de la práctica.
    5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
    6. Análisis de resultados.
    7. Conclusiones.
    8. Bibliografía.
    9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
2	30 min	LA CAVITACION EN BOMBAS CENTRIFUGAS	Máquinas Hidráulicas

1. OBJETIVOS

- Entender el concepto físico del fenómeno de la cavitación.
- Conocer las acciones preventivas y materiales empleados en las bombas.
- Desarrollar el cálculo de la cavitación en un sistema de bombeo.

2. METODO

- Operación del banco de pruebas para bombas centrífugas para determinar la cavitación por medio del cálculo respectivo de este fenómeno empleando los valores indicados por el software de control.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Banco de pruebas para bombas centrifugas.
- Software de Control.

4. MARCO TEORICO

4.1 Cavitación

La cavitación, ocurre en el momento en que un liquido es sometido a una presión (P_1) igual o menor que su presión de vaporización (Pv) instantes después es regresado a una presión mayor (P_2), a la presión de vapor de este. En el intervalo de estos dos sucesos se forman pequeños burbujas de estado gaseosos, las cuales al ser comprimidas por la presión mayor (P_2), dejan un espacio ocasionando que las pequeñas partes en estado liquido se aceleren y choquen unas con otras.

El fenómeno consiste en un cambio rápido y explosivo de fase líquida a vapor. Si el liquido fluye a través de una región donde la presión es menor que su presión de vapor, éste hierve y forma burbujas. Estas burbujas son transportadas por el líquido hasta llegar a una región de mayor presión, donde el vapor regresa al estado líquido de manera súbita *aplastándose* bruscamente las burbujas.

Cuando el colapso o implosión de las burbujas se da cerca o en contacto de una pared sólida, las fuerzas que ejerce el líquido al empujar las cavidades crean presiones muy grandes (hasta de 1000 atm) y localizadas que causan deterioro en la superficie, pues acompañan al fenómeno, fuertes vibraciones y constantes golpeteos.

4.2 $NSPH_D$ Y $NPSH_R$ de un sistema de bombeo

La altura de aspiración hace referencia a la presión (presión negativa) existente en el lado de aspiración de la bomba. La presión se puede medir desde la línea de centros de la parte hidráulica de la bomba hacia la superficie del agua en el lado de aspiración de la bomba.

Para evitar cavitaciones (el fenómeno de formación de burbujas de vapor dentro de un líquido en movimiento, en las zonas en las que la presión del líquido caiga por debajo de su presión de vapor) es importante comparar la NPSH (Altura Neta de Aspiración Positiva) necesaria con la NPSH disponible.

CONDICIÓN PARA QUE LA BOMBA NO CAVITE

$$NPSH_D \geq NPSH_R$$

Ha = altura de aspiración mínima antes de que empiece la cavitación

- ***ALTURA NETA DE ENTRADA DISPONIBLE*** ***($NSPH_d$)***

La altura, o energía, bruta disponible que tiene el flujo a la entrada de la bomba será la de la SLL (p_0/γ) menos la altura de aspiración Ha y menos la perdida de de carga *Hra* en la tubería de aspiración.

Como el líquido a bombear tiene una determinada presión de vapor *Ps*, la energía bruta anterior sólo es utilizable hasta dicha presión *Ps*, a partir de la cual aparece la cavitación, por lo que se define la ***altura neta disponible a la entrada de la bomba*** $NPSH_d$ de la forma:

$$NPSH_d = Altura\ bruta - \frac{p_s}{\gamma} = \frac{p_0}{\gamma} - H_a - H_{ra} - \frac{p_v}{\gamma} = \frac{p_0 - p_s}{\gamma} - H_a - r_a \cdot Q^2$$

Que representa una familia de parábolas, al ser $r_a * Q^2$, y que no es más que la curva característica de la instalación que sólo afecta al tubo de aspiración, siendo independiente del tipo de bomba instalada.

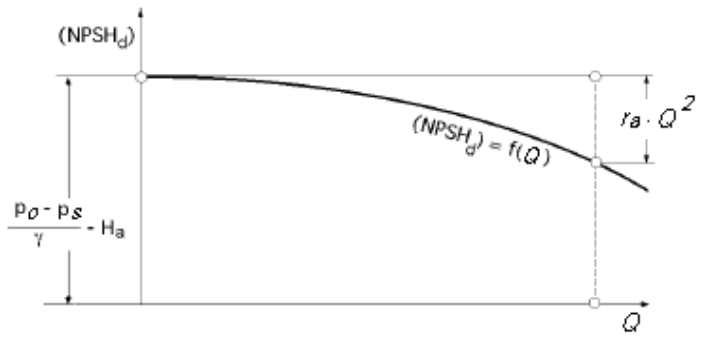


Fig. 4.1 Altura neta disponible

- ***ALTURA NETA DE ENTRADA REQUERIDA*** ***($NSPH_R$)***

La bomba necesita que el líquido a aspirar disponga de un mínimo de energía que le permita hacer el recorrido del sistema sin que aparezca cavitación; esta presión mínima, ***cuyo límite es Ps***, es la que se tiene a la entrada del rodete, en el momento en que éste comienza a comunicar al líquido la presión P_1. Si se supone que los puntos de aspiración y descarga están al mismo nivel y teniendo en cuenta que *Ps* es la presión mínima que se puede tener en el punto1, ***la altura bruta a la entrada de la bomba*** es:

$$\text{Altura bruta disponible} = \frac{p_E}{\gamma} + \frac{v_E^2}{2g} = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{w_1^2}{2g} + Hr_{EM} = \frac{p_s}{\gamma} + \frac{w_1^2}{2g} + Hr_{EM}$$

La altura neta requerida a la entrada del rodete es:

$$NPSHr = \text{Altura bruta} - \frac{p_s}{\gamma} = \frac{p_E - p_s}{\gamma} + \frac{v_E^2}{2g} = \frac{p_s}{\gamma} + \frac{w_1^2}{2g} + Hr_{EM} - \frac{p_v}{\gamma} = \frac{w_1^2}{2g} + Hr_{EM}$$

$$\text{Si, } Hr_{EM} \rightarrow 0, \text{ resulta que: } NPSH_r = \frac{w_1^2}{2g}$$

Es conveniente que el $NPSH_r$ sea lo menor posible, ($w1 \rightarrow 0$) para que la longitud del tubo de aspiración sea mayor, mientras que el NPSHd tiene que ser lo mayor posible.

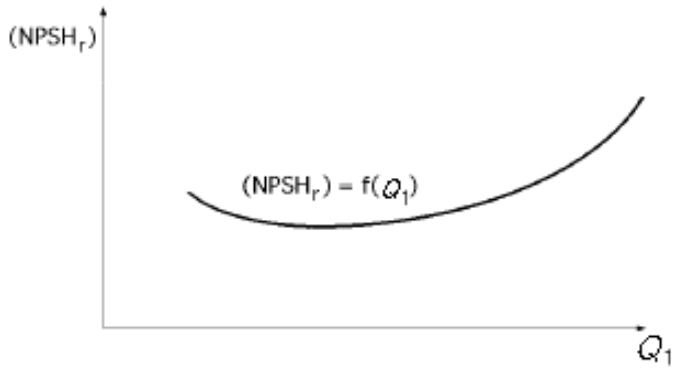


Fig.4.2 NPSHr

4.4 Altura de aspiración (Ha)

Para determinar la altura de aspiración en una impulsión, fijamos el caudal máximo previsto Q_{max} (que es con el que más riesgo de cavitación existe) sobre el eje de caudales del gráfico suministrado por el fabricante de la bomba. De las infinitas curvas NPSHd que pueden obtenerse en una instalación (dependiendo de la altura de aspiración *Ha* escogida), una ha de pasar por A.

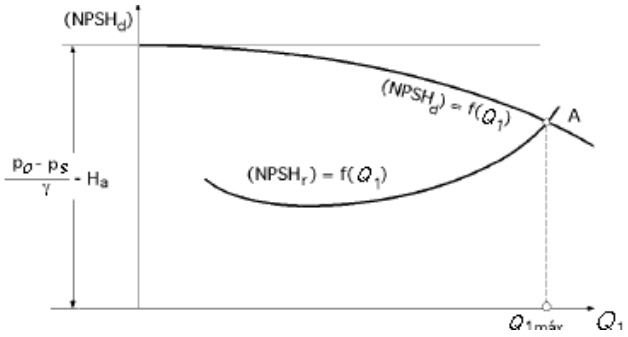


Fig. 4.3 Altura de aspiración máxima.

$$NPSHr = NPSHd = \left(\frac{Po}{\gamma} - \frac{Ps}{\gamma} - Ha\right) - H_{ra-\max}$$

Donde despejamos Ha:

$$Ha = \frac{Po - Ps}{\gamma} - H_{ra-\max} - NPSH_r$$

Que sería la máxima altura de aspiración, y eso ya con cavitación. Para asegurarnos de que ésta no se produzca es aconsejable disminuir dicha altura en 0.5 m:

$$Ha = \frac{Po - Ps}{\gamma} - H_{ra-\max} - NPSH_r - 0.5$$

La altura de aspiración no superará los 6.5m aunque puede resultar mucho más pequeña, incluso negativa a veces.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- El Banco para Prueba de Bombas Centrífugas, mediante un proceso automatizado de manejo de datos (sensores – interface – software FN2002), permite probar las bombas en diferentes condiciones de operación como: Prueba de una Bomba, Prueba de dos Bombas iguales acopladas en Paralelo y en Serie, Prueba de Cavitación y Prueba de una Bomba a Velocidad Variable; y al mismo tiempo, optimizar el proceso de obtención de las curvas características tales como: Curva motriz; Potencia; Eficiencia y NPSH; las mismas que posibilitan un análisis real de funcionamiento de las Bombas Centrífugas, utilizando el método de regulación de válvula a la descarga



Fig. 5.1 Banco para pruebas de Bombas centrífugas.

5.2 PROCEDIMIENTO

- Energizar el banco para pruebas de bombas centrífugas.
- Cargar el software FN 2002 y seleccionar la pantalla de trabajo para la prueba N° 2
- Registrar datos de placa de bombas centrífugas (Qmax, Hmax, P_{mot}, RPM, A, V)
- Verificar la posición de las válvulas de paso (esféricas) para prueba Nº 2.
- Accionar modo de prueba manual o automático (según asigne el instructor)
- Activar inicio de prueba y verificar que las válvulas de control de la succión y la descarga se hayan abierto completamente
- De acuerdo al modo de prueba; inicie la regulación de la válvula de control de la descarga en porcentajes o aleatoriamente (según asigne el instructor).
- Seleccionar ***tabla de resultados*** para leer los valores medidos y calculados en los puntos de regulación establecidos.
- Registrar valores de las diferentes magnitudes medidas (Q, Hs, Hd,)
- Seleccionar ***grafico***, para observar las curvas características obtenidas en la prueba.

- Una vez finalizada la regulación retorne al punto de máxima apertura de la válvula.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

NOMENCLATURA	SIMBOLOGIA	UNIDAD
Carga	H_{H_2O}	m
Velocidad	**V**	m/s
Caudal	**Q**	m^3/s
Número de Reynolds	**Re**	
Coeficiente de fricción	**F**	
Presión de descarga	**Pd**	Pa
Presión de succión	**Hest**	Pa
Pérdidas por fricción	$\mathbf{H_T}$	m
Altura de aspiración	**Ha**	m
Altura neta de entrada disponible	$\mathbf{NPSH_D}$	m
Altura neta de entrada requerida	$\mathbf{NPSH_R}$	m

6.1 Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Carga	$H_{H_2O} = \frac{P_{sistema}}{\rho_{T(^oC)}}$	m
Velocidad	$V = \frac{Q}{A}$	m/s
Numero de Reynolds	$R_E = \frac{V\,D}{\nu}$	
Coeficiente de fricción	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{2.51}{R_E\sqrt{f_o}} + \frac{\varepsilon}{3{,}7D}\right)$	
Presión de descarga	$P_d = Pman + Patm$	Pa
Presión de succión	$H_{est} = H_{geo} + \left(\frac{p_d}{\gamma} - \frac{p_s}{\gamma}\right)$	m
Pérdidas por fricción	$H_T = H_{est} + H_r Q^2$	m
Altura de aspiración	$Ha = \frac{Po - Ps}{\gamma} - H_{ra-\max} - NPSH_r - 0.5$	m

Altura neta de entrada disponible	$NPSH_D = \frac{p_o - p_s}{\gamma} - H_a - H_{ra}$	m
Altura neta de entrada requerida	$NPSHr = f(Q)$	m

Algunas constantes necesarias son:

Constante	Valor
Coeficiente de fricción inicial	$f_0 = 0.025$
Coeficiente de rugosidad	$\varepsilon = 0.00026$
Diámetro de la tubería	

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados del cálculo :

H_{H_2O}	V	Q	Pd	Hest	H_T	Ha	$NPSH_D$	$NPSH_R$	CAVITACION

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. Indique algunas medidas para evitar o disminuir la cavitación.
2. ¿Cuáles son los efectos de la cavitación?

3. Determinación de la cavitación en bombas centrífugas.

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Efectos de la cavitación.
   2. NPSH requerido y de diseño.
   3. Condición para verificar la existencia de cavitación.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
3	35 min	CUVAS CARACTERISTICAS Y EFICIENCIA VOLUMÉTRICA DE UNA BOMBA DE ENGRANES	Máquinas Hidráulicas

1. OBJETIVOS

- Determinar el comportamiento de una bomba de engranes por medio de sus curvas características.

2. METODO

- Uso de la Bomba de Engranes FM52 para obtener las curvas características de funcionamiento así como su eficiencia volumétrica mediante un rango de velocidades y presiones de salida.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- FM52 Bomba de engranes.
- Software de control del equipo.

4. MARCO TEORICO

4.1 Bombas de engranes

Para sistemas simples con un nivel de presión relativamente bajo (140 -180 bar / 14-18 MPa) la bomba de engranajes es la más usada.

La bomba de engranajes es una bomba muy simple, fiable, económica y poco sensible a la suciedad. La bomba es movida en la dirección indicada. Mientras los engranajes giran y los dientes en el lado de succión se acercan al punto de engrane de las ruedas, se crea un vacío y el aceite fluye hacia el espacio entre los flancos de los dientes y la pared de la carcasa. El aceite en las cámaras es transportado hacia el lado de presión de la bomba. Allí los dientes engranan y el aceite es forzado a salir desde el espacio entre dientes hacia el puerto de descarga de la bomba. El engrane entre dientes evita que el aceite fluya del lado de presión al lado de succión de la bomba. Así el aceite es llevado del lado de succión al lado de presión a lo largo de la pared del alojamiento de los engranajes.

La presión en el lado de presión está determinada por la resistencia en el sistema. La resistencia más importante es la carga sobre el motor hidráulico ó sobre el cilindro. Para prevenir la cavitación, la presión en el lado de succión de la bomba no deberá exceder los 0.1 - 0.2 bar por debajo de la presión atmosférica (presión absoluta mínima 0.8 bar).

4.2 Tipos de bombas de engranes

- **Bombas de engranes externos._** Conforme los dientes de los engranes se separan en el lado el líquido llena el espacio, entre ellos. Éste se conduce en trayectoria circular hacia afuera y es exprimido al engranar nuevamente los dientes. Los engranes pueden tener dientes simples, dobles, o de involuta. Algunos diseños tienen agujeros de flujo radiales en el engrane loco, que van de la corona y del fondo de los dientes a la perforación interna. Éstos permiten que el líquido se comunique de un diente al siguiente, evitando la formación de presiones excesivas que pudiesen sobrecargar las chumaceras y causar una operación ruidosa. (Fig. 4.1)

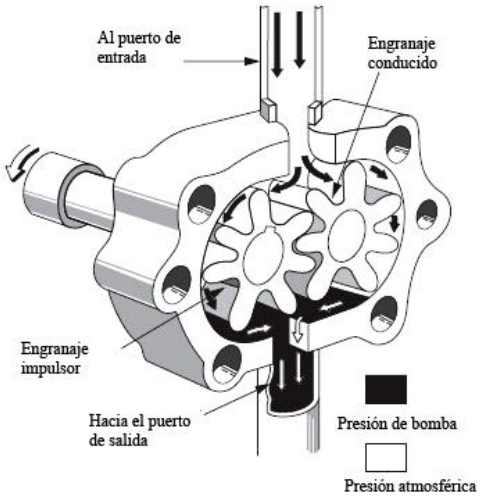


Fig. 4.1 Bomba de engranes externos

- **Bombas de engranes internos._** Estas tienen un rotor con dientes cortados internamente y que encajan en un engrane loco, cortado externamente. Puede usarse una partición en forma de luna creciente para evitar que el líquido pase de nuevo al lado de succión de la bomba. (Fig. 4.2)

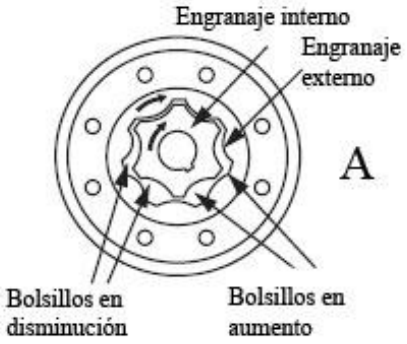


Fig. 4.2 Bomba de engranes internos

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Llenar el reservorio de la Bomba de engranes hasta el 60% de su capacidad y procurar que la llave de paso en la base de la misma se mantenga cerrada luego del ingreso del agua.
- Verificar que la unidad de servicio este conectada de manera correcta al autotransformador y que éste se halle conectado a la red de 110 V.
- Asegurarse que la válvula de aguja esté abierta completamente.

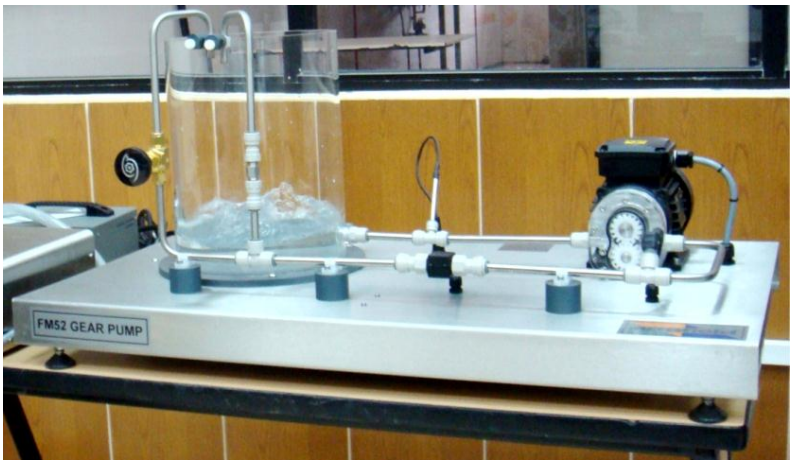


Fig. 5.1Bomba de Engranes

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ingresar al software del dispositivo **FM52 GEAR PUMP** en el menú de **ARMFIELD CAPTURE SOFTWARE**.
- ✓ Presionar "PUMP ON" para encender la bomba y ajuste su velocidad al 80% en la casilla de control PUMP SETTING.
- ✓ Permita que la turbina alcance una velocidad constante e inspeccionar que la casilla de control de flujo aumente su valor desde cero hasta valores estables. Presionar el botón  y tomar una muestra.
- ✓ Lentamente cerrar la válvula de aguja hasta alcanzar un pequeño cambio en la presión de salida y la lectura del medidor de flujo. Tomar una muestra nuevamente mediante el botón  .
- ✓ Continuar cerrando la válvula de aguja en pequeños incrementos y tomar muestras en cada uno de los cierres.

- ✓ Cuando la válvula de aguja esté completamente cerrada, tomar la última muestra mediante el botón  .

- ✓ Realizar el proceso inverso, es decir, abrir la válvula de aguja en pequeños incrementos tomando muestras en cada uno de las aperturas.

- ✓ Reducir la velocidad de la bomba a 0% y apagar el equipo pulsando PUMP ON nuevamente.

- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunos de las constantes necesarias para este ejercicio son:

CONSTANTE	SIMBOLOGIA	MEDIDA	UNIDAD
Área de ingreso	**Ao**	52.36	mm
Área de salida	**A_1**	52.36	mm
Desplazamiento de la bomba	**V**	6.25 x 10^{-3}	l/rev
Nivel del agua	**Ho**	Altura del fluido en el reservorio	m
Densidad del agua	**ρ**	1.005	gr/cm^3

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Potencia de entrada	$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{60}$	W
Potencia de salida	$P_1 = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$	W
Cabeza de salida	$H_1 = \frac{p1}{\rho \cdot g}$	m
Velocidad de ingreso	$Vo = \frac{Q}{Ao}$	m/s
Velocidad de salida	$V_1 = \frac{Q}{A_1}$	m/s
Altura total	$H = H_1 - H_0$	m

Eficiencia Global	$Eo = \frac{P_1}{P_0} \times 100$	%
Eficiencia Volumétrica	$Ev = \frac{Q}{V \cdot n} \times 100$	%

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados obtenidos.

Q (l/m)	**Q (m^3/min)**	**n (rpm)**	**H (m)**	**P (W)**	**P_1 (W)**	**Eo (%)**	**Ev (%)**

7.2 Realizar un gráfico **presión de salida vs eficiencia global vs eficiencia volumétrica vs potencia de entrada** donde se puedan observar las curvas características de una bomba de engranes.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son las características las bombas de engranes?
2. ¿Por qué las bombas de engranes se consideran maquinas de desplazamiento giratorio positivo?
3. Clasificación y características de las bombas de desplazamiento positivo.

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

1. Definición, partes constitutivas de una bomba de engranes.
2. Curvas características teórica y real de las bombas de engranes.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
4	35 min	CUVAS CARACTERISTICAS – DIAGRAMA P-V Y EFICIENCIA VOLUMÉTRICA DE UNA BOMBA DE PISTON	Máquinas Hidráulicas

1. OBJETIVOS

- Determinar el comportamiento de una bomba de pistón por medio de sus curvas características.
- Graficar el diagrama P-V.
- Calcular la eficiencia volumétrica de una bomba de pistón.

2. METODO

- Uso de la Bomba de Pistón FM53 para obtener las curvas características de funcionamiento así como un diagrama P-V y su eficiencia volumétrica mediante un rango de velocidades y presiones de salida.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- FM53 Bomba de Pistón.
- Software de control del equipo.

4. MARCO TEORICO

4.1 Bombas de Pistón

En las bombas de pistón, él líquido es desalojado de la cámara de trabajo por el movimiento alternativo del émbolo mediante un mecanismo biela manivela o son fin corona. En las bombas de pistón más usuales existen válvulas de aspiración y de impulsión que regulan el movimiento del líquido a través de la cámara de trabajo que mientras se está llenando, la válvula de aspiración permanece abierta y la de impulsión cerrada, invirtiéndose la posición de las válvulas durante el desalojo o impulsión del líquido; estas válvulas, en general, son de acción, es decir, sólo se abren por la acción del gradiente de presiones, y se cierran por su propio peso o por la acción de algún mecanismo con muelle.

4.2 Tipos de bombas de engranes

Según el número de cámaras de trabajo se dividen en bombas de simple efecto, z = 1, y de doble efecto, z = 2.

- **Bomba de simple efecto**: El líquido se impulsa únicamente durante media vuelta de la manivela, por cuanto, en la segunda media vuelta, el líquido se aspira, existiendo en consecuencia una gran irregularidad en el suministro.

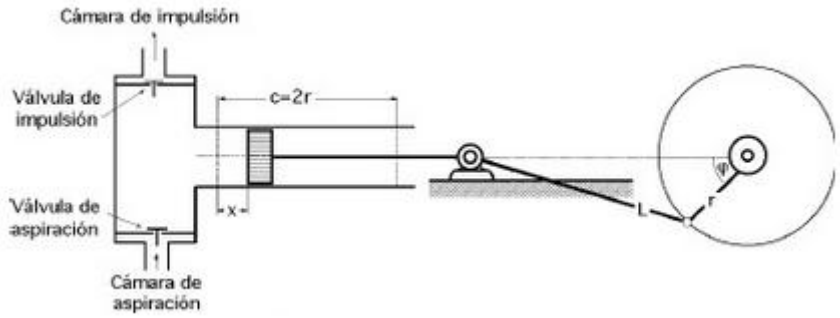


Fig. 4.1 Bomba de simple efecto

- **Bomba de doble efecto**: Para la bomba de doble efecto, Fig 4.2, el suministro durante una vuelta se reduce por dos veces a cero, y también, por dos veces, alcanza el valor máximo, siendo su irregularidad menor que para el caso de simple efecto, pero aún así es demasiado grande, por cuanto la presión del líquido junto al émbolo varía fuertemente debido a la corriente irregular en las tuberías.

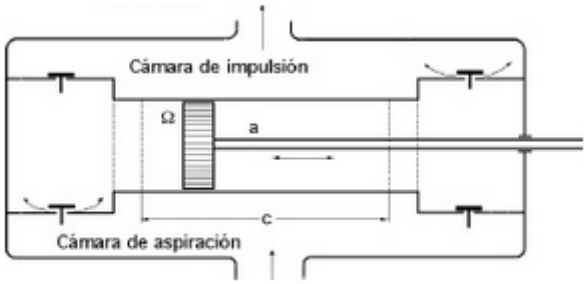


Fig. 4.2 Bomba de doble efecto

Durante el movimiento acelerado del émbolo, y en consecuencia, del líquido en la tubería de aspiración, tiene lugar una caída de presión junto al émbolo que puede provocar cavitación, e incluso, separación del líquido de la superficie del émbolo, consumiéndose una potencia suplementaria en el aumento periódico de las pérdidas de carga por rozamiento del líquido contenido en las tuberías de aspiración e impulsión.

Las bombas de émbolo pueden crear presiones de miles de atmósferas , siendo de entre todas las bombas existentes, las que poseen mayor impulsión; normalmente funcionan con números de revoluciones bajos, del orden de 300 a 500 rpm, ya que si las revoluciones son más altas, se puede llegar a alterar el funcionamiento normal de las válvulas de aspiración e impulsión,

debido a esta marcha lenta, sus dimensiones resultan bastante mayores que las de una bomba centrífuga que funcione en las mismas condiciones de caudal y altura manométrica.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Llenar el reservorio de la Bomba de engranes hasta el 60% de su capacidad y procurar que la llave de paso en la base de la misma se mantenga cerrada luego del ingreso del agua.
- Verificar que la unidad de servicio este conectada de manera correcta al autotransformador y que éste se halle conectado a la red de 110 V.
- Asegurarse que la válvula de aguja esté cerrada y la válvula de carga esté abierta completamente.

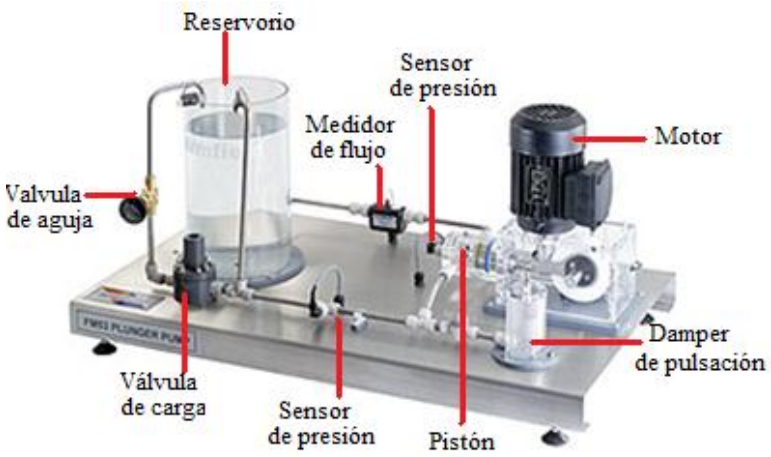


Fig. 5.1Bomba de pistón.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ingresar al software del dispositivo **FM53 PLUNGER PUMP** en el menú de **ARMFIELD CAPTURE SOFTWARE**, seleccionar el **EJERCICIO A.**
- ✓ Presionar "PUMP ON" para encender la bomba y elevar la velocidad al máximo de manera gradual mediante las flechas en la casilla de control MOTOR SPEED.
- ✓ Presionar el botón RESET en el diagrama principal para la presión del cilindro y la presión de salida y asegurarse que los valores mostrados sean los de los máximos valores obtenidos.
- ✓ Pulsar el botón GO y tomar una muestra. Abrir una nueva hoja de datos mediante el botón .

- ✓ Cerrar la válvula de carga para aumentar la presión de salida a aproximadamente 100 kPa. Nuevamente tomar una muestra mediante  .
- ✓ Cerrar la válvula de carga en intervalos de 100 kPa hasta alcanzar los 400 kPa, abrir una nueva hoja de datos y tomar una muestra en cada intervalo.
- ✓ Repetir el proceso anterior con un ajuste de la velocidad del motor de 50 %, para ello abrir la válvula de carga completamente.
- ✓ Ajustar la velocidad del motor al 100% y repetir el proceso anterior con la válvula de dámper de pulsación abierta.
- ✓ Reducir la velocidad del motor a 0% y apagar el equipo pulsando PUMP ON nuevamente.
- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.
- ✓ Abrir un nuevo experimento mediante el **menú ARCHIVO**, esta vez seleccionar el **ejercicio B: P-V DIAGRAM**.
- ✓ Repetir el proceso anterior de muestreo y cierre de la válvula de carga así como el guaradar los datos registrados.
- ✓ Abrir un nuevo experimento mediante el **menú ARCHIVO**, esta vez seleccionar el **ejercicio C: VOLUMETRI EFFICIENCY**.
- ✓ Aumentar la velocidad del motor al 100%, presionar el botón RESET en el diagrama principal para la presión del cilindro y la presión de salida y asegurarse que los valores mostrados sean los de los máximos valores obtenidos.
- ✓ Pulsar el botón  y tomar una muestra. Abrir una nueva hoja de datos mediante el botón  .
- ✓ Ajustar la velocidad del motor al 90%, pulsar RESET en la presión del cilindro y la presión de salida. Pulsar el botón  y tomar una muestra. Abrir una nueva hoja de datos.
- ✓ Repetir el paso anterior hasta una velocidad del motor del 20%.
- ✓ Abrir una nueva hoja de datos mediante el botón  .
- ✓ Ajustar la velocidad del motor nuevamente al 100% y cerrar la válvula de carga para aumentar la presión de salida a aproximadamente de 200 kPa. Nuevamente tomar una muestra mediante  .

- ✓ Repetir el muestreo con la reducción de velocidad del motor hasta el 20%.
- ✓ Cerrar la válvula de carga hasta una presión aproximada de 300 kPa y repetir el muestreo desde una velocidad del motor de 100% hasta el 20%. Abrir una nueva hoja de datos en cada muestra.
- ✓ Cerrar la válvula de carga hasta una presión aproximada de 400 kPa y repetir el muestreo desde una velocidad del motor de 100% hasta el 20%. Abrir una nueva hoja de datos en cada muestra.
- ✓ Abrir la válvula de carga completamente y reducir la velocidad del motor a 0% y apagar el equipo pulsando PUMP ON nuevamente.
- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunos de las constantes necesarias para este ejercicio son:

CONSTANTE	SIMBOLOGIA	MEDIDA	UNIDAD
Radio del cilindro	**r**	16	mm
$s_{max} - s_{min}$		15	mm

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

NOMENCLATURA	SIMBOLOGIA	UNIDAD
Velocidad del motor		%
Velocidad de la bomba	**n**	spm
Desplazamiento del pistón	**s**	mm
Volumen del cilindro	**V**	cm^3
Presión de salida	**Po**	kPa
Presión del cilindro	**Pc**	kPa
Torque	**T**	N.m
Trabajo ideal	$\mathbf{W_{ideal}}$	W
Volumen total (caudalímetro)	$\mathbf{V_{total}}$	cm^3

Las formulas a emplearse se detallan a continuación:

Área	$A = \pi \cdot r^2$	m^2
Volumen teórico	$V_{ideal} = A(s_{max} - s_{min})$	l/min
Volumen Promedio	$V_{prom} = \frac{V_{total}}{n}$	l/min
Eficiencia Volumétrica	$Ev = \frac{V_{prom}}{V_{ideal}} \times 100$	%

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados obtenidos.

(%)	n (spm)	s (mm)	V (cm^3)	Po (kPa)	Pc (kPa)	T (N.m)	W_{ideal} (W)

7.2 Realizar un gráfico **VS TIEMPO** de:

a. Desplazamiento del pistón.
b. Presión de salida.
c. Presión del cilindro.

7.3 Para una velocidad del motor del 100% y 50% graficar:

a. El flujo con y sin el damper de pulsación con la válvula de carga totalmente abierta.
b. Presión máxima de salida.

7.4 Elaborar una gráfica de la presión **del cilindro vs el volumen** y la **velocidad de la bomba vs la eficiencia volumétrica**.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la función de un dámper de pulsación en un circuito hidráulico?

2. ¿Por qué las bombas de pistón se consideran maquinas reciprocas de desplazamiento positivo?

3. Clasificación y características de las bombas de pistón.

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Definición, partes constitutivas de una bomba de pistón.
   2. Curvas características teórica y real de las bombas de pistón.
   3. Eficiencia.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
5	45 min	CUVAS CARACTERISTICAS DE UNA TURBINA PELTON	Máquinas Hidráulicas

1. OBJETIVOS

- Determinar el comportamiento de la T. Peltón por medio de sus curvas características.

2. METODO

- Determinación de la eficiencia de la turbina Pelton mediante el control de parámetros como caudal, potencia, entre otros.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de servicio de turbinas FM6X.
- Turbina Pelton FM62.
- Software de control del equipo.

4. MARCO TEORICO

4.1 Turbina Pelton

Las turbinas Peltón, se conocen como turbinas de presión por ser ésta constante en la zona del rodete, de chorro libre, de impulsión, o de admisión parcial por ser atacada por el agua sólo una parte de la periferia del rodete. Así mismo entran en la clasificación de turbinas **tangenciales** y turbinas de **acción**; La turbina Pelton es el ejemplo más claro de una maquina de impulso.

Son turbinas de chorro libre cuya utilización es idónea en saltos de gran altura (alrededor de 200 m y mayores), y caudales relativamente pequeños (hasta 10 m^3/s aproximadamente). Por razones hidroneumáticas, y por sencillez de construcción, son de buen rendimiento para amplios márgenes de caudal (entre 30 % y 100 % del caudal máximo). Por ello se colocan pocas unidades en cada central que requiere turbinas de estas características.

Pueden ser instaladas con el eje en posición vertical u horizontal, siendo esta última disposición la más adecuada, la cual nos servirá de referencia para hacer las descripciones necesarias.

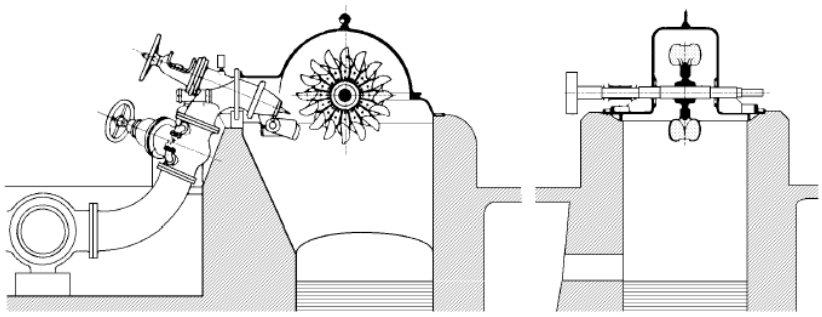


Fig. 4.1 Turbina Peltón

4.2 Energía Transferida a una turbina.

Las turbinas son clasificadas en dos tipos generales: impulso y reacción. En ambos casos el fluido pasa a través de un corredor que desvía el flujo. El impulso del fluido en la dirección tangencial es cambiado y por lo tanto una fuerza tangencial sobre el corredor se produce, el corredor entonces rota y genera un trabajo útil mientras el fluido sale con energía reducida.

4.3 Potencias

- **Potencia del flujo a la entrada del inyector:** Para unos valores de Q y H concretos, la potencia del flujo al entrar en el inyector es: $P_E = \gamma \cdot Q \cdot H$ (4.1)
  Que es independiente lógicamente del valor de u/c1 en consecuencia, en un diagrama P-(u/c:), su representación sería una recta paralela al eje de abscisas (fig. 4.2).

- **Potencia del flujo a la salida del inyector:** Para los mismos valores de Q y H, la potencia del flujo a la salida del inyector es: $P_1 = \gamma.Q.(c_1^2 / 2g) = \eta(tob).P_E$ (4.2)

- **Potencia P_i recibida por el rodete (teórica y real):** En la turbina Peltón no hay ***pérdidas volumétricas*** (Q = Q_r). La potencia recibida por el rodete, o potencia interior en el eje P_i, sería la potencia de entrada $(\gamma.Q.H)$ multiplicada por el rendimiento hidráulico η_h: $P_i = \gamma.Q.H.\eta_h$

  Si consideramos para η_h el valor teórico, es decir sin rozamientos internos $(C_1 = 1 \, y \, K_w = 1)$, obtenemos la potencia P_i teórica; y con razonamientos internos $(C_1 < 1 \, y \, k_w < 1)$, obtenemos la potencia P_i real. La potencia P_i real se anularía para $u/c_1 \approx 0{,}8$, en lugar de para $u/c_1 = 1$; igual que ocurría con el rendimiento.

- **Potencia efectiva P_e y rendimiento global η :** La potencia efectiva, potencia al freno y/o potencia exterior en el eje, es igual a la interior P_i (real), menos la perdida a causa de los rozamientos externos, o mecánicos. Se mide en un banco de ensayos:

$$P_e = M.\omega$$

Y el rendimiento global sería:

$$\eta = \frac{P_e}{P_E} = \frac{M.\omega}{\gamma.Q.H} \qquad (4.3)$$

La potencia exterior P_e se anula cuando $u/c_1 \approx 0{,}75$ (fig. 4.2).

Si la turbina, ya instalada, quedara en un momento dado funcionando sin carga, tendería a embalarse; lo que ocurriría si no fuera porque el sistema de regulación se encarga de mantener sensiblemente constante la velocidad de giro. Si fallara la regulación, *u* aumentaría; pero cuando en teoría llegara al doble de su valor, no podría seguir aumentando pues el chorro ya no alcanzaría a las cucharas. En realidad, bastaría un aumento del 60% $(u/c_1 \approx 0{,}75 : 0{,}46/0{,}75 = 0{,}6)$ para que el chorro no llegue a las cucharas.

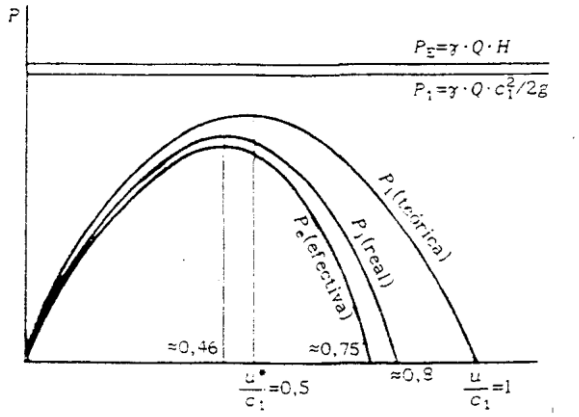


Fig. 4.2 Potencias en condiciones de diseño

- **Torque en el Eje (Par motor)**

Puesto que $P = M.\omega$, el par motor *M* puede obtenerse dividiendo la potencia *P*, cualquiera de las antes analizadas, por la velocidad angular ω (o viceversa, conocido el par motor y la velocidad angular puede calcularse la potencia). Así pues $(u = r.\omega)$,

$$M = \frac{P}{\varpi} = \frac{r}{u}.P \quad (4.4)$$

, *Mi* correspondiente a la potencia interior en el eje *P*, sería: $M = \frac{P}{\varpi} = \frac{r}{u} . Pi = \frac{r}{u} \gamma\ Q\ H\ \eta_h$

En la que, según tomemos el rendimiento hidráulico η_h teórico (*C1* =1 y k_W = 1) o el η_h real (C_1 < 1 y k_W < 1), obtendremos el par motor interior M correspondiente:

$$Mi = r\ \rho\ c_1\ Q\ (1+\cos\beta_2)\ .\left(1 - \frac{u}{c_1}\right) \quad (4.5)$$

Que, para un caudal *Q* y una altura *H* concretos, resulta ser una función lineal de u/c_1. El máximo valor del par motor interno Al se tiene cuando $u/c_1 = 0$ (rodete frenado), y el par motor nulo se tiene cuando $u/c_1 = 1$ (teórico) y cuando $u/c_1 \approx 0{,}8$ (real).

En cuanto al par motor externo M, medido en el banco de ensayos, es también al principio (hasta $u/c_1 \approx 0{,}5$) una función lineal. Pero con valores mayores disminuye cada vez más pronunciadamente, anulándose para $u/c_1 = 0{,}7 \div 0{,}8$, según la carga. Esto se debe a que con u/c_1 mayores que el u^*/c_1 de diseño, el chorro no completa su acción sobre las cucharas, y, además, el revés de las mismas choca con el agua y la dispersa dentro de la envolvente; aparte de que las pérdidas mecánicas aumentan con la velocidad de giro del rodete.

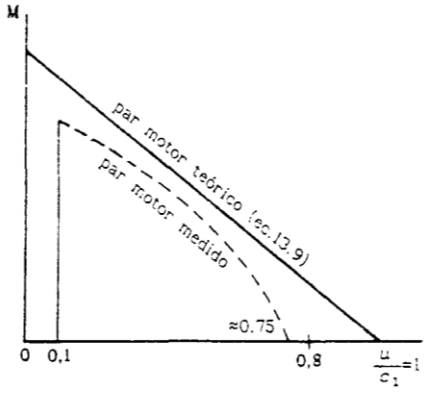


Fig. 4.3 Torque en condiciones de diseño

5. DESARROLLO

5.2 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Llenar el reservorio de la Unidad de servicio de Turbinas hasta el 60% de su capacidad y procurar que la llave de paso en la base de la misma se mantenga cerrada luego del ingreso del agua.

- Verificar que la unidad de servicio este conectada de manera correcta al autotransformador y que éste se halle conectado a la red de 110 V.

- Asegurarse que la válvula de aguja esté abierta completamente.

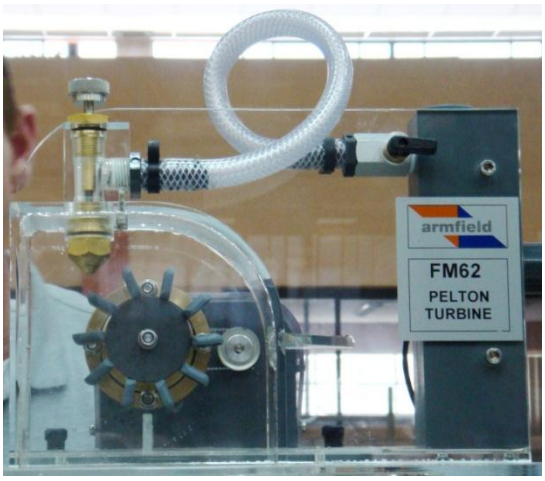


Fig. 5.1 Turbina Pelton

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ingrese al software del dispositivo **FM6X TURBINE SYSTEM** y seleccionar el accesorio **FM62 PELTON TURBINE**.

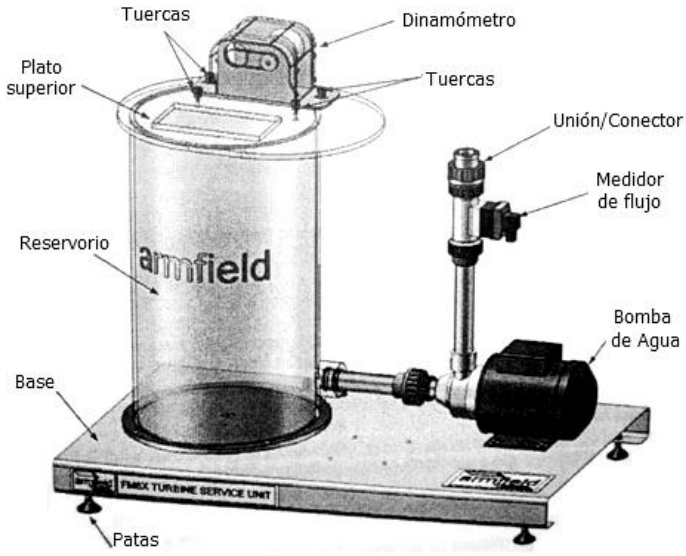


Fig.5.2 Partes de la unidad de servicio de Turbinas

- ✓ Verificar que la fuerza de frenado marque cero, caso contrario debe ser encerada por medio de click en el botón ZERO.

- ✓ Presione "PUMP ON" para encender la bomba y ajuste su velocidad al 100% en la casilla de control.

- ✓ Permita que la turbina alcance una velocidad constante e inspeccionar que la casilla de control de flujo esté marcando valores estables.

- ✓ Ingrese al controlador PID y ajuste a la presión máxima (300 kPa) mediante la selección de AUTOMATIC, de esta manera se mantendrá una presión constante en el sistema.

- ✓ Ajuste el muestreo a modo AUTOMATICO y CONTINUO.

- ✓ Presione el botón  para iniciar el muestreo. Cada 5 muestras se cerrará la apertura de la válvula de aguja que permite el ingreso de caudal a las cucharas de la turbina, obteniendo un total de 20 muestras.

PORCENTAJE DE APERTURA	VUELTAS A REDUCIR
100	Ninguna
75	1.5
50	1.5
25	1.5

Tabla 5.1 Porcentaje de Apertura vs numero de vueltas de la manija.

- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

NOMENCLATURA	SIMBOLOGIA	UNIDAD
Brazo	**r**	m
Potencia de turbina	**Pb**	W
Potencia Hidráulica	**Ph**	W
Velocidad de giro	**V**	rpm
Velocidad angular	**ω**	rad/s
Caudal	**Q**	m^3/s l/min
Fuerza	**F**	N
Altura	**H**	m
Eficiencia	**η**	%
Torque	**T**	N-m

Algunos de las constantes necesarias para este ejercicio son:

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Brazo	0.045	m

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Torque	$T = F * r$	N-m
Potencia de turbina	$Pb = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{60}$	W
Potencia hidráulica	$Ph = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q$	W
Velocidad angular	$\omega = \frac{n \cdot \pi \cdot 2}{60}$	rad/s
Eficiencia	$\eta = \frac{Pb}{Ph} \times 100$	%

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados obtenidos.

Apertura del inyector (%)	F (N)	Q (l/m)	Q (m^3/min)	N (rpm)	ω (rad/s)	M (N.m)	Pb (W)	Ph (W)	η (%)

7.2 Realizar un gráfico **velocidad vs eficiencia vs potencia de turbina vs torque** donde se puedan observar las curvas características de una turbina Pelton.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Por qué el rendimiento volumétrico de una turbina Pelton es 1?
2. ¿Cuál es el procedimiento para poner en marcha una turbina Pelton?

3. Realice un cuadro sinóptico de las diferencias y aplicaciones de las turbinas de impulso y de reacción.

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Definición, partes constitutivas de la turbina Pelton.
   2. Curvas características teórica y real de la turbina.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
6	45 min	CUVAS CARACTERISTICAS DE UNA TURBINA DE REACCCION	Máquinas Hidráulicas

1. OBJETIVOS

- Determinar el comportamiento de la Turbina de Reacción por medio de sus curvas características.

2. METODO

- Determinación de la eficiencia de la turbina de reacción mediante el control de parámetros como caudal, potencia, entre otros.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de servicio de turbinas FM6X.
- Turbina de Reacción FM61.
- Software de control del equipo.

4. MARCO TEORICO

4.1 Turbinas de Reacción

Constituidas por la tubería forzada, la cámara espiral, el distribuidor, el rodete y el tubo de aspiración o descarga. Se consideran como turbinas de reacción, aquellas en las que cada una de las láminas de fluido que se forman, después de pasar el agua a través de las palas fijas y directrices, no se proyectan hacia los álabes del rodete de manera frontal, sino que, más bien, se trata de un deslizamiento sobre los mismos, de tal modo que el sentido de giro del rodete no coincide con la dirección de entrada y salida del agua.

El agua, en su recorrido entre los álabes del rodete cambia de dirección, velocidad y presión. Todo ello, provoca una reacción en el rodete, dando origen a la potencia producida en la turbina, cuyo valor, paradójicamente está en función de la carga perdida por el líquido en su desplazamiento. Como ejemplos de turbinas de reacción, están las Francis y Kaplan.

Tratándose de turbinas grandes, las de reacción suelen ser de mayor rendimiento que las de acción, ocurriendo lo contrario en el caso de turbinas pequeñas. Ahora bien, estableciendo la comparación para una misma potencia e igual altura de salto, una turbina de reacción puede girar a mayor velocidad específica que una de acción, proporcionando mayor rendimiento la primera.

Se dan definiciones y cálculos complejos, relacionados con los conceptos de acción y reacción, especialmente para este último. Así, y dependiendo del tipo de turbina, se exponen distintas teorías basadas; bien en la circulación del fluido a través de un conducto, limitado por superficies curvas con secciones de entrada y salida diferentes, caso de turbinas Francis lentas y normales; o en el desplazamiento de las alas de un avión, para turbinas Francis extrarrápidas, Kaplan y de hélice.

Se puede resumir en que en las turbinas de reacción el agua llena por completo los conductos que forman los álabes, originándose variaciones de presión, de tal modo que esta, a la entrada del rodete, es mayor que la presión atmosférica, ocurriendo lo contrario a la salida, debido a la actuación del tubo de aspiración en el que, en su recorrido final, el agua alcanza el valor de la presión atmosférica. Razón de los nombres de turbinas de presión y de sobrepresión.

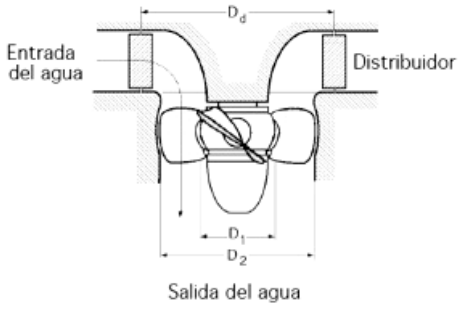


Fig. 4.1 Turbina de Reacción

4.2 Energía Transferida a una turbina.

Las turbinas son clasificadas en dos tipos generales: impulso y reacción. En ambos casos el fluido pasa a través de un corredor que desvía el flujo. El impulso del fluido en la dirección tangencial es cambiado y por lo tanto una fuerza tangencial sobre el corredor se produce, el corredor entonces rota y genera un trabajo útil mientras el fluido sale con energía reducida.

4.3 Potencias

- **Potencia del flujo a la entrada del inyector:** Para unos valores de Q y H concretos, la potencia del flujo al entrar en el inyector es: $P_E = \gamma \cdot Q \cdot H$ (4.1)
  Que es independiente lógicamente del valor de u/c1 en consecuencia, en un diagrama P-(u/c:), su representación sería una recta paralela al eje de abscisas (fig. 4.2).

- **Potencia del flujo a la salida del inyector:** Para los mismos valores de Q y H, la potencia del flujo a la salida del inyector es: $P_1 = \gamma.Q.(c_1^2 / 2g) = \eta(tob).P_E$ (4.2)

- **Potencia P_i recibida por el rodete (teórica y real):** En la turbina Peltón no hay ***pérdidas volumétricas*** ($Q = Q_r$). La potencia recibida por el rodete, o potencia interior

en el eje P_i, sería la potencia de entrada $(\gamma.Q.H)$ multiplicada por el rendimiento hidráulico η_h: $P_i = \gamma.Q.H.\eta_h$

Si consideramos para η_h el valor teórico, es decir sin rozamientos internos $(C_1 = 1\, y\, K_w = 1)$, obtenemos la potencia P_i teórica; y con razonamientos internos $(C_1 < 1 \text{ y } k_w < 1)$, obtenemos la potencia P_i real. La potencia P_i real se anularía para $u/c_1 \approx 0{,}8$, en lugar de para $u/c_1 = 1$; igual que ocurría con el rendimiento.

- **Potencia efectiva P_e y rendimiento global η:** La potencia efectiva, potencia al freno y/o potencia exterior en el eje, es igual a la interior P_i (real), menos la perdida a causa de los rozamientos externos, o mecánicos. Se mide en un banco de ensayos:

$$P_e = M.\omega$$

Y el rendimiento global sería:

$$\eta = \frac{P_e}{P_E} = \frac{M.\omega}{\gamma.Q.H} \qquad (4.3)$$

La potencia exterior P_e se anula cuando $u/c_1 \approx 0{,}75$ (fig. 4.2).

Si la turbina, ya instalada, quedara en un momento dado funcionando sin carga, tendería a embalarse; lo que ocurriría si no fuera porque el sistema de regulación se encarga de mantener sensiblemente constante la velocidad de giro. Si fallara la regulación, *u* aumentaría; pero cuando en teoría llegara al doble de su valor, no podría seguir aumentando pues el chorro ya no alcanzaría a las cucharas. En realidad, bastaría un aumento del 60% $(u/c_1 \approx 0{,}75 : 0{,}46/0{,}75 = 0{,}6)$ para que el chorro no llegue a las cucharas.

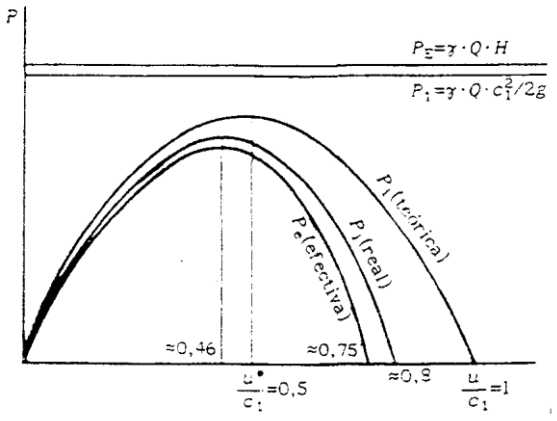


Fig. 4.2 Potencias en condiciones de diseño

- **Torque en el Eje (Par motor)**

Puesto que $P = M.\omega$, el par motor *M* puede obtenerse dividiendo la potencia *P*, cualquiera de las antes analizadas, por la velocidad angular ω (o viceversa, conocido el par motor y la velocidad angular puede calcularse la potencia). Así pues $(u = r.\omega)$,

$$M = \frac{P}{\varpi} = \frac{r}{u}.P \qquad (4.4)$$

, *Mi* correspondiente a la potencia interior en el eje *P*, sería: $M = \frac{P}{\varpi} = \frac{r}{u}.Pi = \frac{r}{u}\,\gamma\, Q\, H\, \eta_h$

En la que, según tomemos el rendimiento hidráulico η_h teórico (*C1* =1 y k_W = 1) o el η_h real (C_1 < 1 y k_W < 1), obtendremos el par motor interior M correspondiente:

$$Mi = r\,\rho\, c_1\, Q\, (1+\cos\beta_2).\left(1 - \frac{u}{c_1}\right) \qquad (4.5)$$

Que, para un caudal *Q* y una altura *H* concretos, resulta ser una función lineal de u/c_1. El máximo valor del par motor interno Al se tiene cuando $u/c_1 = 0$ (rodete frenado), y el par motor nulo se tiene cuando $u/c_1 = 1$ (teórico) y cuando $u/c_1 \approx 0{,}8$ (real).

En cuanto al par motor externo M, medido en el banco de ensayos, es también al principio (hasta $u/c_1 \approx 0{,}5$) una función lineal. Pero con valores mayores disminuye cada vez más pronunciadamente, anulándose para $u/c_1 = 0{,}7 \div 0{,}8$, según la carga. Esto se debe a que con u/c_1 mayores que el u^*/c_1 de diseño, el chorro no completa su acción sobre las cucharas, y, además, el revés de las mismas choca con el agua y la dispersa dentro de la envolvente; aparte de que las pérdidas mecánicas aumentan con la velocidad de giro del rodete.

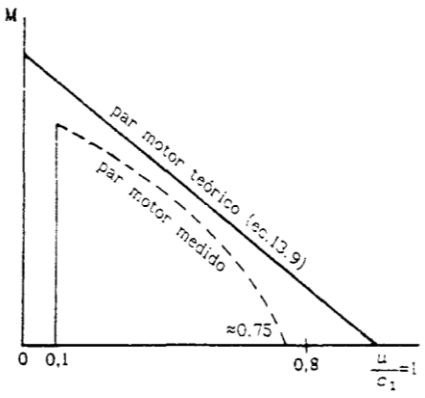


Fig. 4.3 Torque en condiciones de diseño

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Llenar el reservorio de la Unidad de servicio de Turbinas hasta el 60% de su capacidad y procurar que la llave de paso en la base de la misma se mantenga cerrada luego del ingreso del agua.

- Verificar que la unidad de servicio este conectada de manera correcta al autotransformador y que éste se halle conectado a la red de 110 V.

- Asegurarse que la válvula de aguja esté abierta completamente.

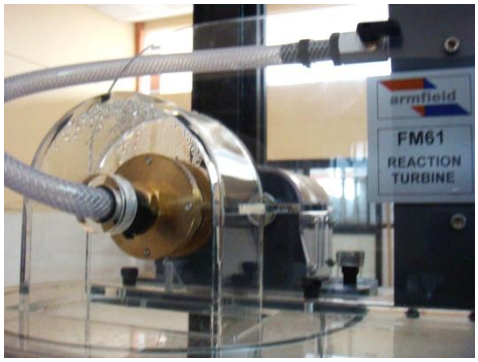


Fig. 5.1 Turbina de Reacción

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ingrese al software del dispositivo **FM6X TURBINE SYSTEM** y seleccionar el accesorio **FM61 REACTION TURBINE**.

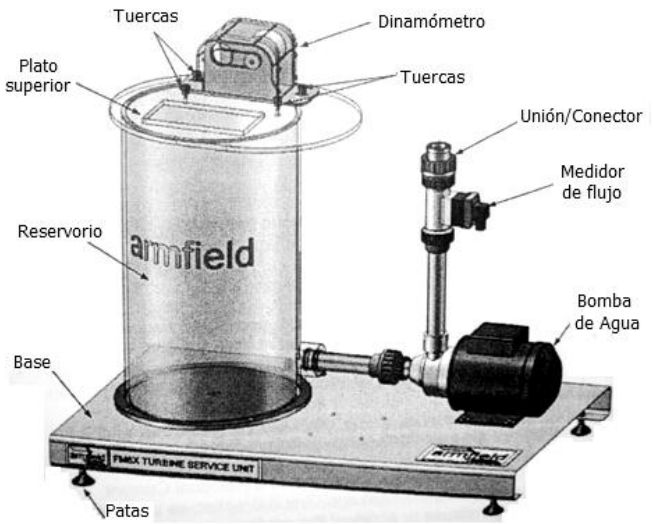


Fig.5.1 Partes de la unidad de servicio de Turbinas

- ✓ Verificar que la fuerza de frenado marque cero, caso contrario debe ser encerada por medio de click en el botón ZERO.

- ✓ Presione "PUMP ON" para encender la bomba y ajuste su velocidad al 100% en la casilla de control.

- ✓ Permita que la turbina alcance una velocidad constante e inspeccionar que la casilla de control de flujo esté marcando valores estables.

- ✓ Ingrese al controlador PID y ajuste a la presión máxima (300 kPa) mediante la selección de AUTOMATIC, de esta manera se mantendrá una presión constante en el sistema.

- ✓ Ajuste el muestreo a modo AUTOMATICO y CONTINUO.

- ✓ Presione el botón  para iniciar el muestreo, obteniendo un total de **20 muestras**.

- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

NOMENCLATURA	SIMBOLOGIA	UNIDAD
Brazo	**r**	m
Potencia de turbina	**Pb**	W
Potencia Hidráulica	**Ph**	W
Velocidad de giro	**V**	rpm
Velocidad angular	**ω**	rad/s
Caudal	**Q**	m^3/s l/min
Fuerza	**F**	N
Altura	**H**	m
Eficiencia	**η**	%
Torque	**T**	N-m

Algunos de las constantes necesarias para este ejercicio son:

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Brazo	0.045	m

Para cada serie de valores tomados los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Torque	$T = F * r$	N-m
Potencia de turbina	$Pb = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{60}$	W
Potencia hidráulica	$Ph = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q$	W
Velocidad angular	$\omega = \frac{n \cdot \pi \cdot 2}{60}$	rad/s
Eficiencia	$\eta = \frac{Pb}{Ph} \times 100$	%

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados obtenidos.

F (N)	Q (l/m)	Q (m^3/min)	N (rpm)	ω (rad/s)	M (N.m)	Pb (W)	Ph (W)	η (%)

7.2 Realizar un gráfico **velocidad vs eficiencia vs potencia de turbina vs torque** donde se puedan observar las curvas características de una turbina de reacción.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son las características del rodete de una turbina de reacción?

2. A la salida del fluido del rodete hacia el tubo de descarga, interesa que el fluido salga sin rotación. Explique el por qué de esta condición.

3. ¿Por qué en las turbias de reacción Kaplan la eficiencia disminuye conforme aumenta la velocidad de la turbina?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Definición, partes constitutivas de la turbina de reacción.
   2. Curvas características teórica y real de la turbina.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

3.3.7 Termodinámica I

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
1	60 min	PRINCIPIOS DE MEDICIÓN DE LA PRESIÓN DE SATURACIÓN	Termodinámica I

1. OBJETIVOS

- Comprender los principios de medición de presión de saturación.

2. METODO

- Mediante la medición de la presión de saturación del agua empleando un recipiente presurizado y reconocimiento del efecto del las condiciones inestables en medición actual.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Dispositivo TH3 PRESION DE SATURACION.
- Programa de control de Armfield (TH3 PRESION DE SATURACION).

4. MARCO TEORICO

4.1 Presión de Saturación

El punto de saturación del agua es la condición a la cual el cambio de fase ocurre de líquido a vapor o viceversa. Esto sucede mediante un conjunto de condiciones, las cuales forman una línea cuando se grafica los valores obtenidos en la temperaturas y presiones.

Entre las características de un fluido en dos fases se tiene principalmente:

- La tensión superficial hace que todos los problemas dinámicos sean no lineales.
- En el caso del aire y del agua a temperatura y presión, la densidad de las dos fases difieren por un factor de alrededor de 1000. Diferencias similares son típicas de la densidad de vapor de agua líquida / agua.
- La velocidad del sonido cambia drásticamente de los materiales en proceso de cambio de fase, y puede ser varios órdenes de magnitud diferente.
- Los cambios de fase no son instantáneos, y el líquido del sistema de vapor no es necesariamente en equilibrio de fases.

4.2 Aplicaciones

Históricamente, probablemente los casos más estudiados de flujo de dos fases se encuentran en los sistemas de energía a gran escala. Centrales de carbón y gas-energía utilizadas y grandes calderas para producir vapor para uso en turbinas. En tales casos, el agua a presión pasa a través de tuberías de calefacción y que se convierta en vapor de agua que se mueve a través de la tubería. El diseño de las calderas requiere una comprensión detallada de flujo de dos fases de transferencia de calor y el comportamiento de la caída de presión, que es significativamente diferente del caso de una sola fase. Aún más crítico, los reactores nucleares utilizan el agua para eliminar el calor del núcleo del reactor con flujo bifásico.

Una gran parte del estudio se ha realizado sobre la naturaleza del flujo bifásico en estos casos, por lo que los ingenieros pueden diseñar en contra de los posibles fallos en las tuberías, pérdida de presión, y así sucesivamente.

Otro caso en el flujo de dos fases puede ocurrir es en la bomba de la cavitación. Aquí una bomba está operando cerca de la presión de vapor del líquido que se bombea. Si la presión cae más, lo que puede suceder a nivel local cerca de las aspas de la bomba, por ejemplo, entonces un cambio de fase puede ocurrir y de gas estarán presentes en la bomba. Efectos similares pueden ocurrir en los ecosistemas marinos propulsores, dondequiera que ocurra, es un grave problema para los diseñadores. Cuando la burbuja de vapor se derrumba, puede producir picos de presión muy grande, que acabará por provocar daños en la hélice o turbina.

Estas dos fases son para casos de flujo de un fluido único que ocurre por sí mismo como dos fases diferentes, tales como el vapor y el agua. mixtures El término "flujo de dos fases" se aplica también a las mezclas de fluidos diferentes que tienen diferentes fases, tales como el aire y el agua o el petróleo y el gas natural. A veces, incluso tres fases del flujo es considerado, como en oleoductos y gasoductos en las que podría ser una fracción significativa de los sólidos.

Otras áreas de interés donde se estudia el flujo de dos fases incluye en los sistemas climáticos, como las nubes y en las aguas subterráneas de flujo, en el que el movimiento del agua y el aire a través del suelo se estudia.

Otros ejemplos de flujo de dos fases son las burbujas, la lluvia, las olas del mar, espuma, fuentes y las manchas de petróleo.

6. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que la válvula del calorímetro se encuentre cerrada al igual que la válvula de alimentación de agua de la calderilla.

- La consola debe estar apagada antes de llenar la calderilla, la cual debe llenarse hasta la mitad del visor en el frente de la misma.

- Asegurar que la válvula en la parte superior de la caldera se encuentre abierta para permitir el escape de vapor.

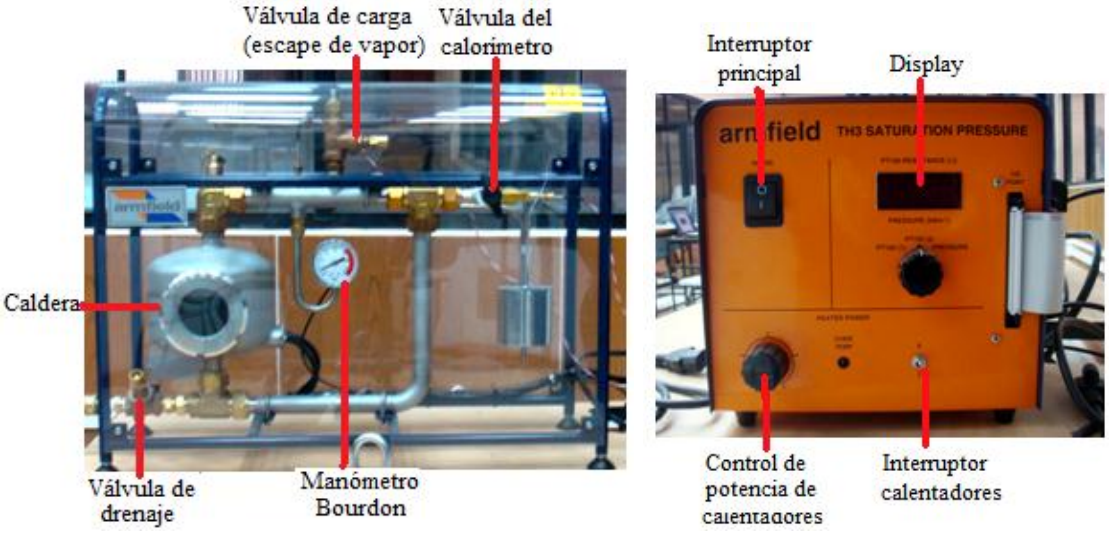


Fig.5.1 Partes del equipo TH3 PRESION DE SATURACION Y SU CONSOLA.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ En el menú **INICIO** y ubicado en el carpeta **ARMIFIELD THERMODYNAMICS SOFTWARE** abrimos el programa **TH3 SATURATION PRESSURE** y elegir el **ejercicio B**.

- ✓ En la casilla **ENTER THE ATMOSPHERIC PRESSSURE** ingresamos el valor de la presión atmosférica por medio del teclado. En Cuenca es 76.64 kPa.

- ✓ Encender la consola por medio del interruptor ubicado en la parte frontal de la consola de control y verificamos que el display de control se encienda mostrando el valor 0 de presión.

- ✓ Encender los calentadores al máximo mediante el interruptor en la parte baja de la consola y permitir que el agua llegue al punto de ebullición.

- ✓ Reducir la potencia de los calentadores lentamente para mantener una fracción de vapor escapando por la válvula en la parte superior de la caldera.

- ✓ Esperar hasta que el valor de la resistencia mostrado en el display se estabilice, lo cual indica que todo el aire interno ha sido expulsado.

- ✓ Verificar el valor de la resistencia indicada y transformarlo a valor de temperatura mediante el data sheet (**ANEXO 1**).

- ✓ Cerrar la válvula superior y elevar la potencia de los calentadores nuevamente al máximo.

- ✓ Permitir que el agua siga en ebullición y en intervalos de 5 minutos apagar los calentadores, se debe esperar que el valor de la resistencia se estabilice.

- ✓ Pulsar el botón  para registrar los datos.

- ✓ Encender los calentadores nuevamente y permitir que el agua se caliente por 5 minutos, apagar los calentadores, esperar que el valor de la resistencia se estabilice y repetir la toma de datos mediante el botón  .
- ✓ Repetir el paso anterior hasta que la presión alcance los 7 Bar.

- ✓ En la última toma de datos se debe dejar los calentadores inactivos.

- ✓ Muestrear en intervalos de 5 minutos los valores de temperatura y presión mediante el botón  .

- ✓ Continuar el muestreo hasta que las lecturas se estabilicen o el tiempo lo permita.

- ✓ Dejar la válvula del calorímetro abierta una vez terminado el experimento.

- ✓ Para el control de temperatura se debe ubicar al selector de unidades en Resistencia y verificar el valor mostrado en la tabla RELACIÓN RESISTENCIA- TEMPERATURA. (**Anexo 1**)

- ✓ Guardar el archivo de los resultados; el archivo se guardará en versión .VTS y para abrirlo se debe emplearse el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Llenar la siguiente tabla con los datos obtenidos:

Tiempo medido t (min)	**Resistencia medida R_{m1} (Ω)**	**Resistencia corregida R_{C1} (Ω)**	**Presión P_1 (kN/m^2)**	**Presión Absoluta P_{abs} (kN/m^2)**	**Temperatura Absoluta T_{abs} (K)**	**Temperatura Actual T_{abs} (K)**

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Elaborar un gráfico en el cual se demuestre la **temperatura absoluta** y la **temperatura actual vs tiempo**.

7.2 Elaborar un gráfico en el cual se demuestre la **presión** y la **presión absoluta vs tiempo**.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Por qué la medición de la presión de saturación requiere los valores actuales de presión y temperatura absolutas? Explique.

2. ¿Las curvas generadas con los resultados se pueden considerar como curvas isocóricas? ¿Por qué?

3. En sus propias palabras defina punto de saturación y presión de vapor.

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Presión de Saturación.
   2. Principio de Saturación el agua vs otros fluidos.
   3. Aplicaciones.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

ANEXO 1

DATA SHEET DE RELACION RESISTENCIA- TEMPERATURA

RESISTENCIA CORREGIDA Ω	TEMPERATURA		RESISTENCIA CORREGIDA Ω	TEMPERATURA	
	°C	K		°C	K
100.00	0	273.15	119.40	50	323.15
100.78	2	275.15	120.16	52	325.15
101.56	4	277.15	120.93	54	327.15
102.34	6	279.15	121.70	56	329.15
103.12	8	281.15	122.47	58	331.15
103.90	10	283.15	123.24	60	333.15
104.68	12	285.15	124.01	62	335.15
105.46	14	287.15	124.77	64	337.15
106.24	16	289.15	125.54	66	339.15
107.02	18	291.15	126.31	68	341.15
107.79	20	293.15	127.07	70	343.15
108.57	22	295.15	127.84	72	345.15
109.35	24	297.15	128.60	74	347.15
110.12	26	299.15	129.37	76	349.15
110.90	28	301.15	130.13	78	351.15
111.67	30	303.15	130.89	80	353.15
112.45	32	305.15	131.86	82	355.15
113.22	34	307.15	132.42	84	357.15
113.99	36	309.15	133.18	86	359.15
114.90	38	311.15	133.94	88	361.15
115.54	40	313.15	134.70	90	363.15
116.31	42	315.15	135.46	92	365.15
117.08	44	317.15	136.22	94	367.15
117.85	46	319.15	136.98	96	369.15
118.62	48	321.15	137.74	98	371.15

CONTINUACION

RESISTENCIA CORREGIDA Ω	TEMPERATURA		RESISTENCIA CORREGIDA Ω	TEMPERATURA	
	°C	K		°C	K
138.50	100	373.15	158.06	152	425.15
139.26	102	375.15	158.81	154	427.15
140.02	104	377.15	159.55	156	429.15
140.77	106	379.15	160.30	158	431.15
141.53	108	381.15	161.04	160	433.15
142.29	110	383.15	161.79	162	435.15
143.04	112	385.15	162.53	164	437.15
143.80	114	387.15	163.27	166	439.15
144.55	116	389.15	164.02	168	441.15
145.31	118	391.15	164.76	170	443.15
146.06	120	393.15	165.50	172	445.15
146.81	122	395.15	166.24	174	447.15
147.57	124	397.15	166.98	176	449.15
148.32	126	399.15	167.72	178	451.15
149.07	128	401.15	168.46	180	453.15
149.82	130	403.15	169.20	182	455.15
150.57	132	405.15	169.94	184	457.15
151.33	134	407.15	170.68	186	459.15
152.08	136	409.15	171.42	188	461.15
152.83	138	411.15	172.16	190	463.15
153.58	140	413.15	172.90	192	465.15
154.32	142	415.15	173.63	194	467.15
155.07	144	417.15	174.37	196	469.15
155.82	146	419.15	175.10	198	471.15
156.57	148	421.15	175.84	200	473.15
157.31	150	423.15			

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
2	60 min	CARACTERISTICAS DE UN FLUIDO EN DOS FASES	Termodinámica I

1. OBJETIVOS

- Estudiar el comportamiento del agua durante sus fases de transición entre líquido y vapor.

2. METODO

- Investigación y estudio del comportamiento del agua a temperaturas cercanas al punto de vapor sobre un rango de incremento de presiones.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Dispositivo TH3 PRESION DE SATURACION.
- Programa de control de Armfield (TH3 PRESION DE SATURACION).

4. MARCO TEORICO

4.1 Fluidos en dos fases

Para flujos en dos fases, la distribución respectiva de las fases líquida y vapor en el flujo es un aspecto importante para su descripción. Un fluido en dos fases o bifásico es aquel que contiene vapor y líquido en su flujo.

Entre las características de un fluido en dos fases se tiene principalmente:

- La tensión superficial hace que todos los problemas dinámicos sean no lineales.
- En el caso del aire y del agua a temperatura y presión , la densidad de las dos fases difieren por un factor de alrededor de 1000. Diferencias similares son típicas de la densidad de vapor de agua líquida / agua.
- La velocidad del sonido cambia drásticamente de los materiales en proceso de cambio de fase, y puede ser varios órdenes de magnitud diferente.
- Los cambios de fase no son instantáneos, y el líquido del sistema de vapor no es necesariamente en equilibrio de fases.

4.2 Aplicaciones

Históricamente, probablemente los casos más estudiados de flujo de dos fases se encuentran en los sistemas de energía a gran escala. Centrales de carbón y gas-energía utilizadas y grandes calderas para producir vapor para uso en turbinas. En tales casos, el agua a presión pasa a través de tuberías de calefacción y que se convierta en vapor de agua que se mueve a través de la tubería. El diseño de las calderas requiere una comprensión detallada de flujo de dos fases de transferencia de calor y el comportamiento de la caída de presión, que es significativamente diferente del caso de una sola fase. Aún más crítico, los reactores nucleares utilizan el agua para eliminar el calor del núcleo del reactor con flujo bifásico.

Una gran parte del estudio se ha realizado sobre la naturaleza del flujo bifásico en estos casos, por lo que los ingenieros pueden diseñar en contra de los posibles fallos en las tuberías, pérdida de presión, y así sucesivamente.

Otro caso en el flujo de dos fases puede ocurrir es en la bomba de la cavitación. Aquí una bomba está operando cerca de la presión de vapor del líquido que se bombea. Si la presión cae más, lo que puede suceder a nivel local cerca de las aspas de la bomba, por ejemplo, entonces un cambio de fase puede ocurrir y de gas estarán presentes en la bomba. Efectos similares pueden ocurrir en los ecosistemas marinos propulsores, dondequiera que ocurra, es un grave problema para los diseñadores. Cuando la burbuja de vapor se derrumba, puede producir picos de presión muy grande, que acabará por provocar daños en la hélice o turbina.

Estas dos fases son para casos de flujo de un fluido único que ocurre por sí mismo como dos fases diferentes, tales como el vapor y el agua. mixtures El término "flujo de dos fases" se aplica también a las mezclas de fluidos diferentes que tienen diferentes fases, tales como el aire y el agua o el petróleo y el gas natural. A veces, incluso tres fases del flujo es considerado, como en oleoductos y gasoductos en las que podría ser una fracción significativa de los sólidos.

Otras áreas de interés donde se estudia el flujo de dos fases incluye en los sistemas climáticos, como las nubes y en las aguas subterráneas de flujo, en el que el movimiento del agua y el aire a través del suelo se estudia.

Otros ejemplos de flujo de dos fases son las burbujas, la lluvia, las olas del mar, espuma, fuentes y las manchas de petróleo.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que la válvula del calorímetro se encuentre cerrada al igual que la válvula de alimentación de agua de la calderilla.

- La consola debe estar apagada antes de llenar la calderilla, la cual debe llenarse hasta la mitad del visor en el frente de la misma.

- Asegurar que la válvula en la parte superior de la caldera se encuentre abierta para permitir el escape de vapor.

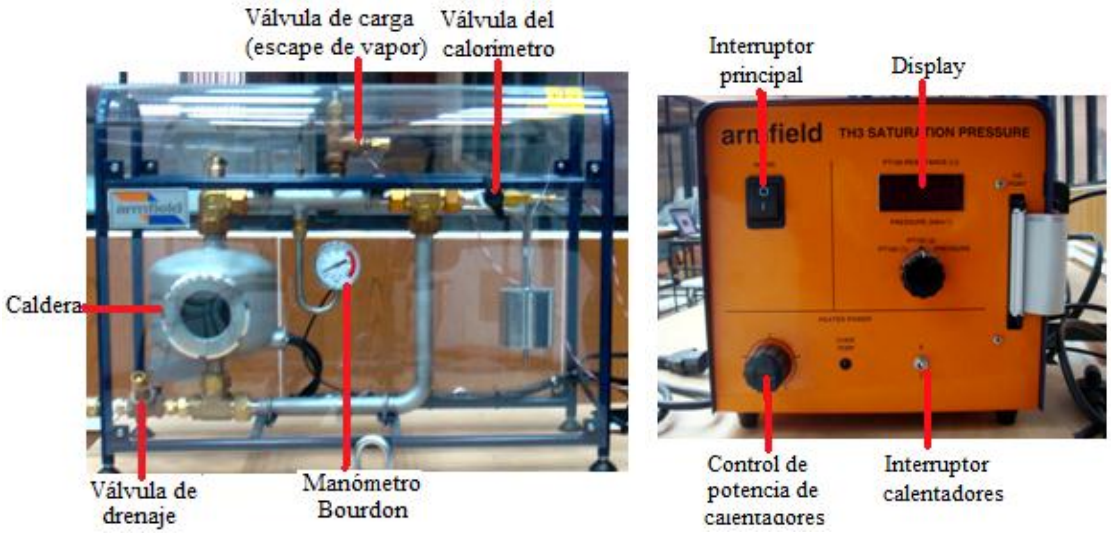


Fig.5.1 Partes del equipoTH3 PRESION DE SATURACION Y SU CONSOLA.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ En el menú **INICIO** y ubicado en el carpeta **ARMIFIELD THERMODYNAMICS SOFTWARE** abrimos el programa **TH3 SATURATION PRESSURE** y elegir el **ejercicio C**.

- ✓ En la casilla **ENTER THE ATMOSPHERIC PRESSSURE** ingresamos el valor de la presión atmosférica por medio del teclado. En Cuenca es 76.64 kPa.

- ✓ Encender la consola por medio del interruptor ubicado en la parte frontal de la consola de control y verificamos que el display de control se encienda mostrando el valor 0 de presión.

- ✓ Encender los calentadores al máximo mediante el interruptor en la parte baja de la consola y permitir que el agua llegue al punto de ebullición.

- ✓ Reducir la potencia de los calentadores lentamente para mantener una fracción de vapor escapando por la válvula en la parte superior de la caldera.

- ✓ Esperar hasta que el valor de la resistencia mostrado en el display se estabilice, lo cual indica que todo el aire interno ha sido expulsado.

- ✓ Verificar el valor de la resistencia indicada y transformarlo a valor de temperatura mediante el data sheet.

- ✓ Cerrar la válvula superior y elevar la potencia de los calentadores nuevamente al máximo.

- ✓ Permitir que el agua siga en ebullición y en intervalos de 5 minutos apagar los calentadores, se debe esperar que el valor de la resistencia se estabilice.

- ✓ Pulsar el botón  para registrar los datos.

- ✓ Encender los calentadores nuevamente y permitir que el agua se caliente por 5 minutos, apagar los calentadores, esperar que el valor de la resistencia se estabilice y repetir la toma de datos mediante el botón  .
- ✓ Repetir el paso anterior hasta que la presión alcance los 7 Bar.

- ✓ En la última toma de datos se debe dejar los calentadores inactivos.

- ✓ Abrir la válvula del calorímetro y permitir que el condensado sea expulsado, esto reducirá la presión y la temperatura.

- ✓ Cerrar la válvula del calorímetro durante 30 segundos.
- ✓ Realizar un nuevo muestreo mediante el botón  mientras el sistema se enfría, abriendo y cerrando la válvula del calorímetro cada 30 segundos para permitir que el vapor escape. Esperar que los valores se estabilicen antes de tomar la muestra.

- ✓ Dejar la válvula del calorímetro abierta una vez terminado el experimento.

- ✓ Para el control de temperatura se debe ubicar al selector de unidades en Resistencia y verificar el valor mostrado en la tabla RELACIÓN RESISTENCIA- TEMPERATURA. (**Anexo 1**)

- ✓ Guardar el archivo de los resultados; el archivo se guardará en versión .VTS y para abrirlo se debe emplearse el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Elaborar la gráfica de P_1 vs T según los datos obtenidos.

NOTA*: El rango de valores debe ir desde 0 hasta 200ºC en el eje del gráfico.*

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los datos obtenidos.

Resistencia medida R_{m1} (Ω)	Resistencia corregida R_{C1} (Ω)	Presión P_1 (kN/m^2)	Temperatura Absoluta T_{abs} (K)	Apariencia del fluido

7.2 Describir el comportamiento observado de cómo el fluido fue calentado y la presión reducida. ¿Mostró el fluido cambios repentinos en su comportamiento o la transición fue gradual?

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Por qué la temperatura y la presión son propiedades dependientes en la región de mezcla saturada? Explique.

2. ¿Cuáles son las fases de transición de un volumen constante de agua que ha sido calentada? Explique cada una de ellas.

3. ¿En qué fase se hallaría un volumen de agua a una presión de 3 Bar y una temperatura de 110ºC?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Presión de vapor o Presión de Saturación.
   2. Relación Presión - Volumen – Temperatura.
   3. Aplicaciones.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

ANEXO

DATA SHEET DE RELACION RESISTENCIA- TEMPERATURA

RESISTENCIA CORREGIDA Ω	TEMPERATURA		RESISTENCIA CORREGIDA Ω	TEMPERATURA	
	°C	K		°C	K
100.00	0	273.15	119.40	50	323.15
100.78	2	275.15	120.16	52	325.15
101.56	4	277.15	120.93	54	327.15
102.34	6	279.15	121.70	56	329.15
103.12	8	281.15	122.47	58	331.15
103.90	10	283.15	123.24	60	333.15
104.68	12	285.15	124.01	62	335.15
105.46	14	287.15	124.77	64	337.15
106.24	16	289.15	125.54	66	339.15
107.02	18	291.15	126.31	68	341.15
107.79	20	293.15	127.07	70	343.15
108.57	22	295.15	127.84	72	345.15
109.35	24	297.15	128.60	74	347.15
110.12	26	299.15	129.37	76	349.15
110.90	28	301.15	130.13	78	351.15
111.67	30	303.15	130.89	80	353.15
112.45	32	305.15	131.86	82	355.15
113.22	34	307.15	132.42	84	357.15
113.99	36	309.15	133.18	86	359.15
114.90	38	311.15	133.94	88	361.15
115.54	40	313.15	134.70	90	363.15
116.31	42	315.15	135.46	92	365.15
117.08	44	317.15	136.22	94	367.15
117.85	46	319.15	136.98	96	369.15
118.62	48	321.15	137.74	98	371.15

CONTINUACION

RESISTENCIA CORREGIDA Ω	TEMPERATURA		RESISTENCIA CORREGIDA Ω	TEMPERATURA	
	°C	K		°C	K
138.50	100	373.15	158.06	152	425.15
139.26	102	375.15	158.81	154	427.15
140.02	104	377.15	159.55	156	429.15
140.77	106	379.15	160.30	158	431.15
141.53	108	381.15	161.04	160	433.15
142.29	110	383.15	161.79	162	435.15
143.04	112	385.15	162.53	164	437.15
143.80	114	387.15	163.27	166	439.15
144.55	116	389.15	164.02	168	441.15
145.31	118	391.15	164.76	170	443.15
146.06	120	393.15	165.50	172	445.15
146.81	122	395.15	166.24	174	447.15
147.57	124	397.15	166.98	176	449.15
148.32	126	399.15	167.72	178	451.15
149.07	128	401.15	168.46	180	453.15
149.82	130	403.15	169.20	182	455.15
150.57	132	405.15	169.94	184	457.15
151.33	134	407.15	170.68	186	459.15
152.08	136	409.15	171.42	188	461.15
152.83	138	411.15	172.16	190	463.15
153.58	140	413.15	172.90	192	465.15
154.32	142	415.15	173.63	194	467.15
155.07	144	417.15	174.37	196	469.15
155.82	146	419.15	175.10	198	471.15
156.57	148	421.15	175.84	200	473.15
157.31	150	423.15			

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
3	60 min	CONCEPTO DE LINEA DE SATURACION – TABLAS DE VAPOR	Termodinámica I

1. OBJETIVOS

- Estudiar la relación entre presión y temperatura de vaporización de un fluido (Agua).
- Comparar los valores obtenidos en el laboratorio con los propuestos en las tablas y graficas de propiedades para el agua.

2. METODO

- Calentamiento de agua contenida dentro de un circuito cerrado de volumen constante y medición de los cambios resultantes en la temperatura y la presión.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Dispositivo TH3 PRESION DE SATURACION.
- Programa de control de Armfield (TH3 PRESION DE SATURACION).

4. MARCO TEORICO

4.1 Presión de Saturación

La presión de saturación es la presión de un sistema cuando el sólido o líquido se hallan en equilibrio con su vapor. La presión de saturación de un líquido puro es función única de la temperatura de saturación.



Fig. 4.1 Diagrama P-T con los puntos de su curva de saturación.

4.2 Aplicaciones

El control de la presión y la temperatura en las redes de distribución de vapor es sumamente importante, ya que excesos de estas presiones pueden causar un desgaste más acelerado de la tubería y aparte de esto se pueden generar muchas pérdidas de energía, lo cual no es conveniente para un proceso en el cual se está tratando de aprovechar la energía al máximo.

En la generación del vapor vemos como las plantas que lo generan, están formadas por dos o tres niveles de presión, los cuales son distribuidos según su uso o según la magnitud de la presión del vapor, de esta forma: para los bloques de generación eléctrica, turbinas para accionar bombas y compresores de plantas de procesos se usa el vapor de mayor presión; para turbogeneradores eléctricos y grandes turbocompresores, se usa por lo general extracciones de vapor media; las turbinas de menor capacidad normalmente descargan a la red de baja presión.

Los sistemas de generación y distribución de vapor, principalmente de aquellos que por ser de gran tamaño son muy dinámicos cambiando sus condiciones de operación; flujo, temperatura y presión varias veces al día. Los cambios pueden ser ocasionados por modificación en las condiciones de operación de las plantas de proceso de mantenimiento predictivo o correctivo de los equipos generadores y consumidores de vapor y energía eléctrica, o por cambio de las condiciones atmosféricas. Estos cambios nos proporcionan áreas de oportunidad de ahorro si se mantiene un análisis constante del sistema de generación y distribución de vapor.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que la válvula del calorímetro se encuentre cerrada al igual que la válvula de alimentación de agua de la calderilla.

- La consola debe estar apagada antes de llenar la calderilla, la cual debe llenarse hasta la mitad del visor en el frente de la misma.

- Asegurar que la válvula en la parte superior de la caldera se encuentre abierta para permitir el escape de vapor.

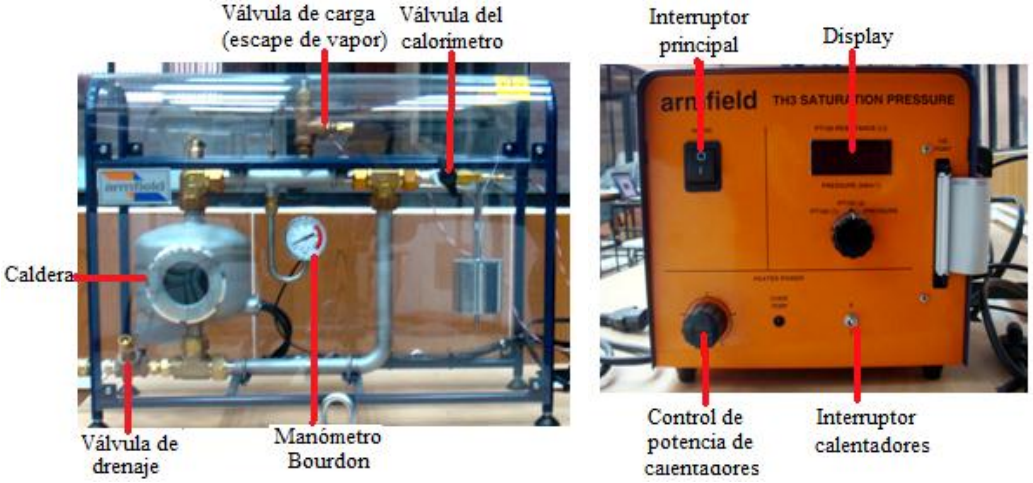


Fig.5.1 Partes del equipo TH3 PRESION DE SATURACION Y SU CONSOLA.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ En el menú **INICIO** y ubicado en el carpeta **ARMIFIELD THERMODYNAMICS SOFTWARE** abrimos el programa **TH3 SATURATION PRESSURE** y elegir el **ejercicio C**.
- ✓ En la casilla **ENTER THE ATMOSPHERIC PRESSSURE** ingresamos el valor de la presión atmosférica por medio del teclado. En Cuenca es 76.64 kPa.
- ✓ Encender la consola por medio del interruptor ubicado en la parte frontal de la consola de control y verificamos que el display de control se encienda mostrando el valor 0 de presión.
- ✓ Encender los calentadores al máximo mediante el interruptor en la parte baja de la consola y permitir que el agua llegue al punto de ebullición.
- ✓ Reducir la potencia de los calentadores lentamente para mantener una fracción de vapor escapando por la válvula en la parte superior de la caldera.
- ✓ Esperar hasta que el valor de la resistencia mostrado en el display se estabilice, lo cual indica que todo el aire interno ha sido expulsado.
- ✓ Verificar el valor de la resistencia indicada y transformarlo a valor de temperatura mediante el data sheet (**ANEXO 1**).
- ✓ Cerrar la válvula superior y elevar la potencia de los calentadores nuevamente al máximo.
- ✓ Permitir que el agua se caliente por dos minutos y apagar los calentadores, se debe esperar que el valor de la resistencia se estabilice.
- ✓ Pulsar el botón GO para registrar los datos.

- ✓ Encender los calentadores nuevamente y permitir que el agua se caliente por 2 minutos, apagar los calentadores, esperar que el valor de la resistencia se estabilice y repetir la toma de datos mediante el botón GO.
- ✓ Repetir el paso anterior hasta que la presión alcance los 7 Bar.
- ✓ En la última toma de datos se debe dejar los calentadores inactivos.
- ✓ Abrir la válvula del calorímetro y permitir que el condensado sea expulsado, esto reducirá la presión y la temperatura.
- ✓ Cerrar la válvula del calorímetro durante 30 segundos.
- ✓ Realizar un nuevo muestreo mediante el botón GO mientras el sistema se enfría, abriendo y cerrando la válvula del calorímetro cada 30 segundos para permitir que el vapor escape. Esperar que los valores se estabilicen antes de tomar la muestra.
- ✓ Dejar la válvula del calorímetro abierta una vez terminado el experimento.
- ✓ Para el control de temperatura se debe ubicar al selector de unidades en Resistencia y verificar el valor mostrado en la tabla RELACIÓN RESISTENCIA- TEMPERATURA. (**Anexo 1**)
- ✓ Guardar el archivo de los resultados; el archivo se guardará en versión .VTS y para abrirlo se debe emplearse el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Elaborar la gráfica de P_{abs} vs T según los datos obtenidos.

6.2 Elaborar la gráfica $P_{abs'}$ vs T, calculando la $P_{abs'}$ con la siguiente fórmula:

$$P_{abs} = e^{\ln P_0 + a\left(\frac{1}{T}\right)}$$

NOTA: *El rango de valores debe ir desde 0 hasta 200ºC en el eje del gráfico.*

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los datos obtenidos.

Resistencia medida R_{m1} (Ω)	Resistencia corregida R_{C1} (Ω)	Presión P_1 (kN/m^2)	Temperatura Absoluta T_{abs} (K)	Presión absoluta P_{abs} (kN/m^2)	$\frac{1}{T_{abs}}$	$\ln P_{abs}$

7.2 Comparar los gráficos realizados y comentar sobre la precisión de la ecuación.

7.3 Comparar los gráficos obtenidos con la curva típica de las tablas de vapor publicadas en libros de termodinámica.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Por qué la temperatura y la presión son propiedades dependientes en la región de mezcla saturada? Explique.

2. ¿Cuál es la diferencia entre vapor saturado y vapor sobrecalentado? ¿Industrialmente por qué es necesario sobrecalentar la sustancia? Explique

3. ¿Qué proceso requiere más energía: evaporar por completo 1 kg de agua líquida saturada a 1 atm de presión o evaporar 1 kg de agua líquida saturada a una presión de 8 atm? Explique

4. ¿Cómo afecta la gradiente de temperatura en la obtención de gráficos P_{abs} vs T?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

1. Presión de vapor o Presión de Saturación.
2. Relación Presión - Volumen – Temperatura.
3. Aplicaciones de la presión de saturación.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

ANEXO 1

DATA SHEET DE RELACION RESISTENCIA- TEMPERATURA

RESISTENCIA CORREGIDA Ω	TEMPERATURA		RESISTENCIA CORREGIDA Ω	TEMPERATURA	
	°C	K		°C	K
100.00	0	273.15	119.40	50	323.15
100.78	2	275.15	120.16	52	325.15
101.56	4	277.15	120.93	54	327.15
102.34	6	279.15	121.70	56	329.15
103.12	8	281.15	122.47	58	331.15
103.90	10	283.15	123.24	60	333.15
104.68	12	285.15	124.01	62	335.15
105.46	14	287.15	124.77	64	337.15
106.24	16	289.15	125.54	66	339.15
107.02	18	291.15	126.31	68	341.15
107.79	20	293.15	127.07	70	343.15
108.57	22	295.15	127.84	72	345.15
109.35	24	297.15	128.60	74	347.15
110.12	26	299.15	129.37	76	349.15
110.90	28	301.15	130.13	78	351.15
111.67	30	303.15	130.89	80	353.15
112.45	32	305.15	131.86	82	355.15
113.22	34	307.15	132.42	84	357.15
113.99	36	309.15	133.18	86	359.15
114.90	38	311.15	133.94	88	361.15
115.54	40	313.15	134.70	90	363.15
116.31	42	315.15	135.46	92	365.15
117.08	44	317.15	136.22	94	367.15
117.85	46	319.15	136.98	96	369.15
118.62	48	321.15	137.74	98	371.15

CONTINUACION

RESISTENCIA CORREGIDA Ω	TEMPERATURA		RESISTENCIA CORREGIDA Ω	TEMPERATURA	
	°C	K		°C	K
138.50	100	373.15	158.06	152	425.15
139.26	102	375.15	158.81	154	427.15
140.02	104	377.15	159.55	156	429.15
140.77	106	379.15	160.30	158	431.15
141.53	108	381.15	161.04	160	433.15
142.29	110	383.15	161.79	162	435.15
143.04	112	385.15	162.53	164	437.15
143.80	114	387.15	163.27	166	439.15
144.55	116	389.15	164.02	168	441.15
145.31	118	391.15	164.76	170	443.15
146.06	120	393.15	165.50	172	445.15
146.81	122	395.15	166.24	174	447.15
147.57	124	397.15	166.98	176	449.15
148.32	126	399.15	167.72	178	451.15
149.07	128	401.15	168.46	180	453.15
149.82	130	403.15	169.20	182	455.15
150.57	132	405.15	169.94	184	457.15
151.33	134	407.15	170.68	186	459.15
152.08	136	409.15	171.42	188	461.15
152.83	138	411.15	172.16	190	463.15
153.58	140	413.15	172.90	192	465.15
154.32	142	415.15	173.63	194	467.15
155.07	144	417.15	174.37	196	469.15
155.82	146	419.15	175.10	198	471.15
156.57	148	421.15	175.84	200	473.15
157.31	150	423.15			

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
4	30 min	EXPANSION DEL GAS PERFECTO-PROCESO ISOTERMICO	Termodinámica I

1. OBJETIVOS

- Determinar la relación de volúmenes de dos recipientes mediante un proceso de expansión isotérmico.
- Generar la curva Presión – Volumen.

2. METODO

- Experimentación mediante el uso del equipo TH5 PROCESOS DE EXPANSION DEL GAS PERFECTO, donde el recipiente para presión es llenado y se permite su estabilización, luego el aire fuga lentamente hacia el recipiente de vacío por medio de la válvula de aguja intermedia.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Dispositivo TH5 PROCESOS DE EXPANSIÓN DEL GAS PERFECTO.
- Programa de control de Armfield (TH5 EXPANSION DE UN GAS PEEFECTO).

4. MARCO TEORICO

4.1 Proceso isotérmico

Proceso isotérmico es el cambio de temperatura reversible en un sistema termodinámico, siendo dicho cambio de temperatura constante en todo el sistema. Al no haber cambio en la temperatura, se afirma que la variación en la energía interna es nulo $\Delta U = 0$.

El calor se transfiere muy lentamente, permitiendo que el gas se expanda realizando trabajo. Como la energía interna de un gas ideal sólo depende de la temperatura y ésta permanece constante en la expansión isoterma, el calor tomado del foco es igual al trabajo realizado por el gas: $Q = W$. Una curva isoterma es una línea que sobre un diagrama representa los valores sucesivos de las diversas variables de un sistema en un proceso isotermo.

Un ejemplo de este proceso es la compresión de un gas en un cilindro de manera muy lenta que prácticamente el gas permanece en equilibrio térmico, aunque la presión aumenta conforme disminuye el volumen, la temperatura se mantiene aproximadamente igual.

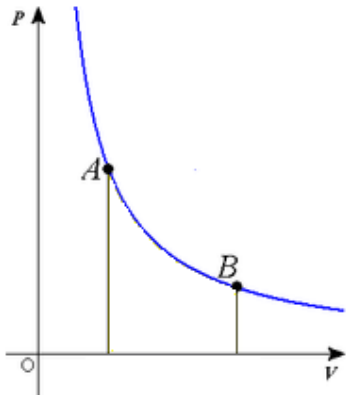


Fig. 4.1 Diagrama P-V de un proceso isotérmico ideal

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Inspeccionar que el equipo esté en óptimas condiciones para el trabajo.

- Como primer paso es necesario verificar que los dos recipientes estén a la presión atmosférica para lo cual se abren las válvulas V1 y V3 en la parte superior de los recipientes. Luego se cierran las válvulas para realizar el experimento.

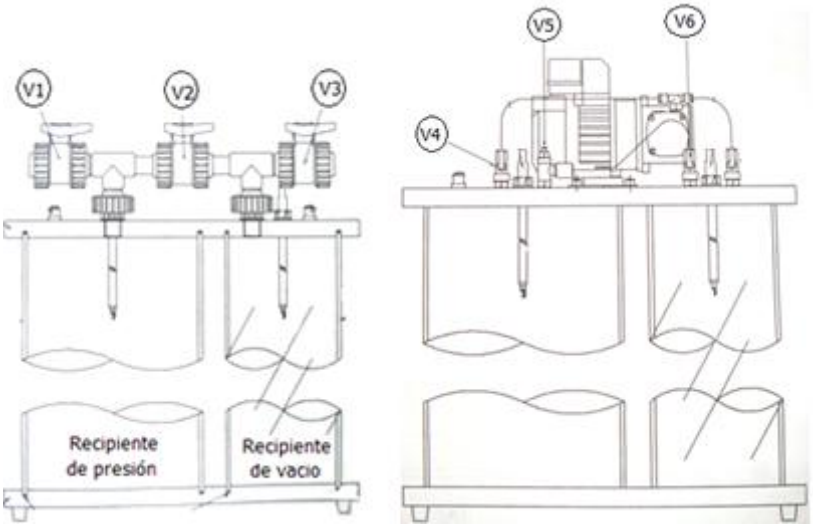


Fig.5.1 Numeración de las válvulas en el equipo TH5 PROCESOS DE EXPANSION DE GAS PERFECTO.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ En el menú **INICIO** y ubicado en el carpeta **ARMIFIELD THERMODYNAMICS SOFTWARE** abrimos el programa **TH5 EXPANSION OF A PERFECT GAS,** optando por el **ejercicio A**.

- ✓ En la casilla **ENTER THE ATMOSPHERIC PRESSSURE** ingresamos el valor de la presión atmosférica por medio del teclado. En Cuenca es 76.64 kPa.

- ✓ Encendemos el equipo por medio del interruptor ubicado en la parte frontal de la consola de control y verificamos que el display de control se encienda mostrando el valor 0 de presión.

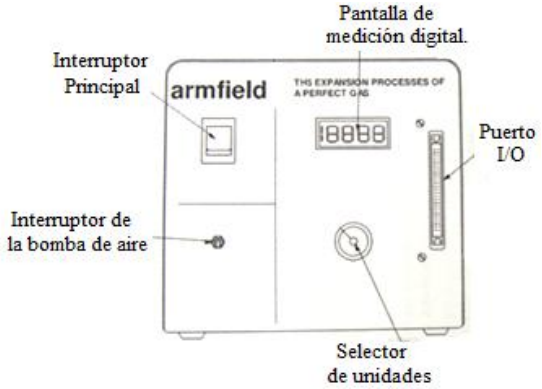


Fig.5.1 Partes de la consola TH5 PROCESOS DE EXPANSION DE GAS PERFECTO

- ✓ Cerrar las válvulas V1, V3 y V5 y abrir la válvula V4.

- ✓ Se enciende la bomba de aire por medio del interruptor ubicado en la bomba y se eleva el interruptor en el panel frontal (**AIR BOMB**) para que se puede mostrar el valor de la presión a la que se halla el recipiente.

- ✓ Cuando la presión alcance aproximadamente 30 kN/m^2 (leídos en la consola) se apaga la bomba de aire y se cierra la válvula V4.

- ✓ Esperar hasta el la presión dentro del recipiente se estabilice (la presión puede disminuir un poco mientras que el aire del recipiente iguala a la temperatura ambiente.)

- ✓ Se pulsa el botón GO para registrar la presión inicial Ps.

- ✓ Asegurarse que la válvula de aguja V5 esté totalmente cerrada y abrir la válvula V6.

- ✓ Abrir la válvula V5 lentamente para permitir el paso del aire del recipiente de presión hacia el recipiente de vacío.

- ✓ Ajustar la válvula V5 de tal manera que la presión disminuya un poco sin cambiar la temperatura de ninguno de los recipientes, en caso de que el flujo de aire sea demasiado rápido, se advertirá cambios en la temperatura T1 o T2 y por ende el ejercicio debe repetirse. Para el control de temperatura se debe ubicar al selector de unidades en Resistencia y verificar el valor mostrado en la tabla RELACIÓN RESISTENCIA-TEMPERATURA. (**Anexo 1**)

- ✓ Mientras la presión en el primer recipiente disminuye y aumenta en el recipiente de vacío, la válvula V5 puede ser abierta escasamente para reducir la duración del ejercicio.

- ✓ Estabilizados los dos recipientes en sus valores de presión y temperatura, se registran los valores finales de presión Pf pulsando  .

- ✓ Guardar el archivo de los resultados; el archivo se guardará en versión .VTS y para abrirlo se debe emplearse el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Determinar la relación de capacidad calorífica para cada una de las muestras tomadas en el ensayo, para ello considerar el siguiente cuadro de nomenclaturas.

Presión Atmosférica (absoluta)	$Patm$	N/m^2
Presión Inicial del primer recipiente (medida)	Ps	N/m^2
Presión Inicial del primer recipiente (absoluta)	$P1abs_s$	N/m^2
Vacío inicial del segundo recipiente (medida)	Vs	N/m^2
Presión inicial del segundo recipiente (absoluta)	$P2abs_s$	N/m^2
Presión Final de recipientes (medida)	Pf	N/m^2
Presión Final de recipientes (absoluta)	$P1abs_f$	N/m^2

- Cálculos a realizarse:

Presión Inicial del primer recipiente (absoluta)	$P1abs_s = Ps + Patm$
Presión inicial del segundo recipiente (absoluta)	$P2abs_s = Patm - Vs$
Presión Final de recipientes (medida)	$Pf = -Vf$
Presión Final de recipientes (absoluta)	$P1abs_f = Pf + Patm$
Relación de volúmenes	$\frac{Vol1}{Vol2} = \frac{P2abs_s - Pf}{Pf - P1abs_s}$

6.2 Elaborar la gráfica P – V con los datos obtenidos en el ensayo.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio y los valores calculados.

$Patm$	Ps	$P1abs_s$	Pf	$P2abs_s$	$P1abs_f$	Vf	Vs	$Vol1$	$Vol2$	**Relación de Volúmenes**

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la condición para que un proceso puede ser considerado como isotérmico?
2. ¿Cómo afectaría un paso rápido del aire de un recipiente a otro?
3. Explique el experimento de Clement y Desormes (alternativamente llamado de Shoemaker)

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

1. Primera ley de la termodinámica
2. Procesos isotérmicos.
3. Relación de volúmenes.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

ANEXO 1

DATA SHEET DE RELACION RESISTENCIA- TEMPERATURA

Temperatura ºC	Resistencia Ω	Temperatura ºC	Resistencia Ω
8	3777	30	1635
9	3650	31	1570
10	3525	32	1509
11	3403	33	1450
12	3285	34	1394
13	3169	35	1341
14	3055	36	1291
15	2945	37	1244
16	2838	38	1199
17	2733	39	1158
18	2632	40	1119
19	2533	41	1083
20	2437	42	1050
21	2344	43	1020
22	2253	44	993
23	2166	45	969
24	2082	50	890
25	2000		
26	1921		
27	1845		
28	1772		
29	1702		

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
5	30 min	EXPANSION DEL GAS PERFECTO-PROCESO ADIABATICO	Termodinámica I

1. OBJETIVOS

- Determinar la relación de capacidad calorífica mediante la curva Presión – Volumen.
- Analizar los resultados obtenidos, considerando las propiedades del aire.

2. METODO

- Experimentación por medio del empleo del equipo TH5 PROCESOS DE EXPANSION DEL GAS PERFECTO, lo cual implica un proceso de dos pasos. El primer paso consiste en la presurización del recipiente que luego será despresurizado mediante la apertura y el cierre intermitente de la válvula de bola ubicada en la parte superior del recipiente, un proceso adiabático y reversible. El segundo paso es el equilibrio térmico al cual se permite que llegue el volumen del gas dentro del recipiente, siendo este un proceso a volumen constante.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Dispositivo TH5 PROCESOS DE EXPANSIÓN DEL GAS PERFECTO.
- Programa de control de Armfield (TH5 EXPANSION DE UN GAS PEEFECTO).

4. MARCO TEORICO

4.2 Proceso adiabático

Un proceso adiabático es aquél en el cual el fluido no intercambia calor con su ambiente, si además es un proceso reversible es llamado PROCESO ISOÉNTROPICO. Este puede ser considerado como un ejemplo para un gas ideal. Al no ganarse o perderse nada de calor por el sistema se puede aplicar la primera ley de la termodinámica con Q = 0 indica que todos los cambios en la energía interna es la forma de trabajo.

Un proceso adiabático se obtiene generalmente rodea a todo el sistema con un material muy aislante, o por llevar a cabo el proceso tan rápido que no hay tiempo para una transferencia de calor significativa a tener lugar.

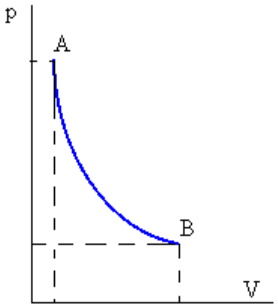


Fig. 4.1 Diagrama P-V de un proceso adiabático reversible ideal

4.2 Capacidad Calorífica o Calor específico

La capacidad calorífica o calor específico de un gas depende de su temperatura, sin embargo, considerando una sustancia pura, este calor se define además de la temperatura por medio de la presión y el volumen.

La relación de la capacidad calorífica a **presión constante Cp** y a **volumen constante Cv** genera la relación de capacidad calorífica o la **relación de calor específico** (γ).

$$\gamma = \frac{Cp}{Cv} = \frac{\ln P1abs_s - \ln P1abs_i}{\ln P1abs_s - \ln P1abs_f}$$

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Inspeccionar que el equipo esté en óptimas condiciones para el trabajo.

- Como primer paso es necesario verificar que los dos recipientes estén a la presión atmosférica para lo cual se abren las válvulas V1 y V3 en la parte superior de los recipientes. Luego se cierran las válvulas para realizar el experimento.

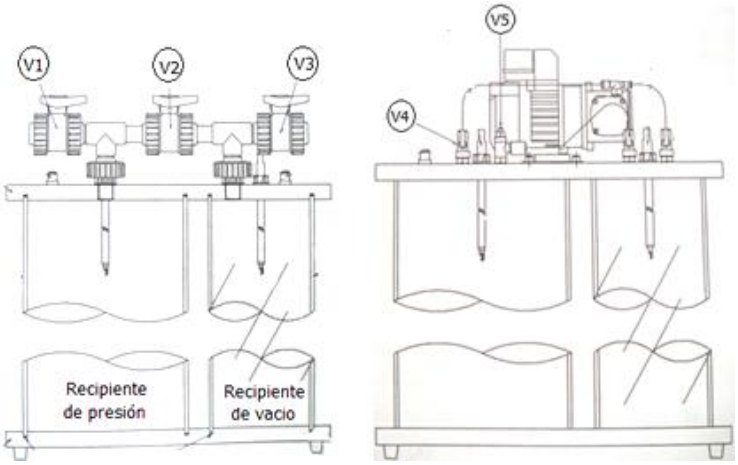


Fig.1 Numeración de las válvulas en el equipo TH5 PROCESOS DE EXPANSION DE GAS PERFECTO.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ En el menú **INICIO** y ubicado en el carpeta **ARMIFIELD THERMODYNAMICS SOFTWARE** abrimos el programa **TH5 EXPANSION OF A PERFECT GAS,** optando por el **ejercicio A**.

- ✓ En la casilla **ENTER THE ATMOSPHERIC PRESSSURE** ingresamos el valor de la presión atmosférica por medio del teclado. En Cuenca es 76.64 kPa.

- ✓ Encendemos el equipo por medio del interruptor ubicado en la parte frontal de la consola de control y verificamos que el display de control se encienda mostrando el valor 0 de presión.

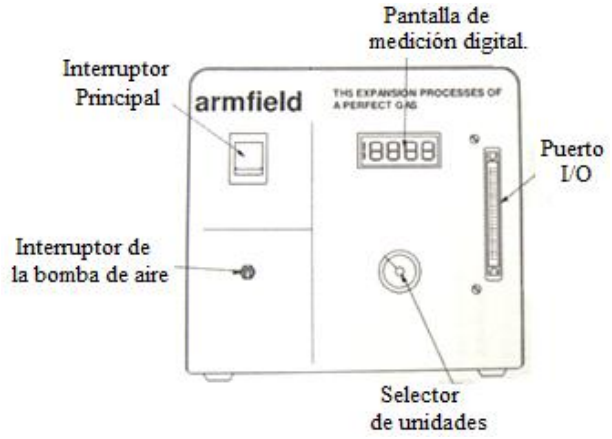


Fig.5.2 Partes del equipo TH5 PROCESOS DE EXPANSION DE GAS PERFECTO

- ✓ Cerrar las válvulas V1 y V3 y abrir la válvula V4.

- ✓ Se enciende la bomba de aire por medio del interruptor ubicado en la bomba y se eleva el interruptor en el panel frontal (**AIR BOMB**) para que se puede mostrar el valor de la presión a la que se halla el recipiente.

- ✓ Cuando la presión alcance aproximadamente 30 kN/m^2 (leídos en la consola) se apaga la bomba de aire y se cierra la válvula V4.

- ✓ Esperar hasta el la presión dentro del recipiente se estabilice (la presión puede disminuir un poco mientras que el aire del recipiente iguala a la temperatura ambiente.)

- ✓ Se pulsa el botón  para registrar la presión inicial.

- ✓ Abrir y cerrar la válvula V1 **rápidamente** para permitir el escape de una pequeña cantidad de aire del recipiente, luego permitir que la presión en el recipiente se estabilice.

- ✓ Pulsar nuevamente  para registrar el nuevo valor de la presión luego del escape del aire. Se abre y cierra **rápidamente** la válvula V1permitiendo que una pequeña cantidad de aire vuelva a escapar.

- ✓ Una vez se ha estabilizado el sistema se permite la estabilización del valor de la presión y se registra el valor final de la presión del recipiente pulsando  .

- ✓ Guardar el archivo de los resultados; el archivo se guardará en versión .VTS y para abrirlo se debe emplearse el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Determinar la relación de capacidad calorífica para cada una de las muestras tomadas en el ensayo, para ello considerar el siguiente cuadro de nomenclaturas.

Presión Atmosférica (absoluta)	$Patm$	N/m^2
Presión Inicial (medida)	$P1s$	N/m^2
Presión Inicial (absoluta)	$P1abs_s$	N/m^2
Presión Intermedia (medida)	Pi	N/m^2
Presión Intermedia (absoluta)	$P1abs_i$	N/m^2
Presión Final (medida)	Pf	N/m^2
Presión Final (absoluta)	$P1abs_f$	N/m^2

- Cálculos a realizarse:

Presión Inicial (absoluta)	$P1abs_s = Ps + Patm$
Presión Intermedia (absoluta)	$P1abs_i = Pi + Patm$
Presión Final (absoluta)	$P1abs_f = Pf + Patm$
Capacidad Calorífica	$\gamma = \frac{Cp}{Cv} = \frac{\ln P1abs_s - \ln P1abs_i}{\ln P1abs_s - \ln P1abs_f}$

6.2 Elaborar la gráfica P – V con los datos obtenidos en el ensayo.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio y los valores calculados.

$Patm$	$P1s$	$P1abs_s$	Pi	$P1abs_i$	Pf	$P1abs_f$	Cp	Cv	γ

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Por qué el proceso inicial de expansión puede considerarse adiabático y reversible?

2. ¿Cómo afectaría un cambio en la temperatura a la cual se realiza el ensayo?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Proceso de expansión de un gas perfecto.
   2. Fórmula para la expansión de un gas ideal.
   3. Capacidad calorífica molar Cp y Cv.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

ANEXO

DATA SHEET DE RELACION RESISTENCIA- TEMPERATURA

Temperatura ºC	Resistencia Ω	Temperatura ºC	Resistencia Ω
8	3777	30	1635
9	3650	31	1570
10	3525	32	1509
11	3403	33	1450
12	3285	34	1394
13	3169	35	1341
14	3055	36	1291
15	2945	37	1244
16	2838	38	1199
17	2733	39	1158
18	2632	40	1119
19	2533	41	1083
20	2437	42	1050
21	2344	43	1020
22	2253	44	993
23	2166	45	969
24	2082	50	890
25	2000		
26	1921		
27	1845		
28	1772		
29	1702		

3.3.8 Termodinámica II

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
1	40 min	CICLO DE REFRIGERACION POR COMPRESION DE VAPOR	Termodinámica II

1. OBJETIVOS

- Comprender el funcionamiento del sistema de refrigeración.
- Realizar los cálculos correspondientes a un ciclo de refrigeración real.
- Investigar el efecto del flujo de agua en un sistema de refrigeración a través del condensador y el evaporador así como el flujo de refrigerante.

2. METODO

- Operación del equipo de refrigeración RA1 para observar las características de un ciclo de refrigeración por compresión de vapor mediante el ajuste de parámetros como el flujo de agua en el condensador y el evaporador y el flujo de refrigerante de manera de determinar los cambios en la temperatura en el sistema.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de refrigeración RA1.
- Software de control.

4. MARCO TEORICO

4.1 Sistemas de refrigeración de compresión de vapor

Mediante energía mecánica se comprime un gas refrigerante. Al condensar, este gas emite el calor latente que antes, al evaporarse, había absorbido el mismo refrigerante a un nivel de temperatura inferior. Para mantener este ciclo se emplea energía mecánica, generalmente mediante energía eléctrica. Dependiendo de los costos de la electricidad, este proceso de refrigeración es muy costoso. Por otro lado, tomando en cuenta la eficiencia de las plantas termoeléctricas, solamente una tercera parte de la energía primaria es utilizada en el proceso. Además, los refrigerantes empleados hoy en día pertenecen al grupo de los fluoroclorocarbonos, que por un lado dañan la capa de ozono y por otro lado contribuyen al efecto invernadero.

Un ciclo simple frigorífico comprende cuatro procesos fundamentales, tales como regulación, evaporación, compresión y condensación.

A. La regulación

El ciclo de regulación ocurre entre el condensador y el evaporador, en efecto, el refrigerante líquido entra en el condensador a alta presión y a alta temperatura, y se dirige al evaporador a través del regulador.

La presión del líquido se reduce a la presión de evaporación cuando el líquido cruza el regulador, entonces la temperatura de saturación del refrigerante entra en el evaporador y será en este lugar donde se enfría.

Una parte del líquido se evapora cuando cruza el regulador con el objetivo de bajar la temperatura del refrigerante a la temperatura de evaporación.

B. La evaporación

En el evaporador, el líquido se vaporiza a presión y temperatura constantes gracias al calor latente suministrado por el refrigerante que cruza el espacio del evaporador. Todo el refrigerante se vaporizada completamente en el evaporador, y se recalienta al final del evaporador.

Aunque la temperatura del vapor aumenta un poco al final del evaporador debido al sobrecalentamiento, la presión se mantiene constante.

Aunque el vapor absorbe el calor del aire alrededor de la línea de aspiración, aumentando su temperatura y disminuyendo ligeramente su presión debido a las pérdidas de cargas a consecuencia de la fricción en la línea de aspiración, estos detalles no se tiene en cuenta cuando uno explica el funcionamiento de un ciclo de refrigeración normal.

C. La compresión

Por la acción del compresor, el vapor resultante de la evaporación es aspirado por el evaporador por la línea de aspiración hasta la entrada del compresor. En el compresor, la presión y la temperatura del vapor aumenta considerablemente gracias a la compresión, entonces al vapor a alta temperatura y a alta presión es devuelto por la línea de expulsión.

D. La condensación

El vapor atraviesa la línea de expulsión hacia el condensador donde libera el calor hacia el aire exterior. Una vez que el vapor ha prescindido de su calor adicional, su temperatura se reduce a su nueva temperatura de saturación que corresponde a su nueva presión. En la liberación de su calor, el vapor se condensa completamente y entonces es enfriado.

El líquido enfriado llega al regulador y está listo para un nuevo ciclo.

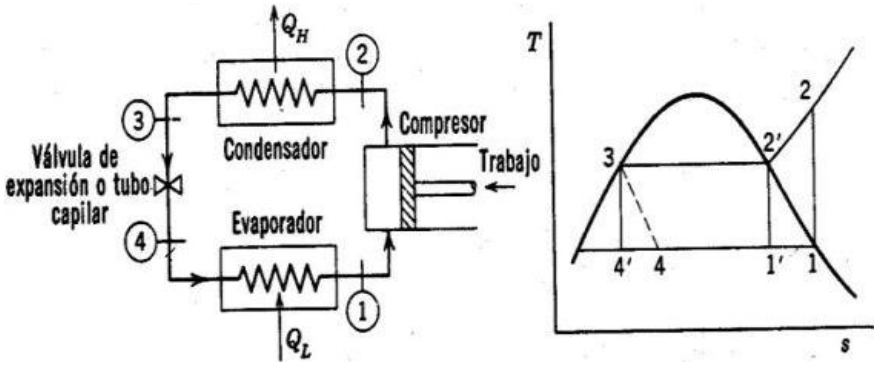


Fig. 4.1 Sistema de Refrigeración por compresión de vapor

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar la conexión del autotransformador a la consola de control del dispositivo.
- Inspeccionar que el tanque reservorio esté con la cantidad suficiente de agua.

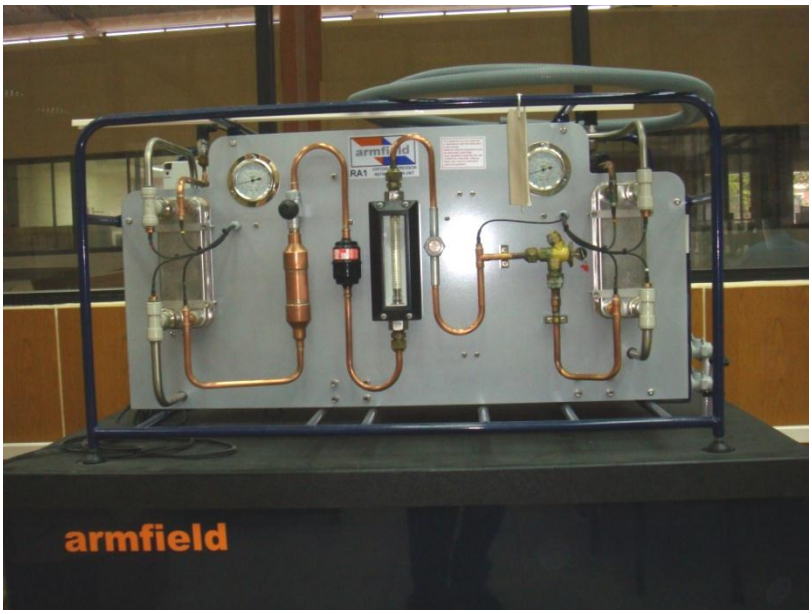


Fig. 5.1 Unidad de refrigeración RA1.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Ingresar al software **RA1 REFRIGERATION METRIC**.
- ✓ Encender el sistema mediante el pulso en POWER ON.

- ✓ Ajustar la velocidad de la bomba de agua del condensador en 50% y la velocidad de la bomba del evaporador en 70% en las casillas laterales a sus denominaciones.
- ✓ Verificar que exista flujo de agua a través del sistema, para ello se debe observar las casillas FM1 y FM2 en el diagrama.
- ✓ Encienda el motor del compresor mediante el botón MOTOR ON y ajuste en 80% dicha velocidad.
- ✓ Verificar que el refrigerante está fluyendo en el sistema mediante las casillas FM3 en el diagrama del equipo.
- ✓ Permitir que el sistema se estabilice hasta que se tengan presiones y temperaturas razonables, lo cual conlleva esperar 2 minutos.
- ✓ Tomar una muestra por medio del botón  . Abrir una nueva hoja de datos mediante el botón  .
- ✓ Ajustar la velocidad de la bomba de agua del condensador PUMP 1 al 100% y la bomba de agua del evaporador PUMP 2 al 70%. La velocidad del compresor se debe mantener a 80%.
- ✓ Esperar que el sistema se estabilice, aproximadamente 2 minutos, y tomar una muestra por medio del botón  .
- ✓ Reducir la velocidad de la bomba de agua del condensador en pasos de 5%, esperar que el sistema se estabilice y nuevamente tomar una muestra por medio del botón  . Realizar este proceso hasta que la temperatura en **T4 haya alcanzado los 60ºC**.
- ✓ Ajustar la velocidad de la bomba de agua del condensador al 50% y permitir que el sistema se estabilice.
- ✓ Abrir una nueva hoja de datos mediante el botón  .
- ✓ Ajustar la velocidad de la bomba de agua del condensador PUMP 1 al 50% y la bomba de agua del evaporador PUMP 2 al 100%. La velocidad del compresor se debe mantener a 80%.
- ✓ Esperar que el sistema se estabilice, aproximadamente 2 minutos, y tomar una muestra por medio del botón  .
- ✓ Reducir la velocidad de la bomba de agua del evaporador en pasos de 5%, esperar que el sistema se estabilice y nuevamente tomar una muestra por medio del botón  . Realizar este proceso hasta que la temperatura en **T7 haya alcanzado -1ºC**.

- ✓ Ajustar la velocidad de la bomba de agua del evaporador al 70% y esperar que el sistema se estabilice.
- ✓ Abrir una nueva hoja de datos mediante el botón .
- ✓ Mantener el ajuste de las velocidades de las bombas de agua y aumentar la velocidad del compresor al 100%.
- ✓ Esperar que el sistema se estabilice, aproximadamente 2 minutos, y tomar una muestra por medio del botón .
- ✓ Reducir la velocidad de la bomba de agua del compresor en pasos de 5%, esperar que el sistema se estabilice y nuevamente tomar una muestra por medio del botón . Realizar este proceso hasta que la velocidad del compresor sea **50%**.
- ✓ Una vez realizado el experimento se apaga el compresor pulsando MOTOR ON y el sistema mediante POWER ON.
- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

NOMENCLATURA	SIMBOLOGIA	UNIDAD
Flujo de refrigerante	**R**	l/h
Caudal (agua y refrigerante)	**Q**	l/min
Eficiencia isoentrópica del compresor	η_c	%
Coeficiente de desempeño	**COPc**	
Coeficiente de desempeño de la bomba del compresor	**COPbc**	
Calor emitido	**Qi**	W
Calor absorbido	**Qh**	W
Trabajo del motor	$\dot{w}$	W
Entalpias	**h**	kJ/kg
Flujo másico del refrigerante	$\dot{m}$	kg/s

Algunos de las fórmulas y constantes necesarias para este ejercicio son:

Flujo másico del refrigerante	$\dot{m} = \frac{\left(\frac{R}{60}\right)}{60} \times \rho$	kg/s
Calor emitido	$\dot{Q}_L = \dot{m}(h_1 - h_4)$	W
Calor absorbido	$\dot{Q}_h = \dot{m}(h_2 - h_3)$	W
Trabajo del motor	$\dot{w}_{entrada} = \dot{m}(h_2 - h_1)$	W
Coeficiente de desempeño del compresor	$COPc = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{w}_{entrada}}$	
Coeficiente de desempeño de la bomba del compresor	$COPbc = \frac{\dot{Q}_H}{\dot{w}_{neto}} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1}$	
Eficiencia isoentrópica del compresor	$\eta_C = \frac{h_{2S} - h_3}{h_2 - h_1} \times 100$	%

CONSTANTE	MEDIDA	UNIDAD
Densidad del refrigerante	$\rho = 1.203$	kg/l

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados del cálculo :

Q_{agua}	$Q_{refrigerante}$	$\dot{Q}_L$	$\dot{Q}_H$	$\dot{w}_{entrada}$	n_C	$COPc$	$COPbc$

7.2 Realizar el gráfico de **TEMPERATURA vs ENTROPIA** de los ciclos de refrigeración que se han demostrado en la práctica.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuál sería el efecto de cambiar el flujo de agua ya sea en el evaporador o en el condensador? ¿Cómo afecta al sistema el cambio en el flujo del refrigerante?

2. ¿Qué nos indica el coeficiente de desempeño COP?

3. ¿De qué manera influyen las propiedades del refrigerante en el cálculo del sistema de refrigeración por compresión de vapor?

4. ¿El ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor incluye irreversibilidad alguna?

5. ¿Por qué la válvula de estrangulación no se sustituye por una turbina isentrópica en el ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor.
   2. Coeficiente de desempeño.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
2	40 min	CARTA PSICOMÉTRICA	Termodinámica II

1. OBJETIVOS

- Investigar y comprender el uso de la carta psicométrica, la humedad relativa medida y el efecto de la temperatura sobre esta.

2. METODO

- Análisis del cambio de las condiciones del aire entrante en el ducto mientras se observan los cambios en la humedad relativa, temperatura y tasa de humedad usando cartas psicométricas y cálculos computarizados.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de Aire acondicionado RA2.
- Software de control.

4. MARCO TEORICO

4.1 Cartas Psicométricas

Las cartas psicométricas son gráficas vapor de agua- aire que relacionan la temperatura de bulbo seco del agua líquida con la temperatura de bulbo húmedo, las libras de agua por libras de aire seco, el calor sensible de la mezcla, la entalpia de saturación, la humedad relativa. Son graficas fáciles de leer e interpretar.

Ofrecen una gran precisión, ya que sus valores son de hasta cuatro decimales; sin embargo, en la mayoría de los casos, no se requiere tanta precisión; y con el uso de la carta psicométrica, se puede ahorrar mucho tiempo y cálculos.

La carta psicométrica puede basarse en datos obtenidos a la presión atmosférica normal al nivel del mar, o puede estar basada en presiones menores que la atmosférica, o sea, para sitios a mayores alturas sobre el nivel del mar.

Existen muchos tipos de cartas psicométricas, cada una con sus propias ventajas. Algunas se hacen para el rango de bajas temperaturas, algunas para el rango de media temperatura y otras para el rango de alta temperatura. A algunas de las cartas psicométricas se les amplía su longitud y se recorta su altura; mientras que otras son más altas que anchas y otras tienen forma

de triángulo. Todas tienen básicamente la misma función; y la carta a usar, deberá seleccionarse para el rango de temperaturas y el tipo de aplicación.

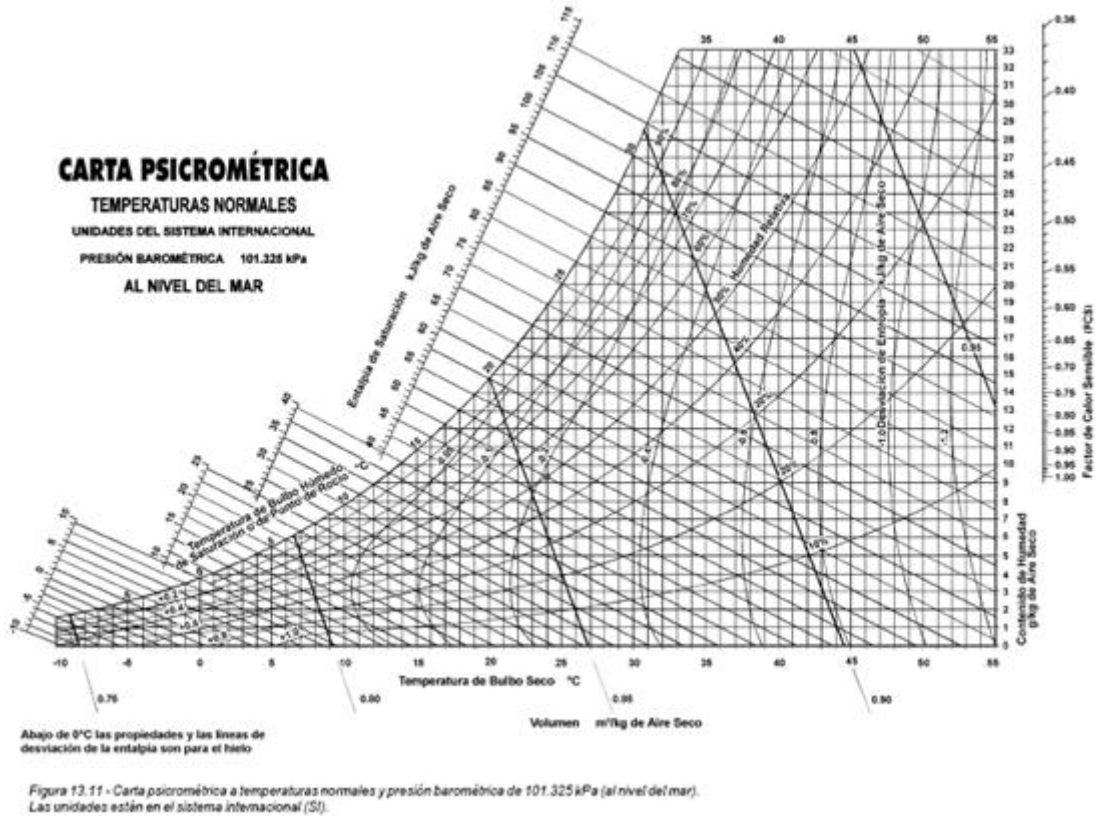


Figura 13.11 - Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI).

Fig. 4.1 Carta psicométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI).

En una carta psicométrica se encuentran todas las propiedades del aire, de las cuales las de mayor importancia son las siguientes:

h. Temperatura de bulbo seco (bs).
i. Temperatura de bulbo húmedo (bh).
j. Temperatura de punto de rocío (pr).
k. Humedad relativa (hr).
l. Humedad absoluta (ha).
m. Entalpía (h).
n. Volumen específico.

4.2 Humedad Relativa

La humedad relativa (hr), es un término utilizado para expresar la cantidad de humedad en una muestra dada de aire, en comparación con la cantidad de humedad que el aire tendría, estando totalmente saturado y a la misma temperatura de la muestra. Una definición más técnica de la humedad relativa, sería la relación de la fracción mol del vapor de agua presente en el aire, con

la fracción mol del vapor de agua presente en el aire saturado, a la misma temperatura y presión. La humedad relativa se expresa en porcentaje.

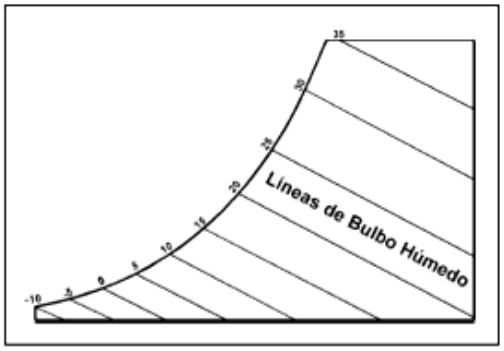
4.4 Humedad Absoluta

El término "humedad absoluta" (ha), se refiere al peso del vapor de agua por unidad de volumen. Esta unidad de volumen, generalmente es un espacio de un metro cúbico (o un pie cúbico). En este espacio, normalmente hay aire también, aunque no necesariamente.

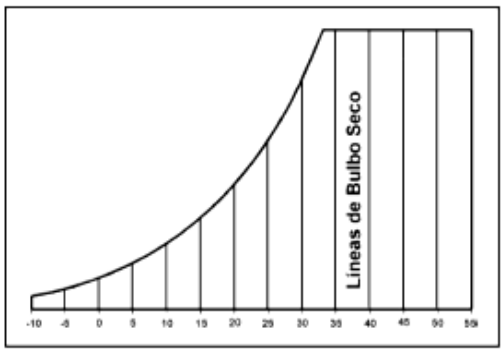
La humedad relativa está basada en la humedad absoluta, bajo las condiciones establecidas; es decir, la humedad relativa es una comparación con la humedad absoluta a la misma temperatura, si el vapor de agua está saturado. Tanto la humedad absoluta, como la relativa, están basadas en el peso del vapor de agua en un volumen dado.

4.5 Punto de Rocío

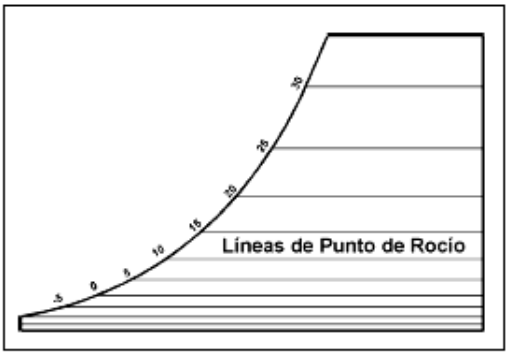
El punto de rocío se define como: la temperatura debajo de la cual el vapor de agua en el aire, comienza a condensarse. También es el punto de 100% de humedad. La humedad relativa de una muestra de aire, puede determinarse por su punto de rocío. Existen varios métodos para determinar la temperatura del punto de rocío.



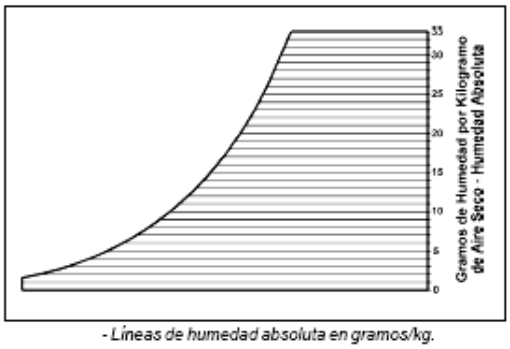
- Líneas de temperatura de bulbo húmedo °C.



- Líneas de temperatura de bulbo seco °C.



- Líneas de temperatura de punto de rocío °C.



- Líneas de humedad absoluta en gramos/kg.

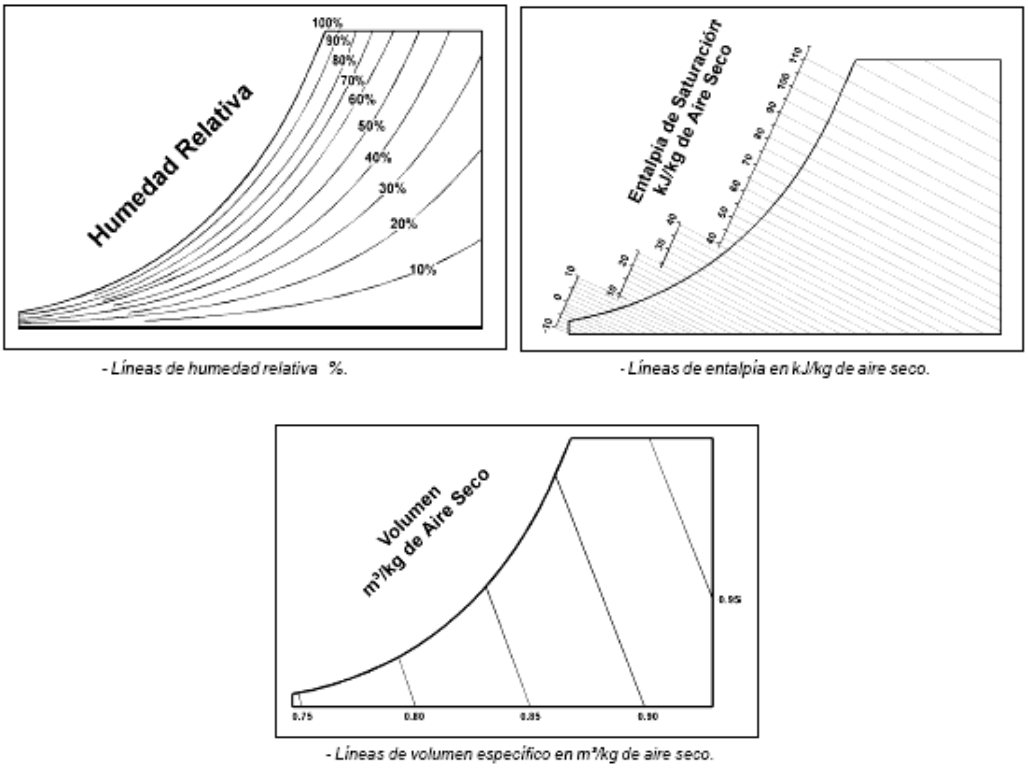


Fig. 4.2Líneas de las variables en una carta psicométrica.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que la RCD esté en la posición superior.
- Verificar que la alimentación eléctrica esté conectada adecuadamente en la parte posterior de la unidad de servicio a la red de 220 V.

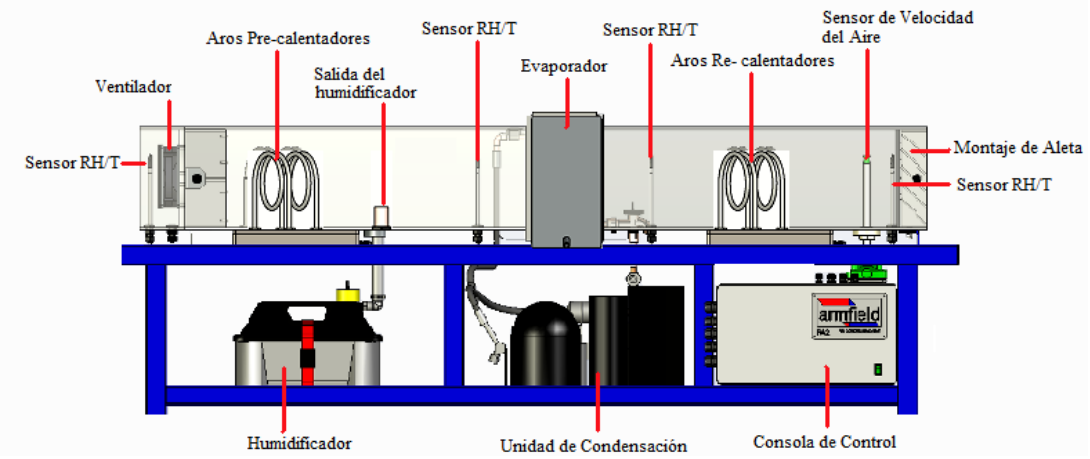


Fig. 5.1 Unidad de Aire Acondicionado RA2.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Encienda el equipo desde el botón verde ubicado en la parte inferior frontal de la caja receptora de señales y conecte el cable USB desde el equipo hasta la computadora.
- ✓ Ingrese al programa de control RA2 AIR CONDITIONING UNIT y se elige el **ejercicio A CARTAS PSICOMETRICAS** (PSICOMETRIC CHARTS).
- ✓ Se ajusta el controlador PID1 que controla T2 a 28ºC, el controlador PID3 que controla T4 a 20 ºC.
- ✓ Pulsar POWER ON para encender el sistema y el botón FAN ON para encender el ventilador y en la casilla lateral se ajusta el porcentaje de velocidad de giro del ventilador al 40%.
- ✓ Verificar que el diagrama de control en la pantalla principal este cambiado de rojo a gris en la sección de precalentamiento. De igual manera, verificar que los sensores de velocidad incrementen su valor.
- ✓ Ajustar el muestreo en modo AUTOMATICO cada 10 segundos. Esperar que el sistema se estabilice aproximadamente por 10 minutos y comenzar el muestreo por medio del botón 

.
- ✓ Una vez realizado el experimento se apaga el ventilador pulsando FAN ON y el sistema mediante POWER ON.
- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Estimar la entalpia, la humedad relativa y absoluta y el volumen específico en cada punto de control.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados de con la carta psicométrica:

PUNTO DE CONTROL 1							PUNTO DE CONTROL 2						
T_1	hr_1	ha_1	h_1	pr_1	bs_1	V_1	T_2	hr_2	ha_2	h_2	pr_2	bs_2	V_2

PUNTO DE CONTROL 3							PUNTO DE CONTROL 4						
T_3	hr_3	ha_3	h_3	pr_3	bs_3	V_3	T_4	hr_4	ha_4	h_4	pr_4	bs_4	V_4

7.2 Realizar el gráfico de la ubicación de los puntos medidos en la carta psicométrica.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Considerando la carta psicométrica para el aire saturado, por qué las líneas de bulbo húmedo y punto de rocío son las mismas?

2. ¿Por qué las líneas de temperatura de bulbo húmedo constante en algunas gráficas se emplean como líneas de entalpía constante?

3. ¿Qué implica cualquier desviación de la línea horizontal de una carta psicométrica?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Psicometría.
   2. Características y estructura de la carta psicométrica.
   3. Lectura de la carta psicométrica.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
3	40 min	ENFRIAMIENTO POR DESHUMIDIFICACION	Termodinámica II

1. OBJETIVOS

- Investigar los efectos de enfriar el aire mediante deshumidificación.

2. METODO

- Enfriamiento del aire ingresado en el ducto por medio de la extracción de la humedad contenida empleando para ello la unidad de enfriamiento.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de Aire acondicionado RA2.
- Software de control.

4. MARCO TEORICO

4.1 Aire Acondicionado

El acondicionamiento de aire es un proceso de tratamiento que controla el ambiente interior de una vivienda o local: en verano mediante la refrigeración y en invierno con la calefacción. Cuando se cubren ambos servicios se habla de climatización.

4.2 Principio de Funcionamiento

El funcionamiento del acondicionador de aire está sometido a tres leyes naturales:

1.ra Ley._ El calor se mueve siempre desde el objeto más caliente hacia el objeto más frío. El calor es una forma de energía; la temperatura es una medida para su intensidad.

2.da Ley._ Para convertir un líquido en vapor es necesario calor. Si, por ejemplo, el agua hierve sobre un quemador, absorbe una gran cantidad de calor sin que varíe su temperatura al evaporarse. Si, por el contrario, se extrae calor del vapor, entonces el vapor se condensa y se convierte en líquido.

La temperatura a la cual el agua hierve, o el vapor de agua se condensa, depende de la presión. Al aumentar la presión aumenta la temperatura de ebullición.

3.ra Ley._ Al comprimir un gas, aumenta su temperatura y su presión.

El ciclo fundamental de refrigeración en el que encuentran aplicación las citadas leyes se efectúa en la siguiente forma:

a) El agente frigorífico líquido absorbe calor del medio ambiente al evaporarse (1ª y 2ª leyes).

b) El vapor caliente es comprimido y alcanza una temperatura superior a la del aire del medio ambiente (3ª ley).

c) El aire del medio ambiente (que está más frío) absorbe calor y condensa el vapor convirtiéndolo en líquido (1ª y 3ª leyes).

d) El líquido fluye hacia el punto de partida del ciclo y se vuelve a utilizar.

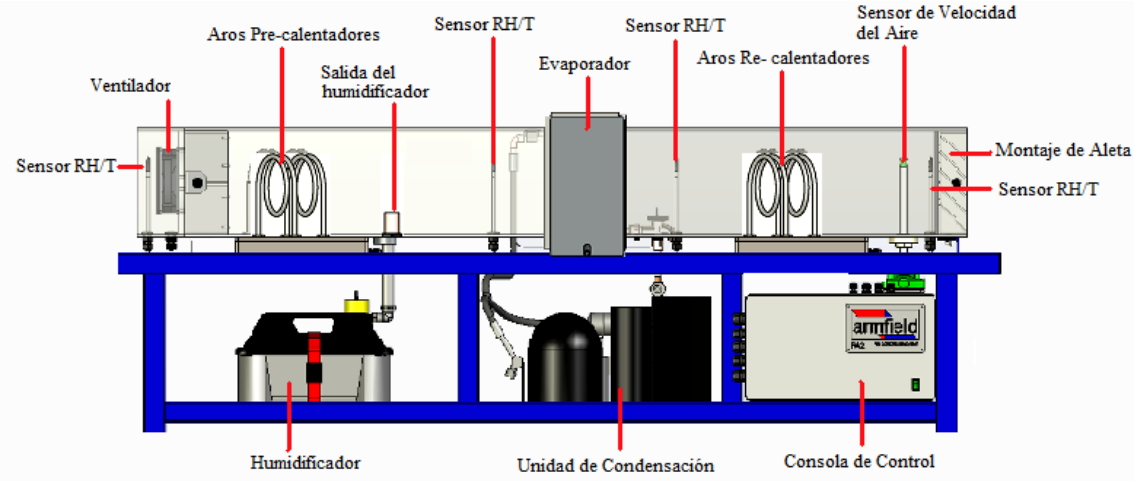


Fig. 4.1 Partes de la Unidad e Aire AcondicionadoRA2.

4.3 Enfriamiento por deshumidificación

La combinación de enfriamiento y deshumidificación, se encuentra en prácticamente todos los sistemas de aire acondicionado. La deshumidificación misma, no puede llevarse a cabo por la refrigeración mecánica, sin remover también el calor sensible. Si solamente se desea deshumidificar individualmente, entonces deben utilizarse de-secantes químicos.

La deshumidificación es la remoción del vapor de agua presente en el aire. La cantidad del vapor de agua, presente dentro de una zona ocupada, variará dependiendo del número de personas presentes y de su actividad, la condición del aire exterior, la estructura del edificio y la cantidad de infiltración. Al enfriamiento y deshumidificación del aire para confort humano, se le conoce comúnmente como aire acondicionado. Esto no es totalmente correcto, ya que el término "aire acondicionado" se refiere a cualquier o todas las fases de enfriar, calentar, ventilar, filtrar, distribuir, etc., el aire, para que cumpla los requerimientos del espacio acondicionado.

El enfriamiento y deshumidificación del aire es la fase del aire acondicionado que normalmente requiere el uso de un equipo de refrigeración mecánica para poder producir el enfriamiento y la deshumidificación requeridos.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que la RCD esté en la posición superior.
- Verificar que la alimentación eléctrica esté conectada adecuadamente en la parte posterior de la unidad de servicio a la red de 220 V.



Fig. 5.1 Unidad de Aire Acondicionado RA2.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Encienda el equipo desde el botón verde ubicado en la parte inferior frontal de la caja receptora de señales y conecte el cable USB desde el equipo hasta la computadora.
- ✓ Ingrese al programa de control RA2 AIR CONDITIONING UNIT y se elige el **ejercicio C ENFRIAMIENTO CON DESHUMIDIFICACION** (COOLING WITH DESHUMIDIFICATION).
- ✓ Pulsar POWER ON para encender el sistema y el botón FAN ON se ajusta el porcentaje de velocidad de giro del ventilador al 40% y se enciende el evaporador (COOLING ON).
- ✓ Para ayudar al sistema a llegar a la condición necesaria para el ejercicio a realizarse se enciende FULL POWER, lo cual encenderá la caldera hasta que se dé la ebullición del agua y el vapor sea visible en la salida de la caldera (sección de ingreso de aire).
- ✓ Ajustar la caldera al 25% de funcionamiento mediante el control PID del software y esperar que el sistema se estabilice, aproximadamente 10 minutos.

- ✓ Ajustar el muestreo en modo AUTOMATICO cada 10 segundos por un tiempo de 5 minutos. Tomar una muestra por medio del botón  . Se abre una nueva hoja de datos mediante el botón  .

- ✓ Elevar el funcionamiento de la caldera hasta el 50%, nuevamente se espera la estabilización del sistema y se muestrea.

- ✓ Una vez realizado el experimento se apaga el ventilador pulsando FAN ON y el sistema mediante POWER ON.

- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Algunos de las fórmulas y constantes necesarias para este ejercicio son:

Nomenclatura	Simbología	Unidad
Presión de vapor de agua	P_v	kPa
Presión de aire seco	P_a	kPa
Presión de saturación a la temperatura de análisis	P_g	kPa
Entalpía	h	kJ/kg
Humedad relativa	Φ	%
Temperatura	T	ºC
Volumen	V	m^3/kg
Flujo másico	$\dot{m}$	kg/min
Calor de salida		kJ/min

Constante	Valor	Unidad
Constante del aire	$C_p = 1.005$	kJ/kg ºC

Humedad específica	$\omega = \frac{0.622 P_v}{P - P_V}$	kg vapor de agua/kg de aire seco
Humedad relativa	$\phi = \frac{P_v}{P_g}$	%
Entalpía	$h = Cp * T$	kJ/kg
Volumen	$V = \frac{R * T}{P}$	m^3/kg
Balance de masa del agua	$\dot{m}_w = \dot{m}_a(\omega_1 - \omega_2)$	kg/min
Calor de salida	$\dot{Q}_{sal} = \dot{m}(h_1 - h_2) - \dot{m}_w h_w$	kJ/min

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados del cálculo :

ω	ϕ	h_1	h_2	h_3	h_4	P_v	P	V	$\dot{m}_w$	$\dot{Q}_{sal}$

7.2 Determinar las tasas de eliminación de calor del sistema.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cómo afecta el vapor de agua contenido en el aire que es enfriado?

2. ¿El vapor de agua puede tratarse como gas ideal? ¿Por qué?

3. ¿Cómo afecta el cambio en el valor de los caudales de agua fría y caliente en la transferencia de calor? ¿Influye de alguna manera el número de tubos?

4. ¿Cuál es la diferencia entre un aparato de aire acondicionado y un climatizador?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

    1. Aire acondicionado con enfriamiento y deshumidificación.
    2. Aplicaciones del proceso.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

    1. Tema.
    2. Objetivos.
    3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
    4. Procedimiento de la práctica.
    5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
    6. Análisis de resultados.
    7. Conclusiones.
    8. Bibliografía.
    9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
4	60 min	HUMIDIFICACION	Termodinámica II

1. OBJETIVOS

- Investigar la humidificación del aire y el efecto del contenido de vapor y temperatura en la humead relativa.

2. METODO

- Humidificación del aire por medio del ingreso de vapor de agua usando el humidificador del equipo para calentar el aire y poder investigar el efecto del calentamiento considerando el balance energía y masa en el sistema humidificado.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Unidad de Aire acondicionado RA2.
- Software de control.

4. MARCO TEORICO

4.1 Aire Acondicionado

El acondicionamiento de aire es un proceso de tratamiento que controla el ambiente interior de una vivienda o local: en verano mediante la refrigeración y en invierno con la calefacción. Cuando se cubren ambos servicios se habla de climatización.

4.2 Principio de Funcionamiento

El funcionamiento del acondicionador de aire está sometido a tres leyes naturales:

1.ra Ley._ El calor se mueve siempre desde el objeto más caliente hacia el objeto más frío. El calor es una forma de energía; la temperatura es una medida para su intensidad.

2.da Ley._ Para convertir un líquido en vapor es necesario calor. Si, por ejemplo, el agua hierve sobre un quemador, absorbe una gran cantidad de calor sin que varíe su temperatura al evaporarse. Si, por el contrario, se extrae calor del vapor, entonces el vapor se condensa y se convierte en líquido.

La temperatura a la cual el agua hierve, o el vapor de agua se condensa, depende de la presión. Al aumentar la presión aumenta la temperatura de ebullición.

3.ra Ley._ Al comprimir un gas, aumenta su temperatura y su presión.

El ciclo fundamental de refrigeración en el que encuentran aplicación las citadas leyes se efectúa en la siguiente forma:

5. El agente frigorífico líquido absorbe calor del medio ambiente al evaporarse (1ª y 2ª leyes)
6. El vapor caliente es comprimido y alcanza una temperatura superior a la del aire del medio ambiente (3ª ley).

7. El aire del medio ambiente (que está más frío) absorbe calor y condensa el vapor convirtiéndolo en líquido (1ª y 3ª leyes).

El líquido fluye hacia el punto de partida del ciclo y se vuelve a utilizar.

4.2 Humidificación

El acondicionamiento de aire o humidificación es la operación unitaria que tiene como objetivo modificar las condiciones de humedad y temperatura de una corriente de aire, por interacción con una corriente de agua. Se transfiere agua y energía calorífica de una a otra corriente, es decir, agrega humedad al aire a tratar.

Se podría decir que ocurre un cambio de materia y de energía a la vez, ya que existe pérdida o ganancia de calor (energía) en el agua , pero también un cambio de materia porque lo que entra es aire, pero lo que sale es vapor de agua(aire húmedo) o viceversa.

No obstante, la humedad ejerce una poderosa influencia sobre los factores ambientales y fisiológicos. Unos niveles inadecuados de humedad (tanto muy altos como muy bajos) pueden causar incomodidad a las personas y pueden dañar muchos tipos de equipos y materiales. El tipo adecuado de equipamiento de humidificación puede ayudar a conseguir un control de la humedad eficaz, económico y sin problemas.

El aire seco puede producir un gran número de problemas, todos ellos costosos, molestos e incluso peligrosos, especialmente si procesa o maneja materiales higroscópicos como madera, papel, fibras textiles, piel o productos químicos. El aire seco o la humedad fluctuante pueden ser causa de problemas graves de producción o de deterioro de los materiales. El aire seco también puede influir negativamente en los materiales higroscópicos de museos, escuelas, bancos, iglesias y edificios de oficinas.

En condiciones atmosféricas secas, la electricidad estática puede interferir en el funcionamiento adecuado de la maquinaria de producción, de los equipos informáticos y de otros dispositivos de la oficina. Donde se manipulan materiales con tendencia a acumular estática, como papel, películas, discos informáticos y otros plásticos, el aire seco agrava el problema de la estática. En entornos donde pueden producirse explosiones, el aire seco y la electricidad estática resultante pueden ser extremadamente peligrosos.

A grandes rasgos, el proceso que tiene lugar en la operación de humidificación es el siguiente:

- Una corriente de agua caliente o vapor se pone en contacto con una de aire seco (o con bajo contenido en humedad), normalmente aire atmosférico.
- Parte del agua se evapora, enfriándose así la interfase.
- El seno del líquido cede entonces calor a la interfase, y por lo tanto se enfría.
- A su vez, el agua evaporada en la interfase se transfiere al aire, por lo que se humidifica.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

➢ Verificar que la RCD esté en la posición superior.

➢ Verificar que la alimentación eléctrica esté conectada adecuadamente en la parte posterior de la unidad de servicio a la red de 220 V.

➢ Inspeccionar que el humidificador posea la cantidad de agua suficiente.

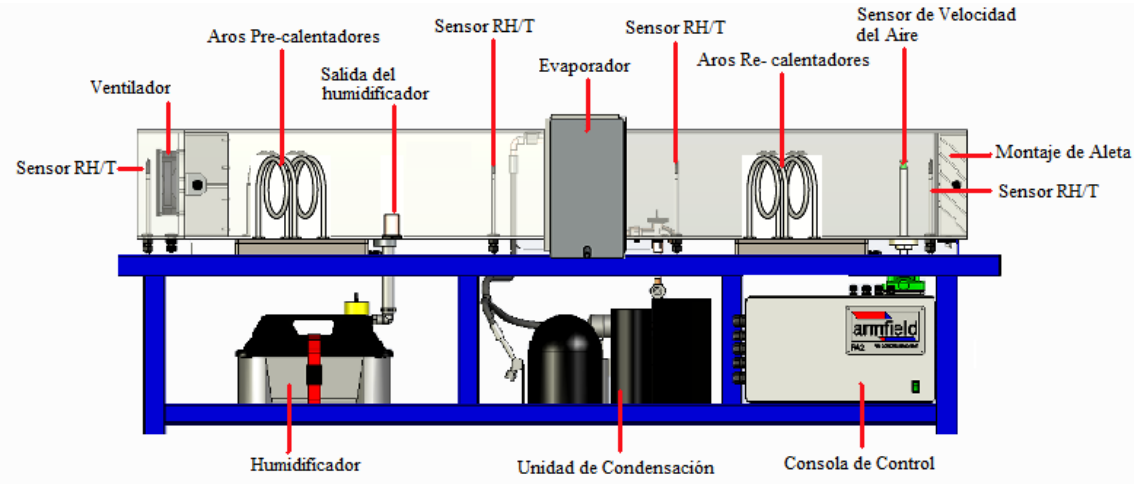


Fig. 5.1 Partes de la Unidad de Aire Acondicionado RA2.

5.2 PROCEDIMIENTO

✓ Encienda el equipo desde el botón verde ubicado en la parte inferior frontal de la caja receptora de señales y conecte el cable USB desde el equipo hasta la computadora.

✓ Ingrese al programa de control RA2 AIR CONDITIONING UNIT y se elige el **ejercicio D HUMIDIFICACION** (HUMIDIFICATION).

✓ Pulsar POWER ON para encender el sistema y el botón FAN ON para encender el ventilador y en la casilla lateral se ajusta el porcentaje de velocidad de giro del ventilador al 40%.

- ✓ Seleccionar el control PID del humidificador y optar por manejarlo en control MANUAL. Ajustar el valor al 100%.
- ✓ Presionar el botón FULL POWER para permitir que el humidificador caliente el agua de manera más rápida.
- ✓ Verificar que el diagrama de control en la pantalla principal este cambiado de rojo a gris en la figura del humidificador. De igual manera, verificar que los sensores de velocidad incrementen su valor.
- ✓ Reducir la capacidad del humidificador al 40% apenas se presente vapor en la sección de precalentamiento.
- ✓ Permitir que el sistema se estabilice durante 10 minutos.
- ✓ Ajustar el muestreo en modo AUTOMATICO cada 10 segundos y pulsar el botón para tomar una serie de datos. Abrir una nueva hoja de datos mediante el botón .
- ✓ Repetir la reducción secuencial de la capacidad del humidificador al 30% y 20% repitiendo el proceso de muestreo.
- ✓ Abrir una nueva hoja de datos mediante el botón y ajustar la potencia del humidificador al 40% nuevamente y en el controlador PID de los aros pre calentadores ingresar el valor del 50% de capacidad.
- ✓ Permitir la estabilización del sistema durante 10 minutos y pulsar el botón para tomar una serie de datos.
- ✓ Ajustar el humidificador al 100% y esperar que el sistema se estabilice durante 10 minutos y luego pulsar el botón para tomar una serie de datos.
- ✓ Una vez realizado el experimento se apaga el ventilador pulsando FAN ON y el sistema mediante POWER ON.
- ✓ Para la exportación de datos, se guardan el archivo de los resultados que luego debe ser abierto con el programa EXCEL donde se podrán contar con los valores obtenidos durante la práctica para su posterior manejo.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Estimar la entalpia, la humedad relativa y absoluta y el volumen específico en cada punto de control.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Llenar la siguiente tabla con los resultados de con la carta psicométrica:

PUNTO DE CONTROL 1							PUNTO DE CONTROL 2						
T_1	hr_1	ha_1	h_1	pr_1	bs_1	V_1	T_2	hr_2	ha_2	h_2	pr_2	bs_2	V_2
PUNTO DE CONTROL 3							PUNTO DE CONTROL 4						
T_3	hr_3	ha_3	h_3	pr_3	bs_3	V_3	T_4	hr_4	ha_4	h_4	pr_4	bs_4	V_4

7.2 Determinar las tasas de suministro de calor en la sección de calentamiento y la tasa de flujo másico de vapor que se requiere para la humidificación

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Considerando la carta psicométrica para el aire saturado, por qué las líneas de calentamiento y enfriamiento simples se muestran como una línea horizontal?

2. ¿Cómo afectan las dimensiones de los ductos en un proceso de aire acondicionado y humidificación?

3. ¿Cómo cambian la humedad relativa y específica en un proceso de calentamiento por humidificación?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

1. Psicometría.
2. Características y estructura de la carta psicométrica.
3. Lectura de la carta psicométrica.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

3.3.9 Automatismos I

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
1	480 min	CIRCUITOS DE NEUMÁTICA	Automatismos I

1. OBJETIVOS

- Diseñar circuitos neumáticos donde se empleen diversos elementos como cilindros y válvulas con regulación de caudal.
- Elaborar el diagrama POSICIÓN-FASE de cada uno de los cilindros empleados en los circuitos que se han diseñado previamente.

2. METODO

- Mediante la aplicación de los principios teóricos que rigen en la neumática, el empleo de elementos neumáticos y software de simulación, el estudiante puede diseñar y armar físicamente circuitos de automatización utilizando cilindros de simple y doble efecto.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Según los elementos disponibles en el laboratorio y los requerimientos del circuito.

4. MARCO TEORICO

Se debe tener en consideración los distintos conceptos a desarrollar dentro de la materia, tales como fuerza, presión y caudal. De igual manera, las distintas válvulas neumáticas, sus características y aplicaciones.

Se recomiendan considerar los siguientes textos:

- SERRANO NICOLAS Antonio, "OLEOHIDRAULICA", McGraw-Hill. Madrid. 2002.
- NORGREN, "PRACTICAS DE NEUMÁTICA."
- PELAEZ VARA Jesús, "NEUMÁTICA INDUSTRIAL", Cie Dossit 2000, Madrid, 2002.
- HASEBRINK, J. P.; KOBLE, "TECNICA DEL MANDO AUTOMÁTICO 1: INICIACIÓN AL MANDO NEUMÁTICO- ELECTRO NEUMÁTICO", Manual de Festo Didactic. FESTO. Berkheim. 1974
- CARNECIER ROYO Enrique, "Aire comprimido: teoría y cálculo de las instalaciones",. Edit. Gustavo Gili. Barcelona. 1977.
- SMC INTERNATIONAL TRAINING, "NEUMATICA". Paraninfo Thomson Editores. Madrid. 2000.
- ROCA RAVELL, FELIP. "Oleohidráulica básica: diseño de circuitos", Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona. 2000.

5. DESARROLLO

5.3 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que se posea el mandil de trabajo y gafas de protección.
- Verificar que la alimentación de aire este debidamente conectada a la red de aire comprimido y que la presión de trabajo de la unidad de mantenimiento sea 5 Bar.

5.4 PROCEDIMIENTO

a. Actividad Nº 1: Listado de elementos.

- **Objetivo**:

1. Realizar el listado de elementos neumáticos que se disponen en los bancos de prácticas del laboratorio para armar diversos circuitos.

Ítem	Cant.	Elemento	Funcionamiento	Simbología
1				
2				
3				
4				
5				

6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				

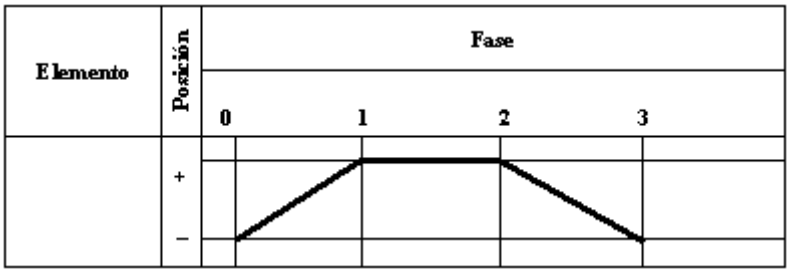
b. Actividad Nº2: Comando de Cilindro Simple Efecto.

- **Objetivo**:

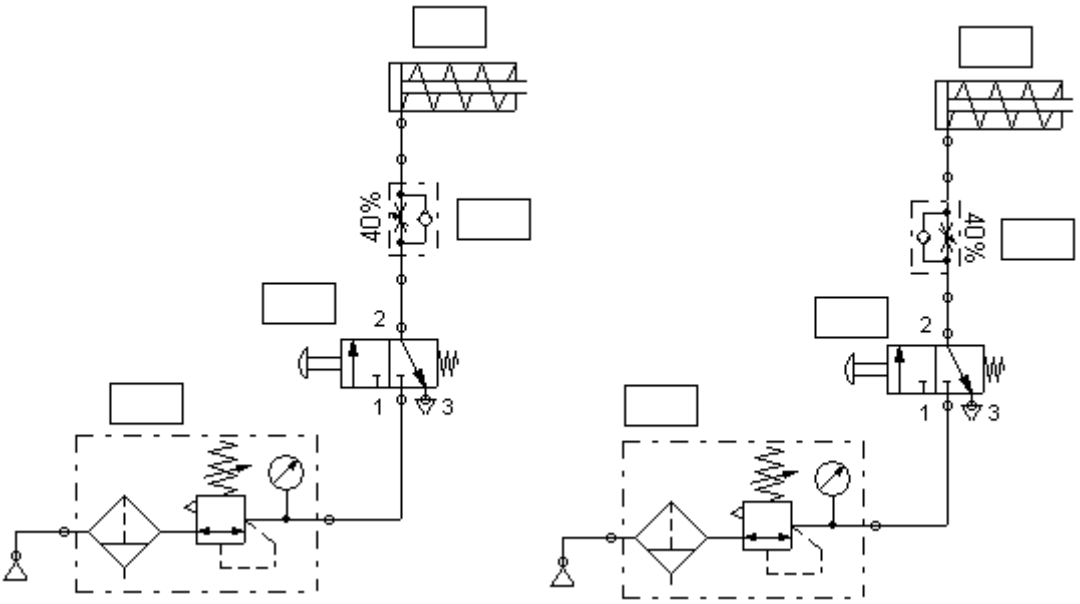
1. Gobernar un cilindro de simple efecto retorno por muelle accionado por una válvula 3/2NC, con regulación de caudal.

2. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración normalizada de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.

- **Diagrama Posición- Fase**:



- **Circuito Neumático**:



- **Funcionamiento:**

_____

_____

_____

_____

_____

- **Observaciones:**

_____

_____

_____

_____

_____

_____

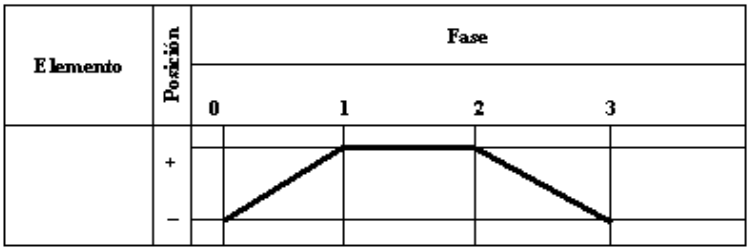
c. Actividad Nº3: Comando de Cilindro Simple Efecto.

- **Objetivo**:

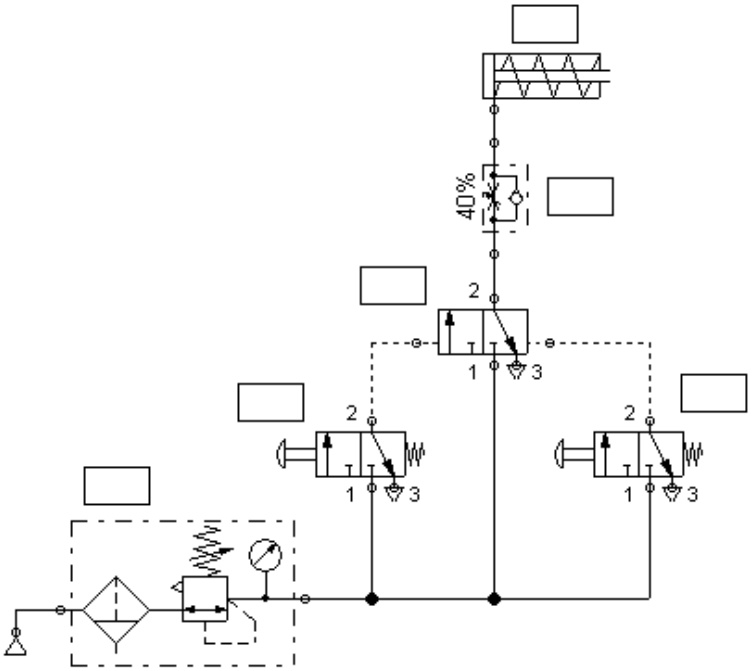
1. Gobernar un cilindro de simple efecto retorno por muelle con mando indirecto por una válvula 3/2NC, con regulación de caudal.

2. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración normalizada de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.

- **Diagrama Posición- Fase**



- **Circuito Neumático**:



- **Funcionamiento:**

_____

_____

_____

_____

- **Observaciones:**

_____

_____

_____

_____

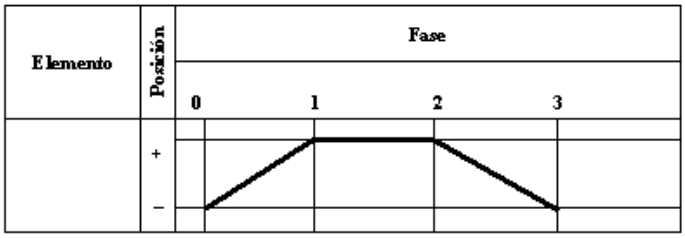
d. Actividad Nº4: Comando de Cilindro Doble Efecto.

- **Objetivo**:

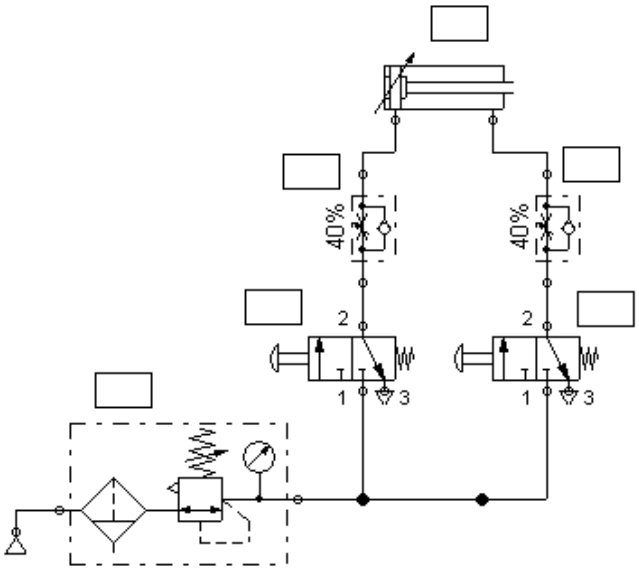
1. Gobernar un cilindro de doble efecto gobernado por dos válvulas 3/2NC, con regulación de caudal.

2. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración normalizada de cada elemento según norma ISO 1219-2.

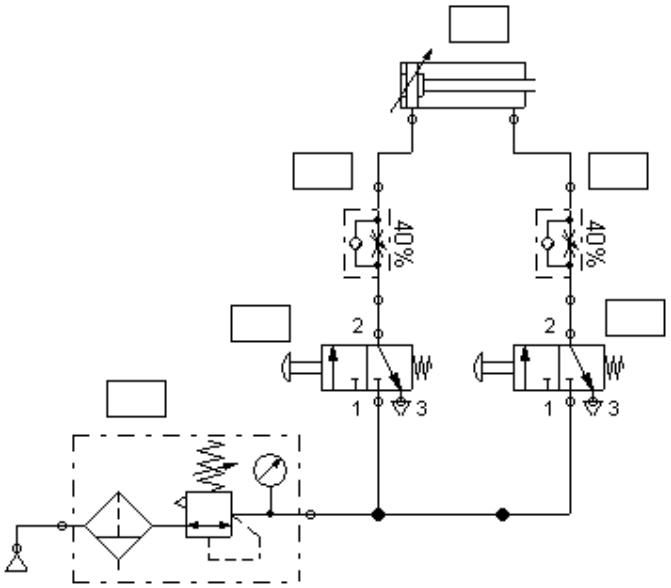
- **Diagrama Posición- Fase**



- **Circuito Neumático**:



Circuito 1



Circuito 2

- **Funcionamiento:**

_____
_____
_____
_____
_____
_____

- **Observaciones:**

_____
_____
_____
_____
_____

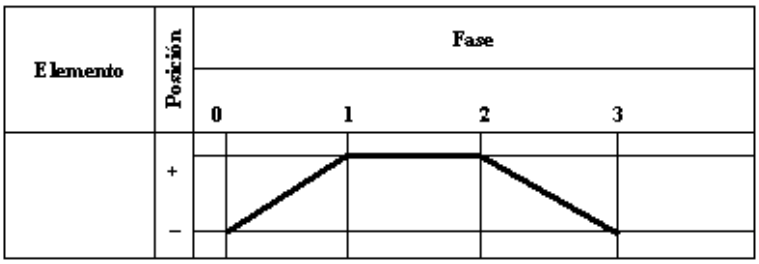
e. Actividad Nº5: Comando de Cilindro Doble Efecto.

- **Objetivo**:

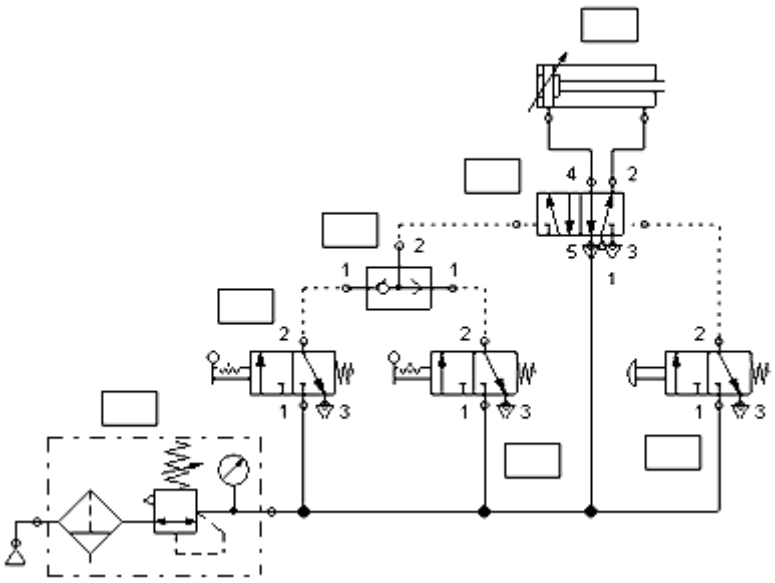
1. Gobernar un cilindro de doble efecto desde dos puestos utilizando una válvula selectora y una válvula de simultaneidad.

2. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración normalizada de cada elemento según norma ISO 1219-2.

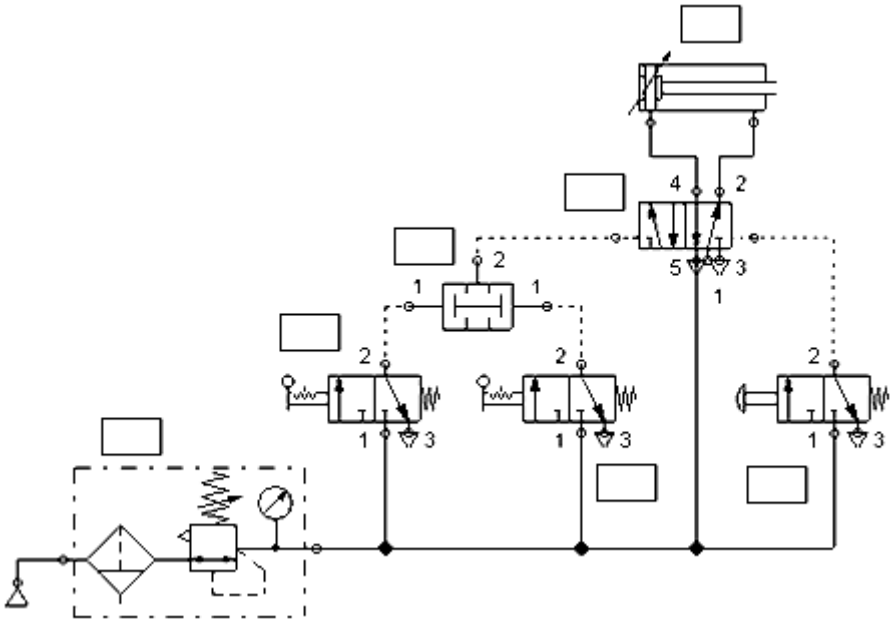
- **Diagrama Posición- Fase**



- **Circuito Neumático**:



Circuito 1



Circuito 2

f. Actividad Nº6: Comando de Cilindro Doble Efecto.

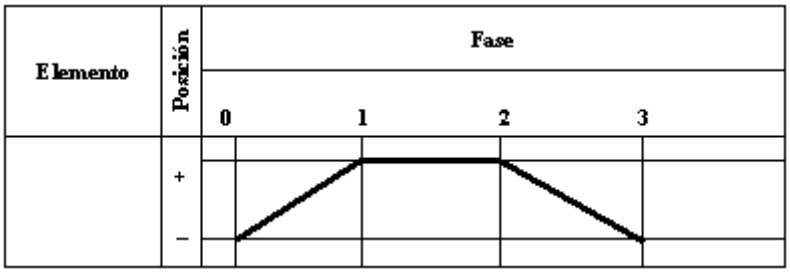
- **Objetivo**:

1. Gobernar un cilindro de doble efecto con mando indirecto desde dos puestos simultáneamente.

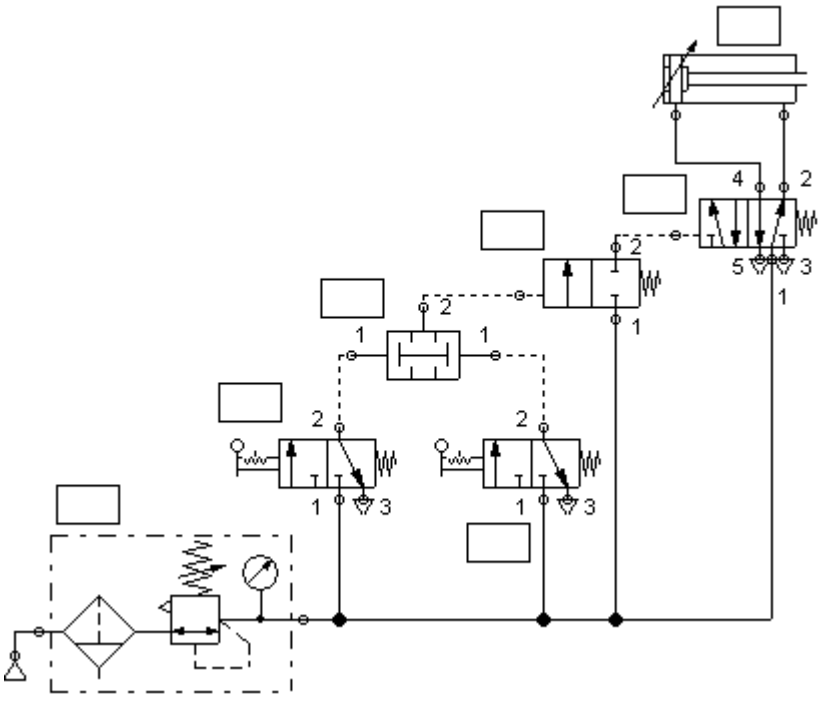
2. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración normalizada de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.

3. Solucionar el problema que se presenta en el diagrama planteado.

- **Diagrama Posición- Fase**



- **Circuito Neumático**:



Solución:

- **Funcionamiento:**

_____
_____
_____
_____
_____
_____

- **Observaciones:**

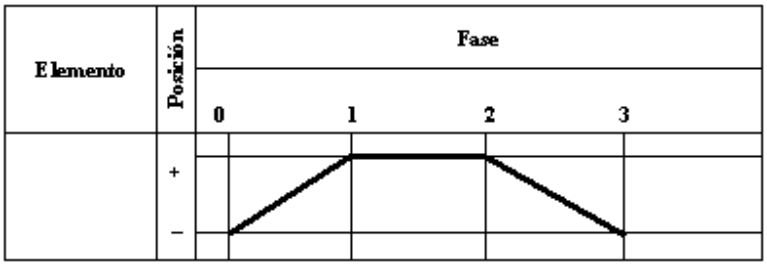
_____
_____
_____
_____
_____
_____

g. Actividad Nº7: Comando de Cilindro Doble Efecto.

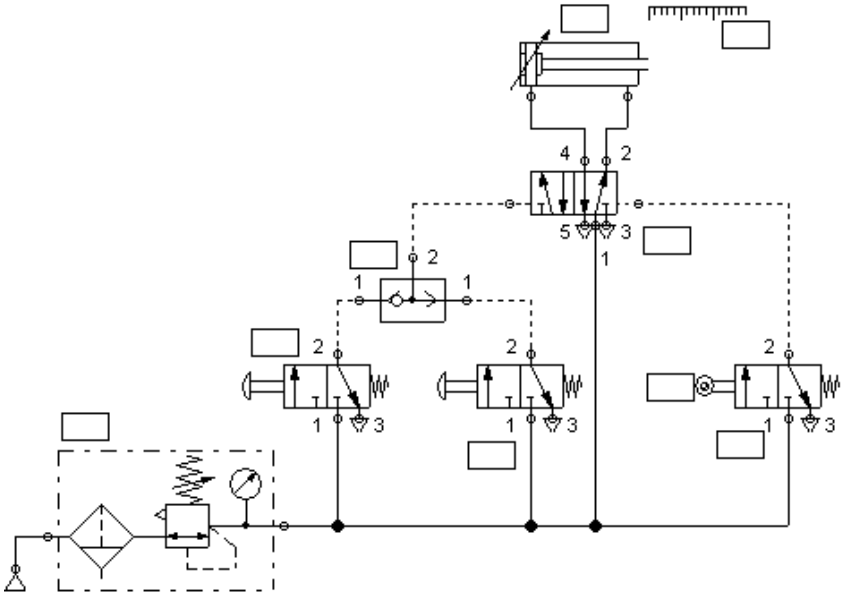
- **Objetivo**:

1. Accionar en secuencia semiautomática un cilindro de doble efecto.
2. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración normalizada de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.

- **Diagrama Posición- Fase**



- **Circuito Neumático**:



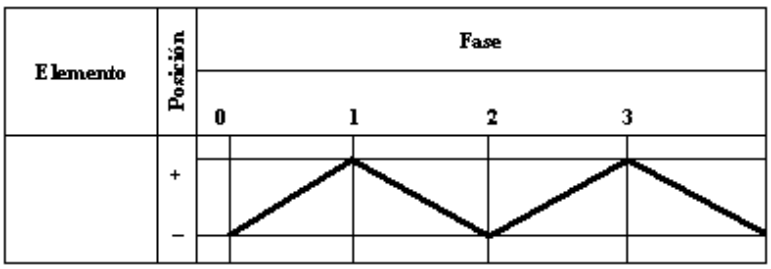
h. Actividad Nº8: Comando de Cilindro Doble Efecto.

- **Objetivo**:

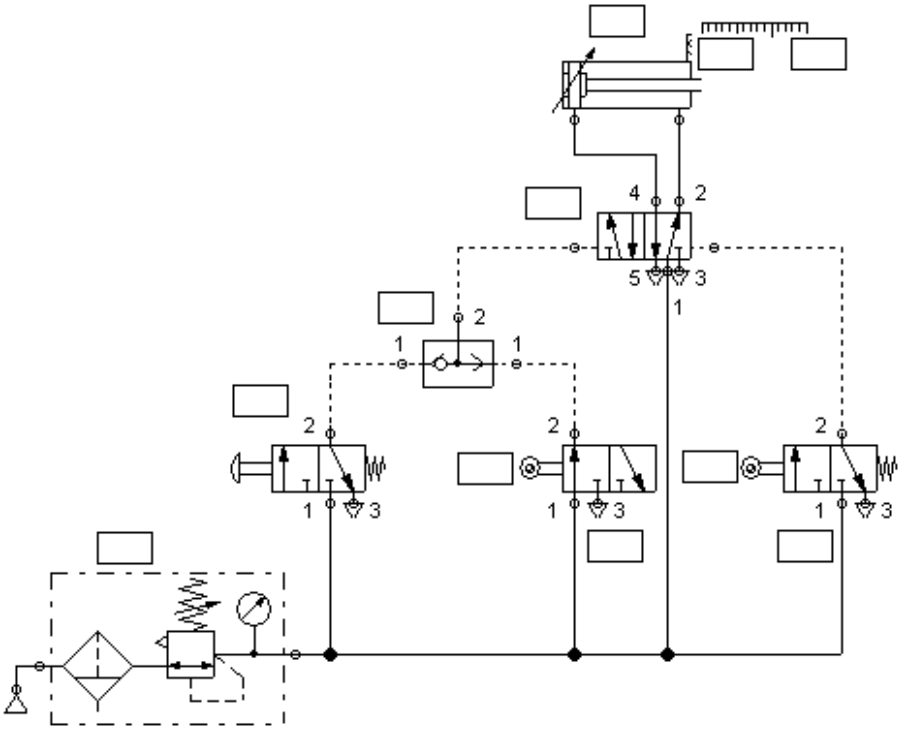
1. Accionar en secuencia automática un cilindro de doble efecto.

2. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración normalizada de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.

- **Diagrama Posición- Fase**



- **Circuito Neumático**:



- **Funcionamiento:**

_____
_____
_____
_____
_____
_____

- **Observaciones:**

_____
_____
_____
_____
_____

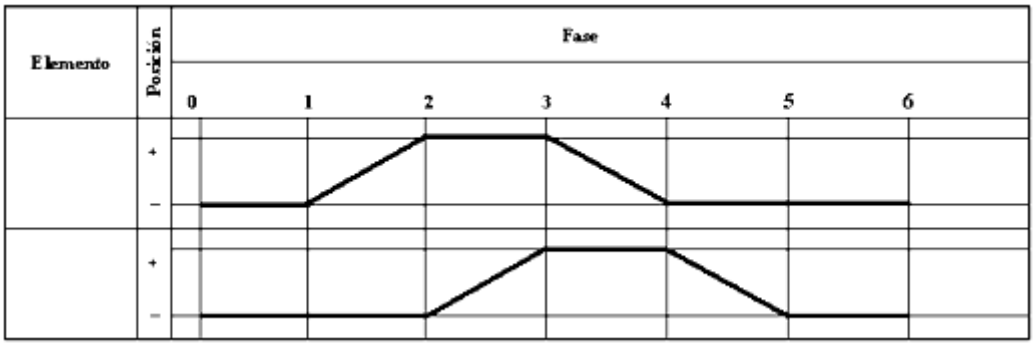
i. Actividad Nº9: Comando de Cilindro Doble Efecto.

- **Objetivo**:

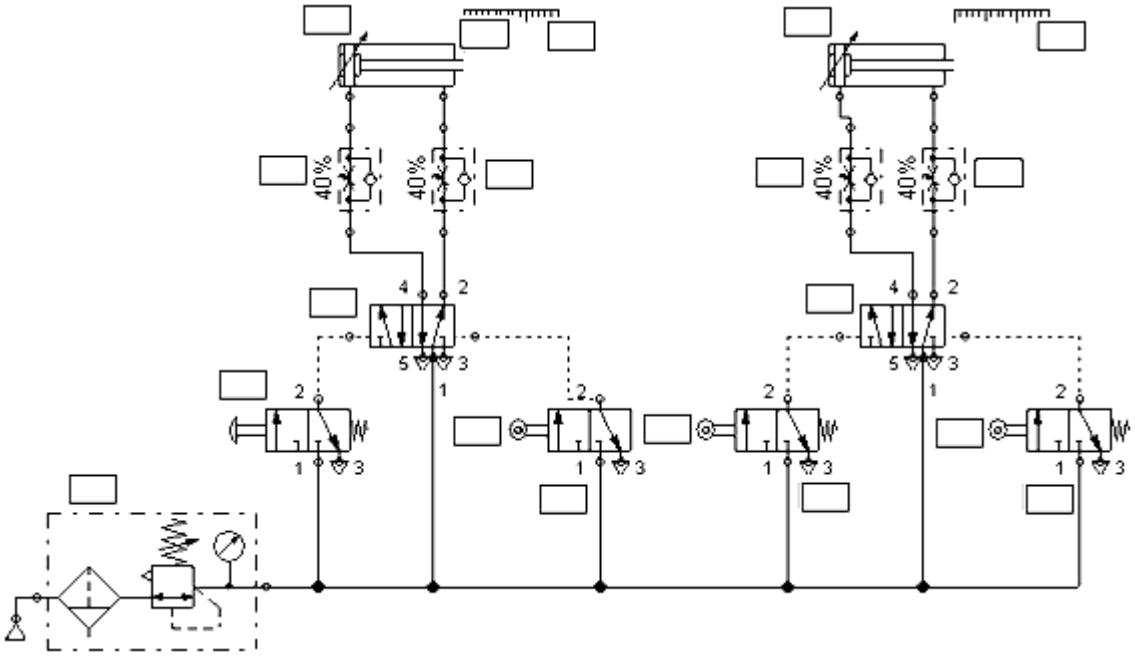
1. Gobernar dos cilindros en secuencia automática.

2. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración normalizada de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.

- **Diagrama Posición- Fase**



- **Circuito Neumático**:



NOTA: Considerar el orden de actuación de los cilindros para la numeración de los fin de carrera.

- **Funcionamiento:**

_____

_____

_____

_____

_____

_____

- **Observaciones:**

_____
_____
_____
_____
_____

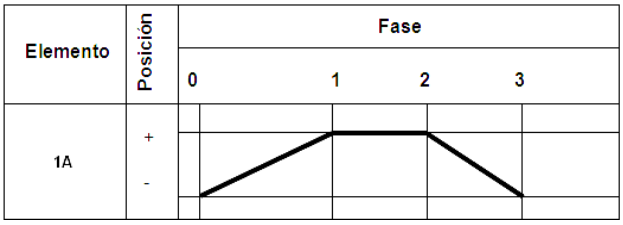
j. Actividad Nº10: Prensa neumática.

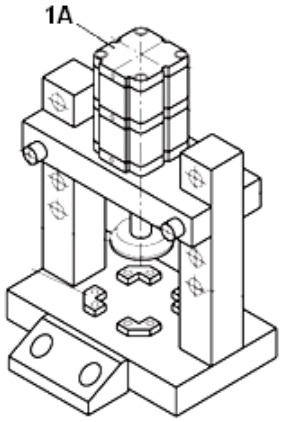
- **Objetivo**:

1. Diseñar y simular un sistema de mando para ejecutar el proceso de compresión en una prensa.

- **Funcionamiento:**

Mediante un pulso inicial, el cilindro A desciende lentamente y mantiene esta posición durante unos segundos hasta generar la presión suficiente sobre el elemento, tras el prensado, el cilindro retorna a su posición original.





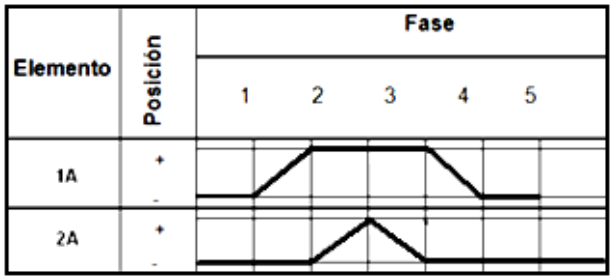
k. Actividad Nº11: Sierra semiautomática de madera.

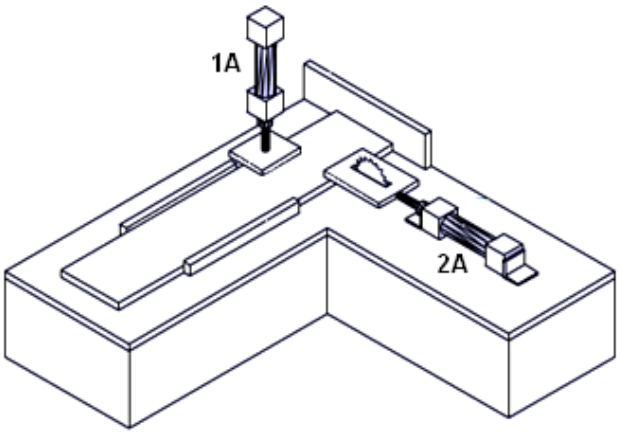
- **Objetivo**:

1. Diseñar y simular un sistema de mando para el trabajo de una sierra semiautomática de madera.

- **Funcionamiento:**

Sobre una aserradora semiautomática se cortan tablas. Al mover el tope de la sierra, se activa el proceso de corte. El arranque se logra a través de la entrada de una tabla que se fija mediante el cilindro A mientras que el cilindro B empuja la sierra.





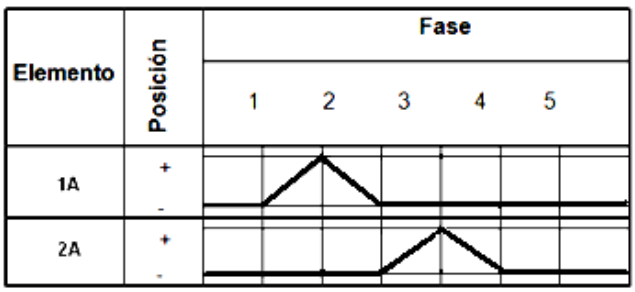
l. Actividad Nº12: Estampadora de piezas

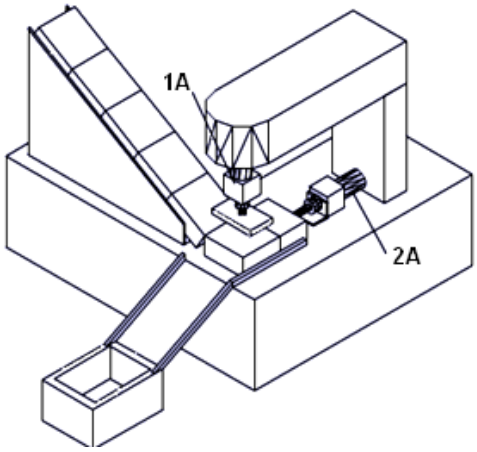
- **Objetivo**:

1. Diseñar y simular una secuencia de mando para una máquina estampadora.

- **Funcionamiento:**

Sobre una máquina automática se estampan piezas. La alimentación se realiza mediante un magazine de caída. El equipo de estampado avanza y retrocede por medio del cilindro A. El cilindro V expulsa la pieza luego del proceso de estampado y liberación de la misma.





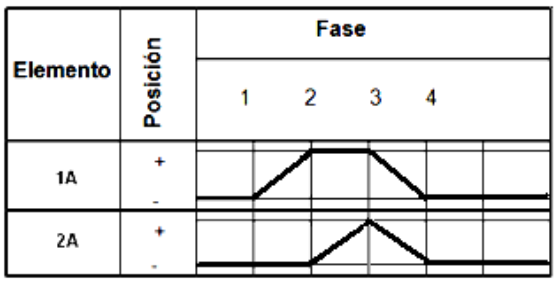
m. Actividad Nº13:Estamadora de piezas

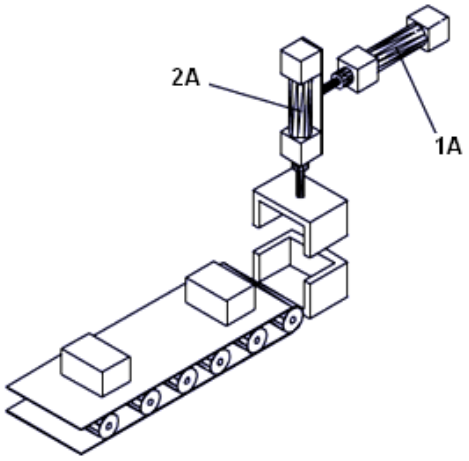
- **Objetivo**:

1. Diseñar un circuito neumático para realizar el estampado de piezas mediante presión.

- **Funcionamiento**:

Las piezas que se acercan sobre una banda transportadora se depositan dentro de un recipiente por medio de un dispositivo de traslación. La pieza se sujeta por un dispositivo magnético, el cilindro B la levanta y el cilindro A realiza la traslación lateral. Luego de depositar la pieza, el dispositivo vuelve a su posición original.





6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Investigar las formulas requeridas para el cálculo necesario en los circuitos que lo requieran.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Simular los circuitos diseñados en los bancos de prácticas del laboratorio.

7.3 Realizar la simulación de las actividades 10, 11, 12 y13 en el software de simulación con su respectivo diagrama posición-fase, describir el funcionamiento del sistema y realizar las observaciones correspondientes en el cuaderno base.

8. CUESTIONARIO

1. ¿Qué sucedería si la presión de la unidad de mantenimiento supera la presión de trabajo de la válvula 3/2?

2. ¿Podría sustituirse la válvula 3/2 por una válvula 4/2? Explique.

3. Explique las partes constitutivas de válvulas 3/2 y 5/2.

4. Describa los tipos y características de las válvulas distribuidoras.

5. ¿Cuál es la característica principal de una válvula pilotada ya sea 5/2 o 3/2?

6. Describa las características de las válvulas biestables.

7. Si se poseen válvulas 3/2 NC en un circuito, a modo de alternativa ¿Pueden ser cambiadas por válvulas 5/2? ¿Cómo hay que modificar estas válvulas?

8. ¿Cómo se comportan los sistemas de control en caso de producirse una pérdida de presión?

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
2	480 min	CIRCUITOS DE OLEOHIDRAULICA	Automatismos I

1. OBJETIVO

- Diseñar circuitos hidráulicos donde se empleen diversos elementos como cilindros, válvulas con regulación de caudal y grupos hidráulicos.
- Elaborar el diagrama POSICIÓN-FASE de cada uno de los cilindros empleados en los circuitos que se han diseñado previamente.

2. METODO

- Mediante la aplicación de los principios teóricos, el empleo de elementos oleohidráulicos y software de simulación se pretende diseñar, simular y construir diferentes circuitos de automatización oleohidráulica utilizando motores, cilindros de simple efecto y doble efecto.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Según los elementos disponibles en el laboratorio y los requerimientos del circuito.

4. MARCO TEORICO

Se debe tener en consideración los distintos conceptos a desarrollar dentro de la materia. De igual manera, las distintas válvulas existentes, sus características y aplicaciones.

Se recomiendan considerar los siguientes textos:

- SERRANO NICOLAS Antonio, "OLEOHIDRÁULICA", McGraw-Hill. Madrid, 2002.
- JIMENEZ DE CISNEROS, Luis María, "Manual de oleohidráulica", Edit. Blume. Barcelona. 2a. ed. 1975.
- ROCA RAVELL, Felip, "Oleohidráulica básica: diseño de circuitos", Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, 2000.
- CARNECIER ROYO Enrique, "Oleohidráulica: conceptos básicos", Edit. Paraninfo, Barcelona. 1998.
- "Manual de oleohidráulica industrial", Editorial Blume, Barcelona, 2a. ed. facsimilar. 1981.

5. DESARROLLO

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que se posea el mandil de trabajo, gafas de protección y franela.

- Regular la válvula limitadora de presión del sistema a 25 Bar (sin carga), para ello encender el grupo oleohidráulico, para el reglaje de la válvula limitadora de presión, girar el tornillo que regula la tensión del resorte de la válvula, y verificar visualmente la presión que va indicando el manómetro principal M1 del grupo oleohidráulico, hasta llegar a los 25bar



Fig. 5.1 Válvula limitadora de presión

5.2 PROCEDIMIENTO

a. Actividad Nº 1: Reconocimiento y descripción del banco oleohidráulico y eléctrico.

- **Objetivo**:

1. Reconocer y numerar las partes y componentes de los bancos de práctica a utilizar.

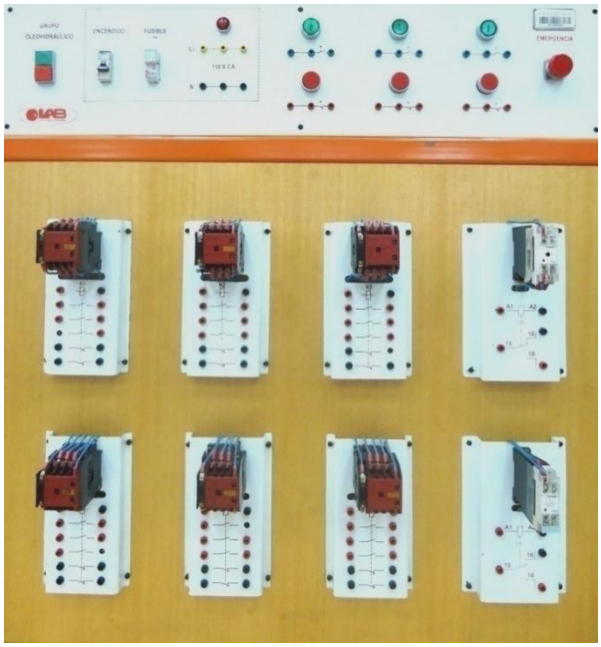


Ítem	Cant.	Elemento	Funcionamiento	Simbología
1				

2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

11				
12				
13				
14				
15				

Listado de elementos del banco Hidráulico



Ítem	Cant.	Elemento	Funcionamiento	Simbología
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

10				
11				
12				
13				

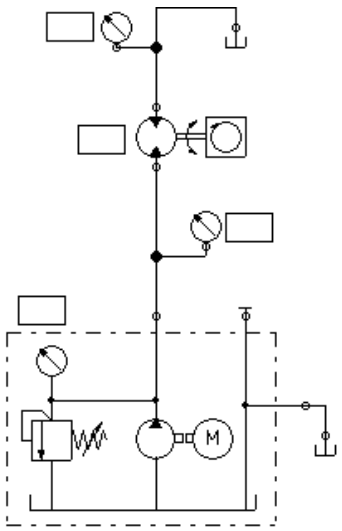
Lista de elementos del banco eléctrico

b. Actividad Nº2: Funcionamiento de la válvula de seguridad.

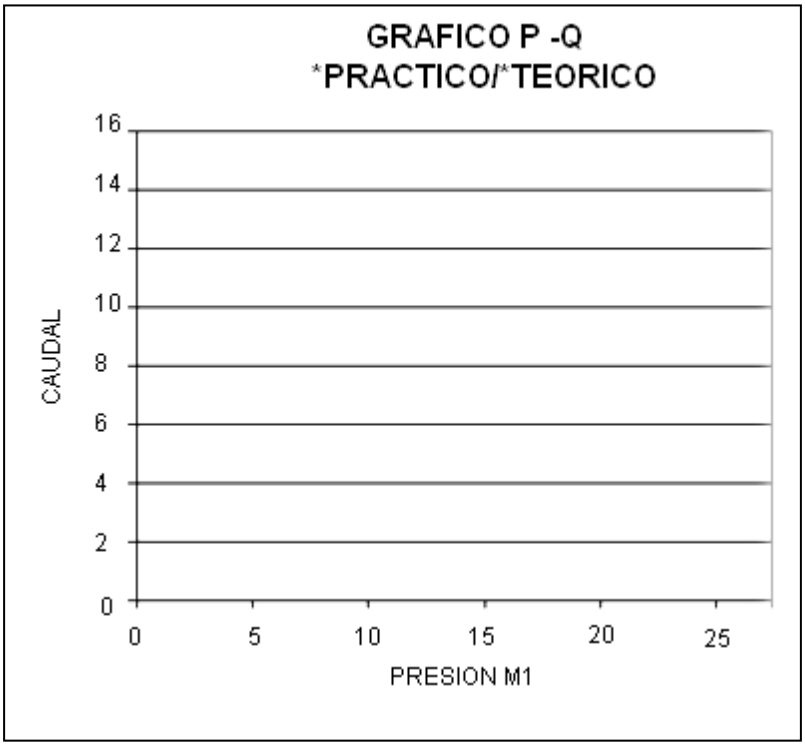
- **Objetivo**:

1. Comprobar el funcionamiento de la válvula de seguridad y estranguladora, medir el caudal del sistema oleohidráulico.

2. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.



Válvula de seguridad	M2 (bar)		M3 (bar)		CAUDALIMETRO (LPM)	
	Teórico*	Práctico	Teórico*	Práctico	Teórico*	Práctico
Totalmente abierta						
Regular M1 a 2 bar						
Regular M1 a 5 bar						
Regular M1 a 10 bar						
Regular M1 a 13 bar						
Regular M1 a 15 bar						
Regular M1 a 18 bar						
Regular M1 a 20 bar						
Regular M1 a 23 bar						
Regular M1 a 25 bar						
*_NOTA_: El caudal teórico es tomado de los valores de la simulación en el software El caudal práctico es tomado del registro del caudalímetro del banco de práctica.						



*** UTILIZAR DIFERENTE COLOR DE BOLÍGRAFOS PARA DIFERENCIAR EL GRAFICO TEÓRICO DEL PRÁCTICO**

- **Funcionamiento**:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

- **Observaciones:**

_____

_____

_____

_____

_____

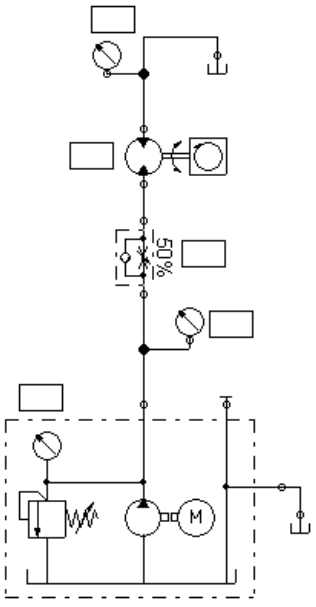
c. Actividad Nº3: Funcionamiento de la válvula estranguladora

- **Objetivo**:

1. Comprobar el funcionamiento de la válvula de control de flujo con ajuste unidireccional.

2. Utilizar la válvula de control de flujo con ajuste unidireccional para regular el caudal del sistema en distintos instantes

3. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.



VÁLVULA DE SEGURIDAD	VÁLVULA ESTRANGULADORA	M2 (bar)		M3 (bar)		CAUDALIMETRO (LPM)	
		Teórico*	Práctico	Teórico*	Práctico	Teórico*	Práctico
REGULAR M1 A 25 BAR	0% (totalmente cerrado)						
	5% (0.25 vueltas)						
	10 %(0.5vueltas)						
	15 % (0.75vueltas)						
	20% (1 vuelta)						
	25% (1.25 vueltas)						
	30% (1.5vueltas)						
	40% (2 vueltas)						
	50% (2,5 vueltas)						
	60% (3 vueltas)						
	100% (totalmente abierto)						

*__NOTA__: El caudal teórico es tomado de los valores de la simulación en el software
El caudal práctico es tomado del registro del caudalímetro del banco de práctica.



*** UTILIZAR DIFERENTE COLOR DE BOLÍGRAFOS PARA DIFERENCIAR EL GRAFICO TEÓRICO DEL PRÁCTICO**

- **Funcionamiento**:

_____

_____

_____
_____
_____
_____

- **Observaciones:**

_____
_____
_____
_____
_____

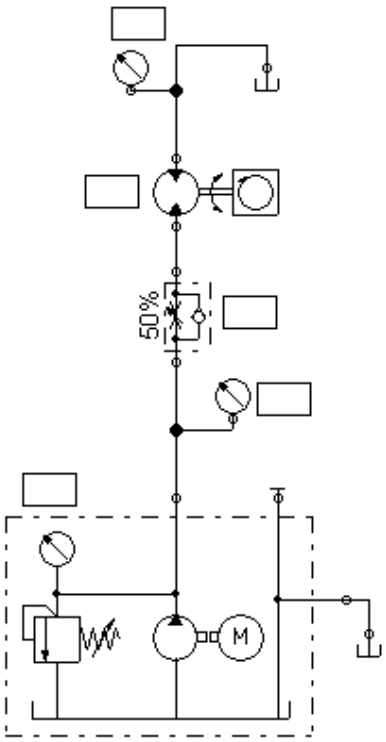
d. Actividad Nº4: Funcionamiento de la válvula estranguladora

- **Objetivo**:

1. Comprobar el funcionamiento de la válvula de control de flujo con ajuste unidireccional.

2. Utilizar la válvula de control de flujo con ajuste unidireccional para regular el caudal del sistema en distintos instantes

3. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.



VÁLVULA DE SEGURIDAD	VÁLVULA ESTRANGULADORA	M2 (bar)		M3 (bar)		CAUDALIMETRO (LPM)	
		Teórico*	Práctico	Teórico*	Práctico	Teórico*	Práctico
REGULAR M1 A 25 BAR	0% (totalmente cerrado)						
	5% (0.25 vueltas)						
	10 %(0.5vueltas)						
	15 % (0.75vueltas)						
	20% (1 vuelta)						
	25% (1.25 vueltas)						
	30% (1.5vueltas)						
	40% (2 vueltas)						
	50% (2,5 vueltas)						
	60% (3 vueltas)						
	100% (totalmente abierto)						

*__NOTA__: El caudal teórico es tomado de los valores de la simulación en el software
El caudal práctico es tomado del registro del caudalímetro del banco de práctica.



*** UTILIZAR DIFERENTE COLOR DE BOLÍGRAFOS PARA DIFERENCIAR EL GRAFICO TEÓRICO DEL PRÁCTICO**

- **Funcionamiento**:

_____

_____

_____
_____
_____
_____

- **Observaciones:**

_____
_____
_____
_____
_____
_____

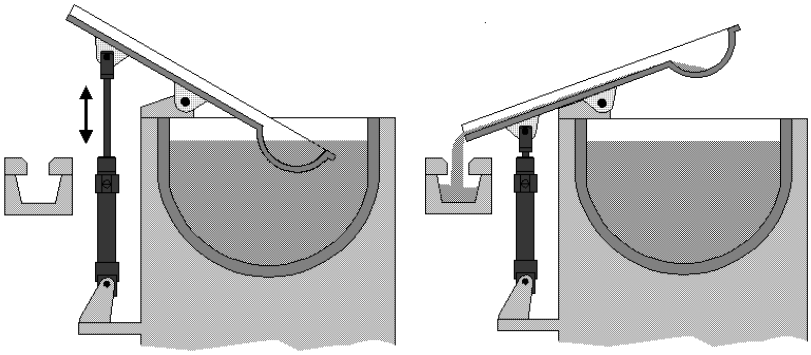
e. Actividad Nº5: Diseño de secuencia para elevación de cuchara de fundición.

- **Objetivo**:

1. Diseñar y simular una secuencia hidráulica para que se eleve el brazo que lleva la cuchara para trasladar la colada en un proceso de fundición.

- **Funcionamiento**:

Mediante un solo pulso, la cuchara debe bajar de manera lenta ye levarse por inversión automática de la marcha.



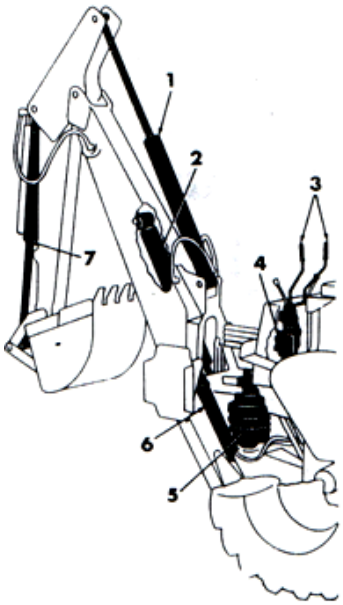
f. Actividad Nº6: Elevación del brazo de una excavadora.

- **Objetivo**:

1. Diseñar el circuito oleohidráulico para el sistema de elevación de un brazo de una excavadora.

- **Funcionamiento**:

El operador manda la retroexcavadora por medio de palancas actuando sobre válvulas que mandan el aceite a presión al correspondiente cilindro para mover el aguijón, el cucharón, el brazo excavador o los estabilizadores, los cilindros hidráulicos son de doble de acción para poder trabajar a plena fuerza en ambos sentidos



1. Cilindro del brazo del cucharón
2. Cilindro del aguijón
3. Palanca de mando de la retroexcavadora
4. Válvula de mando de la retroexcavadora
5. Cilindro de giro del aguijón
6. Cilindro de estabilizado izquierdo
7. Cilindro del cucharón

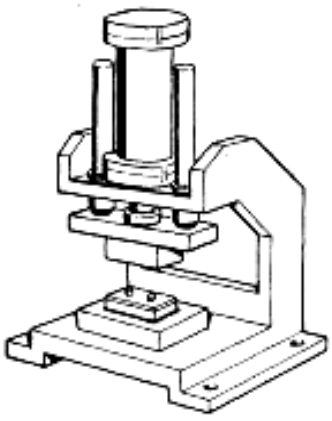
g. Actividad Nº7: Remachadora de piezas

- **Objetivo**:

1. Diseñar el circuito oleohidráulico para el sistema de remachado de piezas en el esquema mostrado.

- **Funcionamiento**:

Mediante dos pulsadores manuales, el cilindro debe descender para remachar dos placas a través de un bloque de seguridad.



- **Condición**: Emplear válvulas de simultaneidad.

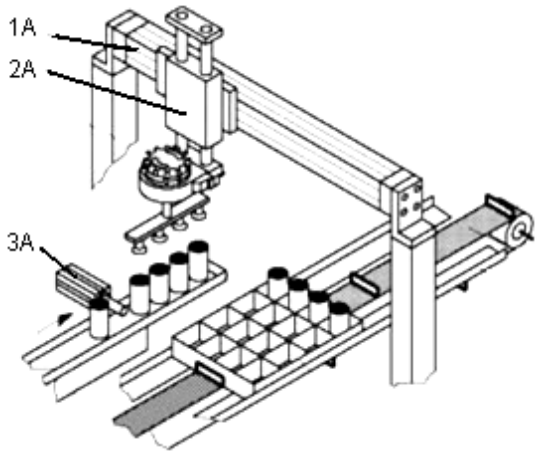
h. Actividad Nº8: Sistema de Envasado

- **Objetivo**:

1. Diseñar y simular un circuito hidráulico que cumpla con las condiciones de funcionamiento del sistema.

- **Funcionamiento:**

Cuando se acciona el botón de puesta en marcha el cilindro 3A avanza hasta una posición final para sujetar los cuatro envases. A continuación el cilindro 2A desciende de tal manera que mediante un dispositivo de ventosas se recogen los envases.Luego, el cilindro 1A avanza hasta que se coloca el cilindro 2A encima del palet donde se quiere colocar los envases. Seguidamente el cilindro 3A retrocede hasta su posición inicial. A continuación el cilindro 2A retrocede hasta su posición inicial y una vez que llega a esta lo hace el cilindro 1A.



6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Investigar las formulas requeridas para el cálculo necesario en los circuitos que lo requieran.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Simular y armar los circuitos diseñados en los bancos de prácticas del laboratorio.

7.2 Graficar el diagrama posición -fase en cada actividad y describir el funcionamiento de cada circuito.

7.2 Simular los circuitos diseñados en las actividades 5, 6,7 y 8.

8. CUESTIONARIO

1. ¿De qué depende si un motor hidráulico es unidireccional o bidireccional?

2. ¿Por qué es importante la placa desviadora en un depósito de un grupo hidráulico?

3. Describa la clasificación de los dispositivos de control en función de si numero de vías prescindiendo del dispositivo de mando.

4. Indicar por qué la válvula de seguridad que se coloca justamente detrás de la bomba hidráulica tiene que estar ajustada por encima de la presión de trabajo.

5. Describa las principales diferencias entre los circuitos oleohidráulicos y neumáticos.

6. Indicar que es la cavitación y que problemas puede causar.

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
3	480 min	CIRCUITOS DE ELECTROHIDRAULICA	Automatismos I

1. OBJETIVOS

- Diseñar circuitos electrohidráulicos donde se empleen diversos elementos como cilindros, válvulas con regulación de caudal, grupos hidráulicos, bobinas y contactores.
- Elaborar el diagrama POSICIÓN-FASE de cada uno de los cilindros empleados en los circuitos diseñados.

2. METODO

- Mediante la aplicación de los principios teóricos, el empleo de elementos oleohidráulicos, elementos eléctricos y software de simulación se pretende diseñar, simular y construir diferentes circuitos de automatización electrohidráulica utilizando cilindros de simple efecto y doble efecto.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Según los elementos disponibles en el laboratorio y los requerimientos del circuito.

4. MARCO TEORICO

Se debe tener en consideración los distintos conceptos a desarrollar dentro de la materia. De igual manera, las distintas válvulas existentes, sus características y aplicaciones.

Se recomiendan considerar los siguientes textos:

- SERRANO NICOLAS Antonio, "OLEOHIDRÁULICA", McGraw-Hill. Madrid, 2002.
- MAS Xavier. "Automatismos neumáticos y olehidráulicos-tecnología: Pneuma", Edit. Vinces Vives, Barcelona, 1a. Ed, 1978.
- OJEDA CHERTA, Francisco, "Problemas de diseño de auotomatismos", Editorial Paraninfo, Madrid, 1996.
- CARNECIER ROYO Enrique, "Oleohidráulica: conceptos básicos", Edit. Paraninfo, Barcelona. 1998.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que se posea el mandil de trabajo, gafas de protección y franela.

- Regular la válvula limitadora de presión del sistema a 25 Bar (sin carga), para ello encender el grupo oleohidráulico, para el reglaje de la válvula limitadora de presión, girar el tornillo que regula la tensión del resorte de la válvula, y verificar visualmente la presión que va indicando el manómetro principal M1 del grupo oleohidráulico, hasta llegar a los 25bar



Fig. 5.1 Válvula limitadora de presión

5.2 PROCEDIMIENTO

a. Actividad Nº 1: Accionamiento directo mediante pulsantes del CDDE y motor oleohidráulico gobernado por la electroválvula 4/3.

- **Objetivo**:

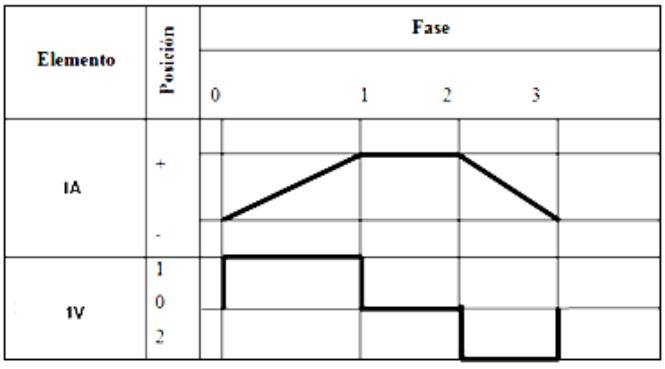
1. Comandar un CDDE mediante una electroválvula 4/3.

2. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.

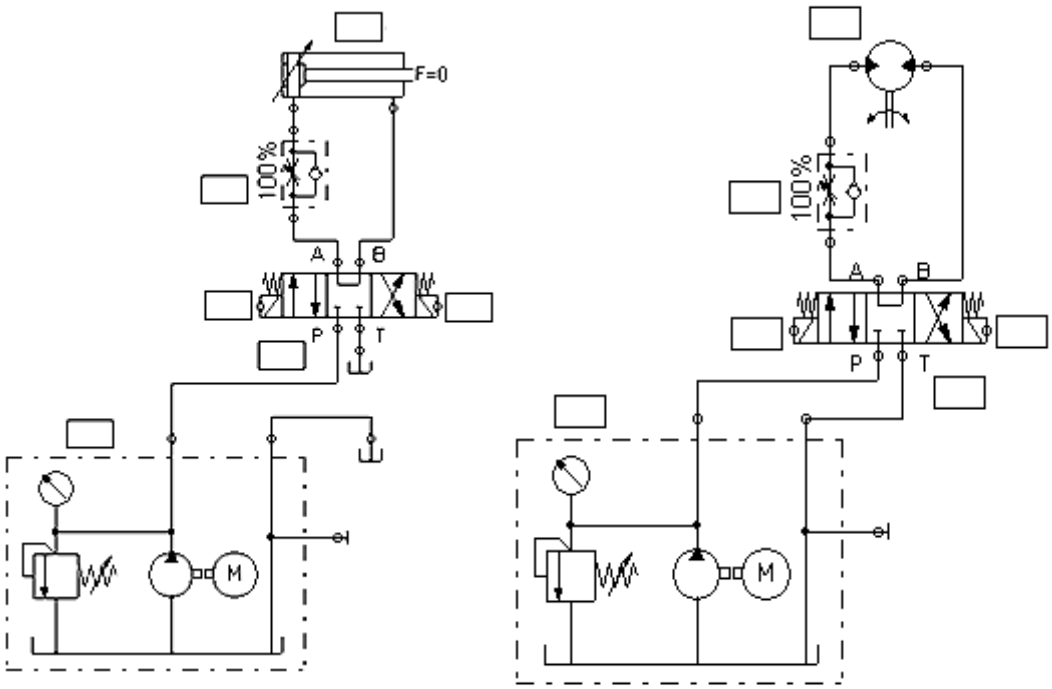
- **Funcionamiento:**

Al accionar el pulsante S1 y mantenerlo presionado, el solenoide Y1 de la electroválvula 1V cambia de posición a la válvula de 0 a 1 y permite que el cilindro 1A suba, una vez que el cilindro alcanzo su máxima carrera se presiona S2 y mantenerlo presionado, el solenoide Y2 permite que la electroválvula pase de la posición de 0 a 2 y el cilindro puede regresar.

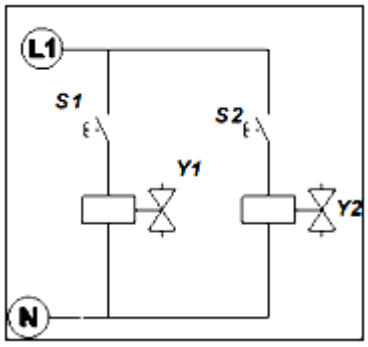
- **Diagrama Posición-Fase:**



- **Circuito oleohidráulico:**



- **Circuito Eléctrico:**



- **Cálculo:** Calcular el caudal de avance y retroceso del cilindro.

- **Observaciones:**

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

b. Actividad Nº2: Mando mediante contactores de un C.D.D.E gobernado por una electroválvula 4/3 en ciclo manual.

- **Objetivo**:

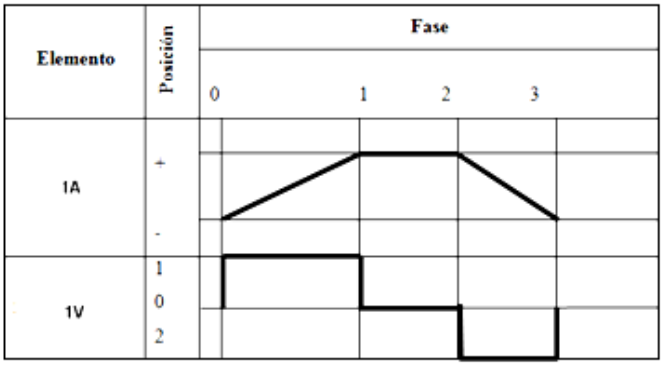
1. Comandar un CDDE en un ciclo manual mediante el uso de una electroválvula 4/3.

2. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.

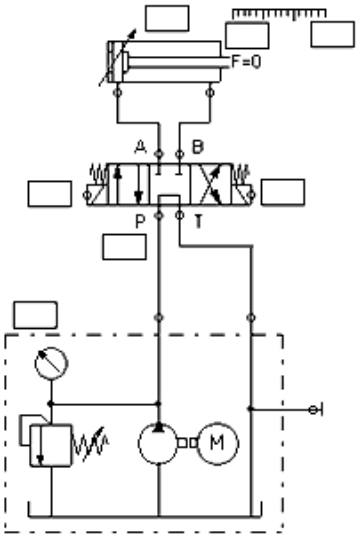
- **Funcionamiento**:

Al accionar el pulsante S1 el solenoide Y1 de la electroválvula 1V cambia de posición a la válvula 1.1 de 0 a 1 y permite que el cilindro 1A suba, una vez que el cilindro alcanzo su máxima carrera se presiona S2 y el solenoide Y2 permite que la electroválvula pase de la posición de 0 a 2 y el cilindro puede regresar.

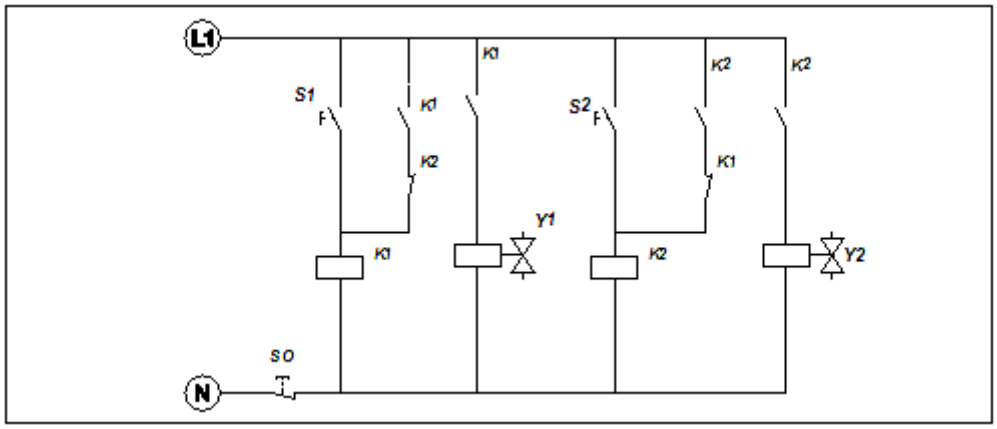
- **Diagrama Posición-Fase**:



- **Circuito Oleohidráulico**:



- **Circuito Eléctrico**:



- **Observaciones:**

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

c. Actividad Nº3: Mando mediante contactores de un C.D.D.E gobernado por una electroválvula 4/3 en ciclo semiautomático.

- **Objetivo**:

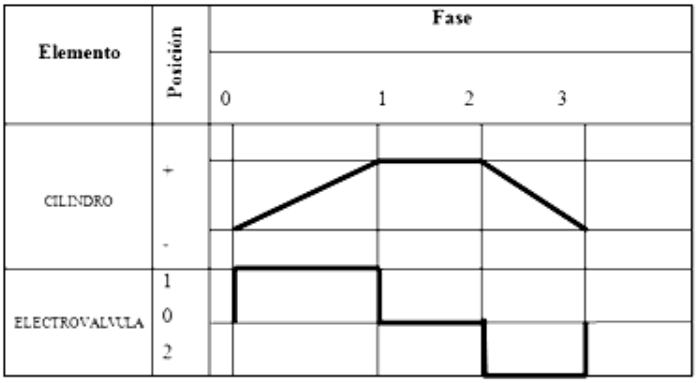
1. Comandar un CDDE en un ciclo semiautomático mediante el uso de una electroválvula 4/3.

2. Analizar y describir el funcionamiento del circuito utilizando la numeración de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.

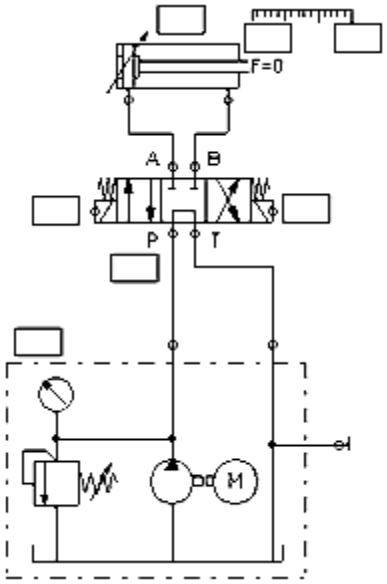
- **Funcionamiento**:

Al accionar el pulsante S1 el solenoide Y1 de la electroválvula cambia de posición a la válvula de 0 a 1 y permite que el cilindro suba, una vez que el cilindro 1A alcanzó su máxima carrera acciona el final de carrera F2 y el solenoide Y2 permite que la electroválvula pase de la posición de 0 a 2 y el cilindro puede regresar.

- **Diagrama Posición-Fase**:



- **Circuito Oleohidráulico**:



- **Circuito Eléctrico**:

- **Observaciones:**

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

d. Actividad Nº4: Mando mediante contactores de un C.D.D.E gobernado por una electroválvula 4/3 en ciclo automático.

- **Objetivo**:

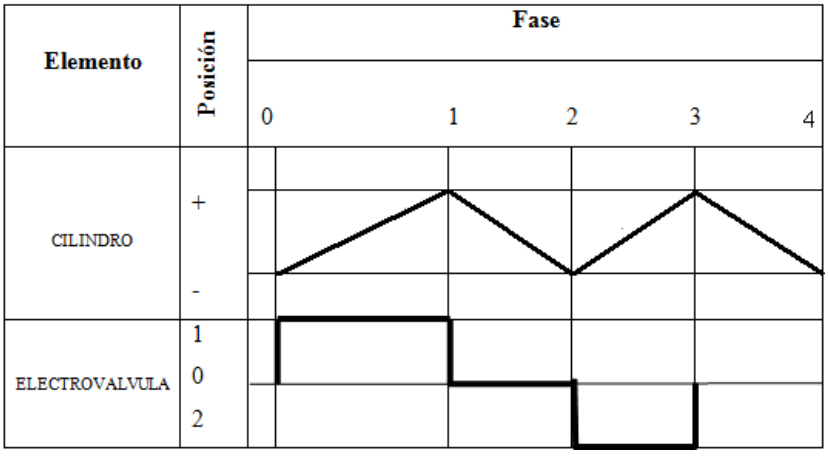
1. Comandar un CDDE en un ciclo semiautomático mediante el uso de una electroválvula 4/3.

2. Analizar y describir el funcionamiento del circuito utilizando la numeración de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.

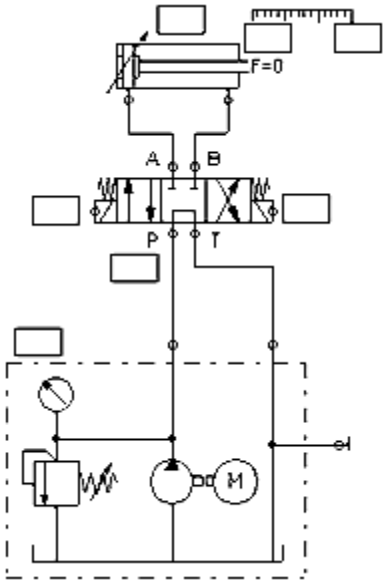
- **Funcionamiento**:

Al accionar el pulsante S1 el solenoide Y1 de la electroválvula 1V cambia de posición a la válvula de 0 a 1 y permite que el cilindro 1A suba, una vez que el cilindro alcanzo su máxima carrera seacciona el final de carrera F2 y el solenoide Y2 permite que la electroválvula pase de la posición de 0 a 2 y el cilindro puede regresar activando el final de carrera F1 que reinicia el ciclo nuevamente.

- **Diagrama Posición-Fase**:



- **Circuito Oleohidráulico**:



- **Circuito Eléctrico**:

- **Observaciones:**

_____

_____

_____

_____

_____

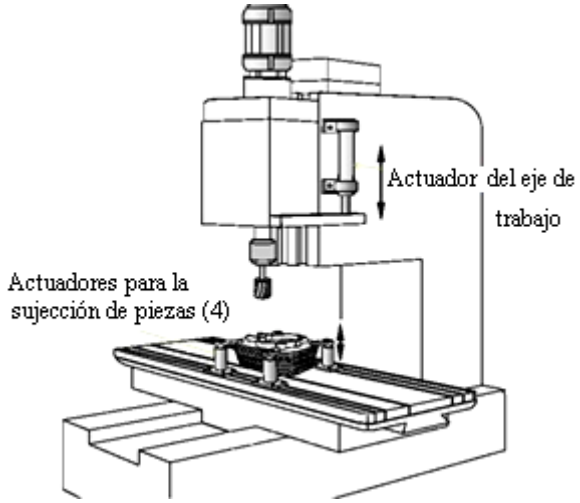
_____

e. Actividad Nº5: Sujeción de piezas en una fresadora.

- **Objetivo**:

1. Diseñar el circuito oleohidráulico y eléctrico para el sistema de sujeción de piezas para ser fresadas.

- **Funcionamiento**: Mediante un solo pulso, la cuchara debe bajar de manera lenta ye levarse por inversión automática de la marcha. Se emplean 4 actuadores para la sujeción de las piezas.



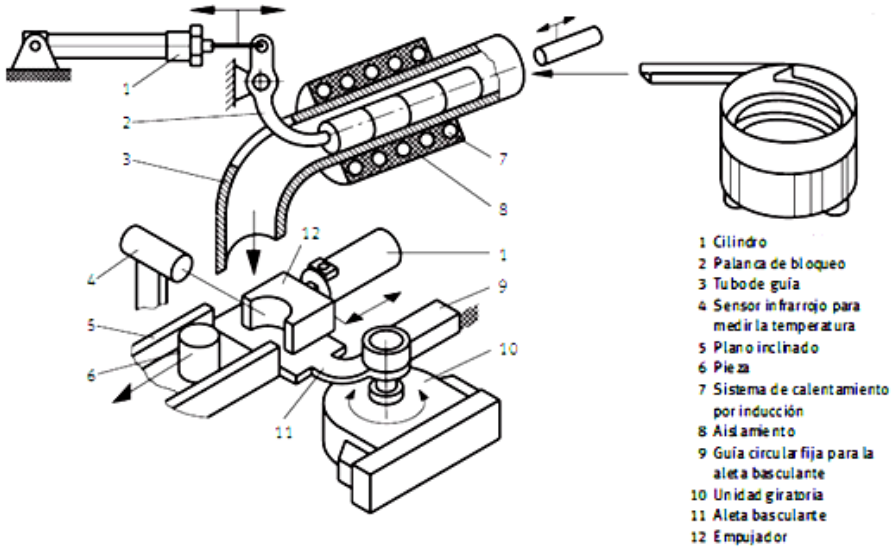
f. Actividad Nº6: Clasificación de elementos.

- **Objetivo**:

1. Diseñar y simular el circuito electrohidráulico para lograr el funcionamiento correcto de la máquina.

- **Funcionamiento**:

En el dibujo se muestra un sistema de alimentación de piezas incandescentes a una prensa de forja. Las piezas tienen que tener una temperatura mínima determinada. Las piezas provienen de un depósito y se introducen en el tubo de calentamiento. En el momento que entra en él una pieza, la anterior sale y cae sobre la aleta basculante. Una vez allí, se mide la temperatura. Si la pieza no tiene la temperatura necesaria, la aleta abre el paso para que dicha pieza caiga. Si la temperatura es la debida, la pieza se transporta hacia la máquina (que no consta en la gráfica). La aleta tiene un apoyo por separado, por lo que el actuador giratorio únicamente tiene que aplicar un momento de giro sin tener que compensar la fuerza correspondiente al peso de la pieza.



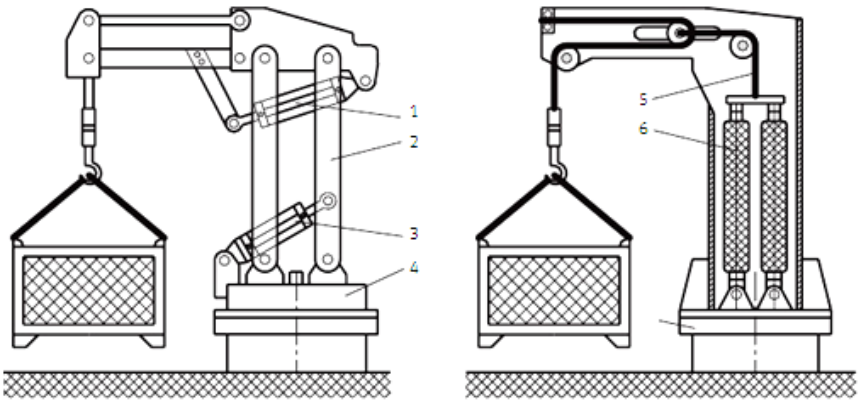
g. Actividad Nº7: Sistema de elevación.

- **Objetivo**:

1. **.**Diseñar y simular un circuito electrohidráulico para lograr el funcionamiento del dispositivo.

- **Funcionamiento**:

En el ejemplo se muestra un polipasto con rodillo móvil. Recurriendo a dos actuadores en paralelo, lógicamente se duplica la fuerza de elevación. Ambos están montados en una mesa giratoria, con lo que es posible efectuar desplazamientos circulares. Aunque es cierto que este sistema es menos eficiente que otros por su limitada capacidad de elevación vertical, cabe anotar que existen numerosas aplicaciones en lasque es más que suficiente elevar las piezas sólo ligeramente.



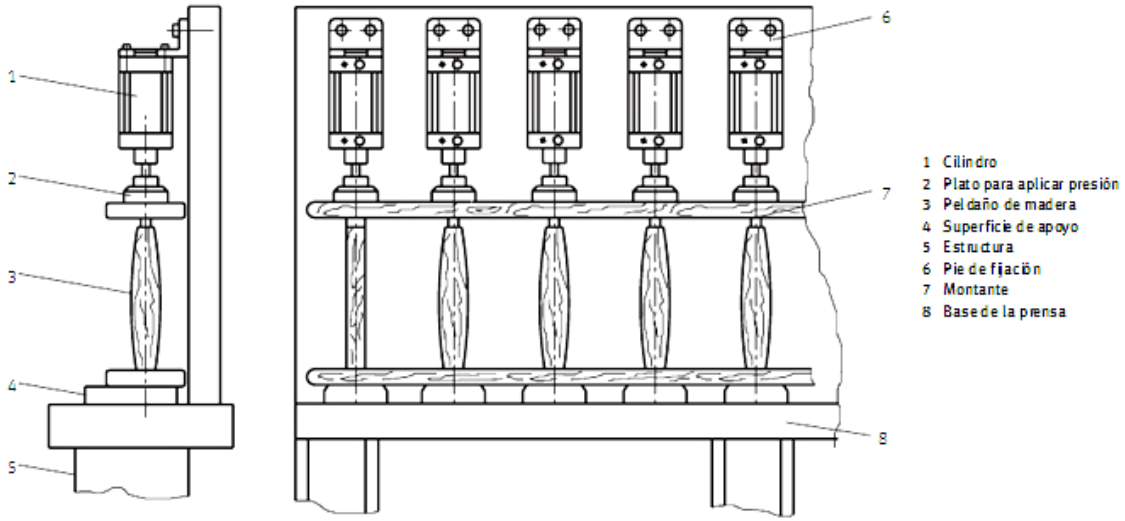
h. Actividad Nº8: Embutición de peldaños de una escalera.

- **Objetivo**:

1. Diseñar y simular un circuito electrohidráulico para lograr el correcto desempeño del equipo.

- **Funcionamiento:**

Aunque las escaleras modernas suelen ser de aluminio, todavía existe la tradicional escalera de madera. Los peldaños se embuten mediante cilindros que siempre aplican la misma fuerza. Para que los peldaños encajen bien, es necesario que estén colocados en ángulo recto, para lo que se recurre a elementos de sujeción de acero flexible. El sistema es muy sencillo y puede servir de ejemplo para embutir otro tipo de productos. Recurriendo a varios cilindros, el sistema puede utilizarse, por ejemplo, para fabricar muebles en carpinterías. Para que el sistema adquiera mayor versatilidad, es recomendable prever diversas posibilidades de ajuste, por ejemplo mediante el montaje de los cilindros de modo variable sobre una placa con patrón de taladros o sobre piezas angulares laterales.



6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Investigar las formulas requeridas para el cálculo necesario en los circuitos que lo requieran.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Simular y armar los circuitos diseñados en los bancos de prácticas del laboratorio.

7.2 Graficar el diagrama posición -fase en las actividades 3 y 4.

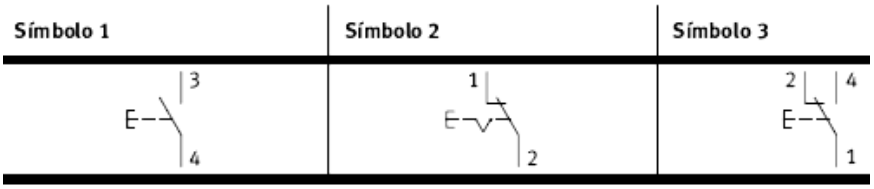
7.3 Simular los circuitos diseñados en las actividades 5, 6, 7 y 8.

8. CUESTIONARIO

1. Aplicaciones para los circuitos de las actividades realizas y circuitos simulados.

2. ¿Cuáles son las características a tener en cuenta para seleccionar un cilindro para determinada aplicación?

3. Describir la construcción y funcionamiento de los siguientes interruptores.,

4. 

5. Las válvulas de vías accionadas eléctricamente conmutan mediante un electroimán. En principio, puede clasificarse de la siguiente manera:

   - Electroválvulas con retorno por muelle.
   - Electroválvulas biestables.

   a. Describir las diferencias entre los dos tipos de válvulas en relación con su funcionamiento y su comportamiento en caso de una interrupción de la alimentación de corriente eléctrica.

6. Una electroválvula puede accionarse de modo directo o indirecto. Describir la diferencia entre los dos tipos de accionamientos recurriendo a un ejemplo.

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
4	480 min	CIRCUITOS DE ELECTRONEUMATICA	Automatismos I

1. OBJETIVOS

- Diseñar circuitos electroneumáticos donde se empleen diversos elementos como cilindros, válvulas con regulación de caudal, bobinas y contactores.
- Elaborar el diagrama POSICIÓN-FASE de cada uno de los cilindros empleados en los circuitos que se han diseñado previamente.

2. METODO

- Mediante el empleo de elementos neumáticos y eléctricos previamente evaluados en software de simulación, se pretende conseguir secuencias con cilindros de simple y doble efecto, tanto con sus cálculos como su diagrama posición-fase respectivo.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Según los elementos disponibles en el laboratorio y los requerimientos del circuito.

4. MARCO TEORICO

Se debe tener en consideración los distintos conceptos a desarrollar dentro de la materia. De igual manera, las distintas válvulas existentes, sus características y aplicaciones.

Se recomiendan considerar los siguientes textos:

- ROLDAN VILORIA, José., "Neumática, hidráulica y electricidad aplicada", Editorial Paraninfo, Madrid, 9a. ed, 2000.
- HASEBRINK, J. P.; KOBLER, R., "Técnica del mando automático 1: iniciación al mando neumático-electroneumático", Manual de Festo Didactic. FESTO. Berkheim. 1974.
- ROLDAN VILORIA, José., "Prontuario de neumática industrial: electricidad aplicada", International Thompson Editores Spain Paraninfo, Madrid, 2001.
- ROLDAN VILORIA, José., "Manual del electricista de taller", Editorial Paraninfo, Madrid, 8a. ed, 2000.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que se posea el mandil de trabajo y gafas de protección.

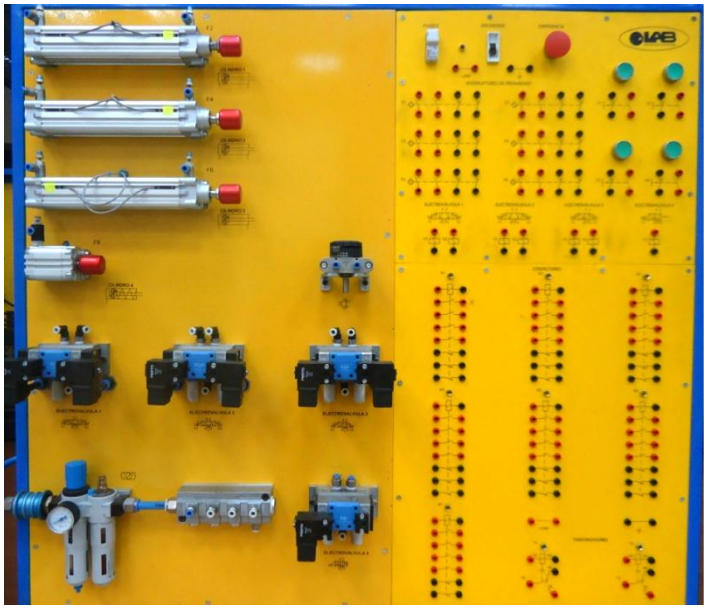
- Regular la presión de ingreso del aire a 5 Bar

5.2 PROCEDIMIENTO

a. Actividad Nº 1: Identificación del banco de prácticas.

- **Objetivo**:

1. Reconocer y registrar los componentes de los bancos de práctica a utilizar.



Ítem	Cant.	Elemento	Funcionamiento	Simbología
1				
2				
3				
4				
5				

6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				

b. Actividad Nº2: Funcionamiento de electroválvulas.

- **Objetivo**:

1. Comprender el funcionamiento de las diferentes electroválvulas existentes en el banco.

2. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.

3. Dibujar el diagrama Posición – Fase de acuerdo al funcionamiento observado.

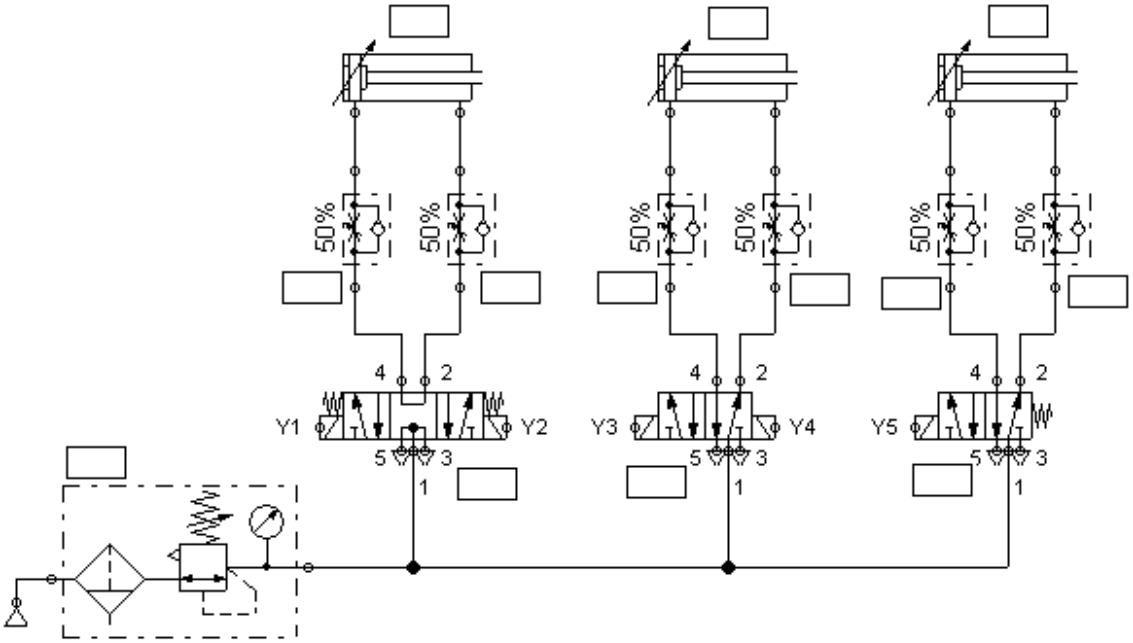
- **Procedimiento**:

Armar el circuito electroneumático mostrado a continuación en el banco y regular las válvulas estranguladoras a una apertura media. Accionar S1 durante un instante y comprobar que sucede con el actuador. Nuevamente accionar S2 durante un instante y comprobar su funcionamiento.

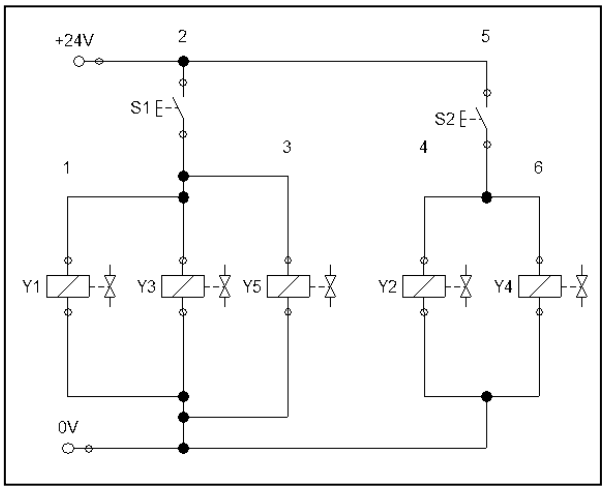
- **Diagrama Posición – Fase**:

Elemento	Posición	Fase				
		0		1	2	3
	+					
	-					
	+					
	-					
	+					
	-					

- **Circuito Neumático**:



- **Circuito Eléctrico**:



- **Funcionamiento (circuito neumático):**

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

- **Funcionamiento (circuito eléctrico):**

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

- **Observaciones:**

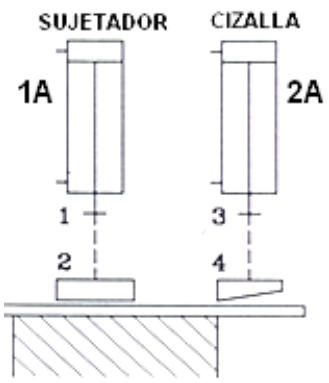
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

c. Actividad Nº3: Simulación de una cizalla.

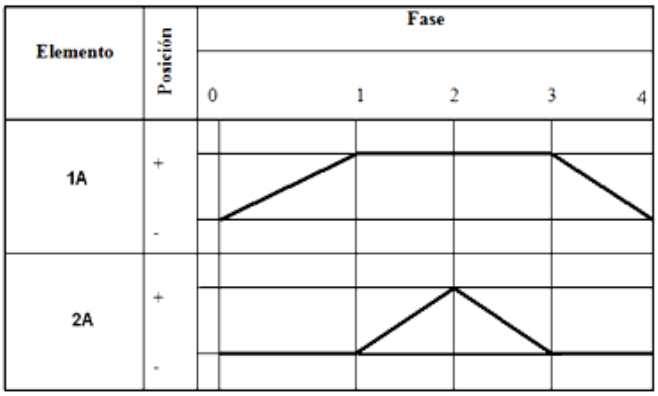
- **Objetivo**:

1. Diseñar y armar un circuito que simule la operación de una cizalla.

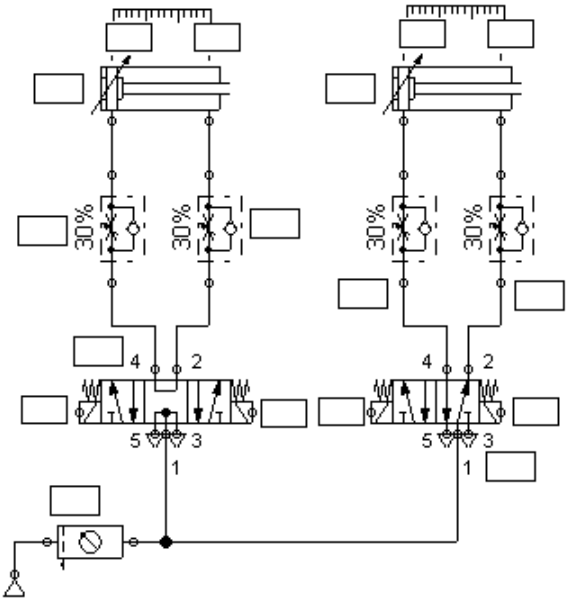
2. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.



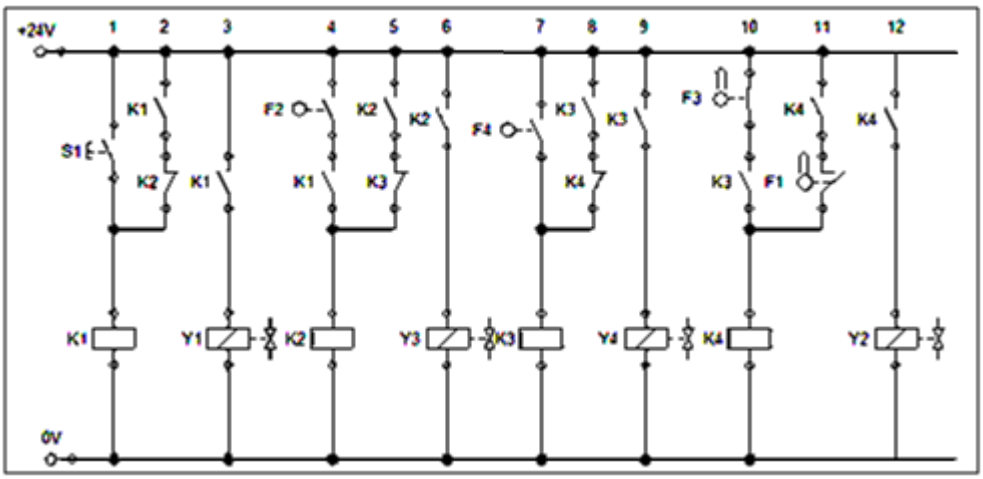
- **Diagrama Posición-Fase**:



- **Circuito Neumático**:



- **Circuito Eléctrico**:



- **Funcionamiento (circuito neumático):**

- **Funcionamiento (circuito eléctrico):**

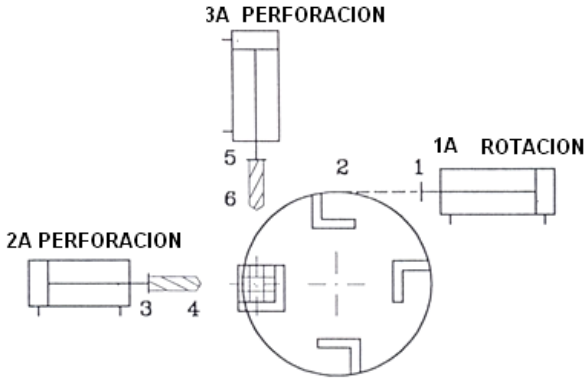
- **Observaciones:**

d. **Actividad Nº4**: Taladrado múltiple y rotación de mesa.

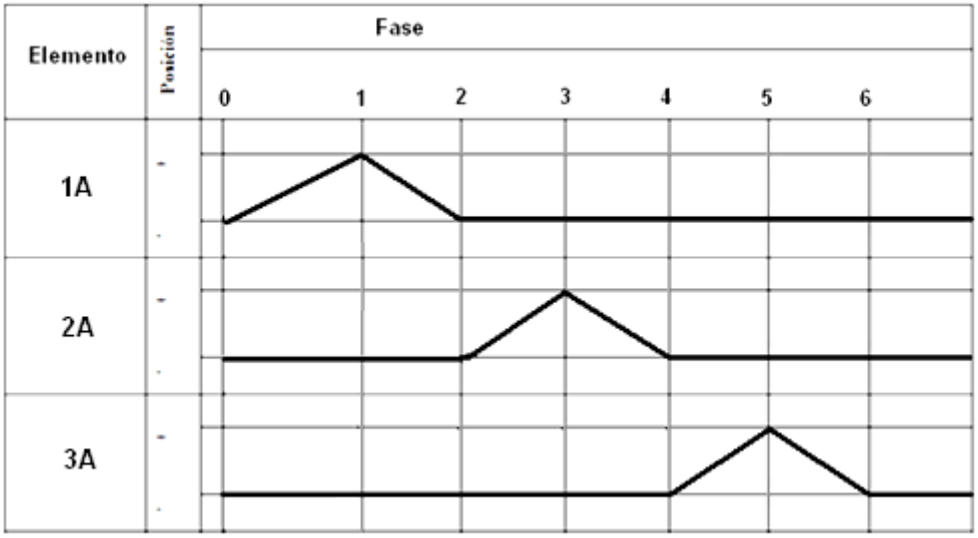
- **Objetivo**:

1. Diseñar y armar un circuito que simule la operación de taladrado múltiple y rotación de la mesa.

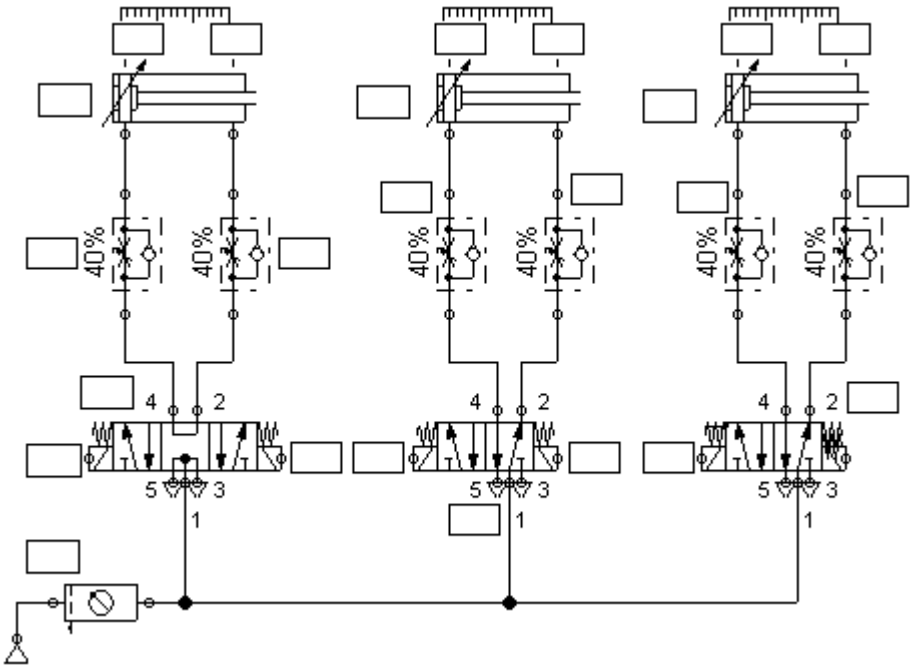
2. Analizar el funcionamiento del circuito neumático empleando la numeración de cada elemento de acuerdo a la norma ISO 1219-2.



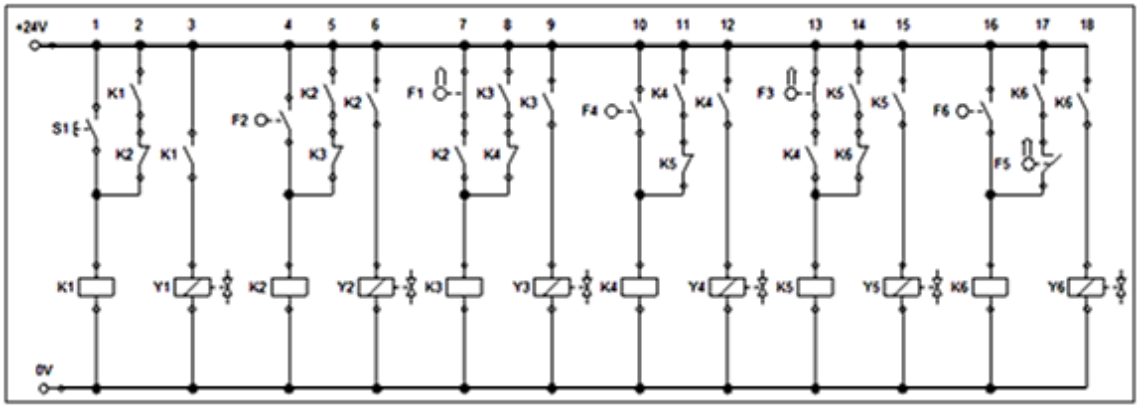
- **Diagrama Posición-Fase**:



- **Circuito Neumático**:



- **Circuito Eléctrico**:



- **Funcionamiento (circuito neumático):**

- **Funcionamiento (circuito eléctrico):**

- **Observaciones:**

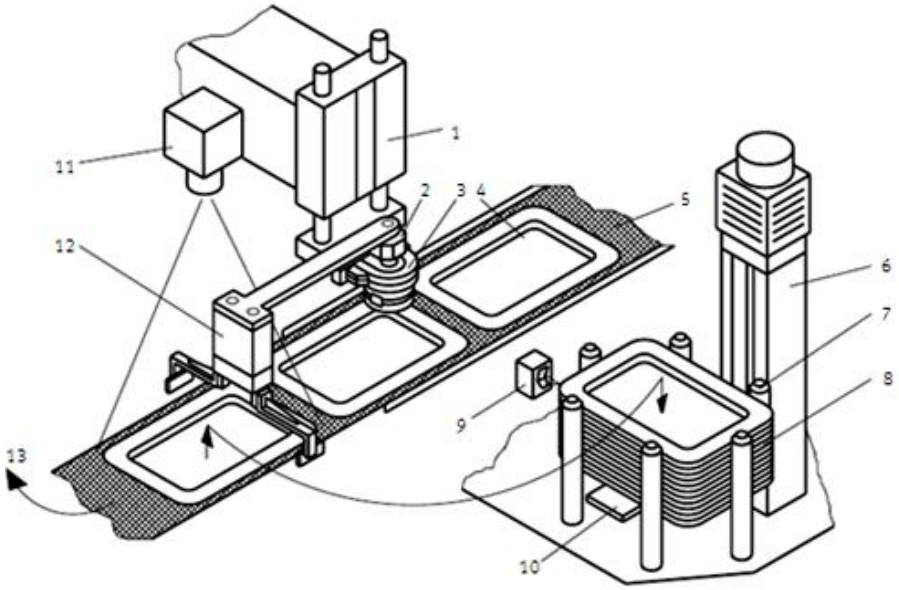
e. Actividad Nº5: Clasificación de piezas.

- **Objetivo**:

1. Diseñar el circuito neumático y eléctrico para el sistema de clasificación de piezas.

- **Funcionamiento**:

La cantidad de piezas de grandes superficies tiene que controlarse después de las operaciones realizadas. Las piezas deficientes no se retiran de la cinta de transporte y posteriormente se descartan. Las piezas que cumplen con los criterios se apilan en un cargador. La altura de la pila se mantiene siempre constante, de lo que se ocupa un sensor de reflexión directa. Las piezas son ligeras, por lo que es posible utilizar una pinza con dedos prolongados.



1 Unidad elevadora
2 Caballete
3 Unidad giratoria
4 Pieza
5 Cinta transportadora
6 Husillo elevador
7 Columna del cargador
8 Pila de piezas controladas y buenas
9 Detector de nivel
10 Brazo elevador
11 Cámara con software de procesamiento de imágenes
12 Pinza paralela
13 Salida de piezas deficientes

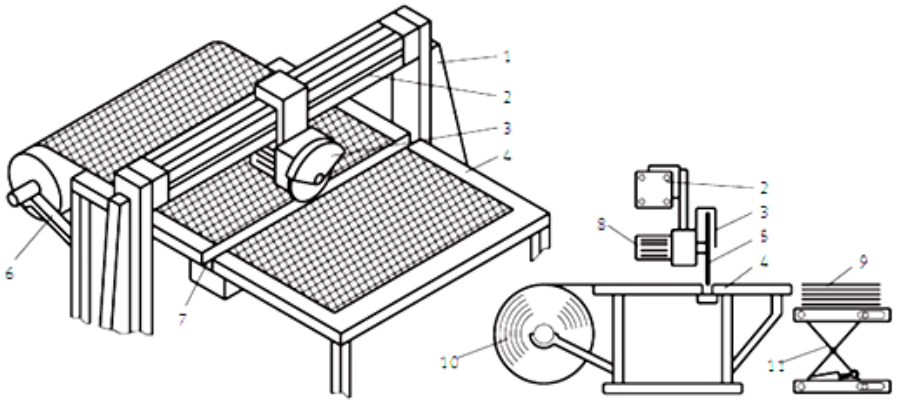
f. Actividad Nº6: Mesa de corte para tela.

- **Objetivo**:

1. Diseñar y simular el circuito electroneumático para lograr el funcionamiento correcto de la máquina.

- **Funcionamiento**:

Un cilindro sin vástago se encarga de desplazar transversalmente el aparato de corte. La velocidad del corte puede regularse mediante el estrangulamiento del aire de escape. El émbolo queda aprisionado entre la entrada libre de aire comprimido y la salida estrangulada del aire de escape, lo que permite retroceder más rápido a su posición inicial. El rodillo se cuelga en los brazos respectivos y la tela se desenrolla a mano. La cuchilla circular corta a lo largo de una ranura de la mesa. Se sobrentiende que la operación de desenrollar la tela podría realizarse de modo automático, aunque esta solución únicamente es económica si la cantidad de corte es grande. En ese caso podría usarse un sistema de avance por rodillos o pinzas.



1 Estructura de apoyo
2 Unidad lineal sin vástago
3 Aparato de corte
4 Mesa
5 Cuchilla circular
6 Brazo de sujeción del rodillo
7 Pieza de unión
8 Motor eléctrico
9 Pila de piezas cortadas
10 Rollo de tela
11 Mesa elevadora

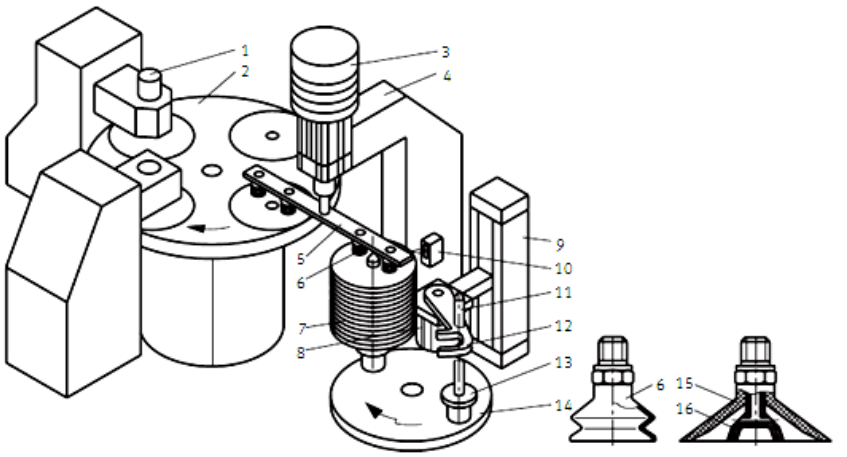
g. Actividad Nº7: Alimentación de discos delgados.

- **Objetivo**:

1. Diseñar y simular un circuito electroneumático para lograr el funcionamiento del dispositivo.

- **Funcionamiento**:

Las piezas están apiladas de tal modo que el brazo elevador cabe debajo de la pila. La recogida y la entrega de los discos están a cargo de un brazo giratorio doble, con lo que las dos operaciones se ejecutan simultáneamente. Si las piezas no tienen orificio central, es posible utilizar una ventosa sencilla. En caso de tenerlo, pueden emplearse dos ventosas de fuelle o bien una ventosa anular (imagen inferior derecha)



1 Unidad de trabajo
2 Plato divisor
3 Unidad giratoria y lineal
4 Estructura
5 Brazo giratorio
6 Ventosa de fuelle
7 Discos apilados
8 Unidad giratoria
9 Eje de posicionamiento
10 Detector de proximidad
11 Barra de apilamiento
12 Brazo elevador
13 Plato de soporte
14 Plato de carga
15 Ventosa
16 Pieza para cubrir el orificio central de los discos con el fin de mantener el vacío

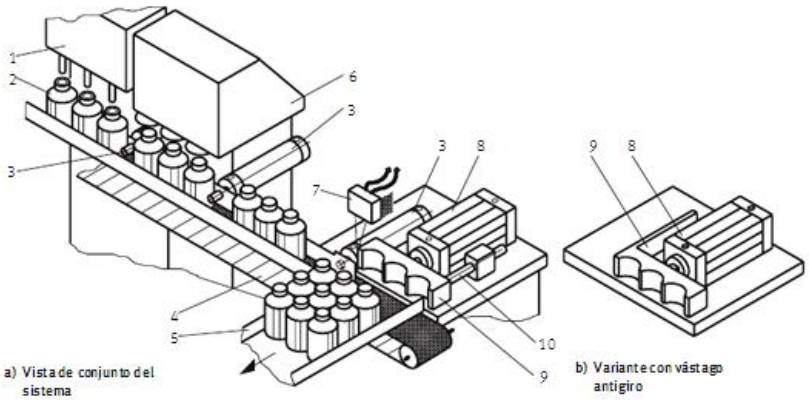
h. Actividad Nº8: Reorientación de botellas

- **Objetivo**:

1. Diseñar y simular un circuito electroneumático para lograr el correcto desempeño del equipo.

- **Funcionamiento:**

En la gráfica se muestra como las botellas forman grupos de tres unidades después de haber pasado por la estación embotelladora y de colocación de tapas. El empujador avanza al recibir la señal correspondiente del detector, confirmando que el grupo de tres unidades esta completo. En determinados casos es posible prescindir de un tope de bloqueo si el empujador asume también esa función (imagen b). El sistema puede simplificarse adicionalmente utilizando vástagos anti giro o con émbolo ovalado.



6. CALCULOS Y RESULTADOS

6.1 Investigar las formulas requeridas para el cálculo necesario en los circuitos que lo requieran.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Simular y armar los circuitos diseñados en los bancos de prácticas del laboratorio.

7.2 Describir el funcionamiento y aplicaciones de estos circuitos en la industria.

7.3 Simular los circuitos diseñados en las actividades 5, 6, 7 y 8.

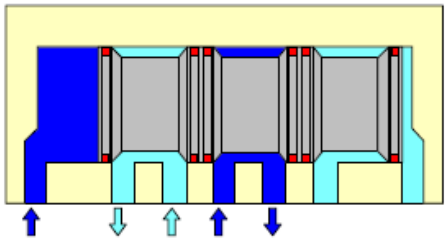
8. CUESTIONARIO

1. Describa el significado y la función de las conexiones que se indican a continuación:

Denominación de la conexión	Significado /Función
3	
12	
10	
5	

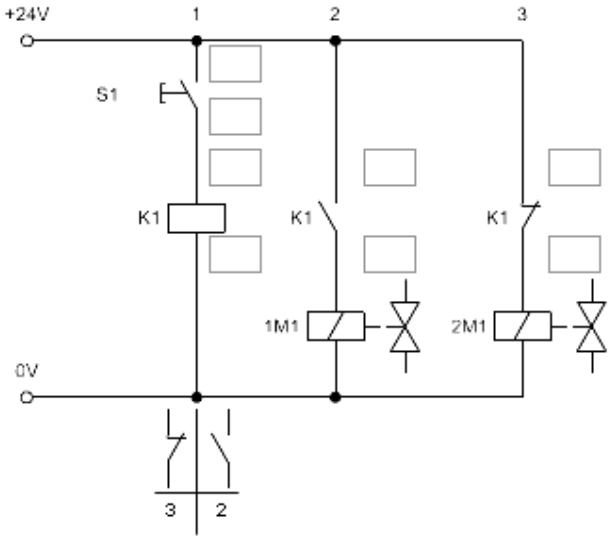
2. ¿Cuál es la función de un temporizador en un circuito electro neumático y cuál es su característica principal?

3. Seleccione el tipo de válvula que se indica en la figura y describa su funcionamiento.



   a. Válvula 5/2 pilotada, tipo de asiento.
   b. Válvula 3/2, tipo de bola.
   c. Válvula 4/3, tipo corredera giratoria.
   d. Válvula 5/2 pilotada, tipo de corredera.

4. Para garantizar un correcto cableado de los contactos, todas las conexiones reciben una identificación sistemática en el componente y en el esquema de circuito. Asigne la identificación correcta a las conexiones mostradas en la figura.



3.3.10 Metrología

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
1	40 min	MEDICION CON DIFERENTES TIPOS DE CALIBRADORES	Metrología

1. OBJETIVOS

- Adquirir destrezas en el manejo y lectura en los diversos tipos de pie de rey.
- Manejar mediciones en el sistema métrico y en el sistema inglés.

2. METODO

- Mediante el empleo de diversos pie de rey, en milímetros o pulgadas, se ilustrará como medir longitudes, espesores y profundidades en una pieza modelo.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Pie de rey de analógico de carátula, digital, de profundidad y alturas en mm y en pulgadas.
- Pieza a medir.

4. MARCO TEORICO

4.1 Pie de rey

Este instrumento permite medir las características de calidad de longitud, diámetro, anchura o profundidad de una pieza de forma directa (o inmediata sin necesidad de efectuar ninguna operación matemática), con una gama de precisión que está de acuerdo con el trazado de sus escalas.

Su característica principal es la presencia de un nonio, que es un dispositivo que permite medir las fracciones de milímetro o pulgadas, precisamente, a según de la gama de precisión del calibrador, 1/10, 1/20, 1/50 o también 1/100 de milímetros ó pulgadas.

4.2 Construcción de un pie de rey

Básicamente este instrumento de medida consta de dos partes: la parte fija y la parte móvil (fig. 4.1).

- ✓ La parte fija es una pieza constituida por un palpador para exteriores (1 izquierda) y otro para interiores (2 izquierda) que forman un ángulo recto con una regla graduada en milímetro (4) y, normalmente, también en pulgadas (5).

- ✓ La parte móvil está formada por una corredera o cursor con una escala graduada que constituye el nonio (6 y 7). Están adheridos a ella el palpador móvil para exteriores (1 derecha), el palpador para interior (2 derecha) y la varilla de profundidad (3). El movimiento de la corredera graduada debe realizarse con la presionando el seguro (8), en otros a una rueda, especialmente en el movimiento de aproximación final.

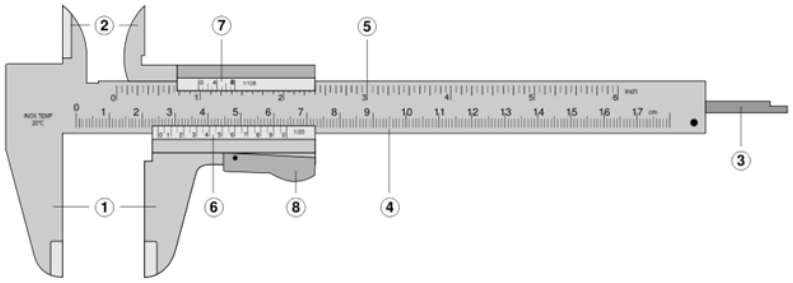


Fig.4.1 Partes de un Pie de rey Universal

El calibre pie de rey tiene características propias, que determinan en cada caso su tipo y empleo. Las características más sobresalientes son:

- **Longitud de la regla graduada**: Esta característica da solamente una idea de su capacidad (200, 250, etc., mm.). Se llama capacidad a la máxima medida que puede realizarse utilizando el nonio.

- **Tipo de nonio**: Esta característica concreta su apreciación (1/10, 1/20 y 1/50 son los más empleados).

- **Material y tonalidad superficial**: Indica la clase de material con que fue construido y el aspecto de su superficie (acero inoxidable, en mate, etc.).

- **Forma especial**: Indica, generalmente, la forma de sus bocas (bocas en punta, curvas,etc.)

Otras particularidades que se pueden reseñar son: si está equipado con tornillo de aproximación, si dispone del reloj indicador, etc.

4.3 Nonio

El nonio o vernier es una segunda escala de medición lineal, angular, o de otra naturaleza, y sea cual fuere la unidad de medida auxiliar, que tienen algunos instrumentos de medición, que permite apreciar una medición con mayor precisión al complementar las divisiones de la regla o escala principal del instrumento de medida.

El sistema consiste en una regla sobre la que se han grabado una serie de divisiones según el sistema de unidades empleado, y una corredera o carro móvil, con un fiel o punto de medida, que se mueve a lo largo de la regla. El nonio o escala vernier toma un fragmento de la regla, que en el sistema decimal es un múltiplo de diez menos uno, y lo divide en un número más de divisiones.

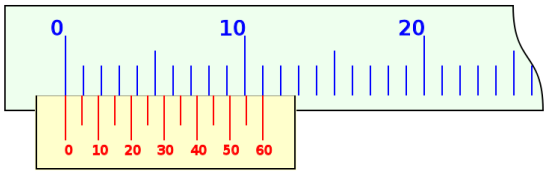


Fig.4.2 Nonio

4.4 Apreciación

Se llama apreciación a la menor medida que puede leerse con dicho instrumento. Una regla que esté graduada de milímetros en milímetros tendrá, por tanto, una apreciación de un milímetro.

"La apreciación de un instrumento con nonio incorporado es la diferencia entre el valor de una división del instrumento y una del nonio.

$$\text{Apreciación} = \text{división regla} - \text{división nonio}"^{7}$$

i el nonio divide en «n» partes una longitud n-1 de la regla fija, la apreciación es:

$$a=1-\frac{n-1}{n}=\frac{n-n+1}{n}=\frac{1}{n}$$

Donde:

a = apreciación

n = partes en que se divide la escala del nonio.

4.5 Manejo del pie de rey

Aunque cada tipo de pie de rey posee sus propias aplicaciones, el funcionamiento, en general, es el mismo para todos, el movimiento de deslizar el nonio hasta que las superficies a medir hagan contacto con las superficies de los palpadores del pie de rey, ya sean exteriores o interiores o la sonda de profundidad.

La lectura de la medida se realiza mediante la determinación de la posición del cero del cursor sobre la escala de la parte fija. El funcionamiento del nonio ya es conocido por haberlo descrito anteriormente.

En el caso del calibrador de tornero, las bocas del calibre sirven tanto para medir exteriores como interiores; por lo tanto, a menos que se disponga de dos nonios, se deben sumar 10 mm a la lectura obtenida en las mediciones de formas interiores. Esto es debido a que el espesor de los eslabones de las bocas es precisamente de 10 mm.

[7] MANRIQUE, E.; CASANOVA, A. *Metrología básica*. (Barcelona: EDEBÉ, 1994): 89.

4.6 Usos de las partes principales del pie de rey.

Los palpadores se emplean para medir el exterior (palpadores de exteriores) o interior (palpadores de interiores) de una pieza en particular, estos nos permitan conocer las dimensiones de los diámetros de agujeros así como de espesores de los elementos.

La varilla de profundidad se aplica para medir las honduras de piezas que posean determinados detalles donde se requiere saber la distancia desde el exterior hasta el fondo de las depresiones.

La unidad de medida es muy importante debido al trabajo que se realiza con dimensiones en milímetros y pulgadas, por lo tanto el nonio del pie de rey viene incluye las dos unidades, en su parte inferior se manejan los milímetros y en su parte superior se consideran las pulgadas.

De la misma manera, en la regla principal de un pie de rey se manifiestan las dos unidades de medida, al igual que el nonio, en su parte inferior se manejan los milímetros y en su parte superior se posee la escala graduada en pulgadas.

El seguro del nonio es de gran relevancia debido a la seguridad que proporciona al evaluar un elemento, al fijar la medida por medio de su sujeción, este detiene el movimiento del nonio y permite que la medición realizada sea lo más veraz posible.

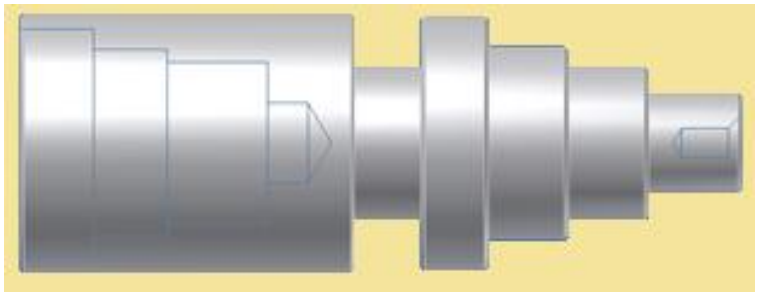
5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

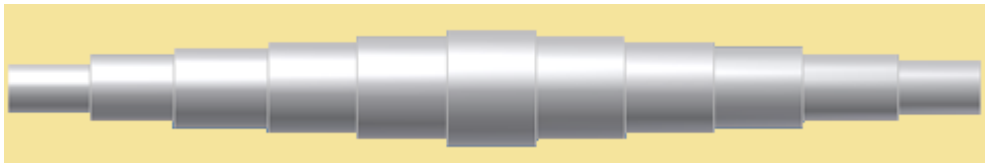
a. Asegurarse de tener los materiales e instrumentos necesarios.
b. Verificar que los instrumentos estén en buen estado.

5.2 PROCEDIMIENTO

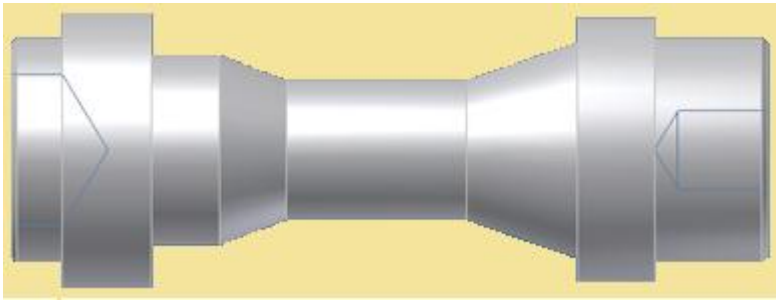
- Seleccionar el instrumento de medición.
- Determinar el rango, la apreciación y el tipo del pie de rey a emplearse.
- Seleccionar el elemento a medir.
- Realizar la medición de la pieza según el esquema mostrado empleando diversos calibradores.



Elemento #1



Elemento #2



Elemento #3

Fig. 5.1 Esquema de las piezas a medir

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio.

INSTRUMENTO	***Resolución***	***A***	***B***	***C***	***D***	***…***

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Realizar la medición de una pieza mediante el uso de diversos pie de rey.

8. CONCLUSIONES

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son las características por las que se diferencian los calibradores pie de rey?
2. ¿Cómo son los nonios de calibres graduados en pulgadas?
3. Defina la apreciación de un instrumento de medición según sus palabras.
4. ¿Cómo se realiza la medida en los pie de rey especiales?
5. Como se logra una precisión de lectura de 0,1 mm sobre un pie de rey?
6. El nonio sirve para _____.
7. ¿Qué hay que hacer para medir un agujero con un calibre de tornero?
8. Las superficies de un pie de rey se encuentran muy gastadas. Explique las consecuencias que se producen al fabricar una pieza empleando este instrumento para la medición.
9. ¿Cuáles son las ventajas de un nonio de 50 divisiones sobre un nonio de 25 divisiones?
10. Si una regla graduada de pie de rey está dividida en cuartos de pulgada, ¿qué apreciación podrá lograrse en un nonio de cuatro divisiones?

11. Un pie de rey de doble nonio sirva para_____.

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

    1. Tipos, características y aplicaciones de los calibres especiales.
    2. Normas básicas en el uso del calibrador.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

    1. Tema.
    2. Objetivos.
    3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
    4. Procedimiento de la práctica.
    5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
    6. Análisis de resultados.
    7. Conclusiones.
    8. Bibliografía.
    9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
2	40 min	MEDICION CON DIFERENTES TIPOS DE MICROMETROS	Metrología

1. OBJETIVOS

- Adquirir destrezas en el manejo y lectura en los diversos tipos de micrómetros.
- Manejar mediciones en el sistema métrico y en el sistema inglés.

2. METODO

- Empleo de diversos micrómetros para la medición de una pieza modelo.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Diferentes piezas.
- Micrómetros sin nonio en mm y pulg.
- Otros micrómetros (interiores, de engranajes, rosca, etc.).

4. MARCO TEORICO

4.1 Micrómetro

El micrómetro es un dispositivo ampliamente usado en ingeniería mecánica, para medir con precisión grosor de bloques medidas internas y externas de ejes y profundidades de ranuras. Los micrómetros tienen varias ventajas respecto a otros instrumentos de medida como el vernier y el calibrador: son fáciles de usar y sus lecturas son consistentes.

Con una mayor exactitud en la medición que la del calibrador pie del rey o universal, este dispositivo permite incluso conocer las milésimas en la medida tomada de determinada pieza o superficie.

Su principio de funcionamiento se fundamenta en el del **mecanismo tuerca-tornillo** que consiste en el avance de un tornillo sobre una tuerca fija, es decir que por cada vuelta del tornillo, éste avanza una longitud equivalente a su paso de rosca.

Existen tres clases de micrómetros basados en su aplicación.

- Micrómetro interno, se usa para medir huecos abiertos.
- Micrómetro externo, es usado típicamente para medir alambres esferas ejes y bloques.
- Micrómetro de profundidad, típicamente como su nombre indica.

4.2 Construcción de un micrómetro

Posee un cuerpo semicircular en el cual se incorpora el palpador fijo que entra en contacto con la superficie a medir junto con el palpador móvil. El husillo o tornillo está enrocado en la tuerca fija y gira en sentido horario hasta el tope fijo y viceversa (Fig. 4.1).

El cilindro exterior que contiene la tuerca tiene grabado la escala graduada milimétrica. El tambor también posee su escala en divisiones según la tolerancia del micrómetro.



Fig.4.1 Partes de un micrómetro

4.3 Apreciación

La apreciación de un micrómetro está en función directa con el número de divisiones del tambor. Si se dispone de un tambor con n divisiones y lo giramos en ángulo igual al comprendido entre dos de ellas, el palpador se desplazará una distancia equivalente al paso del husillo dividido por n.

La apreciación de un micrómetro que no posea nonio se calcula por medio de la división del paso de su husillo para el número de particiones que posee su tambor.

La medida final se obtiene de la adición de la lectura de la escala graduada horizontal y el valor correspondiente a la división del tambor que coincide con el índice.

4.4 Manejo del micrómetro

Para obtener medidas reales, es decir, sin errores con el micrómetro se debe procurar seguir las siguientes acotaciones.

- Seleccionar el micrómetro adecuado para la aplicación y la pieza a medir.
- El freno debe estar inactivo antes de empezar a medir la pieza.

- Las superficies a medir deben estar sin rebabas, con una temperatura de referencia de 20ºC y no deben poseer movimiento alguno.

- Asegurarse que se posea una buena iluminación y así poder observar la medida en el tambor de manera correcta debido a que estas son pequeñas.

- Se debe procurar que los palpadores del micrómetro y la superficie de la pieza hagan contacto de manera firme pero sin exceso, para ello se emplea el tornillo de fricción.

- Sujetar el micrómetro de manera adecuada según el tamaño de la pieza a medir, es decir, en una pieza de tamaño pequeño se sujeta por el cuerpo con la mano derecha, y con el pulgar y el índice de la misma mano se acciona el tambor graduado, en cambio, en una pieza de gran tamaño se acostumbra sujetar el útil de medida con la mano izquierda y se acciona el freno, el tambor y el tornillo de fricción con la mano derecha.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Asegurarse de tener los materiales e instrumentos necesarios.

- Verificar que los instrumentos estén en buen estado.

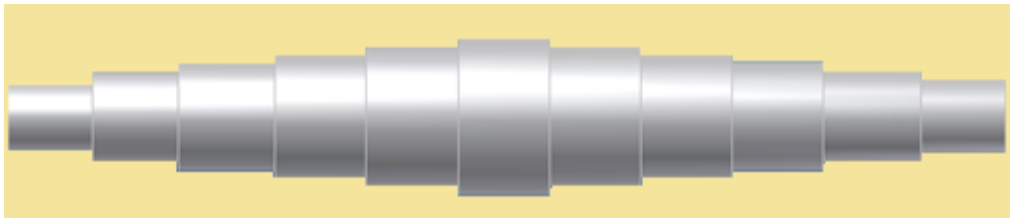
5.2 PROCEDIMIENTO

- Seleccionar el instrumento de medición.

- Determinar el rango, la apreciación y el tipo del pie de rey a emplearse.

- Seleccionar el elemento a medir.

- Realizar la medición de la pieza según el esquema mostrado empleando diversos calibradores.



Elemento #1

Fig. 5.1 Esquema de la pieza a medir

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio.

INSTRUMENTO	*Resolución*	*A*	*B*	*C*	*D*	*…*

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Realizar la medición de una pieza mediante el uso de diversos micrómetros.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles es la finalidad de los micrómetros?
2. ¿Cuál es la función del anillo de bloqueo o freno?
3. ¿En qué se fundamenta el micrómetro?
4. Explique el reglaje y puesta cero del micrómetro.
5. ¿Cuál es el inconveniente en la lectura de un micrómetro de profundidad respecto de un micrómetro de exteriores?

6. Por capacidad de medición de un micrómetro se entiende _____.

7. ¿En qué micrómetro es posible obtener la medida 12.00 mm para el diámetro de un agujero?

8. ¿Se pueden medir micras con un pálmer?

9. En un pálmer hay que dar 40 vueltas al tambor para que el palpador móvil avance una pulgada. Si dicho tambor tiene cincuenta divisiones, calcular su apreciación en pulgadas y en milímetros.

10. El error de medida, es decir, la diferencia entre la medida tomada por un micrómetro y la medida real de la magnitud en examen, puede ser debida a varias causas. ¿Cuáles pueden ser atribuidas al micrómetro?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Tipos, características y aplicaciones de los micrómetros.
   2. Normas básicas en el uso y mantenimiento del micrómetro.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
3	40 min	CONTROL DE PIEZAS CON DISTINTOS COMPARADORES	Metrología

1. OBJETIVOS

- Realizar el control de piezas con distintos comparadores.
- Comparar los radios de un perfil.

2. METODO

- Empleo de instrumentos de comparación como bloques patrón, reloj comparador y proyector de perfiles para realizar el control de piezas determinadas.

3. EQUIPO Y MATERIALES

♦ **Actividad 1:**

- Comparadores de reloj de distintas apreciaciones.
- Bloque patrón.
- Soporte adecuado para comparador.
- Una mesa (mármol) para apoyar el soporte porta comparador.
- 10 piezas rectificadas

♦ **Actividad 2:**

- Proyector de perfiles "Mitutoyo PJ-250C" (**ver Marco teórico**).
- Plantilla de radios.
- Franela.
- Una o varias piezas.

4. MARCO TEORICO

4.1 Comparador de reloj

Son instrumentos de precisión para medir por comparación, ampliando en 100, 1000 o más veces la diferencia de cota de las piezas comparadas.

El llamado **reloj comparador**, consiste en una caja metálica atravesada por una varilla o palpador desplazable axialmente en algunos milímetros (10 mm. para comparadores

centesimales y 1 mm. para comparadores milesimales). En su desplazamiento la varilla hace girar, por medio de varios engranajes, una aguja que señalará sobre una esfera dividida en 100 partes el espacio recorrido por el palpador, de tal forma que una vuelta completa de la aguja representa 1 mm. de desplazamiento del palpador y, por consiguiente, una división de la esfera corresponde a 0.01 mm. de desplazamiento del mismo. Una segunda aguja más pequeña indica milímetros enteros.

Montado el comparador sobre un soporte, a la altura conveniente, se apoya el palpador contra la cala de comparación y se regla la esfera orientable a cero, es decir, se gira suavemente dicha esfera hasta que el cero coincida con la aguja centesimal. Sustituyendo el bloque patrón por la pieza, de no tener ésta la misma altura que el bloque patrón, la aguja señalará la diferencia de altura entre ambas.

4.1.1 Principio de funcionamiento

Sobre la varilla (2) va tallada una cremallera que engrana con el piñón, cuyo eje corresponde a la aguja indicadora de milímetros. Solidario con éste va la rueda dentada que transmite el movimiento a un segundo eje, todo esto ubicado en el mecanismo de comparación.

La aguja de la escala centesimal. El muelle en espiral, montado sobre una rueda auxiliar que engrana con el piñón, tiene como finalidad eliminar los juegos entre dientes de los distintos engranajes. El resorte (4) constituye el muelle de presión, cuya finalidad es asegurar el contacto entre palpador y pieza (presión = 100 gramos). La posición de la varilla (2) está asegurada por medio del pasador, que se aloja en la ranura.

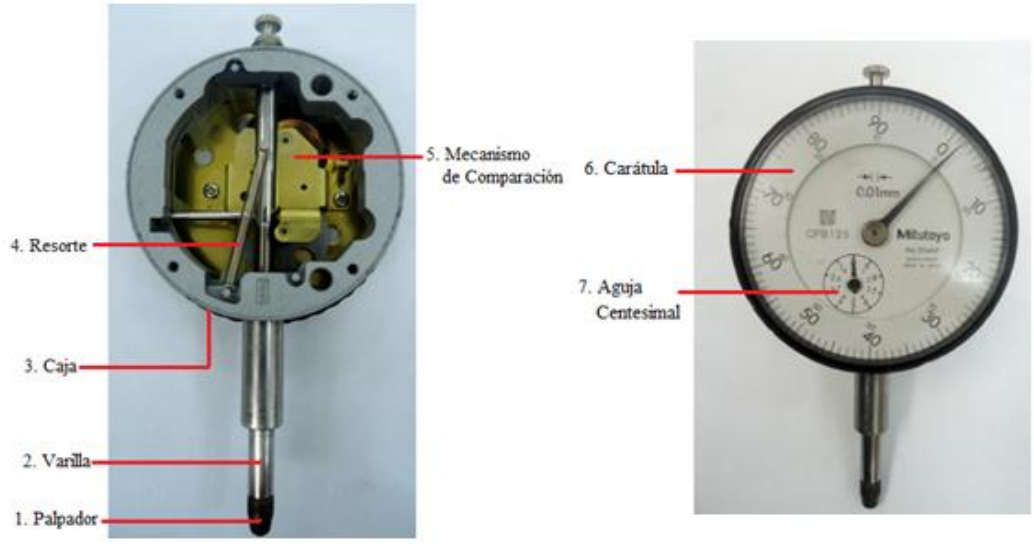
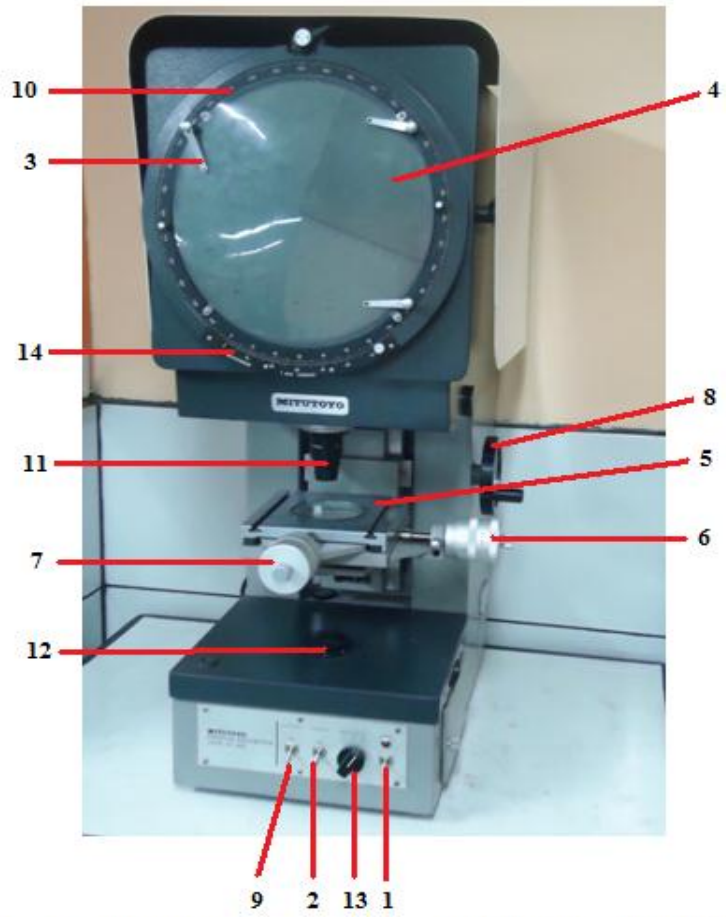


Fig. 4.1 Componentes de un comparador de reloj.

4.2 Proyector de perfiles MITUTOYO PJ-250 C

El proyector de perfiles es una máquina medidora de dimensiones y formas por ampliación mecánica y óptica que realiza medidas directas. Pueden distinguirse, dos tipos de proyección o de visión dentro de este proyector.

Las partes del proyector de perfiles se detallan a continuación:



1. *Interruptor general.*
2. *Interruptor para la iluminación diascópica.*
3. *Sujetador plantilla.*
4. *Pantalla.*
5. *Mesa porta-objetos.*
6. *Volante para desplazamiento longitudinal.*
7. *Volante para desplazamiento transversal.*
8. *Volante de reglaje de iluminación*
9. *Interruptor para iluminación episcópica.*
10. *Goniómetro dividido en 360°.*
11. *Lente X-20.*
12. *Amplificador de luz.*
13. *Selector de intensidad.*
14. *Nonio (vernier) del goniómetro.*

Fig. 4.2 Proyector de perfiles "Mitutoyo PJ-250 C"

4.2.1Proyección Diascópica

Es una iluminación que traspasa la pieza que será examinada. Con esto se obtiene en la pantalla una silueta oscura, limitada por el perfil que se desea verificar.



Fig. 4.3 Detalles de una proyección diascópica

4.2.2 Proyección Episcópica

"En este sistema de iluminación se concentra en la superficie de la pieza, cuyos detalles aparecen en la pantalla. Este sistema es utilizado para la verificación de monedas, circuitos impresos, grabaciones, acabado superficiales. Cuando se trata de piezas planas, debemos colocar las piezas que será medida sobre una mesa de vidrio. Las piezas cilíndricas con agujero central, deben ser fijadas entre puntos"8. (Fig. 4.4a detalle 13).

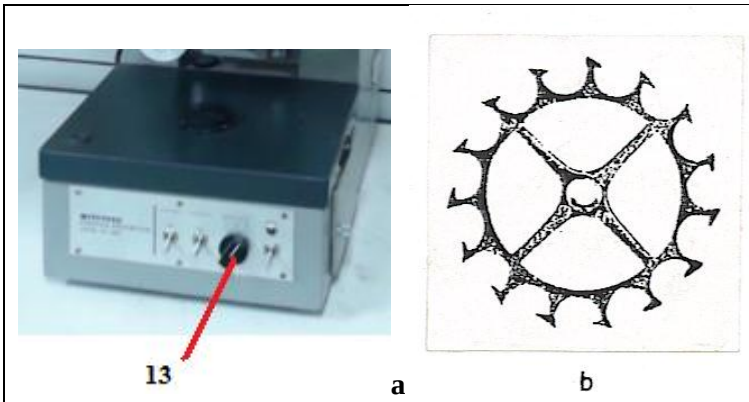


Fig. 4.4 Detalle de la proyección episcópica

[8] http://moodle.imh.es/file.php/17/moddata/scorm/41/UD16_18/17/A_2/pag2.htm [consulta 28 de abril de 2008].

4.2.3 Combinación de ambas

Ello permite observar un perfil junto a una superficie, se puede complementar las características superficiales y los resultados de los perfiles.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Asegurarse de tener los materiales e instrumentos necesarios.
- Verificar que los instrumentos estén en buen estado.

5.2 PROCEDIMIENTO

- **Actividad 1:**

- Preparar el comparador:

  a. Fijar el comparador en el soporte de manera que, la posición del palpador sea perpendicular a la superficie a verificar.
  b. Proceder a la puesta a cero del mismo, en relación al bloque patrón (vea la fig. 5.1a).
  c. Situar cada una de las distintas piezas debajo del palpador del comparador de reloj (fig. 5.1c) y anotar la diferencia detectada en la **tabla 6.1**.

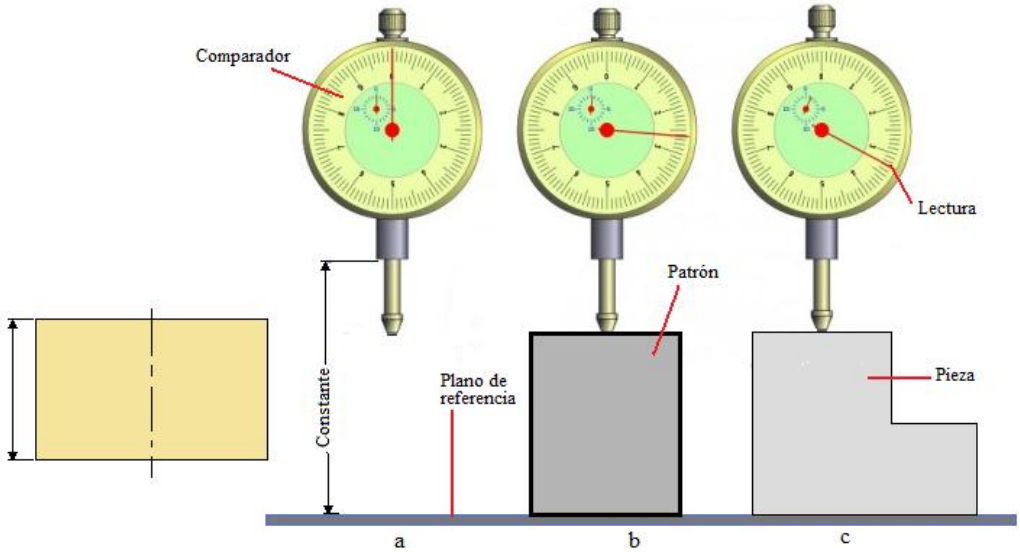


Fig., 5.1 Procedimiento de preparación del comparador.

- **Actividad 2:**

1era. PARTE: COMPARAR LOS RADIOS DE UNA PIEZA. (Ver Marco teórico)

a. Accionar el interruptor general 1.
b. Accionar el interruptor para la iluminación diascópica 2.

c. Colocar la pieza indicada en el dibujo sobre la mesa, entre el lente 13 y el amplificador de luz 14.
d. Centrar la pieza con respecto a la pantalla por medio de los volantes 6 y 7.
e. Enfocar la imagen de la pieza por medio del volante 8.
f. Comparar los radios acotados en el dibujo de la pieza con aquellos de la plantilla, y anotar en la **tabla 6.2**.

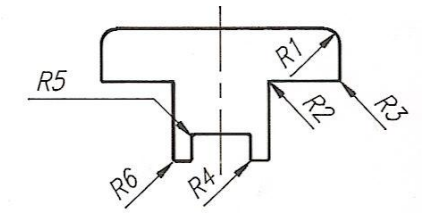


Fig. 5.2 PRIMERA PARTE: Pieza a comparar

2da. PARTE: ENCONTRAR LOS RADIOS DE LA PIEZA POR COMPARACIÓN

a. Colocar la pieza indicada en el dibujo sobre la mesa, entre el lente 13 y el amplificador de luz 14.
b. Centrar la pieza con respecto a la pantalla por medio de los dos volantes 6 y 7.
c. Enfocar la imagen de la pieza por medio del volante 8.
d. Comparar los radios de la pieza con los de la plantilla y anotar cada uno de los radios en la **tabla 6.3.**

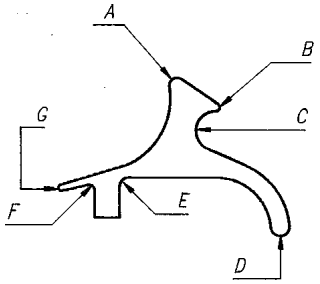


Fig. 5.3 SEGUNDA PARTE: Pieza a comparar

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio.

Pieza Nº	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Valores tomados	**Ap*.**	**Ap.**	**Ap.**	**Ap.**	**Ap.**	**Ap.**	**Ap.**	**Ap.**	**Ap.**	**Ap.**
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Ap: Apreciación del comparador.*

***Tabla 6.1** Datos obtenidos del comparador.*

Radios	Observaciones
R_1 = 3 mm	
R_2 = 0.5 mm	
R_3 = 0.3 mm	
R_4 = 0.4 mm	
R_5 = 0.5 mm	
R_6 = 0.3 mm	

Tabla 6.2 *Datos obtenidos de la primera parte de comparar radios*

Radios	Valor del radio	Observaciones
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		

Tabla 6.3 *Datos obtenidos de la segunda parte de comparar radios*

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Realizar la comparación de diversas piezas por medio del uso del comparador.

7.2 Realizar la comparación de diversas piezas por medio del proyector de sombras.

7.3 Llenar las tablas de datos respectivas para dato obtenido en la práctica.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles es la finalidad de los instrumentos de comparación?
2. ¿Cuál es el empleo con respecto al control que realizan los comparadores?
3. Principales instrumentos de comparación empleados y sus características.
4. ¿Cuáles es la finalidad del proyector de perfiles?
5. ¿Cuál es manejo adecuado del proyector de perfiles?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Tipos, características y aplicaciones de los instrumentos de comparación.
   2. Normas básicas en el uso de instrumentos de comparación.
   3. Tipos, características y aplicaciones de los proyectores de sombras
   4. Normas básicas en el mantenimiento de un proyector de sombras

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
4	60 min	CONTROL DE PIEZAS CON IDSTINTOS INSTRUMENTOS DE VERIFICACIÓN	Metrología

1. OBJETIVOS

- Realizar el control de piezas con distintos instrumentos de verificación.
- Verificar diámetros interiores empleando el instrumento seleccionado para la práctica.

2. METODO

- Mediante el empleo de instrumentos de verificación como calibres tampón, alexómetro, galgas de paso de rosca y de espesores se pretende realizar el control del diámetro interior de piezas determinadas.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- **Actividad 1**:

  - Calibres Tampón.
  - Un mármol.
  - Una franela.
  - Diferentes piezas con agujero de diferentes diámetros.

- **Actividad 2**:

  - Alexómetro
  - Un mármol.
  - Una franela.
  - Al menos tres piezas con agujero de diferentes diámetros (mayores de 25 mm).

- **Actividad 3: Verificación de paso de rosca.**

  - Galga de paso de rosca (cuenta hilos en mm y pulgadas).
  - Un mármol;
  - 8 pernos con diferentes pasos de roscas en milímetros y pulgadas.

- **Actividad 4: Verificación de holguras y calibración de ranuras delgadas**.

  - Calibradores de espesores (Kech).
  - Un mármol.
  - 10 bujas.
  - Un pliego de lija # 400

4. MARCO TEORICO

4.1 Mármoles de verificación

Los mármoles de verificación están fabricados normalmente con fundición perlítica estabilizada para evitar las deformaciones, aunque también se emplea la piedra natural pulida (granito y diabasa) o la alúmina cristalizada, aglomerada con un producto cerámico.

Se apoyan en tres puntos para sortear el posible alabeo debido un cambio eventual de la repartición de los puntos de apoyo y suelen ir provistas de nervios de relativa altura para conseguir un buen momento de inercia y de un espesor lo más regular posible.

La parte superior es la cara de trabajo y sobre ella se apoyan las superficies que hay que verificar.

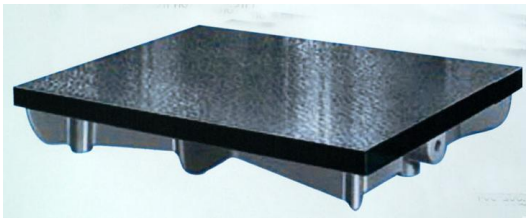


Fig. 4.1 Mármol de verificación.

4.2 Calibres Tampón

El calibre tampón liso se utiliza para verificar diámetros internos. Uno de sus extremos tiene la medida máxima admisible y se llama **lado pasa**, puesto que se ha de introducirse sin dificultad y suavemente en el agujero que se desea verificar si su dimensión es correcta. El otro extremo se llama **lado no pasa** y lleva un anillo marcado o pintado de color rojo cerca del mango para distinguirlo. Éste no debe entrar en el agujero.

En la empuñadura va indicada la medida nominal y la tolerancia del calibre. En la figura 4.2 se puede observar la utilización de este tipo de calibres.



Fig. 4.2 Calibre Tampón Liso.

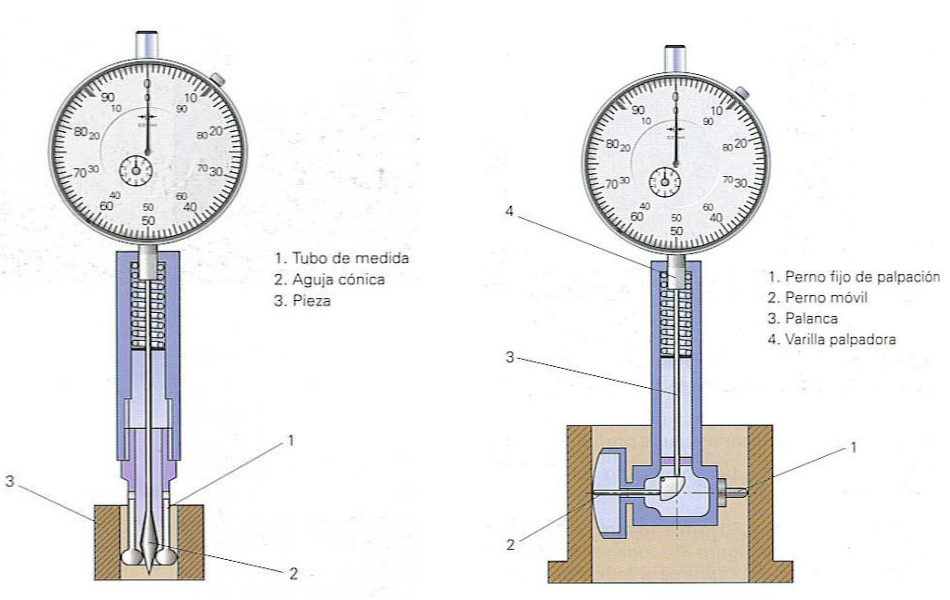
4.3 Alexómetro

El alexómetro o verificador de interiores, es un reloj comparador anexado a un eje que en el extremo de éste, se encuentra el contacto que hace girar las agujas del alexómetro y de este modo poder comparar las medida, es un dispositivo portátil que permite la verificación de la

dimensión de un agujero y, por desplazamientos sucesivos de rotación y traslación, también la detección de ovalaciones o conicidades no deseadas.

Se clasifican en función de la dimensión del agujero que permite verificar y son muy útiles para verificar agujeros profundos.

Tienen dos partes fundamentales: el indicador de medida y la cabeza de medición.



a) b)

Fig. 4.3 Componentes de un verificador de interiores. a) Para ajugeros de 0.05 a 18 mm. b) Para agujeros de 6 a 400 mm.

Para agujeros de 0.50 mm a 18 mm de diámetro, la cabeza de medición, como se muestra en la figura 4.3 a, consiste en un tubo ranurado intercambiable (1), acabado en cromo duro para lograr una mayor resistencia al desgaste. Los extremos de éste se separan por acción de una aguja cónica (2), de acero templado y lapeada, que transmite el movimiento al comparador.

Para agujeros de 6 mm a 400 mm de diámetro, la cabeza de medición está provista (fig. 4.3 b) de un perno fijo de palpación (1) de acero templado y de otro perno móvil (2) que dispone de una punta esférica de metal duro e intercambiable en función de la dimensión que se quiera verificar.

4.4 Galgas de paso de rosca

Para la realización de esta práctica se emplean plantillas de perfil para roscas que consisten en juegos de plantillas con la forma o silueta de los filetes de diferentes roscas, las cuales, generalmente, van reunidas en un haz como si fueran las varillas de un abanico (fig. 4.4).



Fig. 4.4 Galgas de paso de rosca o cuenta hilos.

Los juegos de plantillas pueden ser universales o puede haber un abanico para cada tipo de rosca ya sea Métrica o Withworth. Cada plantilla corresponde a un paso de rosca diferente cuyo valor se encuentra marcado sobre la superficie de la misma. Dicho paso irá expresado generalmente en mm, si se refiere al tipo de rosca métrica, o bien en hilos por pulgada, si se refiere al tipo de rosca Whitworth.



Fig. 4.5 Aplicación de las galgas de paso de rosca o cuenta hilos.

4.5 Galgas de espesores

Las galgas de espesores (fíg. 4.6) están constituidos por láminas delgadas de acero flexible que llevan grabada su dimensión. Generalmente forman un grupo de diferentes medidas, fijadas todas ellas por un extremo y desplegables en abanico. Se utilizan para verificar rápidamente pequeños juegos, holguras y ranuras. Si se combinan dos o más láminas en el mismo juego, puede obtenerse una amplia gama de dimensiones.



Fig. 4.6 Galgas de espesores

Para usarlas, se probarán sucesivamente diversos tamaños. La dimensión tendrá una medida indefinida comprendida entre ambas cuando una lámina entre y la siguiente no.

Se debe tener en cuenta que, en la utilización de las láminas, éstas deben introducirse sin grandes esfuerzos para no deteriorarlas.



Fig. 4.7 Galgas de espesores y su aplicación.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Asegurarse de tener los materiales e instrumentos necesarios.
- Verificar que los instrumentos estén en buen estado.

5.2 PROCEDIMIENTO

✓ **Actividad 1: Verificación de DIAMETROS INTERIORES con CALIBRES TAMPÓN:**

a. Limpiar los agujeros de las piezas a verificar.
b. Colocar una ligera capa de aceite en los agujeros.
c. Elegir el calibre tampón apropiado, según el diámetro del agujero.
d. Introducir el calibre en el agujero de la pieza, sin forzarlo ni girarlo.
e. El esfuerzo de penetración debe efectuarse con rozamiento suave.
f. Repetir las dos últimas operaciones en todas las piezas.
g. Anotar los resultados en la **tabla 6.1**.



Fig., 5.1 Verificación de diámetros internos con calibres tampón.

- ✓ **Actividad 2: Verificación de DIAMETROS INTERIORES con ALEXOMETRO:**

  a. Limpiar los agujeros de las piezas a verificar.
  b. Elegir el instrumento de rango apropiado de acuerdo al diámetro de la pieza a verificar.
  c. Ajustar el alexómetro a la medida que se desea verificar.
  d. Anotar el valor en la **tabla 6.2**.
  e. Repetir dichas operaciones en todas las piezas.



Fig. 5.2 Verificación de diámetros internos con Alexómetro

- ✓ **Actividad 3: Verificación de paso de rosca**

  a. Limpiar las roscas que se van a medir (con cepillo y aire).
  b. Observando la figura, sostener con la mano izquierda la buja (o un perno) y con la derecha el cuenta hilos.
  c. Colocar la lámina del cuenta hilo sobre la rosca del primer perno hasta que el perfil de una de las láminas coincida exactamente con el perfil de la rosca.
  d. Anotar el valor en la **tabla 6.3**.
  e. Repetir dicho procedimiento en todos los pernos.

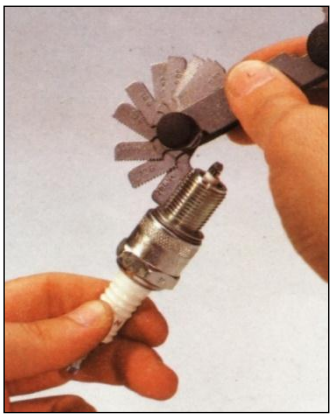


Fig. 5.3 Verificación de paso de rosca mediante el "cuenta hilos".

✓ **Actividad 4: Verificación de holguras y calibración de ranuras delgadas**

a. Limpiar las piezas que se van a verificar.
b. Con la mano izquierda sostener la primera pieza que se va verificar y con la derecha agarrar el calibrador de espesores.
c. En la cincos bujas verificar la separación de los electrodos.
d. Anotar las medidas en la **tabla 6.4**.
e. En las otras cinco establecer una separación a gusto y luego calibrar la buja a la medida preestablecida.
f. Anotar las medidas en la **tabla 6.4**.

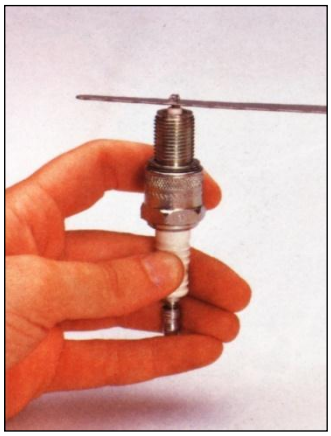


Fig. 5.4 Verificación de holguras y calibración de ranuras delgadas

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Completar la tabla a continuación con los datos obtenidos de las mediciones en el laboratorio.

Pieza	Calibre Tampón Utilizado	Resultados

Tabla 6.1 *Datos obtenidos de calibres tampón.*

Pieza	Rango del instrumento y medida de referencia	Resultados

Tabla 6.2 *Datos obtenidos del Alexómetro.*

Pieza	Tipo de cuenta hilos	Resultados

Tabla 6.3 *Datos obtenidos de la verificación de paso de rosca con cuenta hilos*

Bujía	Observaciones	Bujía	Medida deseada	Resultados

Tabla 6.4 *Datos obtenidos de la verificación de holguras y calibración de ranuras delgadas.*

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Realizar la verificación de cada unas de las diversas piezas por medio del uso de instrumentos de verificación.

7.2 Llenar las tablas de datos respectivas para los datos obtenidos de la práctica.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles es la finalidad de los instrumentos de verificación?
2. ¿Qué es el lapeado que se realiza a los mármoles de verificación?
3. Principales instrumentos de verificación empleados y sus características.
4. ¿Cuáles es la finalidad del alexómetro?
5. ¿Cuáles son las normas de uso básico para las galgas de pasos de rosca?
6. ¿Se puede medir una rosca métrica de interiores con una galga de paso de rosca métrica para exteriores?
7. ¿Se pueden aplicar los mismos parámetros de mantenimiento a un calibre de espesores que a una galga de paso de rosca?
8. Principales normas de uso de un calibre de espesores

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Tipos, características y aplicaciones de los instrumentos de comparación..
   2. Normas básicas en el uso de instrumentos de comparación.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
5	40 min	LA INCERTIDUMBRE EN LA MEDICIÓN	Metrología

1. OBJETIVOS

- Realizar el control del pie de rey (o cualquier otro instrumento de medición) para determinar su incertidumbre y evaluar sus resultados.

2. METODO

- Mediante la inspección y calibración de un calibre pie de rey se pretende evaluar los resultados previa sugerencia de parámetros de control de incertidumbre como rango, puntos de medición en bloques patrón, tolerancia del proceso, entre otros, de tal manera que se pueda estimar su incertidumbre.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Calibrador Pie de rey en mm o en pulgadas.
- Bloques patrón.

4. MARCO TEORICO

4.1 Incertidumbre en la medición

El término incertidumbre siempre aparece asociado a la medida de magnitudes. Medir una cantidad de magnitud es compararla con otra de su misma clase que se adopta como unidad, siempre se mide comparando la magnitud a medir, mensurando, con otra cantidad de referencia de la misma clase, ya sea haciendo intervenir directamente patrones en el proceso y empleando un instrumento comparador, o aplicando exclusivamente un instrumento de medida sobre el mensurando.

Se considerarán las magnitudes de influencia, aquellas que no constituyen el objeto directo de la medida pero que están presentes durante la medición y la perturban, como significativas cuando se encuentren en el orden de magnitud de la precisión con la que se mide el mensurando. Para que el resultado de una medición sea representativo, es necesario establecer unas condiciones de referencia que especifiquen los valores de las magnitudes de influencia, determinen que se trabaja con instrumentos adecuados, que el mensurando está suficientemente bien definido y que se utiliza un modo operativo apropiado. Se dice que las magnitudes de influencia se encuentran bajo control cuando se emplean los medios necesarios para que sus valores se sitúen en un cierto intervalo alrededor del valor de referencia. A pesar de que las magnitudes de influencia se encuentren bajo control, es inevitable la variabilidad de las mismas que se traducen en una cierta dispersión de las medidas cuando se reiteran sucesivas mediciones

del mensurando, siempre que la división de escala del instrumento sea lo suficientemente pequeña, que el instrumento posea la sensibilidad adecuada.

La medida de cualquier magnitud posee naturaleza aleatoria al existir siempre una variabilidad inevitable que confiere dicho carácter a las indicaciones del instrumento cuando se realizan sucesivas mediciones del mensurando, siempre en las mismas condiciones de referencia. El orden de significación de la variabilidad, para un determinado nivel de control de las magnitudes de influencia, depende esencialmente del grado de definición del mensurando y de la sensibilidad del instrumento de medida empleado. Puesto que el resultado de medir un mensurando es una variable aleatoria, el mensurando debe caracterizarse en la forma habitual empleada con las variables aleatorias, utilizando un parámetro de centrado y otro de dispersión.

Según el Vocabulario Internacional de metrología "*La* *incertidumbre* *de medida es un parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que razonablemente podrían ser atribuidos al mensurando*" [9]. *El valor de la incertidumbre es el primer índice de la calidad de una medida, que es tanto mayor cuanto menor es aquella.*

Todas las mediciones tienen asociada una incertidumbre que puede deberse a los siguientes factores:

- La naturaleza de la magnitud que se mide,
- El instrumento de medición,
- El observador,
- Las condiciones externas.

Cada uno de estos factores constituye por separado una fuente de incertidumbre y contribuye en mayor o menor grado a la incertidumbre total de la medida. La tarea de detectar y evaluar las incertidumbres no es simple e implica conocer diversos aspectos de la medición.
En principio, es posible clasificar las fuentes de incertidumbres en dos conjuntos bien diferenciados, las que se deben a:

a. ***Errores accidentales o aleatorios._*** Aparecen cuando mediciones repetidas de la misma variable dan valores diferentes, con igual probabilidad de estar por arriba o por debajo del valor real. Cuando la dispersión de las medidas es pequeña se dice que la medida es precisa.

b. ***Errores sistemáticos._*** Son una desviación constante de todas las medidas ya sea siempre hacia arriba o siempre hacia abajo del valor real y son producidos, por ejemplo, por la falta de calibración del instrumento de medición.

La medida ideal es aquella que tiene un 100% de exactitud y un 100% de precisión.

[9] http://www.mit.tut.fi/dictionary/

4.2 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN Y CALIBRACIÓN PARA UN CALIBRADOR

(Apreciación de 0.02 mm y rango de 0-150 mm) **L.M. 01**.

"Para la elaboración de este procedimiento se utilizaron como referencia las siguientes normas: JIS B7507, ISO 6906, ISO 3599, BS 887 y FED SPEC. GGG C 111a. Se recomienda consultar las revisiones actualizadas de tales normas o alguna otra información técnica pertinente al momento de actualizar el presente procedimiento"[10].

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Asegurarse de tener los materiales e instrumentos necesarios.
- Verificar que los instrumentos estén en buen estado.

❖ **Sugerencia para la práctica:**

- Definir el Rango de medida del instrumento. (Para el calibrador puede ser 90mm).
- Definir los puntos de medición con los bloques. (Pueden ser 0.5; 10; 35; 50 y 90mm).
- Definir la tolerancia del proceso (0.1).
- El factor de cobertura (k).
- Incertidumbre del patrón
  - STARRETT para los bloques de calidad Grado I, de los cuales, se desconozca su incertidumbre, aconseja:
    - de 0 hasta 25mm → 0,03micras.
    - y de 30 hasta 100→ 0,05µ).
- Tipos de bloques:
  * La firma Mitutoyo, considera lo siguiente:

    - Grado de Calida 0: para laboratorio de metrología, de gran precisión.
    - Grado de Calidad 00: menor precisión.
    - Grado de Calidad I: precisión media.
    - Grado de Calidad II: trabajo de taller.

- Como sugerencia, se puede utilizar la tabla en el **ANEXO 1**, como resumen de la práctica.

[10] Instituto de Metrología Mitutoyo. Calibración de instrumentos implementando ISO 10012-1 e ISO 17025. (Mitutoyo Mexicana S.A. de C.V. 2004): 61.

5.2 PROCEDIMIENTO

5.2.1 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN Y CALIBRACIÓN PARA UN CALIBRADOR

a. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

- Revise las condiciones generales: oxidación, golpes, limpieza, etc.

- Limpie el calibrador con un paño suave que no suelte pelusa, especialmente las superficies de medición.

- Coloque un bloque patrón de 15 mm con las caras de medición entre las puntas de medición de exteriores tomando la diferencia de lectura cuando se mide con el bloque patrón colocado tan alejado del cuerpo principal como sea posible y cuando se mide con el bloque patrón tan cerca del cuerpo principal como sea posible (**Fig. 5.1**).



Fig. 5.1Manera adecuada de medir con bloques patrón.

La diferencia en lectura representará el desgaste de las puntas de medición exteriores. En caso de exceder de 0.01 mm dar de baja y reponer.

- Repita el paso anterior para las puntas de medición de interiores utilizando ahora un anillo patrón de 19 mm (fig. 5.2).

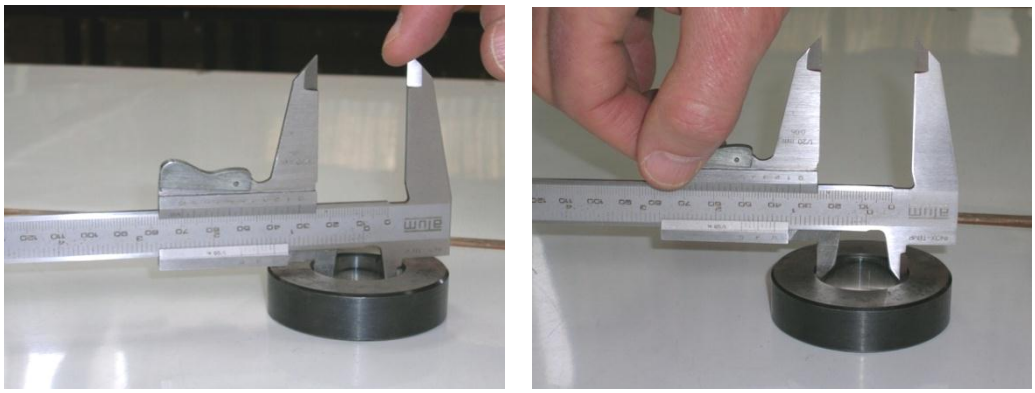


Fig. 5.2Medición de diámetros

- Verifique que el tornillo de fijación (si lo tiene) no esté sujetando al cursor, luego recorra el cursor dos o tres veces de un extremo al otro sobre el cuerpo principal no debiendo presentarse juego excesivo o forzamiento en parte alguna.

- Verifique que los grabados y graduaciones de la escala principal y vernier estén libres de defectos que dificulten su lectura.

- Revise que el tornillo de fijación y el pulgar estén en buenas condiciones.

- Revise las condiciones generales de las superficies para medición de peldaño verificando que estén al ras cuando las superficies de medición de exteriores se encuentren en contacto.

- Manteniendo las superficies de medición de exteriores en contacto verifique que la barra de profundidades esté al ras con el cuerpo principal siendo la máxima variación admisible 0.03 mm.

IMPORTANTE:

- ✓ Si se observó algún daño, lleve a cabo las acciones necesarias para ajustarlo, repararlo o reponerlo.

- ✓ Si no se puede utilizar identifíquelo apropiadamente mediante una etiqueta.

- ✓ Anote el resultado en la tarjeta de control de inspección y calibración correspondiente al calibrador inspeccionado.

b. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

b.1 PATRÓN DE CABIBRACIÓN: Bloques patrón del Laboratorio de Metrología.
b.2 CONDICIONES AMBIENTALES: 20 +/- 2 grados Centígrados.

- Luego de colocarse los guantes, utilizando un pedazo de gamuza limpiar cuidadosamente los bloques patrón a utilizarse: 0.5; 10; 35; 50 y 90 mm.

- Después de limpiar las superficies de medición de exteriores póngalas en contacto y verifique la coincidencia del cero de la escala principal con el cero de la escala del vernier.

- La tolerancia es de +/- 0.02 mm.

- Coloque adecuadamente las puntas de medición de exteriores ejerciendo una fuerza de medición apropiada sobre el bloque patrón, como muestra la fig. 5.3 en cada de la dimensiones nombradas en el ítem 1.

- En cualquier caso el error instrumental no debe exceder de +/- 0.04 mm para que el calibrador se considere aceptable.

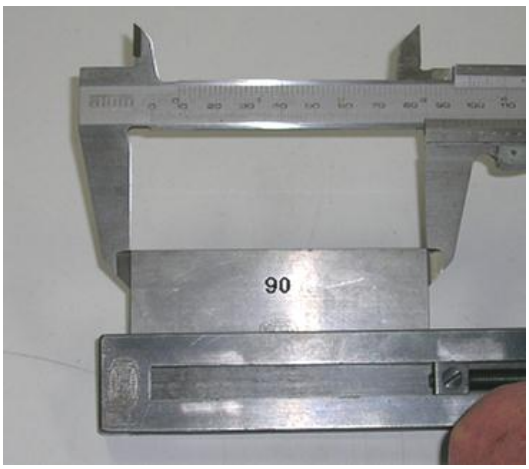


Fig. 5.3Medición con bloques patrón.

El error instrumental se define de la siguiente forma:

$$\varepsilon = V.M. - V.C.V. + \Sigma \Delta m_i$$

- Coloque adecuadamente las puntas de medición de interiores ejerciendo una fuerza de medición apropiada sobre los bloques patrón, (con el respectivo accesorio) como muestra la fig. 5.4 en cada una de las mediciones, de acuerdo al ítem 1.

En cualquier caso el error instrumental no debe exceder de +/- 0.04 mm para que el calibrador se considere aceptable.

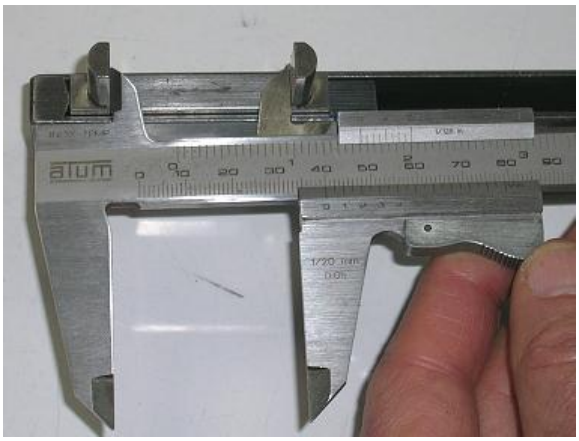


Fig. 5.4 Medición del Error

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

6.1.1 Determinar el valor promedio de las cinco lecturas que se tomaron en cada dimensión para exteriores, interiores y escala vernier.

6.1.2 Compare los valores promedio obtenidos con el criterio de aceptación para determinar sí el calibrador en cuestión satisface éste criterio.

6.1.3 Elabore y peque la etiqueta de calibración.

6.2 DETERMINACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

6.2.1 Ver el procedimiento presentado en parte teórica del tema de la incertidumbre (**ANEXO 3)**.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

Elaborar un informe de calibración del Pie de Rey empleado en la práctica.

Nota: *Llenar el reporte de inspección y calibración del calibrador en el ANEXO 1 y el informe metrológico en el Anexo2.*

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. Investigar 4 conceptos de incertidumbre y explicar cada uno de ellos.

2. ¿Cuál es la relación entre incertidumbre y precisión?

3. ¿De qué manera influye el cálculo de la varianza en la incertidumbre de un instrumento?

4. ¿Es lo mismo calcular la incertidumbre de un instrumento que calcular el error en la medición de dicho dispositivo? Explique.

5. ¿Cuál es el principio para aceptar o rechazar un instrumento según la incertidumbre medida?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Generalidades: La incertidumbre en la medición.
   2. Tipos de Incertidumbre.
   3. Incertidumbre y los instrumentos metrológicos.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto e Informe Metrologico).

ANEXO 1

REPORTE DE INSPECCIÓN Y CALIBRACIÓN DE UN CALIBRADOR PIE DE REY

CONDICIONES GENERALES DEL INSTRUMENTO	**A**	**NA**
1) Desgaste de las puntas de medición de interiores y exteriores máximo admisible 0.01 mm. En caso de exceder este valor dar de baja y reponer.		
2) Condiciones generales (oxidación, golpes, limpieza, etc.).		
3) Deslizamiento uniforme sin juego excesivo del cursor sobre el cuerpo principal.		
4) Grabados y graduaciones de escalas principales y vernier, libres de defecto.		
5) Barra de profundidades al ras, 0.03 mm máxima variación admisible.		
6) Superficies para medición de peldaño al ras y estado general.		
7) Tornillo de sujeción y botón para pulgar.		
8) Coincidencia de ceros escala principal y escala vernier.		

DIMENSIÓN mm	**ERROR INSTRUMENTAL mm**	
	EXTERIOR	**INTERIOR**
0.5		
10		
35		
50		
90		
CRITERIO DE ACEPTACIÓN +/- 0.04 mm		
EQUIPO DE CALIBRACIÓN	NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN	
Bloques patrón:		
Referencias sobre método de calibración, normas: JIS B-7507, ISO 6906, ISO 3599, BS 887, DIN 862, FED SPEC. GGG C 111a, NOM CH 54, NOM CH 002.		

Calibrador vernier rango 0-150 mm
No. de identificación _____
Localización_____
_
Periodo de calibración_____
Fecha de realización _____
Inspector _____
Determinación _____
Próxima calibración _____

IMPORTANTE:
SI SE OBSERVA ALGÚN DAÑO, LLEVE A CABO LOS PASOS NECESARIOS PARA AJUSTARLO, REPARARLO O REPONERLO ANTES DE LIBERAR PARA SU USO.

Nota: como equipo de calibración alterno, pueden utilizarse el medidor maestro de altura o bloques patrón de las medidas mencionadas y accesorios para bloques patrón.

ANEXO 2

Hoja de resultados

Fecha: _____ Institución: _____
Instrumento: _____ Marca: _____ Rango: _____
Código: _____ Resolución: _____ Tipo: _____

Trabajo a realizar: Calibración: ☐ Ajuste: ☐

Tolerancia admisible del proceso: +/− _____ mm
Factor de cobertura: _____

Vp	1ª lectura	2ª lectura	3ª lectura	$\bar{X}$	Incertidumbre Tipo A	Incertidumbre Tipo B	Incertidumbre Combinada	Incertidumbre Expandida	Ui	Us	Vp + II	Vp − II

II= ver ecuación (23)

Condición de Aceptabilidad:
Us < Vp + II
Ui > Vp − II

Instrumento: Aceptado: _____
Rechazado: _____

Observaciones: _____

Válido hasta: _____ Realizado por: _____

ANEXO 3

a. Cálculo de la desviación estándar para distribuciones específicas

Como ejemplo se presenta el cálculo de la desviación estándar de una distribución rectangular. Para obtener la desviación estándar de otra distribución, hay que aplicar el mismo esquema de cálculo con esa distribución.

Según ec. (6.2) la desviación estándar (experimental) de una serie de datos x*1* , *x2* , ... , *xn* , se calcula por:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{k=1}^{n} (x_k - \overline{x})^2}$$

El cuadrado de la desviación estándar *s2*, es llamado varianza. Si el número de datos *n* es muy grande y si los datos están distribuidos de manera continua, la suma puede ser sustituida por una integral, y se obtiene la varianza como:

$$s^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \overline{x})^2 \cdot p(x) dx$$

donde *p(x)* es la función de densidad de probabilidad de *Xi* y *x* es la media de los datos

$$\overline{x} = \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot p(x) dx$$

Para una ***distribución rectangular*** cada valor de *x* dentro del intervalo [*a-* , *a+*] tiene la misma probabilidad, o sea la de densidad de probabilidad *p(x)* es constante:

$$p(x) = \begin{cases} 1/a & para \quad a_- \le x \le a_+ \\ 0 & para \quad x < a_- \;\; y \;\; x > a_+ \end{cases} \qquad \text{donde} \quad a = a_+ - a_-$$

La media *x* resulta:

$$\overline{x} = \int_{a_-}^{a_+} x \cdot \frac{1}{a} dx = \frac{1}{a} \cdot \frac{x^2}{2}\Big|_{a_-}^{a_+} = \frac{1}{2a} \cdot (a_+^2 - a_-^2) = \frac{1}{2a} \cdot (a_+ - a_-) \cdot (a_+ + a_-) = \frac{1}{2a} \cdot a \cdot (a_+ + a_-) =$$

$$= \frac{(a_+ + a_-)}{2}$$

La varianza *s2* se calcula:

$$s^2 = \int_{a_-}^{a_+} (x-\bar{x})^2 \cdot \frac{1}{a} dx = \frac{1}{a} \cdot \frac{(x-\bar{x})^3}{3}\Bigg|_{a_-}^{a_+} = \frac{1}{3a} \cdot \left[(a_+ - \bar{x})^3 - (a_- - \bar{x})^3\right] =$$

$$= \frac{1}{3a} \cdot \left[\left(\frac{a}{2}\right)^3 - \left(-\frac{a}{2}\right)^3\right] = \frac{1}{3a} \cdot \frac{a^3}{4} = \frac{a^2}{12}$$

La desviación estándar finalmente resulta:

$$s = \frac{a}{\sqrt{12}} = \frac{a_+ - a_-}{\sqrt{12}}$$

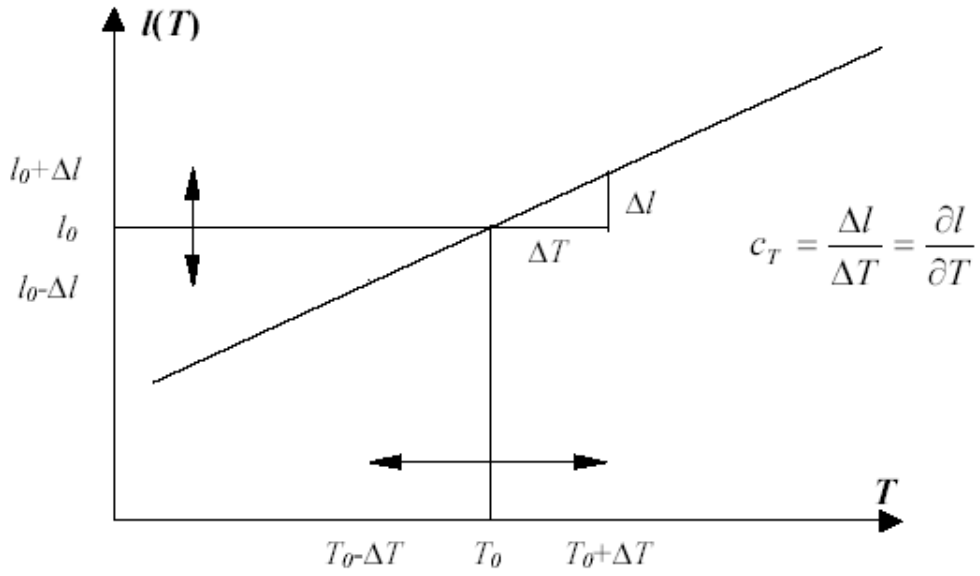
a. <u>Coeficiente de sensibilidad</u>

El factor de sensibilidad relaciona el efecto que tiene la incertidumbre de una magnitud de entrada *Xi* en el mensurando *Y*. De esa manera determina, que tan grande es la variabilidad del mensurando como resultado de la variabilidad (o incertidumbre) de esta magnitud de entrada.

Un ejemplo sencillo puede ayudar a ilustrar lo anterior: La dilatación o contracción de un bloque patrón debida a cambios de su temperatura se describe por:

$$l(T) \quad = \quad l_0 + \Delta l(T) \quad = \quad l_0 + \alpha \cdot l_0 \cdot (T - T_0)$$

donde $l(T)$ es la longitud del bloque patrón a la temperatura actual T, l_0 su longitud a la temperatura de referencia T_0 y a su coeficiente de dilatación térmica. Una variación de la temperatura T dentro de un intervalo $\pm\Delta T$ alrededor de T_0 causará variaciones de la longitud del bloque patrón dentro del intervalo $\pm a \cdot l_0 \cdot \Delta T$ alrededor de l_0 , como lo muestra la siguiente gráfica.



Como se puede ver, el intervalo de variabilidad de la temperatura se transfiere al intervalo de la variabilidad de la longitud mediante la pendiente de $l(T)$, quiere decir que Δl está dado por el producto de la pendiente de $l(T)$ con ΔT [4]:

$$\Delta l = \frac{\Delta l}{\Delta T}\cdot\Delta T = \frac{\partial l(T)}{\partial T}\cdot\Delta T = c_T\cdot\Delta T \qquad \text{donde} \qquad c_T = \alpha\cdot l_0$$

La pendiente de $l(T)$ se obtiene calculando la derivada (parcial) de $l(T)$ con respecto a T y es llamada coeficiente de sensibilidad C_T .

El concepto presentado sigue siendo válido si el intervalo de variabilidad ΔT es sustituido por la incertidumbre estándar de la temperatura $u(T)$, y se obtiene para la contribución de la incertidumbre de la temperatura a la incertidumbre combinada:

$$u_T(l) = c_T\cdot u(T)$$

Generalmente el mensurando depende de varias magnitudes de entrada. En el ejemplo presentado, la longitud l del bloque patrón puede ser afectada por ejemplo por la fuerza F aplicada por los palpadores del instrumento de medición, o por la presión atmosférica p.

$$l = l(T, F, p, \ldots)$$

El coeficiente de sensibilidad c_i relacionado con una magnitud de entrada determinada X_i describe el impacto que tiene una variación de X_i en el mensurando Y, mientras todas las demás magnitudes de entrada se mantienen constantes. En un lenguaje matemático eso significa que se obtiene c_i determinando la derivada *parcial* de Y con respecto a X_i.

Regresando al ejemplo, puesto que la influencia de la presión atmosférica p es mínima, la longitud l del bloque patrón prácticamente no cambia debido a variaciones Δp de la presión atmosférica, por lo cual la pendiente $\partial l / \partial p$, y con esto el coeficiente de sensibilidad c_p son casi cero.

$$c_p = \frac{\partial l(T, F, p, \ldots)}{\partial p} \cong 0$$

Las variaciones de la presión atmosférica, aunque sean grandes, no causarán un efecto notable en la longitud del bloque patrón y su contribución a la incertidumbre combinada es cero:

$$u_p(l) = c_p\cdot u(p) \cong 0\cdot u(p) = 0$$

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
6	45 min	LA RUGOSIDAD	Metrología

1. OBJETIVOS

- Controlar la rugosidad en piezas con diferentes procesos de mecanizado

2. METODO

- Mediante el uso de un Rugosímetro se pretende controlar la rugosidad de determinadas piezas realizadas por medio de distintos procesos de mecanizado.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Rugosímetro.
- Bloques patrón.

4. MARCO TEORICO

4.1 Rugosidad o Acabado superficial

Dentro del mundo de la tecnología, se observan gran cantidad de piezas que han deponerse en contacto con otras y rozarse a altas velocidades. El acabado final y la textura de una superficie es de gran importancia e influencia para definir la capacidad de desgaste, lubricación, resistencia a la fatiga y aspecto externo de una pieza o material, por lo que la rugosidad es un factor importante a tener en cuenta.

El acabado superficial de los cuerpos puede presentar errores de forma:

- Macrogeométricos (ondulaciones)._ Las crestas o valles de la superficie de una pieza no están normalmente dispuestas en un plano, pero en la superficie que presenta la ondulación se marcan la altura (h) y el paso de la ondulación (Po), que son muy superiores a los de la rugosidad.

  Esta ondulación deriva casi siempre de un defecto de la máquina herramienta como la insuficiente rigidez de los órganos que causan vibraciones o la excentricidad, aunque sea mínima, de los útiles dotados de motores rotatorios. Están relacionadas a la variación de tamaño de la pieza, al paralelismo, cilindricidad, redondez, conicidad, etc.

- Microgeométricos (irregularidades)._ Se deben a la acción de la herramienta que ha elaborado la superficie. La rugosidad se caracteriza por una sucesión de crestas y valles de pequeña amplitud.

  Se entiende por rugosidad total (R) a la distancia entre la cresta más alta y el valle más profundo. Normalmente, la rugosidad muestra una orientación que depende del movimiento de trabajo de la herramienta que ha elaborado la superficie. La rugosidad viene medida en un plano perpendicular al de orientación. Están dadas por la flexión al mecanizar, material no homogéneo, tratamientos térmicos y vibraciones.

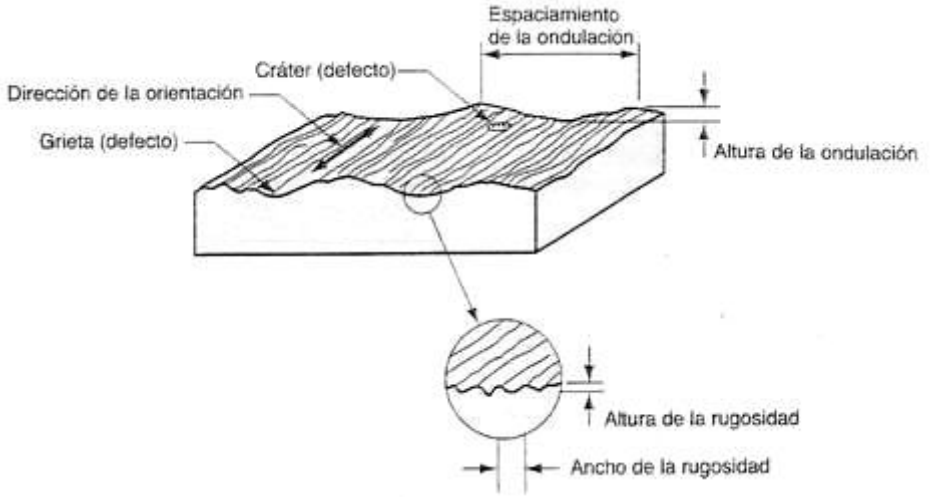


Fig. 4.1 Textura de una superficie y sus rasgos.

La rugosidad superficial es el conjunto de irregularidades de la superficie real, definidas convencionalmente en una sección donde los errores de forma y las ondulaciones han sido eliminados.

La superficie real según la Norma UNE 82-315/86 es la *superficie que limita el cuerpo y lo separa del medio que lo separa*. La superficie geométrica es la *superficie ideal cuya forma está especificada por el dibujo y/o todo documento técnico.*

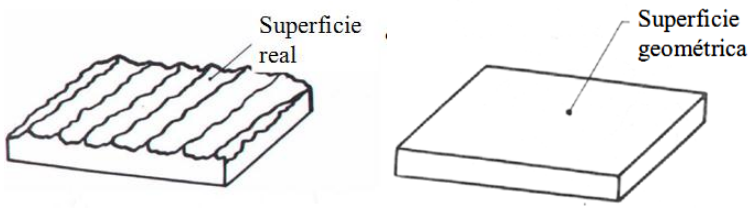


Fig. 4.2 Superficies de un elemento.

El grado de finura superficial de una pieza viene evaluado en términos de rugosidad superficial o simplemente rugosidad, la misma que tiene una notable influencia sobre:

- Resistencia a la fatiga y a la corrosión.

- Adherencia.
- Estanquiedad.
- Resistencia al desgaste.
- Conductibilidad térmica y eléctrica.
- Lubricación de la superficie en rozamiento.
- Brillo, etc.

La tabla 4.1 muestra los valores de rugosidad admitidos según el tipo de trabajo realizado.

RUGOSIDAD	APLICACIÓN
N1	Espejos. Bloques patrón
N2	Planos de apoyo de relojes comparadores
N3	Herramientas de precisión. Cojinetes superacabados. Acoplamientos estancos de alta presión en movimiento alternativo. Superficies bruñidas de retención sin retén.
N4	Soportes de cigüeñales y árboles de levas. Pies de válvulas. Superficies de cilindros de bombas hidraúlicas. Cojinetes lapeados. Pernos de árboles para rotores de turbinas, reductores...
N5	Árboles acanalados. Superficie exterior de pistones. Acoplamientos efectuados a presión. Asientos de válvulas..
N6	Tambores de freno. Agujeros brochados. Cojinetes de bronce. Dientes de engranaje. Superficies de piezas deslizantes, como patines y sus guías.
N7	Caras de engranajes. Árboles y orificios de engranajes. Cara de émbolo.
N8	Pernos y cojinetes para transmisión (montaje a mano). Superficies de acoplamiento de partes fijas desmontables.
N9	Superficies laterales de retención con retenes normales.

Tabla. 4.1 Rugosidad según su aplicación

a. **PROCEDIMIENTO PAERA LA CALIBRACIÓN DEL RUGOSIMETRO**

- **DEFINICIONES**

1. **Rugosímetro**
   Instrumento de medición que explora superficies con un palpador adquiriendo las desviaciones de la superficie en forma de un perfil y calcula uno o varios parámetros del perfil registrado, en algunos casos cuenta con una impresora.

2. **Patrón de rugosidad**
   Superficie metálica con perfil de rugosidad senoidal que sirve como valor de referencia en la calibración de rugosímetros con palpador.

3. **Parámetro Ra**
   Promedio aritmético de los valores absolutos de las desviaciones del perfil (Y) desde la línea media.

4. **Longitud de muestreo**
   Longitud sobre la cual el parámetro a ser medido tendrá significancia estadística sin que sea tan grande que incluya detalles irrelevantes. Es una longitud física de la

superficie por conveniencia el *cutoff* es citado como la longitud de muestreo equivalente.

5. **Longitud de evaluación**
   Recorrido físico del palpador para realizar una medición normalmente igual a 5 veces la longitud de muestreo.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

5.1.1 Equipo de calibración

a. Patrón de rugosidad (fig. 5.1).
b. Soportes para la unidad conductora.

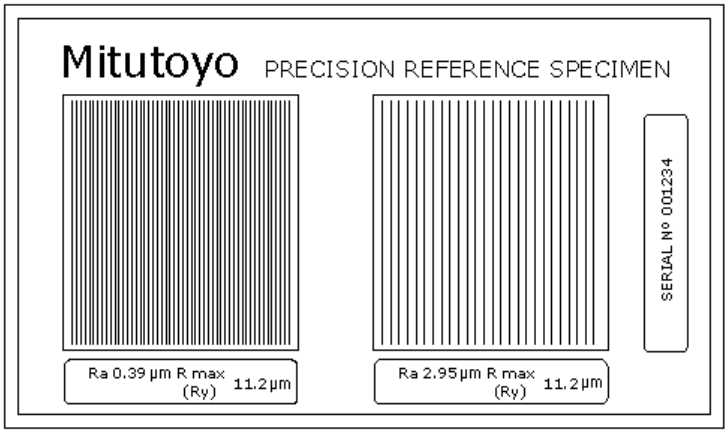


Fig.5.1 Patrón de rugosidad

5.1.2 Acondicionamiento

Coloque el patrón de rugosidad en el lugar que se realizará la calibración para permitir que se estabilice a la temperatura del medio ambiente esperando como mínimo una hora antes de hacer cualquier medición.

5.1.3 Inspección

a. Antes de iniciar la calibración se inspeccionarán las condiciones generales.

b. Se reportará como observación en el informe de calibración cualquier situación que pudiera afectar la exactitud del rugosímetro calibrado.

c. En caso de malfuncionamiento no se elaborará informe de calibración y se comentará con el usuario el problema observado para que este determine la acción correctiva pertinente.

5.1.4 Preparativos

a. Antes de iniciar la calibración verifique que las condiciones de medición sean estándar que se indican a continuación:

- Parámetro de medición Ra.
- Longitud de muestreo (cut-off) igual a 0.8 mm.
- Unidad de medición mm.

5.2 PROCEDIMIENTO

- Coloque el palpador del rugosímetro sobre el patrón de rugosidad alineándolo de modo que el recorrido se haga perpendicular al rayado del patrón.
- Se hará una medición para cada posición de medición indicada en la **fig. 5.2.**
- Anote los resultados en el formato PC 001.
- Antes de hacer cada medición asegure que la unidad conductora esté horizontal y a la altura apropiada.
- Ahora selecciones aleotoriamente tres posiciones sobre el patrón y efectúe las mediciones, si la variación con respecto al valor del patrón de calibración es mayor del 3% indicará que el palpador está desgastado y se anotará como observación que es recomendable cambiarlo por nuevo.

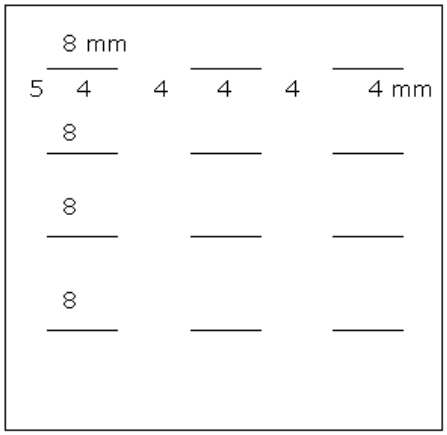


Fig. 5.2Posiciones para medir las rugosidades en la práctica.

5.3 MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD - INSTRUMENTO: Rugosímetro "Mitutoyo Surftest 301".

5.3.1 Materiales:

- Una pieza torneada;
- Una pieza fresada;

- Una pieza rectificada.

5.3.2 Método operativo:

- Ubicar correctamente el palpador sobre la pieza.
- Seleccionar los interruptores según los parámetros que se desea medir (realizar el control de cada uno de los parámetros que se indican en la tabla).
- Accionar el pulsante ON (PRINT/MANUAL).
- Repetir el procedimiento para cada una de las piezas.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

El criterio de aceptación será como sigue:

- ✓ Ra±3% del valor marcado en el patrón.

6.2 EXPRESION DE LOS RESULTADOS

PATRÓN DE CALIBRACIÓN		LECTURAS			PROMEDIO
I	Ra µm				µm
II	Ra µm				µm

Tabla 6.1 Cuadro de control de medición.

Piezas mecanizadas	PARÁMETROS A CONTROLAR								
	Ra	Rq	R3z	Rt	Ry	Rz	Rp	Tp	Pc
Torneada									
Fresada									
Rectificada									
Otras									

Tabla 6.2 Parámetros de control con el Rugosímetro "Mitutoyo Surftest 301"

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

Los datos indicados en PC 001 serán reportados en el informe de calibración que se elabore para el rugosímetro calibrado.

Procedimiento de calibración: PC 001

Modelo: _____
No. de serie: _____
No. de identificación: _____
Propietario: _____
Fecha de calibración: _____
Determinación: _____
Incertidumbre: ± 0.02μm
Temperatura: _____
Técnico: _____
Trazabilidad: _____
Vence: _____
Criterio de aceptación: 3%

8. CONCLUSIONES

_____

_____

_____

_____

_____

_____

9. CUESTIONARIO

1. Defina los parámetros de rugosidad más importantes.

2. Realice un cuadro de resumen de las clases de superficies y las irregularidades en el acabado superficial.

3. ¿Cuál es la importancia de la rugosidad en la industria y los procesos de manufactura?

4. Explique la simbología empleada para expresar la rugosidad.

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

1. Generalidades: Rugosidad o Calidad Superficial.
2. Tipos de rugosímetros y sus características.
3. Métodos para medir la rugosidad y sus aplicaciones.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto e Informe Metrológico).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
7	45 min	TEMPERATURA	Metrología

1. OBJETIVOS

- Analizar los conceptos referentes a los termopares y diferenciar los distintos tipos disponibles.
- Realizar distintas mediciones de temperaturas con varios termopares.

2. METODO

- Mediante el uso de instrumentos de medición de temperatura se ensaya los valores permisibles de diversas termocuplas que se hallan en el laboratorio.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Termopares K, J y T.
- Agua
- Termómetro digital HH23.
- Calibrador Digital /Termómetro Cl 27.

4. MARCO TEORICO

4.1 Generalidades: Temperatura y su medición.

Los átomos y moléculas en una sustancia no siempre se mueven a la misma velocidad. Esto significa que hay un rango de energía (energía de movimiento) en las moléculas. En un gas, por ejemplo, las moléculas se mueven en direcciones aleatorias y a diferentes velocidades - algunas se mueven rápido y otras más lentamente.

La temperatura es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia. Como lo que medimos es su movimiento medio, la temperatura no depende del número de partículas en un objeto y por lo tanto no depende de su tamaño. La temperatura es una magnitud cuantificable que se relaciona con la medida de la velocidad media con que se mueven las partículas (por lo tanto con su energía cinética o nivel de agitación).

Los diferentes efectos producidos por la temperatura son:

1. Aumento de las dimensiones (Dilatación), presión o volumen constante.
2. Cambio de fem. inducida.
3. Aumento de la resistencia.

4. Aumento en radiación superficial.
5. Cambio de temperatura.
6. Cambio de estado sólido a líquido.
7. Cambio de calor

Todos los instrumentos de medición de temperatura cualquiera que fuese su naturaleza dan la misma lectura en cero por ciento (0%) y 100%, si se calibra adecuadamente, pero en otros puntos generalmente la lectura no corresponderá porque las propiedades de expansión de los líquidos varían.

Las unidades de temperatura son °C, °F, °K, °Rankine, °Reamur, la conversión más común es de °C a °F. Algunos instrumentos para la medición de la temperatura son:

1. Termómetro:

Instrumento que sirve para medir la temperatura. El más usual se compone de un tubo de vidrio, uno de cuyos extremos contiene un líquido, por lo común mercurio, alcohol o azogue, que se dilata o se contrae a lo largo del tubo por el aumento o la disminución de la temperatura, señalando en una escala los grados de temperatura.



Fig. 4.1 Termómetro

2. Pirómetro

Los pirómetros son aparatos idóneos para realizar mediciones de precisión de temperaturas sin contacto. Gracias a su mecanismo óptico, estos pirómetros son una herramienta segura para medir temperaturas con precisión. Los pirómetros infrarrojos están especialmente indicados para aplicaciones en las que no se pueden utilizar los sensores convencionales. Este es el caso de objetos en movimiento o lugares de medición donde se requiere una medición sin contacto debido a posibles contaminaciones u otras influencias negativas.



Fig. 4.2 Pirómetro.

4.2 Termocuplas

Existen siete tipos de termocuplas o termopares que tienen designaciones con letras elaboradas por el INSTRUMENT SOCIETY OF AMERIA (ISA). El U.S. National Bureau of Standardg (NBS) por su parte, ha preparado tablas de correlación temperatura para estas termocuplas, las que han sido publicadas por ANSI y ASTM.

Las termocuplas son el sensor de temperatura más común utilizado industrialmente. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo (soldados generalmente). Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño (efecto Seebeck) del orden de los milivolts el cual aumenta con la temperatura.

Por ejemplo, una termocupla "tipo J" está hecha con un alambre de hierro y otro de constatan (aleación de cobre y niquel) Al colocar la unión de estos metales a 750 °C, debe aparecer en los extremos 42.2 milivolts.

Normalmente las termocuplas industriales se consiguen encapsuladas dentro de un tubo de acero inoxidable ú otro material (vaina) , en un extremo está la unión y en el otro el terminal eléctrico de los cables, protegido adentro de una caja redonda de aluminio (cabezal).

Las termocuplas tipo J se usan principalmente en la industria del plástico, goma (extrusión e inyección) y fundición de metales a bajas temperaturas (Zamac, Aluminio).

La termocupla K se usa típicamente en fundición y hornos a temperaturas menores de 1300 °C, por ejemplo fundición de cobre y hornos de tratamientos térmicos.

Las termocuplas R, S, B se usan casi exclusivamente en la industria siderúrgica (fundición de acero). Finalmente las tipo T eran usadas hace algún tiempo en la industria de alimentos, pero hán sido desplazadas en esta aplicación por los Pt100.

La dependencia entre el voltaje entregado por la termocupla y la temperatura no es lineal (no es una recta) , es deber del instrumento electrónico destinado a mostrar la lectura, efectuar la **linealización**, es decir tomar el voltaje y conociendo el tipo de termocupla.

La clasificación por tipos ha sido elaborada por la SAMA y adoptada por la ISA.

a. Cobre - Constatan (T)._ Se utiliza para medir temperaturas entre los -18.5°C a 379°C y son de un precio bajo y ofrecen resistencia a la corrosión en atmósferas húmedas. Pueden ser usados en atmósferas reductoras y oxidantes.

b. Hierro - Constatan (J)._ Se aplican normalmente para temperaturas, que van de -15°C a 750°C, dependiendo de su calibre. Son recomendables para usarse en atmósferas donde

existe deficiencia de oxigeno libre. Son recomendables ampliamente en atmósferas reductoras. Como tienen un precio relativamente bajo son muy ampliamente usados para la medición de temperaturas dentro de su rango recomendado.

c. Cromel - Constatan (E)._ Se emplean primordialmente en atmósferas oxidantes.

d. Cromel - Alumel (K)._ El rango de temperatura recomendado es desde los 280°C a 580°C de acuerdo con el calibre del alambre usado. Este tipo de termopares presta un servicio optimo en atmósferas oxidantes aunque también se puede usar en atmósferas reductoras o alternativamente oxidantes o reductoras o siempre y cuando se use un tubo de protección apropiado y ventilado.

e. Platino - Radio (R y S)._ Si se cuenta con una protección adecuada sirven para la medición de temperaturas hasta de 1650°C en atmósferas oxidantes. Estos termopares se contaminan con facilidad cuando se usan en cualquier otra atmósfera por lo que deben ser tomadas algunas precauciones en el caso de usarse en estas condiciones, mediante tubos de protección adecuados. Los vapores metálicos, el hidrogeno y los silicones son veneno para este tipo de termopares.

f. Tungsteno - Tungsteno y Renio._ Este tipo de termopares es recomendado para las mismas temperatura, que los de tungsteno - renio. La diferencia está en que provee 3 veces potencia termoeléctrica 1650°C.

Tipo	Denominación	Composición y símbolo	Rango de temperaturas (1) (en °C)	Diámetro del alambre apropiado (2)	F.e.m.en mV (3)
B	Platino-rodio 30% vs. platino-rodio 6%	PtRh 30% - PtRh 6%	0 ...1.500 (1.800)	0,35 y 0,5 mm	0...10,094 (13,585)
R	Platino-rodio 13% vs. platino	PtRh 13% - Pt	0...1.400 (1.700)	0,35 y 0,5 mm	0.16,035 (20,215)
S	Platino-rodio 10% vs. platino	PtRh 10% - Pt	0...1300(1.600)	0,35 y 0,5 mm	0...13,155 (15,576)
J	Hierro vs. constatán	Fe - CuNi	-200 ... 700 (900)	3 mm 1mm	-7.89 ... 39,130 (51,875)
			-200 ... 600 (800)		-7.89 ... 33,096 (45,498)
K	Niquel-cromo vs. níquel (Chromel vs. Alumel)	NiCr - Ni	0...1000(1.300)	3 ó 2 mm	0...41,269 (52,398)
			0 ... 900 (1.200)	1,38 mm	0...37,325 (48,828)
T	Cobre vs. constatán	Cu - CuNi	-200 ... 700 (900)	0,5 mm	-5,60 ... 14,86 (20,86)
E	Niquel-cromo vs. constatán (Chromel vs. constatán)	NiCr - CuNi	-200 ... 600 (800)	3 mm	-9,83 ... 53,11 (68,78)
					-8,83 ... 45,08 (61,02)

Tabla 4.1 Composición, rango de temperaturas, diámetro de alambre apropiados y Fuerza electromotriz correspondientes a diversas termocuplas.

El principio de medición de temperatura utilizando termocuplas se basa en tres principios físicos, que son:

1.- Efecto Thomson (1851): un gradiente de temperatura en un conductor metálico está acompañado por un gradiente de voltaje, cuya magnitud y signo depende del metal que se esté utilizando.

2.- Efecto Peltier (1834): consiste en que cuando una corriente eléctrica fluye a través de una juntura de dos metales diferentes, se libera o absorbe calor. Cuando la corriente eléctrica fluye en la misma dirección que la corriente Seebeck, el calor es absorbido en la juntura caliente y liberado en la juntura fría.

3.- Efecto Seebeck (1821): al unir dos alambres de materiales diferentes formando un circuito, se presenta una corriente eléctrica cuando las junturas se encuentran a diferente temperatura. Esto es debido a la combinación de los dos efectos anteriores.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que se posean todos los materiales para el experimento y que estos se hallen en buen estado.

5.2 PROCEDIMIENTO

- ♦ Realizar cinco mediciones de temperatura en distintos instantes en agua, con un termopar tipo K.
- ♦ Realizar mediciones similares con termopares tipo K, J y T.
- ♦ Anotar los datos característicos de cada tipo de termopar (**Tabla 6.1**).
- ♦ Tabular cada una de estas mediciones y en las tablas de referencia de los termopares ver el valor correspondiente en milivoltios (**Tabla 6.2**).
- ♦ Esquematizar la conexión de un termopar.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Registrar los datos obtenidos en la tabla a continuación:

TIPO	COLOR DE IDENTICACION	MATERIALES QUE LA COMPONEN	RANGO DE TEMPERATURA ºC
B			
C			

E			
J			
K			
N			
R			
S			
T			

Tabla 6.1 Tipos de Termocuplas

.Nº MEDICION	**TEMPERATURAS REGISTRADAS**					
	TERMO PAR TIPO K	**VOLTAJE mV**	**TERMO PAR TIPO J**	**VOLTAJE mV**	**TERMO PAR TIPO T**	**VOLTAJE mV**

Tabla 6.2 Valores registrados en la Práctica.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1Realizar el análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son los principios físicos en los cuales se basan las termocuplas?
2. Realice un cuadro sinóptico de los diversos instrumentos de medición de temperatura.
3. ¿Cómo funcionan las termocuplas?
4. ¿Cuál es el procedimiento a seguir para verificar el funcionamiento de un termopar?
5. ¿Qué es la compensación de cero para las termocuplas?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

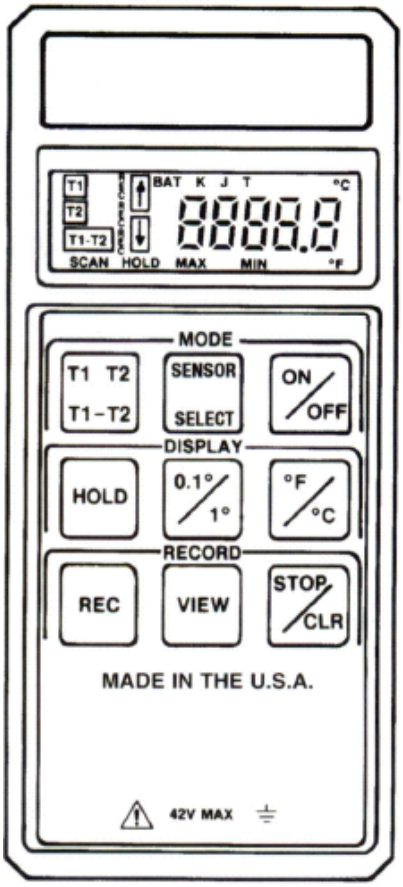
   1. Aplicaciones y tipos de termómetros.
   2. Aplicaciones y tipos de pirómetros.
   3. Aplicaciones y tipos de termocuplas.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario).

ANEXO 1

a. FUNCIONAMIENTO DEL TERMÓMETRO DIGITAL HH 23



1. Encender el instrumento oprimiendo ON/OFF

2. Conectar el termopar en las entradas T1 o T2.

3. Seleccionar el tipo de termopar con el cual se realizará las mediciones.

4. Seleccionar la escala de temperatura (ºF o ºC), y la resolución deseada (0.1º o 1º).

5. Si se desea congelar la visualización de la temperatura leída pulsar HOLD, para volver a las lecturas en el modo normal pulsar nuevamente HOLD.

6. Para grabar las lecturas de temperatura registradas pulsar REC y para detener el registro de temperaturas pulsar STOP/CLR, las lecturas grabadas se visualizan con la opción VIEW.

7. Para borrar los valores registrados pulsar por segunda vez la opción STOP/CLR

NOTAS

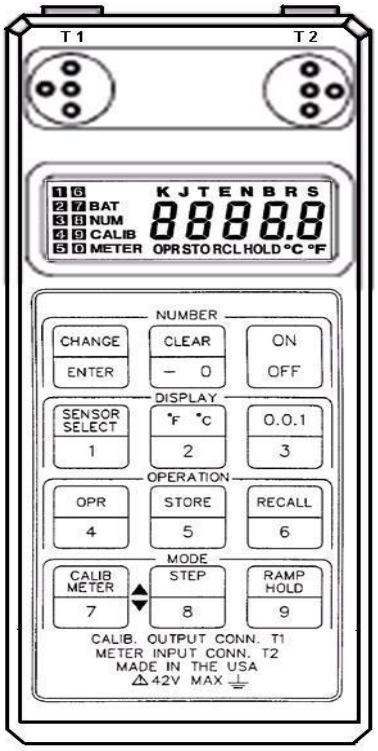
- Si en el *display* se visualiza T1 el termopar T1 está conectada, T2 el termopar T2 está conectada, T1-T2 La diferencia de temperaturas entre los termopares T1 y T2.

Estos indicadores nos indicaran si la temperatura aumenta o está disminuyendo, si los dos indicadores aparecen al mismo tiempo la temperatura está estable.

b. FUNCIONAMIENTO DEL CALIBRADOR DIGITAL/TERMÓMETRO CL27: MODO DE MEDICIÓN

1. Encender el instrumento oprimiendo ON/OFF (la entrada T2 se usará para el modo Medidor).
2. Seleccionar el modo de METER para operar al instrumento como un medidor.
3. Seleccione el tipo de termopar, en el display un indicador mostrará el tipo seleccionado.
4. Seleccione la escala de temperatura deseada (°F/°C), y seleccione la resolución deseada (0.1°/1°).
5. Para visualizar la temperatura en un instante determinado pulse HOLD y congelará la lectura de temperatura, para continuar con las mediciones pulse nuevamente HOLD y el medidor continuará con las lecturas.

FUNCIONAMIENTO DEL CALIBRADOR DIGITAL/TERMÓMETRO CL27: MODO DE CALIBRACION



1. Encender el instrumento oprimiendo ON/OFF (La entrada T1 se usara para el modo calibrador).

2. Seleccionar el modo de CALIB para operar al instrumento como un calibrador.

3. Seleccione el tipo de termopar que se usará.

4. Seleccione la escala de temperatura deseada (°F/°C), y seleccione la resolución deseada (0.1°/1°).

5. La unidad acepta entradas numéricas cambiando el modo de entrada (NUM) oprimiendo CHANGE/ENTER el indicador numérico se encenderá, el indicador OPR se apagará. Codifique en el valor de temperatura deseado, después de que el valor de temperatura deseado se codifica, presionar CHANGE//ENTER para devolver al modo de OPR.

6. Para ingresar el valor de 212° con la resolución de 0.1°, las pulsaciones siguientes son: CHANGE/ENTER, 2, 1, 2, 0, CHANGE/ENTER,

NOTAS:

- Las entradas numéricas no serán validas si están fuera del rango de temperatura correspondiente al tipo de termopar seleccionado. En el *display* aparece el indicativo de error correspondiente.
- Para ingresar un valor negativo presionar la tecla – 0 primero cuando en el modo NUM. El primer pulso ingresará el símbolo negativo, los pulsos subsecuentes ingresaran ceros.

- Para corregir una entrada numérica en el modo NUM, pulse CHANGE/ENTER dos veces. Esto restablecerá al principio de un nuevo número.
- Para retornar el Calibrador a 0° mientras esté en el modo OPR, pulse CLEAR.
- La unidad puede usarse como un conversor de unidades de °F a °C o °C a °F. Por ejemplo, para convertir 77°F a un Celsius, coloque en modo CALIB OPR, ingrese el valor a ser convertido, y cambiar la escala de temperatura. CHANGE/ENTER 7,7, CHANGE/ENTER °C (se lee en el display 25°C).

ANEXO 2				
TIPO	**ELEMENTO POSITIVO**	**ELEMENTO NEGATIVO**	**ESCALA DE TEMPERATURA USUAL**	**CARACTERISTICAS**
T	Cobre (+)	Constantan (-)	-184 à 370ºC	Pueden ser usados en atmósferas oxidantes, reductoras, inertes y al vacío. Adecuados para mediciones abajo de cero grado. Presenta buena precisión en su escala de utilización.
J	Ferro (+)	Constantan (-)	0 à 760ºC	Pueden ser usados en atmósferas oxidantes, reductoras, inertes y al vacío. No deben ser usados en atmósferas sulfurosas y no se recomienda el uso en temperaturas abajo de cero grado. Presenta bajo coste.
E	Níquel Cromo (+)	Cobre Níquel (-)	0 à 870ºC	Pueden ser usados en atmósferas oxidantes y inertes. En ambientes reductores o al vacío, pierden sus características termoeléctricas. Adecuado para el uso en temperaturas abajo de cero grado
K	Chromel (+)	Alumel (-)	0 à 1200ºC	Recomendable en atmósferas oxidantes o inertes. Ocasionalmente, pueden ser usados abajo de cero grado. No deben ser utilizados en atmósferas sulfurosas. Su uso al vacío es por corto período de tiempo.
S	Platina 90% 10% Rodio (+)	Platina 100% (-)	0 à 1600ºC	Recomendable en atmósferas oxidantes o inertes. No deben ser usados abajo de cero grado al vacío, en atmósferas reductoras o atmósferas con vapores metálicos. Presenta buena precisión en temperaturas elevadas.
R	Platina 87% 13% Rodio (+)	Platina 100% (-)	0 à 1600ºC	
B	Platina 70% 30%Rodio (+)	Platina 94% 6% Rodio (-)	870 à 1795ºC	Recomendable en atmósferas oxidantes o inertes. No deben ser usados al vacío, en atmósferas con vapores metálicos. Más adecuados para altas temperaturas que los tipos S/R.
N	Nicrosil (+)	Nisil (-)	0 à 1260ºC	Excelente resistencia a la oxidación hasta 1200ºC. Curva FEM x temp. similar al tipo K, pero posee menor potencia termoeléctrica. Presenta mayor estabilidad e menor drift x tiempo.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE METROLOGIA

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
8	40 min	CALIBRACION Y AJUSTE DE MANOMETROS	Metrología

1. OBJETIVOS

- Realizar una calibración y ajuste de un manómetro de tubo Bourdon.

2. METODO

- Mediante el uso de un Probador de Peso Muerto y un calibrador patrón se pretende adquirir destrezas en el maneo y lectura de manómetros Bourdon así como aprender a calibrar y ajustar un manómetro según el instrumento patrón instalado en el equipo.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- "Amthor Testing Instrument Co. Inc.; Type: Nº 460; Range: 1000 P.S.I".
- Un manómetro de carátula.
- Un manómetro patrón

4. MARCO TEORICO

4.1 Generalidades: Presión y su medición.

Llamamos presión a la relación que existe entre una fuerza y la superficie sobre la que se aplica.

$$P = \frac{F}{S}$$

Dado que en el Sistema Internacional la unidad de fuerza es el newton (N) y la de superficie es el metro cuadrado (m2), la unidad resultante para la presión es el newton por metro cuadrado (N/m2) que recibe el nombre de pascal (Pa).

Otra unidad muy utilizada para medir la presión, aunque no pertenece al Sistema Internacional, es el milímetro de mercurio (mm Hg) que representa una presión equivalente al peso de una columna de mercurio de 1 mm de altura. Esta unidad está relacionada con la experiencia de Torricelli que encontró, utilizando un barómetro de mercurio, que al nivel del mar la presión atmosférica era equivalente a la ejercida por una columna de mercurio de 760 mm de altura.

4.1.1 Presión Absoluta

Es la presión de un fluido medido con referencia al vacío perfecto o cero absoluto. La presión absoluta es cero únicamente cuando no existe choque entre las moléculas lo que indica que la proporción de moléculas en estado gaseoso o la velocidad molecular es muy pequeña. Ester termino se creó debido a que la presión atmosférica varia con la altitud y muchas veces los diseños se hacen en otros países a diferentes altitudes sobre el nivel del mar por lo que un término absoluto unifica criterios.

4.1.2 Presión Atmosférica

El hecho de estar rodeados por una masa gaseosa (aire), y al tener este aire un peso actuando sobre la tierra, quiere decir que estamos sometidos a una presión (atmosférica), la presión ejercida por la atmósfera de la tierra, tal como se mide normalmente por medio del barómetro (presión barométrica). Al nivel del mar o a las alturas próximas a este, el valor de la presión es cercano a 14.7 lb/plg2 (101,35Kpa), disminuyendo estos valores con la altitud.

4.1.3 Presión Manométrica

Son normalmente las presiones superiores a la atmosférica, que se mide por medio de un elemento que se define la diferencia entre la presión que es desconocida y la presión atmosférica que existe, si el valor absoluto de la presión es constante y la presión atmosférica aumenta, la presión manométrica disminuye; esta diferencia generalmente es pequeña mientras que en las mediciones de presiones superiores, dicha diferencia es insignificante, es evidente que el valor absoluto de la presión puede abstenerse adicionando el valor real de la presión atmosférica a la lectura del manómetro.

La presión puede obtenerse adicionando el valor real de la presión atmosférica a la lectura del manómetro.

Presión Absoluta = Presión Manométrica + Presión Atmosférica.

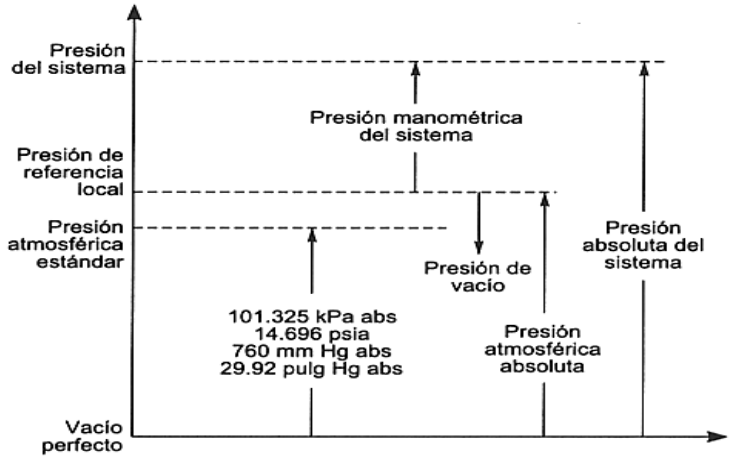


Fig. 4.1 Escala de presiones relativas

4.2 Manómetros

El manómetro es un instrumento que utiliza la relación hidrostática entre la presión y la carga hidrostática equivalente del fluido. Se dispone de diversos diseños del manómetro, pero todos son, en esencia, instrumentos de presión diferencial para medir presiones diferenciales que varían en un orden de magnitud de entre 0.001 mm del fluido del manómetro hasta varios metros"[11].

Tipo de Manómetro	Rango de Operación
M. de Ionización	0.0001 a 1 x 10-3 mmHg ABS
M. de Termopar	1 x 10-3 a 0.05 mmHg
M. de Resistencia	1 x 10-3 a 1 mmHg
M. Mc. Clau	1 x 10-4 a 10 mmHg
M. de Campana Invertida	0 a 7.6 mmH2O
M. de Fuelle Abierto	13 a 230 cmH2O
M. de Cápsula	2.5 a 250 mmH2O
M. de Campana de Mercurio	(LEDOUX) 0 a 5 mts H2O
M. "U"	0 a 2 Kg/cm2
M. de Fuelle Cerrado	0 a 3 Kg/cm2
M. de Espiral	0 a 300 Kg/cm2
M. de Bourdon tipo "C"	0 a 1,500 Kg/cm2
M. Medidor de esfuerzos (stren geigs)	7 a 3,500 Kg/cm2
M. Helicoidal	0 a 10,000 Kg/cm2

Tabla. 4.1 Tipos de manómetros y sus rangos de operación.

[11] *FLIOLA, Richard, BEASLEY, Donald. Mediciones Mecánicas Teoría y Diseño. Tercera Edición. (2003 ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, MEXICO D. F.): 379.*

4.3 <u>Calibración de manómetros.</u>

Calibración es simplemente el procedimiento de comparación entre lo que indica un instrumento y lo que "debiera indicar" de acuerdo a un patrón de referencia con valor conocido.

a. Balanza de pesos muertos.

Antes de proceder a realizar las mediciones, ha de someterse el manómetro a una eliminación de posible pereza, para ello se le aplicará una presión igual a la del fondo de escala y se le mantendrá durante unos minutos; a continuación se dejará decrecer lentamente la presión hasta llegar a la presión cero. Esta operación se efectuará una o dos veces más.

Aplicar suavemente unas presiones de 0 y 100% del rango del equipo a calibrar, actuando sobre el mecanismo de presión y colocando en el carro portapesas las pesas requeridas.

Si el manómetro no coincidiera, efectuar los ajustes necesarios, de cero y de rango.

Los puntos de calibración serán de aproximadamente del 10, 25, 50, 70 y 100% del rango. Las secuencias de mediciones serán de 3 para los equipos de clase igual o superior a 1 y de 4 para los equipos de clase inferior o igual a 0,5 o determinados por el usuario cuando este desee conocer con gran rigor el comportamiento metrológico del manómetro en una parte determinada de su campo. Las secuencias de medición se efectuarán alternativamente con presión creciente y presión decreciente.

Para efectuar las medidas correspondientes a cada punto de calibración, cuando se aplica presión creciente, se irán colocando sobre el platillo que se apoya en el pistón, sucesivamente, las pesas necesarias para alcanzar el correspondiente valor de presión. La operación de colocado de las pesas calibradoras se efectuará con mucha precaución, de manera que la presión vaya creciendo lenta y suavemente.

La segunda secuencia de lecturas se realizará en sentido decreciente de presión. Para ello, se irán retirando sucesivamente las pesas que fueron colocadas en el comprobador durante todo el proceso de presión creciente. Esta operación de retirada gradual de las pesas, se efectuará con gran cuidado, de manera que la presión vaya decreciendo lenta y suavemente y utilizando convenientemente el volante de presión.

Una vez efectuada la lectura del punto de calibración de valor numérico más bajo, la presión se hará decrecer hasta que llegue a la presión cero.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que se posean todos los materiales para el experimento y que estos se hallen en buen estado.

5.2 PROCEDIMIENTO

a. Instalar el manómetro que ha ser medido según el esquema de la fig. 5.1.

b. Verificar si no hay fugas en el sistema.

c. Realizar la primera medición utilizando el peso del soporte de los pesos de calibración (10 PSI).

d. Realizar en adelante las mediciones colocando el peso de calibración respectivo en intervalos de 10 en 10 PSI.

e. Tomar los valores leídos en cada medición lo más exactos posibles.

NOTA: *En el caso que los resultados obtenidos no coincidan o estén fuera de los rangos tolerables, lo más probable es que se tenga que hacer una calibración del instrumento.*

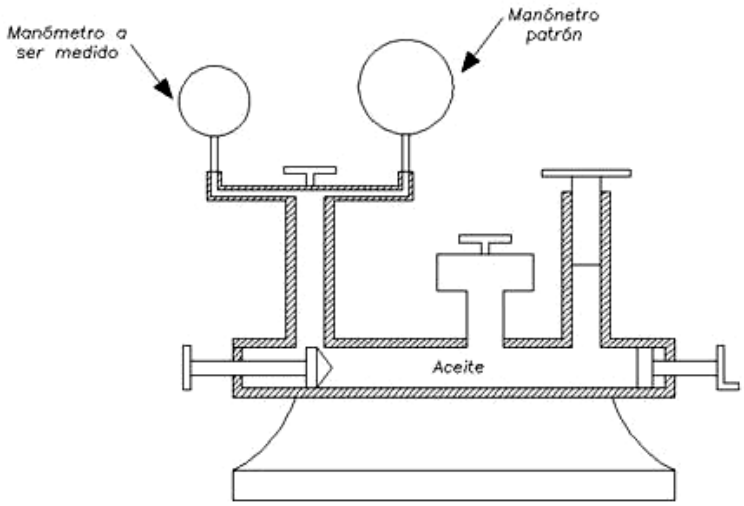


Fig. 5.1Esquema de instalación de manómetros a calibrar.

f. Luego de la calibración realizada, se establecen los errores verificando la calibración a 1/3, 1/2 y 2/3 del rango del dial, y sí no se cumple la condición de aceptabilidad Us <Vp+II y UI >Vp-II se realiza el ajuste correspondiente a lo largo de todo el rango respectivo.

g. Quitar el anillo delantero, el vidrio y la tapa posterior. Luego realizar uno de los siguientes ajustes:

- Ajuste de cero:
- Ajuste de rango:
- Ajuste de linealidad:

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Registrar los datos obtenidos en la tabla a continuación:

MARCA	
RANGO	
RESOLUCION	
TOL. PERMISIBLE	
TIPO	
UNIDAD DE MEDIDA	
CLASE DE EXACTITUD	

Tabla 6.1 Datos del manómetro a calibrar.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Analizar los valores obtenidos y graficarlos en un sistema de coordenadas.

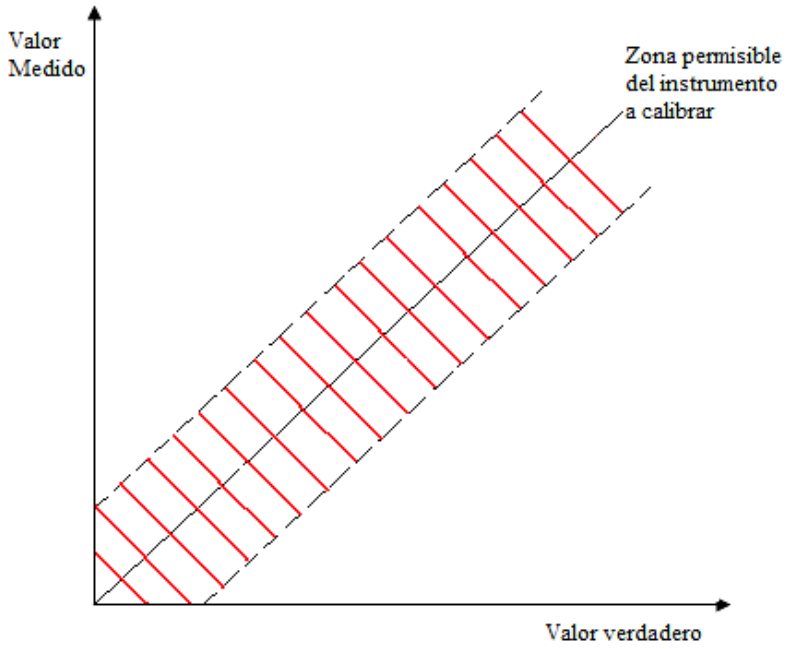


Fig. 7.1 Gráfico de resultados.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. Tipos de manómetros y sus aplicaciones.
2. Realice un cuadro sinóptico de los diversos instrumentos de medición de presión.
3. ¿Cómo funcionan los barómetros?
4. ¿Cuál es la finalidad de la comprobación y la calibración de los manómetros?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Presión y sus unidades.
   2. Métodos de calibración y comprobación de Manómetros.
   3. Criterios de aceptación en la calibración de instrumentos de presión.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario).

3.3.11 Fundición

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
1	50 min	PREPARACION DE ARENAS PARA MOLDEO	Fundición

1. OBJETIVOS

- Preparar y modificar las características de las arenas, aprovechando los diferentes aglutinantes, para lograr el proceso de la fundición.

2. METODO

- Preparación de arenas tanto para moldeo como para machos empleando materiales como agua y bentonita así como instrumentos tales como balanza y tamiz.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- **Arenas de moldeo**

- 2000 gr. de arena de arena sílice.
- 20 % de bentonita
- 5% de agua.
- Balanza
- Tamiz

- **Arenas para machos**

- 6 Kg. de arena sílice.
- 180 gr. de agua.
- 700 gr. de silicato de sodio.

4. MARCO TEORICO

4.1 Preparación de arenas para moldeo.

La arena base es elemento que da la característica de refractariedad e influye en todas la propiedades de la mezcla de moldeo.

Las propiedades de la arena que se deben considerar son:

- Refractariedad
- Composición química
- Forma, tamaño y distribución del grano.

A continuación se presenta un esquema en el cual se da los pasos a seguir para una correcta preparación de arena para moldes.

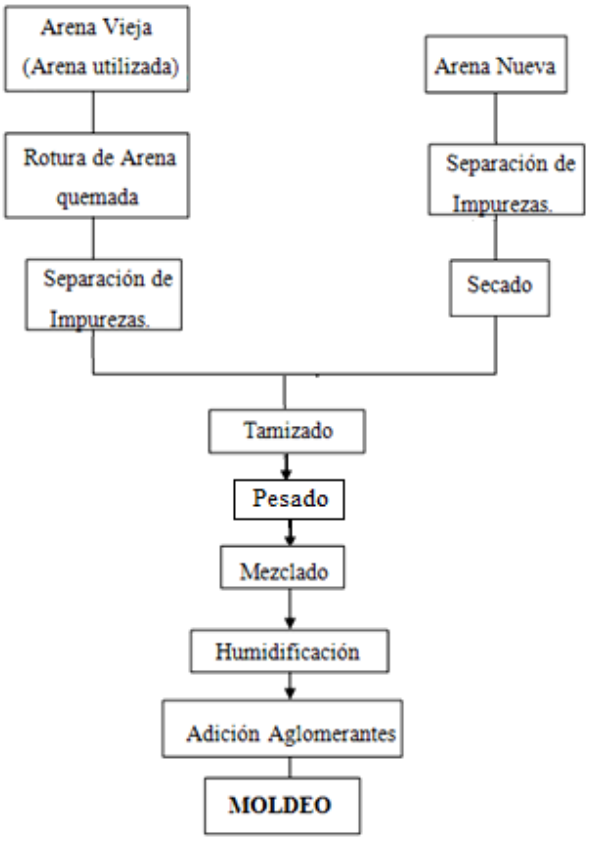


Fig. 4.1 Diagrama de preparación de arenas para moldeo

4.2 Arenas para Machos

Los machos se utilizan para dejar cavidades en las piezas. Estos noyos se fabrican separados de los moldes y su preparación es de mayor cuidado, ya que sus características varían especialmente en su permeabilidad, buena colapsabilidad, resistencia a la compresión.

La combinación de la arena sílice más silicato de sodio posee una baja compresión en verde, por lo cual una vez realizado los noyos con estas mezclas hay que secarlas con CO_2 (anhídrido carbónico), secado químico, el silicato de sodio reacciona con el anhídrido carbónico formando el carbonato de sodio, que liga los granos de sílice.

$$SiO_3Na_2*H_2O+CO_2 \text{---} CO_3Na_2*H_2O+SiO_2$$

Al utilizar un exceso de CO_2, reacciona con el carbonato de sodio formando el bicarbonato de sodio que disgrega los granos de sílice.

$$CO_2+ CO_3Na_2*H_2O \text{---} CO_3HNa+H_2O$$

5. DESARROLLO

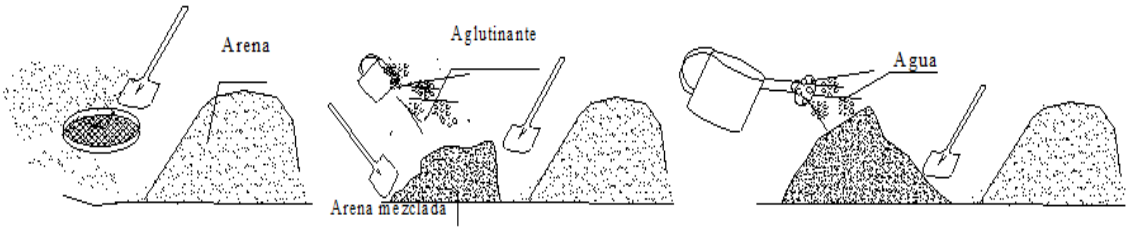
5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que se cuenten con todos los accesorios necesarios y que estén en buen estado.
- Constatar que se posea la materia prima suficiente.

5.2 PROCEDIMIENTO

❖ **Preparación de Arenas para moldes.**

- Tamizar la arena con el tamiz adecuado según el tamaño de grano que se desee obtener.
- Pesar en la balanza la cantidad mencionada en los materiales de arena, agua y bentonita.
- Mezclar la bentonita y la arena en seco por un lapso de 10 minutos.
- Añadir la cantidad de agua pesada anteriormente y mezclar con la arena y la bentonita hasta obtener una arena verde.



PASO 1: TAMIZADO *PASO 2: MEZCLA EN SECO* *PASO 3: ADICIÓN DE AGUA*

❖ **Preparación de arenas para machos.**

- Pesar 6 Kg. de arena sílice seca.
- Añadir 180 gramos de agua, en un intervalo de tiempo que no exceda 30 segundos, distribuyendo uniformemente.
- Mezclar por 4 minutos.
- Añadir 700 gramos de silicato de sodio a la arena, distribuirlo uniformemente sobre la arena
- Mezclar por un tiempo de 3 minutos.
- Guardar la mezcla en un recipiente hermético inmediatamente.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Debido a que cada mezcla de "arena – aglutinante – agua", requiere un porcentaje diferente de agua. En consecuencia, se recomienda variar el porcentaje de agua en base al tipo y cantidad del aglutinante y arena empleada.

En caso de aceptar la recomendación, los valores de porcentaje de agua y aglutinante deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

TIPO DE ARENA	*% DE ARENA*	*% DE BENTONITA*	*% DE AGUA*

Tabla 6.1 Datos de los porcentajes de la materia prima.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

Realizar el informe correspondiente a la práctica realizada.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cómo influye cada uno de los porcentajes de los materiales empleados en la preparación de arenas para moldes y para machos?

2. ¿De qué manera interviene el tamaño de grano en la preparación de arenas?

INFORME

a. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
2	60 min	PREPARACION Y ENSAYOS DE PROBETAS	Fundición

1. OBJETIVOS

- Preparar probetas según la norma AFS para la determinar sus características mediante ensayos.

- Realizar el ensayo de humedad utilizando la técnica del secado en horno y el recipiente hermético de Speedy.

- Efectuar el ensayo de permeabilidad a probetas normalizadas, determinando el porcentaje de aire que deja escapar entre sus separaciones, estableciendo una relación que nos permita variar esta propiedad de acuerdo a nuestras necesidades.

- Ejecutar el ensayo de compresión de acuerdo la norma AFS, a diferentes probetas, para arenas de moldeo en seco y en verde, determinando su resistencia y comparando resultados para diferenciar su influencia en el moldeo (verde), como en el colado (seco).

2. METODO

- Preparación de varias probetas regularizadas según norma AFS para la ejecución de las prácticas de humedad, permeabilidad y compresión.
- Enseñanza del manejo de los dispositivos para la ejecución de los ensayos.

3. EQUIPO Y MATERIALES

❖ ***Preparación de probetas***

- Formador de probetas.
- Arena preparada de 100 a 200 gr.
- Balanza

❖ ***Ensayo de Humedad***

- Horno.
- 50 gr de Carburo de calcio.
- Muestras de arena de 20 a 50 gr.
- Aparato de Speedy.
- Probetas de arena.

❖ ***Ensayo de Permeabilidad***

- Permeámetro
- Bentonita
- Probeta de arena
- Tamices #10, #20, #30

❖ ***Ensayo de Compresión***

- Arena
- Dispositivo para compresión.

4. MARCO TEORICO

4.1 La Humedad

La humedad de una arena corresponde a la cantidad de agua que se vaporiza totalmente a la temperatura de 100 a 110°C. En una arena arcillosa existe un determinado porcentaje de humedad para obtener una óptima cohesividad. Debe trabajarse con límites de humedad determinados para evitar defectos en las piezas fundidas especialmente gases de colada.

La humedad se determina por la pérdida de peso de una probeta de arena húmeda después de haberla calentado durante un determinado tiempo.

4.2 La Permeabilidad

La permeabilidad es una propiedad muy importante en cuanto se refiere a las arenas de moldeo, por lo cual se debe tomar en consideración, ya que variando esta propiedad podemos disminuir los defectos que se pueden producir por la dificultad de escape de los gases cuando existe poca permeabilidad y el deficiente acabado cuando la permeabilidad es exagerada.

La permeabilidad puede variar de acuerdo a los siguientes parámetros:

a) Cantidad de agua, arcilla y aglutinante
b) Granulometría (tamaño y forma de grano)
c) Apisonado

La permeabilidad se define como el volumen de aire en cm^3, que bajo una presión constante dada en grano por cm^2 pasará por minuto a través en una probeta estándar. Las normas de AFS utilizan una probeta de 50,8 mm de diámetro y de 50,8 mm de altura.

La permeabilidad se expresa mediante la fórmula:

$$P = \frac{V \times h}{p \times a \times t}$$

Donde

P = Permeabilidad

V = Volumen de aire en cm^3 que pasa a través de la probeta.

h = Altura de la probeta.

a = Sección transversal e la probeta en cm^2.

p = Presión de aire en gramos / cm^2.

Mediante ensayos se ha normalizado dejar pasar un litro de aire bajo una presión constante de 10 cm de columna de agua, bajo estas condiciones se obtenido la siguiente fórmula simplificada:

$$P = \frac{50.12}{ts}$$

ts. = tiempo necesario para pasar 2000 cm^3 de aire

4.3 Compresión

La prueba de compresión es una prueba en la cual se compacta un bloque de arena hasta que esta seda esto determina que tanto soportara esta ante fuerzas externas en su parte superior, mientras que la prueba de cizalladura nos muestra que tanto resistirá esta ante una fuerza mas puntual, esto con el fin de ver si puede resistir una gran cantidad de presión en un pequeño punto de la pieza de arena compactada.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- ***Preparación de probetas***
- Verificar el buen funcionamiento del compactador de arena.

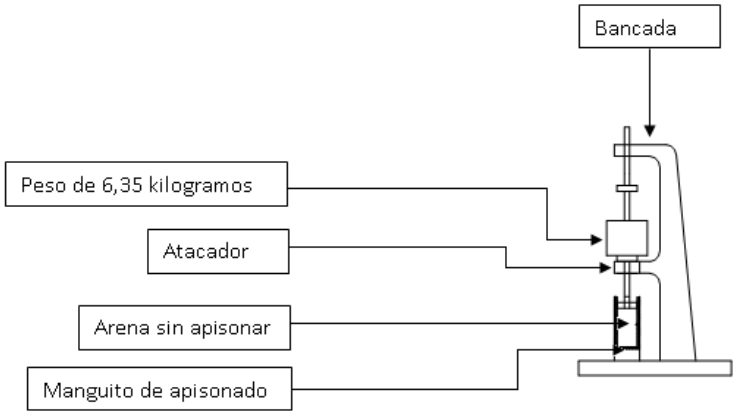


Fig. 5.1 Partes del formador de probetas

- Pesar una cantidad determinada de arena previamente preparada.

❖ ***Ensayo de Humedad con Arena y Probetas***

- Asegurarse de tener la temperatura adecuada en el horno

❖ ***Ensayo de Humedad con recipiente de Speedy***

- Las muestras para el ensayo deben de ser de arena nueva
- Verificar que el recipiente hermético esté seco y no contenga arena

- Antes de realizar el ensayo de humedad de la arena, se deberá registrar en una tabla las presiones correspondientes a la reacción carburo-agua. Este ensayo se debe realizar con porcentajes de 4, 6, 8, 10, 12, 14.% de agua, con respecto a los 50 gramos de carburo.

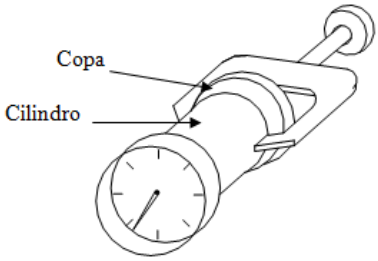


Fig. 5.2 Recipiente de Seepdy para determinar la humedad

❖ ***Ensayo de Permeabilidad***

- Verificar el buen estado del equipo.

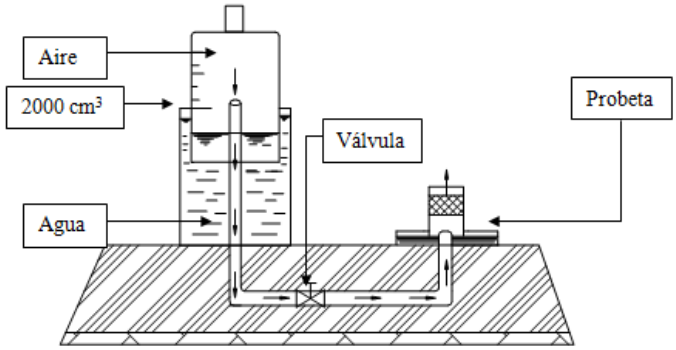


Fig. 5.3 Permeámetro

❖ ***Ensayo de Compresión***

- Revisar que el dispositivo este en buen estado.

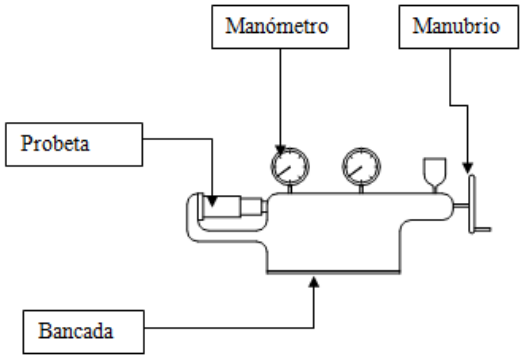


Fig. 5.4 Dispositivo para ensayo de compresión

5.3 PROCEDIMIENTO

❖ ***Preparación de probetas***

- ✓ Se procede a llenar el porta probetas con la arena pesada anteriormente.
- ✓ Levantar la masa de 6.35 Kg. hasta una altura de 50.8mm.
- ✓ Dejar caer la masa tres veces consecutivas, con la misma altura. Los tres golpes pueden variar según la dureza requerida del molde.

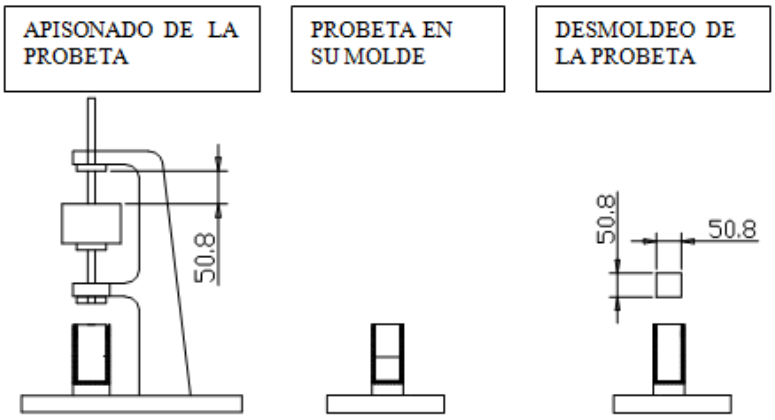


Fig. 5.2.1 Elaboración de Probetas

- ✓ Verificar que la dureza de la probeta sea similar a la dureza del molde.
- ✓ Repetir los pasos anteriores hasta obtener las dimensiones de la probeta según la norma AFS cuyas dimensiones son: **Diámetro: 50.8 mm** **Altura: 50.8 mm**

❖ ***Ensayo de Humedad***

➢ ***Ensayo con Probetas***

- Pesar las probetas en la balanza.
- Calentar la arena en el horno con el fin de evaporar el agua que se encuentra en la arena por un tiempo de 1 a 3 minutos a una temperatura de unos 105 a 115 ^{o}C.

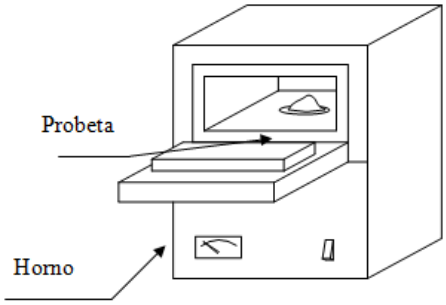


Fig. 5.2.2 Secado de Probetas

- Una vez secada la probeta se extrae del horno y se la pesa nuevamente con la balanza.
- Realizar el procedimiento con 3 probetas.

➢ ***Ensayo con de Humedad con Arena.***

- Separar muestras de arena por el método de cuarteo.

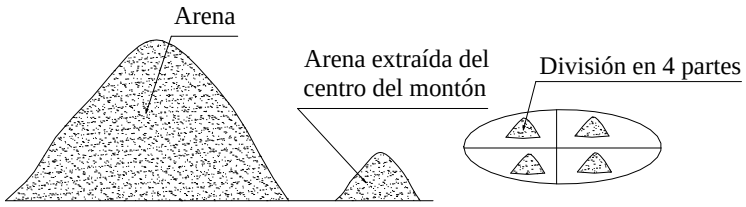


Fig.5.2.3 Método de cuarteo

- Pesar una cantidad de 50 gr. de arena escogida por el método de cuarteo.
- Secar la arena en el horno a una temperatura de 105 a 115 ^{o}C, por un tiempo de 1 a 3 minutos.

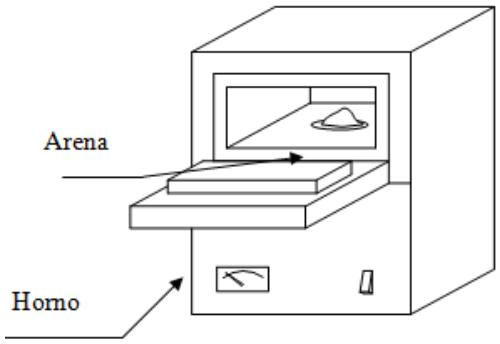


Fig.5.2.4 Secado de Arena

❖ ***Ensayo de Humedad con el recipiente de Speedy***

- Pesar 50 gramos de arena, escogida mediante el método de cuarteo.
- Colocar la muestra dentro de la copa del dispositivo de humedad.
- Colocar 50 gramos de carburo de calcio (Ca C2) dentro del cilindro del dispositivo.
- Acoplar la copa en el cilindro, pero, manteniendo el aparato en la posición horizontal, para evitar que la arena y el carburo de calcio se pongan en contacto, y proceder a cerrar herméticamente.
- Sostener el aparato con firmeza y sacudirlo violentamente durante 3 segundos.
- Virar el aparato durante 1 minuto antes de repetir la operación anterior.
- Mantener el aparato horizontal y registrar la presión marcada en el manómetro.
- Liberar la presión lejos del cuerpo, vaciar el contenido y limpiar cuidadosamente con una brocha o cepillo el cilindro y la copa del aparato.
- Introducir en el recipiente hermético de Speedy una cantidad de arena nueva y un porcentaje de carburo de calcio, cerrarlo y agitarlo.

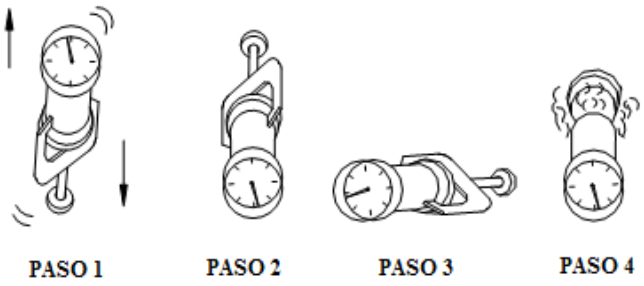


Fig.5.2.5 Proceso de ensayo de Humedad con recipiente de Seedy

❖ ***Ensayo de Permeabilidad***

- Abrir la llave, levantar el cilindro tomando por haladera hasta la marca de 200cm^3.
- Cerrar la llave del aire.
- Colocar el porta probetas en el asiento de la válvula del permeómetro, antes invertir la posición del porta-probetas.
- Proceder a abrir la llave, desde ese instante cronometrar el tiempo que tardarán en pasar los 2000cm^3 de aire por la probeta .
- Aplicar la fórmula para el cálculo de permeabilidad y registrar los resultados en la tabla.

❖ ***Ensayo de Compresión***

- Preparar 3 muestras arena - bentonita(3%) y arena - cemento(9%).
- Confeccionar la probeta como indica la norma AFS.
- Colocar la probeta entre las dos mordazas cilíndricas del dispositivo de resistencia a la compresión.
- Girar el volante del instrumento de manera que la carga aumente lentamente y de forma continua, hasta la rotura de la probeta.
- Leer la resistencia de la muestra en el manómetro y registrar los resultados en la tabla.

Nota: Los porcentajes de bentonita y cemento pueden variar en un rango del 2 al 4% y del 8% al 10% respectivamente.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

➢ ***Elaboración de probetas***

Para cada serie de valores tomados en la preparación de probetas, los resultados deben ser tabulados bajo la siguiente estructura:

Número de Muestras	Peso (gr)	Dimensiones de la probeta	Dureza (GF)
1			
2			
3			

Tabla 6.1 Resultados de Preparación de Probetas

- ***Ensayo de humedad***

En el ensayo de humedad, los resultados se deben tabular como se indica a continuación:

Número de Muestras	Arena		Porcentaje de Agua
	Antes del ensayo	Después del ensayo	
	Peso de la arena (gr)	Peso de la arena (gr)	%
1	50	46	8
2			
3			

Tabla 6.2 Ejemplo de Resultados de Ensayo de Humedad con horno

NUMERO DE MUESTRAS	*CANTIDAD DE ARENA*	*CANTIDAD DE CARBURO*	*PRESION REGISTRADA*	*% DE AGUA*
	gr.	*gr.*	*kPa.*	
1	50	50	27.556	8
2	50	50		
3	50	50		
4	50	50		

Tabla 6.3 Registro de Agua según la presión empleando el recipiente de Speedy.

- ***Ensayo de Permeabilidad***

PROBETAS	# DE TAMIZ	TIEMPO	PERMEABILIDAD	
		min.	Arena Seca	Arena Verde
1	10			
2	20			
3	30			

Tabla 6.4 Registro de valores para el ensayo de Permeabilidad.

- ***Ensayo de Compresión***

PROBETA	% DE AGUA	RESISTENCIA EN VERDE	RESISTENCIA EN SECO
		N/cm^2	N/cm^2
1	4		
2	5	3.44	4.1
3	6		
4	7		

Tabla 6.5 Registro de valores para el ensayo de Compresión.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

- **Ensayo de humedad con probetas y arena.**

1. Calcular el porcentaje de humedad con la fórmula.

$$\%H_2O = \frac{50 - x}{50}(100)$$

x = pesos de las muestras de arena seca y probetas.

Comparar los valores obtenidos para el coeficiente global de transferencia de calor mediante las dos formulas presentadas anteriormente, considerando el área y tomando de referencia la resistencia térmica, y comentar la diferencia entre los resultados.

2. Realizar un gráfico **peso de arena** y el **porcentaje de agua evaporada**. (ejemplo en la ilustración).

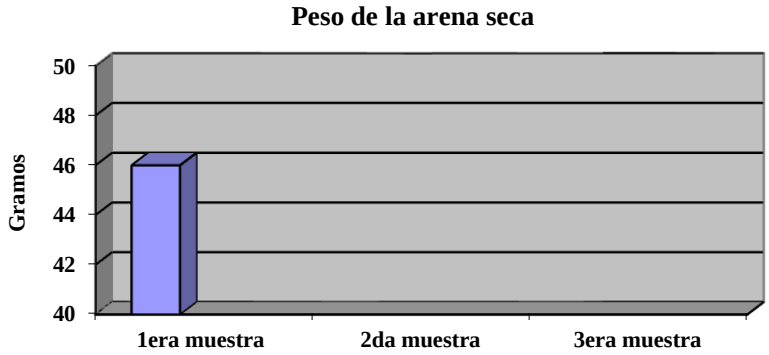


Fig. 7.1 Ejemplo de grafico de peso de arena

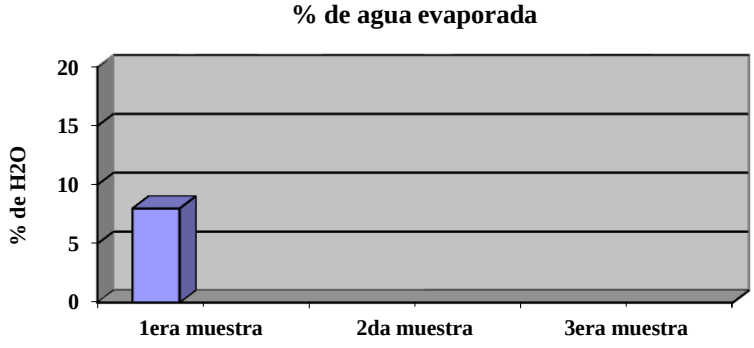


Fig. 7.2 Ejemplo de Porcentaje de Humedad empleando el horno

❖ **Ensayo de humedad con recipiente de Speedy.**

1. Realizar el grafico correspondiente a los valores registrados en la práctica

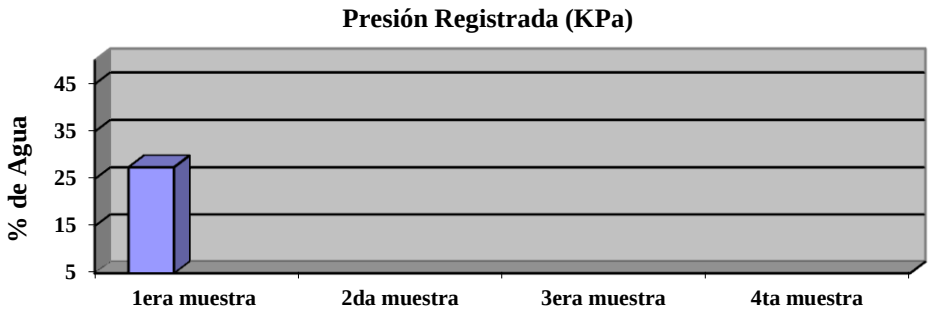


Fig. 7.3 Ejemplo de Porcentaje de Humedad empleando el recipiente Speedy

❖ **Ensayo de Permebilidad.**

1. Realizar la grafica correspondiente a los valores registrado en la práctica.

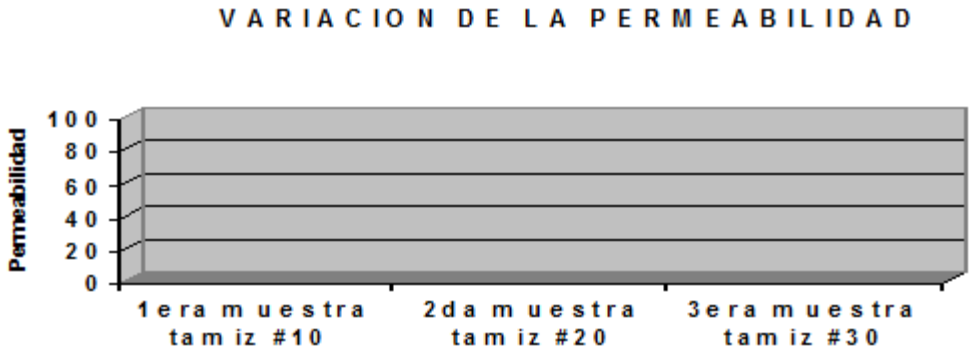


Fig. 7.4 Grafica de los resultados de Permeabilidad

❖ **Ensayo de Compresión.**

1. Realizar la gráfica **% de Agua vs presión ejercid**a.

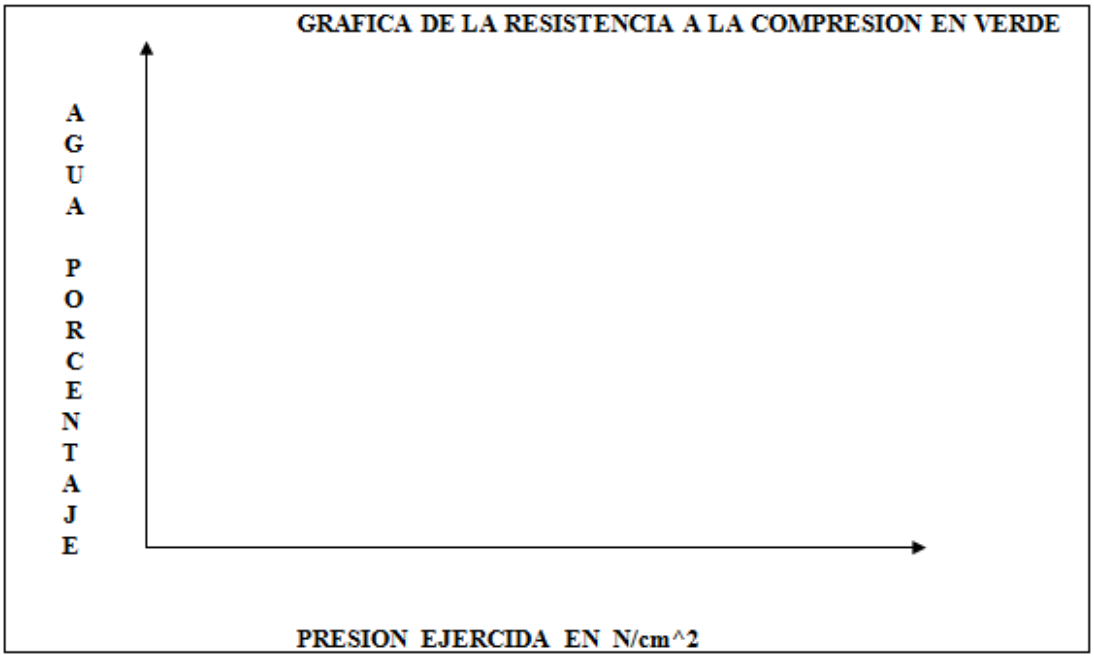


Fig. 7.5 Grafica de los resultados de Compresión

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. El agua que se encuentra en las arenas de moldeo, al contacto con el metal líquido genera..... , lo cual perjudica a la pieza produciendo...../
2. El agua influye en el apisonado. ¿Por qué?
3. El exceso de agua ocasiona que la arena sea muy ..... y se vuelva barro y muy fluida, la deficiencia de agua ocasiona mala ..... en la arena.
4. Enumere los factores que influyen en la permeabilidad y explique uno de ellos.
5. ¿Cómo influye la permeabilidad en el momento de colado?

6. Enumere los factores que influyen la compresión y explique uno de ellos.

7. ¿Cuál es el fin de realizar el ensayo de compresión en verde y en seco?

INFORME

a. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
3	60 min	PREPARACION DE NOYOS	Fundición

1. OBJETIVOS

- Realizar el moldeo de un noyo o macho, el cual servirá de referencia para la ejecución de cualquier tipo de noyo.

2. METODO

- Moldeo de noyos en el laboratorio.

3. EQUIPO Y MATERIALES

❖ ***Preparación de probetas***

- Arena sílice.
- CO_2.
- Caja de machos.
- Herramientas.

4. MARCO TEORICO

4.1 Noyos o Machos

Un **núcleo** es un dispositivo usado en la fundición y el moldeado de los procesos para producir las cavidades internas y entrada de ángulos. El núcleo es normalmente un elemento desechable que se destruye para sacarlo de la pieza. Ellos son los más comúnmente utilizados en la fundición en arena , pero también se utilizan en el moldeo por inyección.

Un ejemplo interesante de la utilización de los núcleos está en la fundición de bloques de motor. Por ejemplo, uno de los GM motores V-8 requiere de 5 núcleos de arena seca para cada colada.

Los núcleos son útiles para funciones que no pueden tolerar el proyecto o para proporcionar los detalles que de otro modo no puede ser integrado en un núcleo de fundición a presión inferior o molde. La principal desventaja es el costo adicional para incorporar núcleos.

Hay siete requisitos para el núcleo:

1. En el estado verde debe haber una resistencia adecuada para su manipulación.

2. En el estado endurecido que debe ser lo suficientemente fuerte como para manejar las fuerzas de la fundición, por lo tanto la resistencia a la compresión debe ser de 100 a 300 psi (0,69 a 2,1 MPa).
3. La permeabilidad debe ser muy alta para permitir el escape de gases.
4. A medida que el vaciado o moldeado enfría el núcleo debe ser lo suficientemente débil como para romper el material se encoge. Por otra parte, deben ser fáciles de quitar en conmoción.
5. Buena refractariedad se requiere como núcleo suele estar rodeado de metal caliente durante el vaciado o moldeado.
6. Un buen acabado de la superficie.
7. Una generación mínima de gases durante la colada del metal.
8. Conservación durante el almacenamiento.
9. Poca deformación por dilatación.
10. Poca oposición a la contracción del metal.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

✓ Verificar que se cuente con el material necesario.

5.2 PROCEDIMIENTO

- Colocar la caja de machos sobre un tablero o superficie plana, observando de que las espigas de la una parte coincidan con los agujeros de la otra parte.

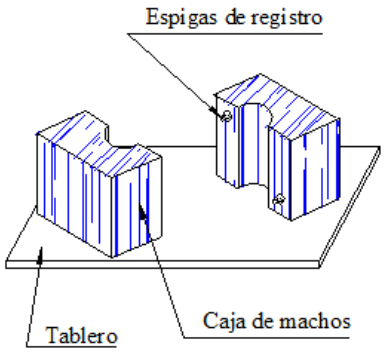


Fig. 5.1 Ubicación de la caja de machos

- Sujetar con una pinza de manera que cuando se apisone no se abra la caja.

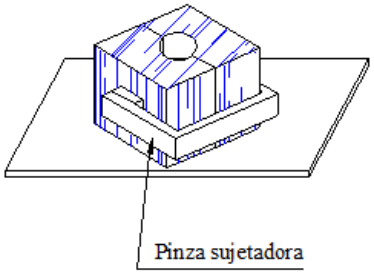


Fig. 5.2 Sujeción de la caja de machos

- Según se está llenando el agujero se va apisonando la arena, sin ejercer mucha presión, como también no muy poca, sino gradual en cada golpe.

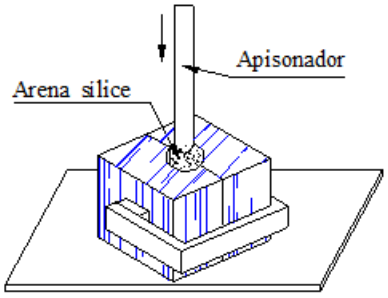


Fig. 5.3 Apisonado de arena para noyos.

- Con una regla retirar el exceso de arena, de forma que quede al mismo nivel de la caja.

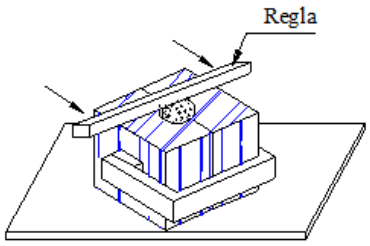


Fig. 5.4 Retiro de exceso de arena

- Con un punzón perforar en el medio de la arena apisonada, hasta que toque el fondo.

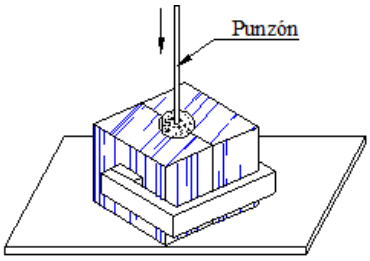


Fig. 5.4 Punzonado de Noyos

- En el agujero realizado con el punzón, ubicar la manguera para inyectar CO_2 bajo una presión de20 gr/cm^2. Con el fin de que el molde quede listo, es necesario que el CO_2 este en contacto con el molde un tiempo prudencial.

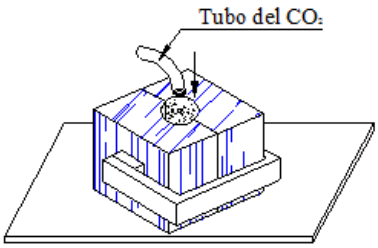


Fig. 5.5 Secado y endurecimiento del noyo

- Retirar la pinza sujetadora y luego separar ambas partes de la caja. De esta manera obtendremos el noyo.

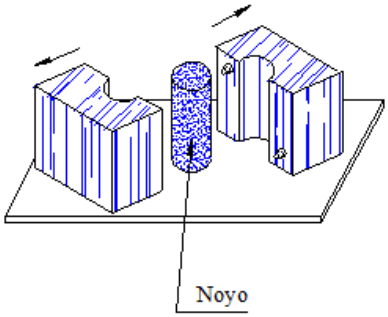


Fig. 5.6 Noyo Formado

6. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

6.1 Realizar el moldeo de noyos.

7. CONCLUSIONES

8. CUESTIONARIO

1. ¿Cómo evitar que en partes delicadas, el macho no se destruya?
2. El macho necesita respiraderos?, ¿Y por qué?
3. Otra forma de moldear un macho, especialmente redondo es ..... el macho, y existen casos en donde el macho se moldea con una caja de ..... sola parte.

INFORME

a. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
4	60 min	MOLDEO EN ARENA	Fundición

1. OBJETIVOS

- Practicar el procedimiento para el modelo de dos partes teniendo en consideración la ejecución correcta de las herramientas en cada uno de los pasos.

2. METODO

- Realización del moldeo en arena en dos partes usando los materiales y elementos necesarios.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Arena preparada.
- Modelo.
- Herramientas.
- Caja de dos partes.
- Aislante.
- Grafito.

4. MARCO TEORICO

4.1 Moldeo

El moldeo es una operación que nos lleva a copiar en arena la figura de una pieza (modelo), realizando estas operaciones en forma manual. El moldeo a mano se realiza para obtener piezas en pequeñas cantidades, piezas variadas o grandes piezas.

Para una buena elaboración del moldeo se necesita un buen modelo, el mismo que deberá ser elaborado pensando en las dificultades del moldeador.

El moldeador a mano debe ser capaz de resolver todos los problemas que se presentan, por lo general estos son diferentes en cada pieza.

4.2 Moldeo en dos partes

Se moldea en una caja de dos partes, la parte superior del modelo será impresa en la parte superior de la caja e igual en la inferior.

4.3 Herramientas de moldeo

Son herramientas del moldeador, aquellas que sirven para manipular la arena, desde poner arena en la caja, hasta dar los toques finales al molde, a fin de que quede listo para colar el material fundido.

4.3.1 Herramientas de llenado

a) Palas.- Utilizadas para el llenado de arena en las cajas (figura 4.1).
b) Tamices.- Los tamices nos dan una fina capa de arena para el moldeo (figura 4.2).

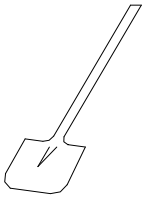


Fig. 4.1.-Pala

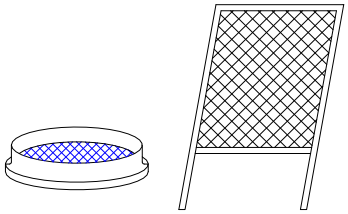


Fig. 4.2.- Tamices

4.3.2 Herramientas para apisonar

a) Atacador.- Acomoda la arena en lugares estrechos (figura 4.3).
b) Apisonador.- Golpea la arena para darle una consistencia adecuada (figura 4.4).

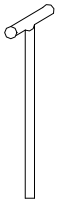


Fig. 4.3.- Atacador

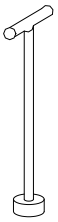


Fig. 4.4.-Apisonador

4.3.3 Herramientas de alisado

a) Regla.- Retira la arena sobrante dejando una superficie uniforme (figura 4.5).
b) Paleta de corazón plana.- Pule los bordes y la superficie del molde (figura 4.6).
c) Espátula regular plana.- Pule los bordes y la superficie del molde (figura 4.7).



Fig. 4.5 Regla



Fig. 4.6 Paleta de corazón plana

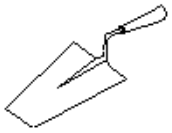


Fig. 4.7 Espátula rectangular plana

4.3.4 Utensilios

a) Paleta de corazón.- Abre y pule las entradas al molde (figura 4.8).
b) Gancho apisonador y alisador.- Se utiliza en donde existe curvaturas (figura 4.9).
c) Paleta apisonador y limpiador.- Se emplea en lugares estrechos (figura 4.10).
d) Aguja.- Crea respiraderos para el escape de gases (figura 4.11).



Fig.4.8 Paleta de corazón



Fig. 4.9 Gancho apisonador y alisador



Fig. 4.10 Paleta apisonador y limpiador

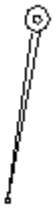


Fig. 3.11 Aguja

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que se cuenten con todos los accesorios necesarios y que estén en buen estado.
- Constatar que se posea la materia prima suficiente.

5.2 PROCEDIMIENTO

- Ubicar la mitad de la caja, sabiendo que será la parte inferior y la cara interna la que estará sobre el tablero. Con una brocha aplicar arcilla en agua, mojando las paredes de la caja, para asegurar la adhesión de la arena a la caja.

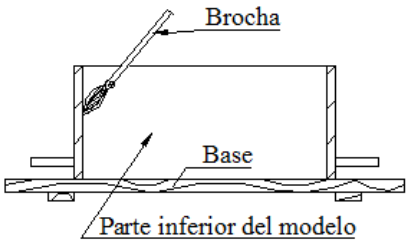


Fig.5.1 Preparación de la Caja de Moldeo

- Dentro de la caja y sobre el tablero, colocar centrado la mitad del modelo.

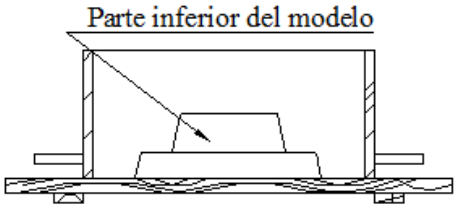


Fig.5.2 Ubicación del Modelo

- Con arena fina pasado por un cedazo, tapar el modelo, comprimir la arena formando una capa de 5 a 10 cm; el comprimido no debe ser demasiado acentuado, ni tener superficies planas para una correcta adhesión con el resto.

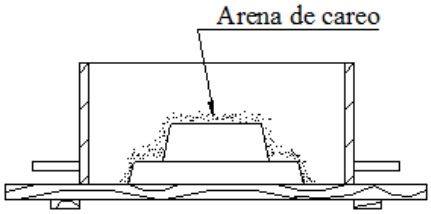


Fig.5.3 Colocación de Arena de Careo

- Llenar hasta el borde de la caja con arena gruesa y apisonar con el atacador, primero contra las paredes de la caja, después alrededor del modelo, sin apisonar dos veces el mismo sitio.

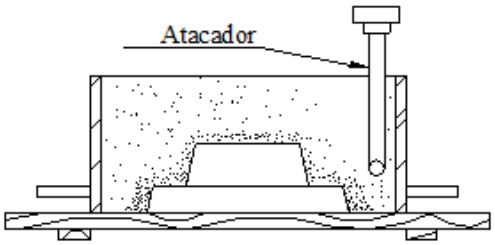


Fig.5.4 Apisonado de la Arena.

- Cubrir con más arena hasta que pase unos centímetros la altura de la caja, para el apisonado final, realizarlo con el apisonador.

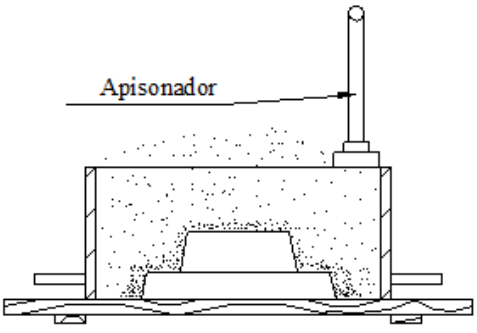


Fig.5.5 Apisonado de la arena en la superficie

- Con una regleta retirar la arena sobrante, quedando al mismo nivel del borde de la caja.

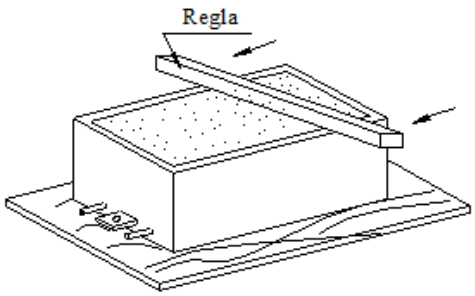


Fig.5.6 Retiro de Excedentes

- Realizar agujeros o respiraderos, pinchando la arena cerca del modelo cuidando de no tocarlo

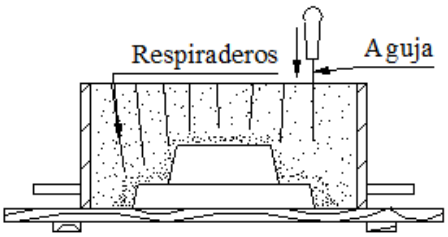


Fig.5.7 Realización de Agujeros

- Colocar una capa de arena que será el fondo al virar la caja. Asentar la caja sobre la arena de tal forma que quede fija.

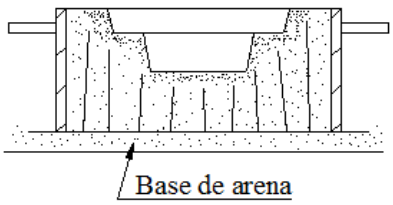


Fig.5.8 Volteo de la caja llena de arena.

- Limpiar la orilla del molde y realizar el acabado respectivo al plano de separación del molde con una espátula plana.

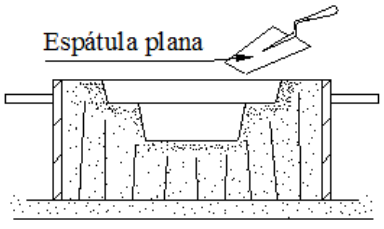


Fig.5.9 Acabado del molde

- Colocar la otra parte del modelo, rociar el plano de separación con aislante y soplar el exceso.

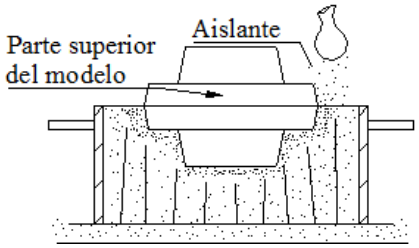


Fig.5.10 Instalación de la segunda parte del modelo

- Centrar la caja superior sobre la inferior siguiendo las guías (pernos) y colocar las partes que corresponden a los bebederos, mazarotas, etc.

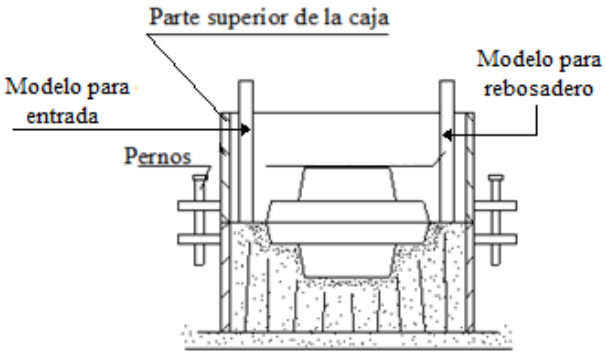


Fig.5.11 Colocación de bebedero.

- Atacar la arena de la misma manera que la parte anterior

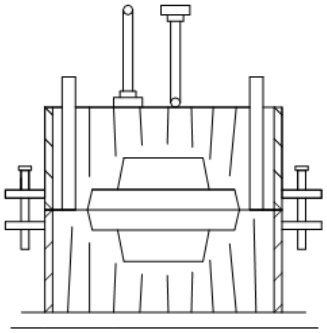


Fig.5.12 Cierre de Molde Completo.

- Luego extraer los modelos de los bebederos, cargadores, etc., con golpes alrededor de estos modelos para sacarlos con facilidad. Levantar la caja superior siguiendo las guías.

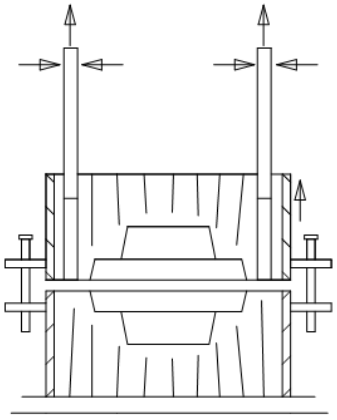


Fig.5.12 Extracción de bebedero.

- Ubicar la caja sobre una base de arena. En el contorno del modelo, humedecer con un pincel. Introducir unos ganchos en el modelo para que con golpes suaves al gancho en todos los sentidos podamos extraer el modelo.

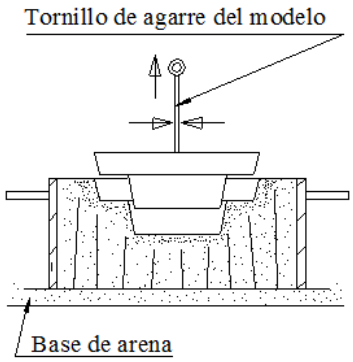


Fig.5.13 Ganchos para extracción del modelo.

- Tallar los ataques de colada a fin de que comunique el molde con los bebederos, moldear embudos. Arreglar las partes removidas durante la extracción del modelo, añadiendo arena y aislándola, reforzar las partes débiles, soplar los residuos de arena u otros materiales, si es colada en seco barnizar con grafito utilizando una pistola o pincel.

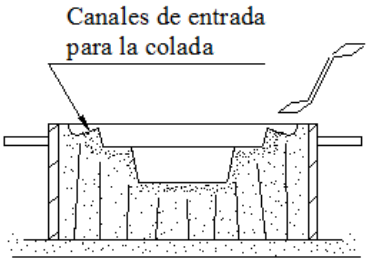


Fig.5.14 Canales para la colada.

- Secar el molde que se va a colar un horno o soplete. Alisar nuevamente porque se pudo dañar el molde al secar. Ubicar la caja superior sobre la inferior tomando en cuenta las

guías, así colocar los pernos, pesos u otras formas de presionarlas dos mitades para evitar que se separe por la presión metalostática.

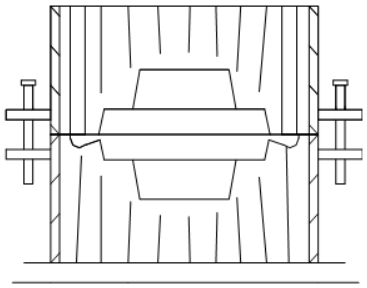


Fig.5.15 Caja de Moldeo terminada

- Efectuar la colada, evitando que se introduzcan escorias en el momento que salga el metal.
- Cubrir con arena seca los bebederos, cargadores y mazarotas para un enfriamiento lento.

6. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

6.1 Realizar el moldeo en arena con el procedimiento descrito párrafos arriba y compensar este trabajo con el informe correspondiente.

7. CONCLUSIONES

8. CUESTIONARIO

1. Si el modelo tuviera una superficie irregular de manera que no pueda asentar sobre el tablero, en este caso se utilizará una .....para asentar el modelo, la cual será de.....
2. ¿A qué le llaman contrasalidas en el molde?.
3. ¿Para qué material se emplea el GRAFITO?

INFORME

a. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
5	60 min	COQUILLA DE ACERO	Fundición

1. OBJETIVOS

- Realizar la fundición de probetas de aleaciones de aluminio.

2. METODO

- Fundición de probetas en la coquilla de acero.

3. EQUIPO Y MATERIALES

❖ ***Preparación de probetas***

- Aleación de Aluminio.
- Coquilla de acero.

4. MARCO TEORICO

4.1 Moldeo por coquilla

Coquilla es un molde metálico, generalmente elaborado en fundición gris, que se emplea para obtener un número de piezas idénticas. El molde es metálico y está formado por dos placas unidas por clavijas y guiadas por bujes para su unión adecuada.

El espesor de las paredes del molde depende del tamaño de la pieza, pero en caso de ser piezas de gran tamaño se tiene la dificultad de encontrar gran inercia térmica, lo cual retrasará el enfriamiento y el calentamiento.

4.2 Colada de metal en coquilla

En la coquilla el enfriamiento es rápido y el metal colado por este procedimiento tiene un aspecto característico, con una estructura basáltica que va desde los bordes de la pieza hasta el centro o muy cerca del mismo

Se puede hacer en tres formas distintas:

1. ***Directa***._ Se emplea para piezas pequeñas. EL metal debe dejarse caer lentamente y sobre la pared del molde. La coquilla en este caso debe estar inclinada para permitir un mejor deslizamiento del metal.

2. ***En fuente***._ Si la pieza tiene una sección decreciente esta es la mejor opción de colado y es bastante útil en caso ser necesario un llenado de manera rápida.
3. ***Por costado***._ Es una colada de tipo tranquilo y se facilita cuando se posee un bebedero inclinado o una varios bebederos a la vez (ramificado).

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

✓ Verificar que se cuente con el material necesario.

5.4 PROCEDIMIENTO

- Como primer paso se debe calentar las placas formadoras de probetas en la coquilla de acero, esto puede realizarse mediante el uso de llama.

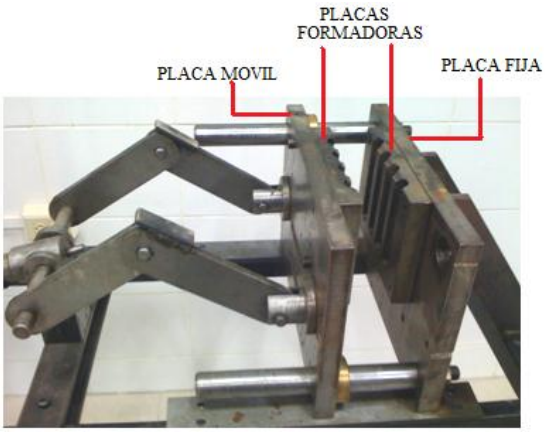


Fig. 5.1 Placas de la coquilla de acero.

- Una vez caliente se cierra la coquilla por medio de la palanca que se halla en el extremo del equipo.

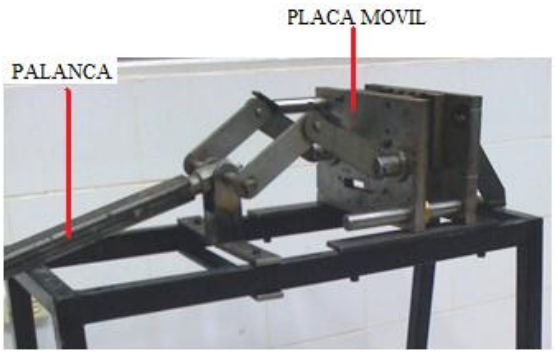


Fig. 5.2 Cerrado de la coquilla de acero.

- Se vierte el material fundido en las placas procurando que se llene completamente para obtener probetas adecuadas.

- Con el material vertido se espera hasta la solidificación de las probetas, aproximadamente 10 minutos.

- Se extraen las probetas formadas luego de su endurecimiento retirando la placa móvil mediante la palanca que la sostiene.

6. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

6.1 Realizar la fundición de probetas de aleaciones en la coquilla de acero.

6.2 Realizar el **ANALISIS METALOGRAFICO** de las probetas mediante el análisis de tamaño de grano y el control de la estructura de la fundición, en el laboratorio de metalografía, para ello se debe lima la probeta en cada una de las lijas ubicadas en el banco de lijado hasta obtener una superficie plana y uniforme, pulir la probeta en la gamusa y posteriormente se observarla en el microscopio.

6.3 Realizar el **ENSAYO DE COMPRESIÓN** en el laboratorio de ensayo de materiales, para ello se ubica la probeta en la máquina de compresión y se la prensa hasta su punto máximo, se trabaja conjuntamente con el software del equipo.

6.4 Realizar el **ENSAYO DE TRACCIÓN** en el laboratorio de ensayo de materiales, se ubica la probeta en la máquina de tracción y se la extiende hasta su punto de rotura, se trabaja conjuntamente con el software del equipo.

6.5 Realizar el **ENSAYO DE DUREZA BRINELL** en el laboratorio de ensayo de materiales, para ello se ubica la probeta en la máquina de dureza y se la mide su dureza mediante la presión del diamante del equipo en la probeta.

7. CONCLUSIONES

8. CUESTIONARIO

1. ¿Por qué es necesario calentar las placas en la coquilla de acero?
2. ¿Cuál es el objetivo de realizar los ensayos tecnológicos y mecánicos?
3. ¿Es realizable esta práctica para cualquier tipo de fundición? Explique el por qué.

INFORME

a. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
6	120 min	CERA PERDIDA	Fundición

1. OBJETIVOS

- Elaborar un molde por cera pedida y ponerlo en práctica para el fundido de una pieza previamente diseñada.

2. METODO

- Elaboración de moldes para cera perdida
- Fundición de una pieza diseñada anteriormente.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- 450 gr de Alginato
- 900 gr de Agua
- Cinta de tool (según el modelo)
- Cinta adhesiva
- Plastilina
- Vaselina
- 800 gr Yeso satín 20
- 260 gr de Agua
- Balanza
- Recipientes para mezcla
- Horno
- Parafina
- ZAMAK

4. MARCO TEORICO

4.1 MOLDEO EN CERA PERDIDA

Es un proceso escultórico muy antiguo para la fabricación de piezas artísticas, generalmente bronce. Es un proceso que es utilizado para la fabricación de piezas ornamentales únicas o con muy pocas copias.

Consiste en la creación de un modelo en cera de la pieza que se requiere, este modelo debe tener exactamente las características deseadas en la pieza a fabricar. El modelo de cera es cubierto con yeso o un material cerámico que soporte el metal fundido. Para que seque ese material cerámico se introduce a un horno, con ello el material cerámico se endurece y el modelo de cera se derrite. En el molde fabricado se vacía el metal fundido y se obtiene la pieza deseada, la cual debe ser extraída mediante la rotura del molde.

Gracias a esta técnica de vaciado, es posible conseguir figuras metálicas, sólidas y duraderas, con detalles que sería imposible lograr por otros medios.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- ✓ Verificar que se cuente con el material necesario.

5.2PROCEDIMIENTO

- Delimitación del plano de partición de la pieza con plastilina, y su posterior enmarcado con la caja de tool,

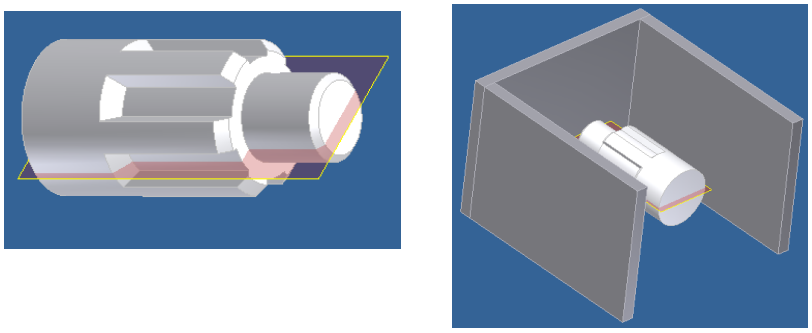


Fig. 5.1 Plano de partición del elemento y ubicación en la caja de tool

- Preparación de la solución de alginato, el cual copiara todos los detalles de la pieza modelo. Esta solución debe ser batida agregándole el agua al recipiente de alginato, el tiempo de batido es de 35 seg. y de manera que el alginato este muy bien disuelto.

- Se vierte de la manera más rápida y uniforme la solución sobre la mitad visible de la pieza, la cual debe tener una delgada capa de vaselina.

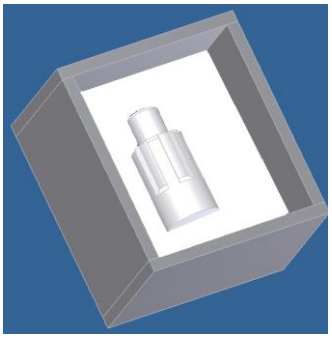


Fig. 5.2 Colocación del alginato en la pieza a realizar

- Luego del endurecimiento posterior de la primera parte del alginato, se coloca el modelo junto con la plastilina con la forma del canal de alimentación y se procede a moldear la segunda cara para así obtener el molde completo.



Fig. 5.3 Colocación de bebedero de plastilina

- El molde de alginato se cierra haciendo coincidir perfectamente la cavidad, mediante el guiado, posterior a esto se refuerza con pedazos de plancha de madera y se sella con cinta adhesiva

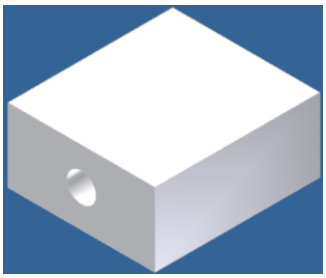




Fig. 5.4 Cierre y refuerzo del molde de alginato.

- Por otra parte en un recipiente de aluminio se calienta la parafina (cera), se vacía en el molde de alginato cuando esta se encuentra en estado líquido, obteniendo el modelo en cera.

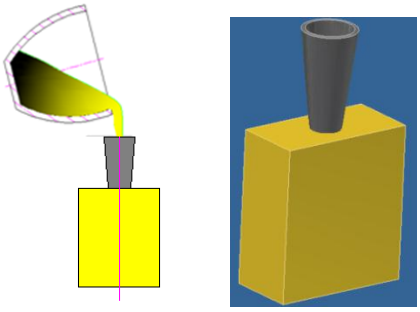


Fig. 5.5 Vaciado de parafina.

- Se extrae el modelo en cera, se corrigen los defectos y luego se le adiciona a este una parte cónica que servirá de bebedero.

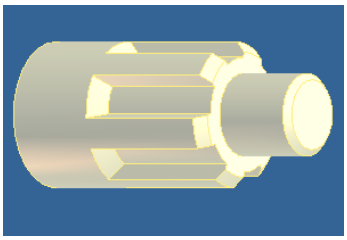


Fig. 5.6 Modelo en parafina.

- Se elige el envase, en este punto este debe estar forrado con cinta adhesiva por la parte exterior para evitar que el yeso evacue. Aquí se suspende el modelo de cera de manera que este quede centrado y fijo.

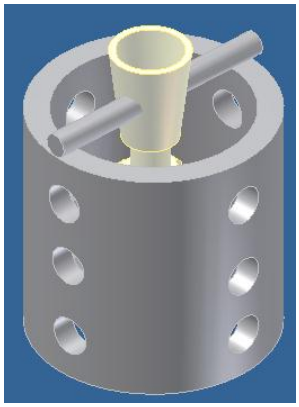


Fig. 5.7 Centrado de modelo en parafina.

- Se prepara la solución de yeso, el cual copiara todos los detalles del modelo de cera mezclando el yeso con 260 gr. de agua. Se debe asegurar que la solución tenga la suficiente fluidez para que copie todos los detalles.



Fig. 5.8 Llenado de envase con parafina.

- Se vacía la solución de yeso en el envase cuidando que el modelo no sufra daños ni movimiento. Se golpea el envase cuando el yeso esta fluido con la finalidad de que el aire escape y no se forme irregularidades en la superficie de la cavidad.

- Cuando el yeso ha fraguado, se corta el bebedero. Se quita la cinta y el molde se lleva dentro del horno.

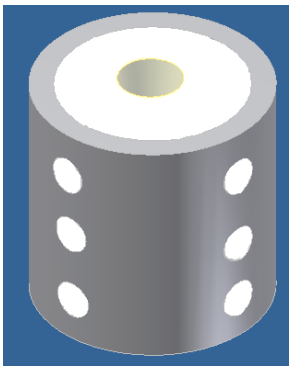


Fig. 5.9 Yeso fraguado y molde listo para el horno.

- Aquí el molde se seca completamente cumpliendo especificaciones tanto en la temperatura como en el tiempo de exposición. Al mismo tiempo la cera se derrite y es extraída.

  - Calentamiento hasta 135 ºC durante 2 horas.
  - Se sube la temperatura hasta 335 ºC durante 3 horas.
  - Se aumenta la temperatura hasta 700 ºC durante 2 horas.
  - Se baja la temperatura a 600 ºC durante una hora y 30 minutos antes de que finalice el proceso de secado del yeso, en el horno se introduce un crisol con el ZAMAK a fin de que este se funda.

- Vaciado del metal fundido, asegurándose de que las escorias no se introduzcan en la cavidad y además creando vibraciones en el molde para expulsar el aire en el interior de molde para que no se produzcan imperfecciones en la superficie de la pieza.

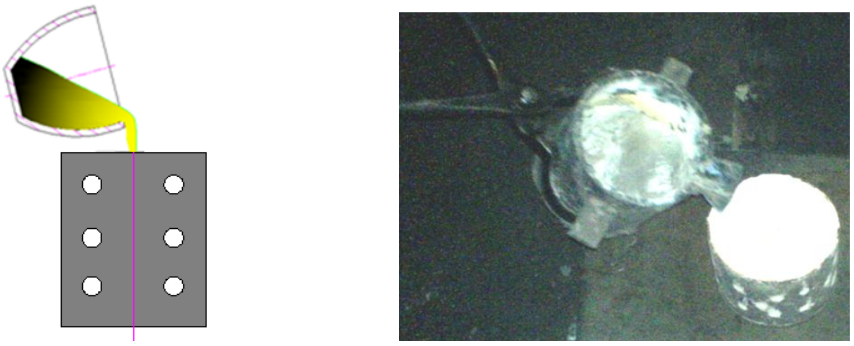


Fig. 5.10 Llenado con ZAMAK

- Extracción de la pieza, cuando el conjunto se encuentra a temperatura ambiente, mediante la remoción del yeso empleando agua (separación de la mazarota).



Fig. 5.11 Extracción de la pieza fundida

- Se realizan los acabados finales como:
  - Mecanizado de superficies interiores y exteriores.
  - Pulido Inicial con lijas de agua.
  - Pulido final con paños y alúmina.

6. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

6.1 Realizar la elaboración del molde en yeso y posteriormente la fundición de un elemento mediante el método de cera perdida.

7. CONCLUSIONES

8. CUESTIONARIO

1. Enumere algunas características del ZAMAK, así como ventajas y desventajas de este material.
2. Enumere algunas aplicaciones del proceso de cera perdida.
3. ¿Cómo afectan las burbujas de aire atrapadas en el molde de alginato y el molde de yeso al acabado final de la pieza?

INFORME

a. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

3.3.12 Tratamientos térmicos

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
1	40 min	MICROCONSTITUYENTES	Tratamientos Térmicos y Ciencias de Materiales

1. OBJETIVOS

- Analizar los cambios de estructura que presentan los aceros durante el proceso de calentamiento y enfriamiento.

2. METODO

- Análisis de diagrama Fe-C para determinar las características del acero.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Diagrama Fe-C.

4. MARCO TEORICO

4.1 Microconstituyentes

Se denomina microconstituyente a la mezcla íntima de las fases de una estructura. El carbono se encuentra en los productos siderúrgicos en tres formas, disuelto en hierro gamma, combinado con hierro y libre, formando láminas o nódulos. En las aleaciones hierro - carbono hay varios constituyentes estructurales o clases de cristales con composiciones y características propias.

- **Ferrita**._ Es una solución sólida de carbono en hierro alfa, su solubilidad a la temperatura ambiente es pequeña y no llega a disolverse a 0,008% de carbono, por eso se le considera como hierro alfa puro. Es el constituyente más blando y ductil. Cristaliza la red cubica centrada y tiene una dureza de 90 HB con una resistencia a la rotura de 28 kg/mm^2, su alargamiento es del 40% y es magnética.

- **Cementita**._ Es el carburo de hierro (CFe) y contiene 6,67% de carbono y 93,33% de hierro. Es el constituyente más duro y frágil de los aceros. Es magnética hasta los 210ºC. cristaliza la red ortorrómbica.

- **Perlita**._ Compuesta por un 86,5% de ferrita y un 13,5% de cementita. Tiene una dureza aproximada de 200 HB. Cada grano de perlita está formado por láminas o placas alternadas de cementita y ferrita debido a un enfriamiento lento, en caso de un enfriamiento rápido, la cementita forma glóbulos incrustados en la masa de ferrita tornándose perlita globular.

- **Austenita**._ Es el componente más denso de los aceros y está formada por una solución sólida de carbono en hierro gamma. Esta empieza a formarse en los aceros a la temperatura de 723ºC y a partir de la temperatura crítica superior, la totalidad de la masa de acero está conformada por cristales de austenita. Se presenta como cristales cúbicos de hierro gama, con los átomos de carbono intercalados en las aristas y en el centro.

- **Martensita**._ Es una solución sobresaturada de hierro alfa. Se presenta en forma de agujas y cristaliza en la red tetragonal en vez de hacerlo en la red cúbica centrada debido a la deformación que la inserción de los átomos de carbono produce en su red cristalina. Es magnética. Tanto su dureza como su resistencia mecánica es alta.

4.2 Diagrama Hierro - Carbono

Es el diagrama de fases para el acero y las fundiciones en el cual se indican los constituyentes que existen a cualquier temperatura, y para cualquier contenido de carbono, cuando la aleación se calienta y se enfría con suficiente lentitud para que aquellos permanezcan en estado de equilibrio. Este diagrama no señala el tamaño relativo de grano de los constituyentes ni los cambios estructurales que se dan a diferentes velocidades de enfriamiento.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Poseer una impresión completa del diagrama Fe-C.

5.2 PROCEDIMIENTO

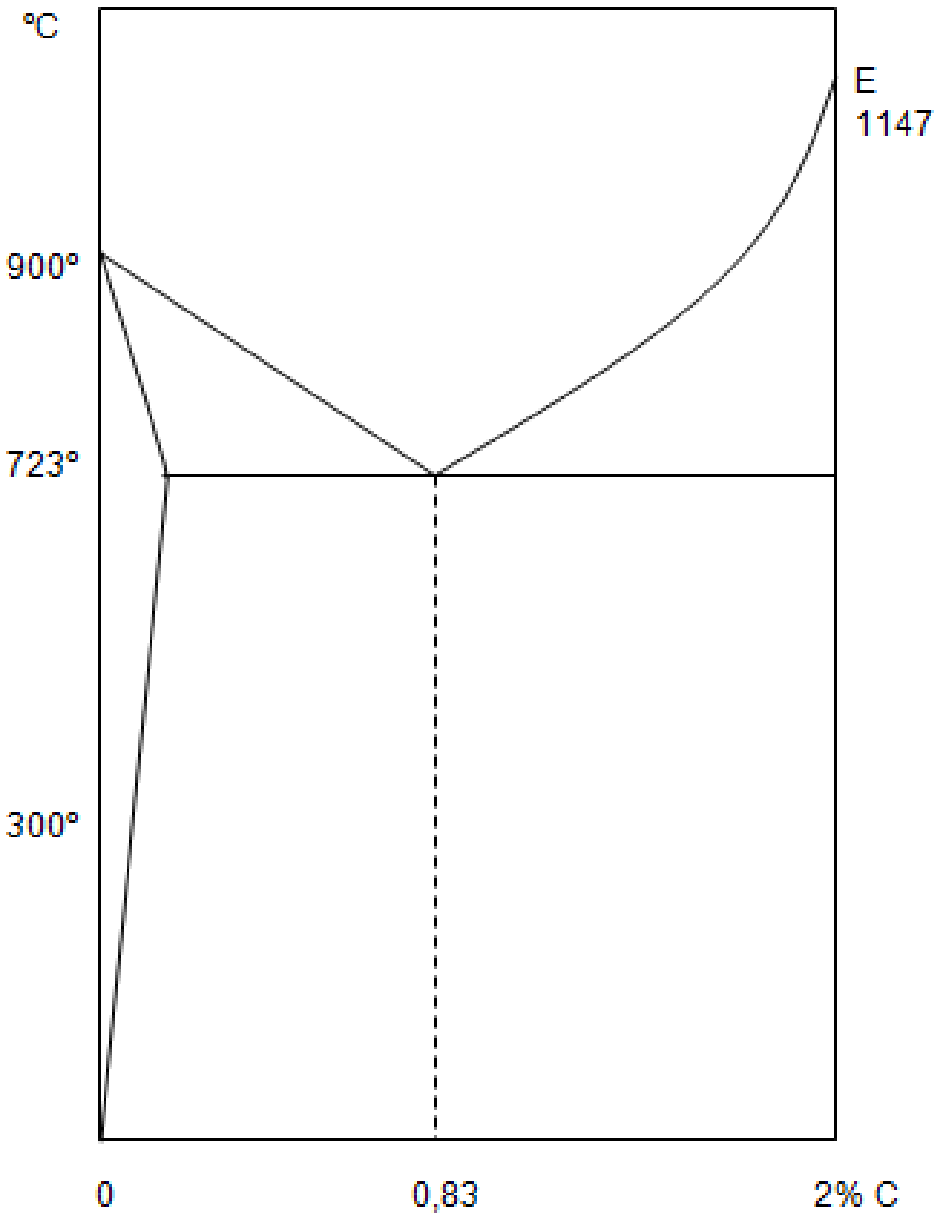
- ✓ Con las características de los aceros y considerando el diagrama Fe-C, realizar las actividades del estudiante en la **sección 7.**

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Realizar el diagrama de la determinación de los constituyentes microscópicos de los aceros con diferentes porcentajes de carbono.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Completar el diagrama de la determinación de los constituyentes microscópicos en los aceros en función del % de C.



7.2 Analizar los resultados obtenidos en la práctica.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

a. De acuerdo con el diagrama Fe-C, desarrollar los siguientes análisis:

   1. ¿Cuáles son los cambios de estructura que presenta un acero hipoeutectoide con 0,5% de C, durante el calentamiento, hasta llegar a una temperatura de 800ºC.?
   2. ¿Cuáles son los cambios de estructura que presenta un acero eutectoide durante el calentamiento, hasta llegar a una temperatura de 790ºC.?
   3. ¿Cuáles son los cambios de estructura que presenta un acero hipereutectoide con 1,5% de C durante el calentamiento hasta llegar a una temperatura de 950ºC?

b. Indique los puntos críticos, en los cuales se presentan los diferentes cambios de estructura en los aceros antes mencionados.

c. En las diferentes zonas del diagrama Fe-C, grafique las estructuras que se han definido anteriormente para los aceros de 0,5% de C; 0,83% de C y 1,5% de C.

d. Que sucede, si un acero con 1% de C., ha sido calentado a una temperatura de 850ºC, le sometemos a un enfriamiento lento? Explique gráficamente.

e. Un acero con 1,2% de C., ha sido calentado a una temperatura de 950ºC y enfriado bruscamente; indique gráficamente el cambio de estructura que se ha producido y sus efectos en las propiedades mecánicas.

f. Desarrolle las conclusiones para los literales 1, 4 y 5

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Constituyentes: Troostita, Sorbita, Bainita, Ledeburita, Grafito.
   2. Diagrama Fe-C.

b. El informe a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.
   5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
   6. Análisis de resultados.
   7. Conclusiones.
   8. Bibliografía.
   9. Anexos (Cuestionario resuelto).

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS** **LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TERMICOS**

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
2	60 min	CUESTIONARIO	Tratamientos Térmicos y Ciencias de Materiales

1. *Defina con sus palabras lo que es un Tratamiento Térmico.*

_____

_____

2. *Los factores fundamentales para los tratamientos térmicos son:*

a. _____*que sirve para*_____

_____

b. _____*que sirve para*_____

_____

3. *Enumere los tratamientos térmicos donde existe cambio de: Composición y Estructura*

COMPOSICIÓN	***ESTRUCTURA***
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

¿Qué entiende por cambio de composición?	*¿Qué entiende por cambio de estructura?*
_____	_____
_____	_____
_____	_____

4. *Grafique las fases en las que se desarrollan los tratamientos térmicos e indique los factores que influyen en cada uno de ellos.*

a. *Calentamiento*

_____

_____

b. *Permanencia*

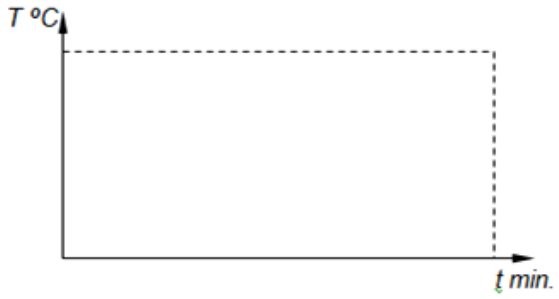
_____

_____

c. *Enfriamiento*

_____

_____



5. *¿Cuáles son los efectos que se producen en un acero de 0,4% de C., si ha sido calentado durante un tiempo prolongado?*

1300ºC

_____

_____

850ºC

_____

_____

6. *¿De qué factores depende el calentamiento y enfriamiento?*

a. *Calentamiento*

_____

_____

b. *Enfriamiento*_____

_____

7. *¿Qué tratamiento se debe dar a un acero de 0,9% de C., para obtener una dureza de 58 HRC aproximadamente y en qué consiste?*

_____

_____

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
3	60 min	TEMPLE AL HORNO - PROCEDIMIENTO Y ANALISIS DE RESULTADOS	Tratamientos Térmicos y Ciencias de Materiales

1. OBJETIVOS

- Realizar el temple de una probeta de acero, determinando para ello: la temperatura, tiempo de permanencia y el medio de enfriamiento.

- Analizar los resultados obtenidos, considerando las características iniciales de cada acero y los parámetros con los cuales fue realizado el tratamiento.

2. METODO

- Templado de probetas de acero mediante horno de mufla para determinar sus características mediante la medición de su dureza tras el tratamiento térmico.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Catálogo de aceros
- Probeta de acero.
- Horno de mufla.
- Baños de enfriamiento.
- Dispositivos de sujeción, etc.
- Lima triangular fina.
- Prensa hidráulica.
- Durómetro HRC.

4. MARCO TEORICO

4.1 Templado

El temple consiste en calentar el acero por encima de su temperatura crítica superior, entre 900-950 °C, y luego enfriarlo suficientemente rápido en un medio como agua o aceite para que se forme una estructura martensítica.

Con este tratamiento se mejoran las características mecánicas aumentando la resistencia a la tracción, límite elástico y dureza a costa de disminuir alargamiento, estricción y resiliencia.

También se modifican las propiedades físicas, aumentando el magnetismo remanente y de la resistencia eléctrica, y las propiedades químicas, aumento de la resistencia a la acción de ciertos ácidos.

Dentro de los factores que influyen en el temple del acero son:

- Composición.
- Tamaño de grano
- Estructura
- Forma y tamaño de las piezas
- Estado superficial.
- Medio de enfriamiento.

Todos ellos tienen gran importancia en el resultado final del tratamiento.

El enfriamiento necesario para lograr el temple correcto se consigue por inmersión del acero en un medio refrigerante adecuado, sólido, líquido o gaseoso. Los más empleados son agua, aceite, sales o metales fundidos y gases.

4.2 Tipos de temple

- *Temple de precipitación:*

Este se utiliza principalmente en la aleaciones de aluminio, manganeso y cobre la dureza que obtiene es por medio de un compuesto químico que pone en tensión los cristales y los endurece, este va obteniendo la dureza mediante se en fría por la precipitación (aceleración) químico.

Se genera a través de una sustancia ejemplo la cabeza de un cincel se hace con una sustancia que lo hace más resistente a golpes. El endurecimiento de esta tipo de material se va logrando con la precipitación de la sustancia.

- *Temple de martensitico:*

Este se aplica en los aceros debe su nombre al duro obtenido en este temple que es el martensita que consta de hierro alfa sobresaturado de carbono este distorsiona los cristales del hierro alfa y los pone en tensión por eso los endurece. El termino martensita se debe a que esta sobresaturado de carbón.

Tratamiento	Temperatura °C	Medio de Enfriamiento
Forja	900/1200	Arena seca / Aire
Normalizado	870/930	Aire
Recocido	860/890	Horno / Aire

Cementación	900/925	Horno / Aceite
Temple capa cementada	840/870	Aceite
Revenido capa cementada	150/200	Aire

Tabla 4.1 Características de algunos tratamientos térmicos

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que se cuenten con todos los elementos para la práctica.
- Inspeccionar que el horno se halle en buenas condiciones de trabajo y el funcionamiento correcto del controlador y del sensor de temperatura..
- Procurar que los baños de enfriamiento cuenten con la cantidad de aceite necesario para el fin. (**MINIMO ¾ DE LA CAPACIDAD**).
- Para ajustar los parámetros de temple como temperatura, y tiempo, se configura el controlador P330 del horno. (ver **ANEXO 1**).

5.2 PROCEDIMIENTO

Para asegurar el éxito en la ejecución del tratamiento térmico de temple, es importante tener presente siempre los siguientes aspectos:

- ✓ Identificar claramente la naturaleza del acero a tratar.
- ✓ Determinar los parámetros de temple, esto es: temperatura, tiempo y medio de enfriamiento.
- ✓ Ajustar el horno y regular la temperatura y tiempos de subida y mantenimiento necesarios, proceder a su calentamiento.
- ✓ Colocar la pieza dentro de la mufla del horno, de tal forma que no favorezca a su deformación
- ✓ Controlar el tiempo de calentamiento y el de permanencia a la temperatura máxima.
- ✓ Sacar la pieza del horno y llevarlo rápidamente al baño de enfriamiento, en una posición tal que su deformación sea mínima.

- ✓ Introducir la pieza en el baño y realizar, de acuerdo con la forma y tamaño de la pieza, los respectivos movimientos a fin de acelerar el enfriamiento.

- ✓ Sacar la pieza del baño cuando esta tenga una temperatura aproximada de 60ºC.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Llenar la hoja de datos de resultados anexada así como la hoja de análisis de resultados.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Comprobar la dureza a la lima, la cual no debe dejar marcas.
7.2 Romper la probeta en la prensa hidráulica.
7.3 Verificar el tamaño de grano mediante inspección visual.
7.4 Medir la dureza HRC, tanto en la superficie como en el núcleo de las dos mitades de la probeta.
7.5 Desarrollar el análisis y conclusiones del tratamiento realizado.

8. CONCLUSIONES

_____

_____

_____

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es el constituyente que se forma luego de templar un acero hipoeutectoide y un acero hipereutectoide?
2. ¿Cuáles son los factores fundamentales a considerar dentro del proceso de temple?
3. ¿Cuáles son las características de los aceites para temple más usados?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Temple.
   2. Fluidos para temple.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

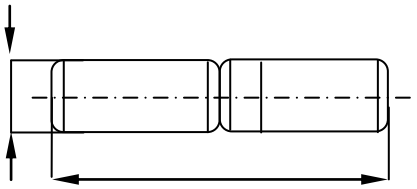
1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

Los **CRITERIOS DE EVALUACION** serán de acuerdo al análisis de resultados, y en función de las conclusiones.

Nt.: Dependiendo de la necesidad, tipo de acero y tamaño de la pieza, se recomienda realizar una etapa de precalentamiento.

TEMPLE AL HORNO

DATOS DE LA PROBETA



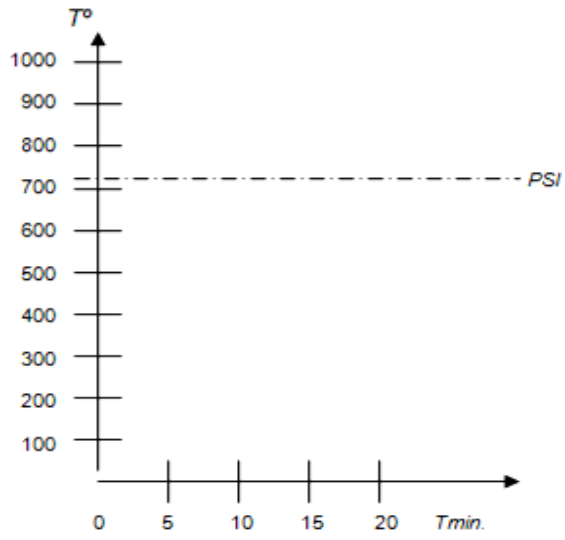
*Tipo de material:*_____
*Normas: DIN:*_____
*ISO:*_____
*AISI:*_____

Dureza Inicial: _____*HB*
Dureza a obtener: _____*HRC*
Temperatura de Temple: _____*ºC*
Medio de enfriamiento: _____

PROBETA	TEMPERATURA		TIEMPO DE CALENTAMIENTO	Medio de enfriamiento	DUREZA HRC A DIFERENTES PROFUNDIDADES					ASPECTO DE GRANO		DUREZA PROMEDIO
	°C	°F	ts Minutos		INICIAL	d1	d2	d3	d4	PERIFERIA	NUCLEO	
1												
2												
3												
4												
5												

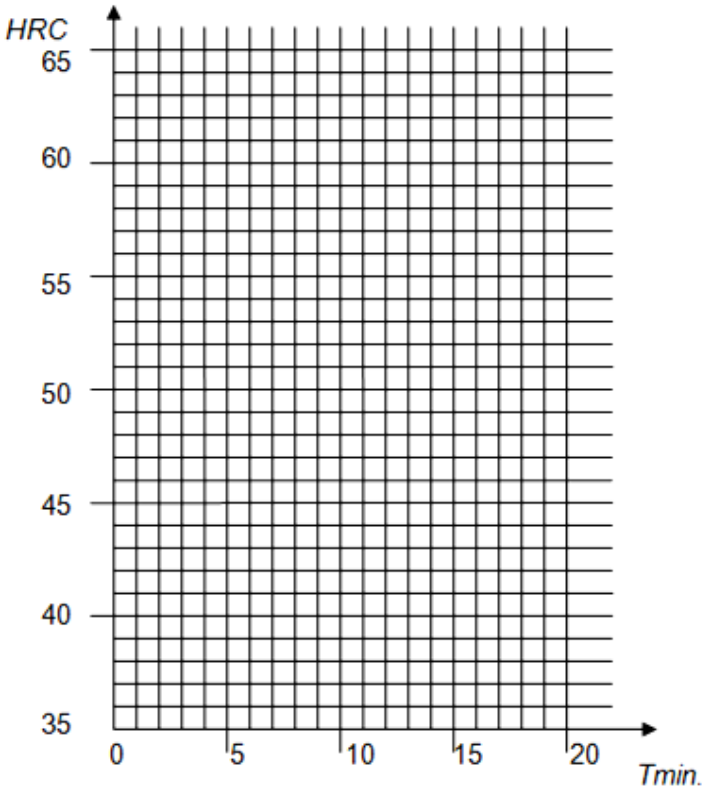
OBSERVACIONES:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____



TEMPLE AL HORNO

ANÁLISIS DE RESULTADOS:



RECOMENDACIONES:

_____

_____

_____

_____

_____

CONCLUSIONES:

_____

_____

_____

_____

_____

ANEXO I





(a) (b)

Fig.1 (a) Horno de procesos por lotes N7/H. (b) Controlador P330.

- *Proceso de ajuste del controlador P330 del horno de procesos por lotes N7/H.*

El controlador se enciende por medio del botón ON/OFF y se espera que la pantalla indique la temperatura de la cámara del horno.

En la pantalla se muestra entonces un diagrama donde se indican los segmentos a programar, estos pueden ser segmentos de tiempo (*time 1*, *time 2*,…) o temperatura (*T1*, *T2*,…), se introducen los valores de programación para cada fracción.

Se pulsa el botón de flecha izquierda ⇥ para seleccionar los segmentos y se ingresa el valor del tiempo en minutos, debido al controlador P330, los valores son ingresados por medio del botón +/−. .

Se emplea la flecha izquierda ⇥ para ingresar la temperatura en ºC, igualmente, se ingresan los valores directamente por el botón +/−.

Pulsando el botón ⇥ se selecciona el siguiente segmento y para los demás segmentos se ingresan los valores de tiempo y temperatura de la misma manera anteriormente especificada.

La ubicación actual del segmento que está siendo ajustado se indica mediante el led ubicado en la pantalla del diagrama.

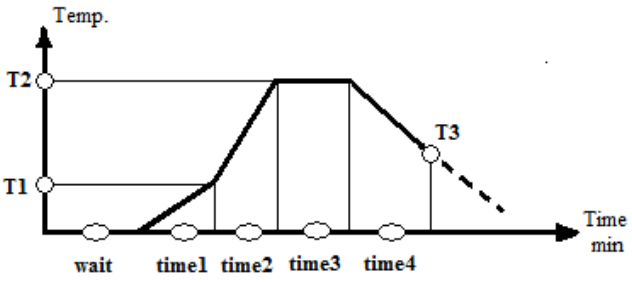


Fig. 2 Diagrama de segmentos del controlador PP330

Una vez ingresados los valores en el programa, se pulsa el botón de encendido del horno Start Stop .

Para guardar los programas con todos los tiempos y las temperaturas se presiona el botón . En la pantalla se mostrará S1, que indica que el programa ha sido guardado con éxito, en caso de necesitarse que el programa se guarde en otra ubicación, se puede ajustar su posición mediante el teclado numérico y presionar .

Para empezar el programa se presiona el botón P y se elige el número de ubicación del programa mediante el botón + −. Se pueden revisar los valores ajustados con anterioridad presionando → varias veces. Se presiona el botón de encendido Start Stop para que el controlador empiece a ejecutar el programa guardado.

Si por algún motivo es necesario detener la ejecución del programa, se pulsa Start Stop durante aproximadamente 4 segundos.

Un vez terminada la práctica se para apagar el controlador se pulsa el botón ON /OFF.

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
4	120 min	REVENIDO AL HORNO - PROCEDIMIENTO Y ANALISIS DE RESULTADOS	Tratamientos Térmicos y Ciencias de Materiales

1. OBJETIVOS

- Realizar el revenido de una pieza previamente templada, determinando la temperatura de revenido, tiempo de permanencia y el medio de enfriamiento adecuado.

- Analizar los resultados obtenidos, considerando las características iniciales de cada acero y los parámetros obtenidos después de tratamiento térmico.

2. METODO

- Revenido de una probeta de acero tras temple anterior para determinar sus características mediante la medición de su dureza.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Probeta de acero.
- Horno de mufla (Horno de procesos por lotes N7/H).
- Baños de enfriamiento.
- Dispositivos de sujeción, etc.
- Prensa hidráulica.
- Durómetro.
- Lima triangular pequeña.

4. MARCO TEORICO

4.1 Revenido

Consiste en calentar el acero, después de haber sido templado a una temperatura inferior a la austenización, y luego someterlo a un enfriamiento rápido cuando se pretenden resultados altos en tenacidad, o lento, para reducir al máximo las tensiones térmicas que pueden generar deformaciones, es, por tanto, un tratamiento complementario al temple.

Con este tratamiento se pretende conseguir algunos de los siguientes objetivos:

- Mejorar los efectos del temple llevando al acero a un estado de mínima fragilidad.
- Disminuir las tensiones internas originadas por el temple.

- Modificar las características mecánicas disminuyendo dureza y resistencia a la rotura, así como el aumento de la tenacidad, plasticidad y estricción.

El revenido da al acero las propiedades adecuadas al fin a que se destina. Cuanto mayor sea la dureza del acero templado, o sea cuanto mayor sea la cantidad de martensita que contenga, más alto será el nivel de las propiedades que puedan lograrse con un buen revenido, disminuyendo la dureza hasta un valor suficiente y aumentando en cambio la tenacidad.

Los factores que influyen en el revenido son los siguientes:

- La temperatura de revenido sobre las características mecánicas.
- El tiempo de revenido ya que a partir de un cierto tiempo límite la variación es tan lenta que se hace antieconómica su prolongación, siendo preferible un ligero aumento de temperatura de revenido.
- La velocidad de enfriamiento; es prudente que el enfriamiento no se haga rápido.
- Las dimensiones de la pieza, la duración de un revenido es función fundamental del tamaño de la pieza recomendándose de 1 a 2 horas por cada 25mm de espesor o diámetro.

Algunos aceros, en los cuales, en determinados intervalos de la temperatura de revenido, la resiliencia, en vez de aumentar, disminuye. A este fenómeno se le conoce como fragilidad del revenido; y, según la zona en que se presenta. Surgen dos tipos de fragilidad del revenido.

a. La fragilidad de revenido entre 250 y 400 ºC es debida a la formación de una delgada capa de cementita en los contornos de la martensita, que disminuye la tenacidad y aumenta la fragilidad. Se logra desplazar esta zona mediante adiciones de 0,5 – 2 % de silicio (Si).

b. La fragilidad de revenido entre 450 y 550 ºC se presenta en aceros que contienen pequeñas cantidades de Cromo (Cr) y Niquel (Ni). Se puede eliminar o retrasar con la adición de Molibdeno (Mo) o modificando las condiciones de temperatura, tiempo de revenido y velocidad de enfriamiento.

4.2 <u>Tipos de revenido</u>

Se distinguen tres tipos de revenido:

- Revenido de bajas temperaturas (entre 180 y 220oC); Con él se reducen las tensiones internas pero se conserva la estructura martesítica. Se usa en el revenido de herramientas de corte, en las que debe mantenerse la dureza y resistencia al desgaste.

- Revenido a medias temperaturas (entre 300-400 oC); A estas temperaturas la martensita se modifica y se transforma en lo que se conoce como troostita y se aplica en los muelles o matrices.

- Revenido de altas temperaturas (500-550 oC); A estas temperaturas la troostita se convierte en otra forma llamada sorbita, se aplica fundamentalmente para el acero de construcción.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que se cuenten con todos los elementos para la práctica.
- Inspeccionar que le horno se halle en buenas condiciones de trabajo.
- Procurar que los baños de enfriamiento cuenten con la cantidad de aceite necesario para el fin.
- Para ajustar los parámetros de revenido como temperatura y tiempo, se configura el controlador P330 del horno de procesos empleado. (ver **ANEXO 1**).

5.2 PROCEDIMIENTO

Concluido el temple, para asegurar el éxito en la ejecución del tratamiento térmico de revenido, es importante tener presente siempre los siguientes aspectos:

- ✓ Limpiar completamente la probeta, eliminando, grasas, asperezas y suciedades.
- ✓ Determinar los parámetros de revenido, esto es: temperatura, tiempo y enfriamiento.
- ✓ Regular la temperatura necesaria en el horno y proceder a su calentamiento.
- ✓ Realizar el calentamiento de toda la pieza hasta llegar a la temperatura que corresponda
- ✓ Controlar el tiempo de permanencia y de calentamiento a la temperatura correspondiente
- ✓ Sacar la pieza del horno y someter a enfriamiento en aceite.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Llenar la hoja de datos de resultados anexada así como la hoja de análisis de resultados.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Comprobar la dureza a la lima.

7.2 Romper la probeta para verificar el tamaño del grano.

7.3 Medir la dureza HRC, tanto en la superficie como en el núcleo de las dos mitades de la probeta.

7.4 Desarrollar el análisis y conclusiones del tratamiento realizado.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles serían las consecuencias de la descomposición de la martensita en los aceros sometidos a un tratamiento de revenido?

2. ¿Cuáles son las dos fases de transición que puede formar la martensita en un revenido a baja temperatura?

3. ¿Existe alguna diferencia para el revenido de un acero para herramienta y un acero de aleación? ¿Por qué?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

1. Revenido.
2. Características estructurales del revenido.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

Los **CRITERIOS DE EVALUACION:**

- ***PROCEDIMIENTO***.*_ Evaluación individual sobre 10 puntos de acuerdo a los parámetros antes mencionados.*

- ***ANÁLISIS DE RESULTADOS***.*_ 5 puntos el informe escrito.*

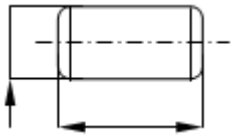
REVENIDO AL HORNO

DATOS DE LA PROBETA

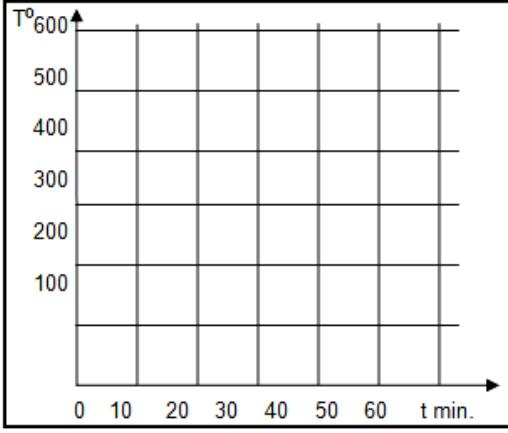
*Tipo de material:*_____

*Temperatura (catalogo):*_____

*Medio de enfriamiento:*_____



PROBETA	TEMPLE					REVENIDO				
	Temper. ºC	Tiempo Min.	Medio Enfriam.	Dureza HRC d1	Dureza HRC d2	Temper ºC	Medio Enfriam.	Tiempo Min.	Dureza HRC d1	Dureza HRC d2
1										
2										
3										
4										
5										

Diagrama de revenido	*Esquema de calentamiento*
	

OBSERVACIONES:

_____

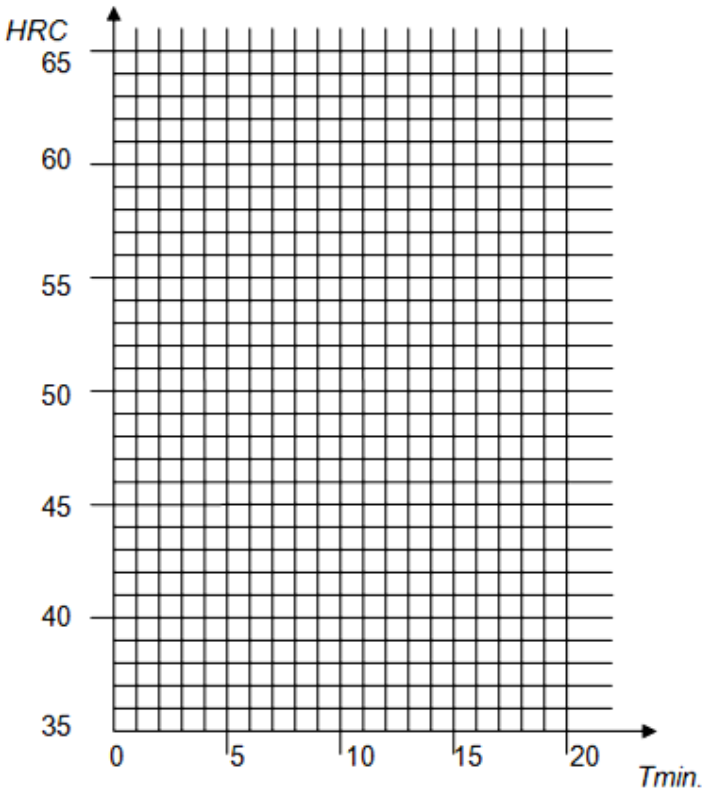
_____

_____

_____

REVENIDO AL HORNO

ANÁLISIS DE RESULTADOS:



RECOMENDACIONES:

_____

_____

_____

_____

_____

CONCLUSIONES:

_____

_____

_____

_____

_____

ANEXO I





(b) (b)

Fig.1 (a) Horno de procesos por lotes N7/H. (b) Controlador P330.

- *Proceso de ajuste del controlador P330 del horno de procesos por lotes N7/H.*

El controlador se enciende por medio del botón ON/OFF y se espera que la pantalla indique la temperatura de la cámara del horno.

En la pantalla se muestra entonces un diagrama donde se indican los segmentos a programar, estos pueden ser segmentos de tiempo (*time 1*, *time 2*,…) o temperatura (*T1*, *T2*,…), se introducen los valores de programación para cada fracción.

Se pulsa el botón de flecha izquierda ⇥ para seleccionar los segmentos y se ingresa el valor del tiempo en minutos, debido al controlador P330, los valores son ingresados por medio del botón +/−. .

Se emplea la flecha izquierda ⇥ para ingresar la temperatura en ºC, igualmente, se ingresan los valores directamente por el botón +/−.

Pulsando el botón ⇥ se selecciona el siguiente segmento y para los demás segmentos se ingresan los valores de tiempo y temperatura de la misma manera anteriormente especificada.

La ubicación actual del segmento que está siendo ajustado se indica mediante el led ubicado en la pantalla del diagrama.

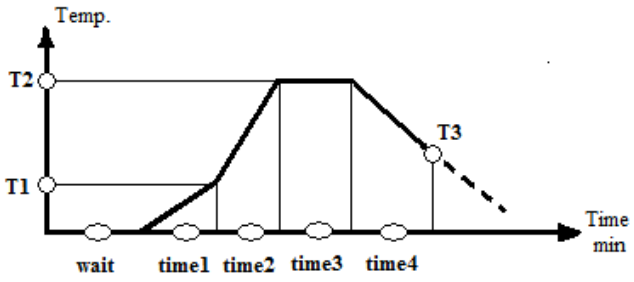


Fig. 2 Diagrama de segmentos del controlador PP330

Una vez ingresados los valores en el programa, se pulsa el botón de encendido del horno Start Stop .

Para guardar los programas con todos los tiempos y las temperaturas se presiona el botón . En la pantalla se mostrará S1, que indica que el programa ha sido guardado con éxito, en caso de necesitarse que el programa se guarde en otra ubicación, se puede ajustar su posición mediante el teclado numérico y presionar .

Para empezar el programa se presiona el botón P y se elige el número de ubicación del programa mediante el botón + −. Se pueden revisar los valores ajustados con anterioridad presionando → varias veces. Se presiona el botón de encendido Start Stop para que el controlador empiece a ejecutar el programa guardado.

Si por algún motivo es necesario detener la ejecución del programa, se pulsa Start Stop durante aproximadamente 4 segundos.

Un vez terminada la práctica se para apagar el controlador se pulsa el botón ON /OFF.

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
5	60 min	TEMPLE A LA LLAMA - PROCEDIMIENTO Y ANALISIS DE RESULTADOS	Tratamientos Térmicos y Ciencias de Materiales

1. OBJETIVOS

- Utilizando el soplete oxi-acetilenico, realizar el temple de una probeta de acero, determinando para ello: el color que debe tomar la pieza en función de la temperatura máxima y el medio de enfriamiento

- Analizar los resultados obtenidos, considerando las características iniciales de cada acero y los parámetros con los cuales fue realizado el tratamiento.

2. METODO

- Empleo de soplete oxi-acetileno para realizar el temple de una probeta de acero mediante la obtención y el control de la temperatura de temple por medio del color de la probeta.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Probeta de acero.
- Soplete oxi-acetilénico.
- Tabla de colores.
- Baños de enfriamiento.
- Dispositivos de sujeción, etc.
- Mesa refractaria.
- Juego de pinzas de sujeción.
- Tabla de colores de temple.

4. MARCO TEORICO

4.1 Temple a la llama

La variación de características en la superficie de la pieza por temple superficial se fundamenta en la transformación martensítica selectiva: sólo se realiza en la capa contorneada por la superficie. Con este objetivo, las áreas superficiales que deben transformarse a martensita se calientan con suficiente potencia de forma que se creen fuertes gradientes negativos de temperatura hacia el interior de la pieza.

En este momento, un enfriamiento rápido superior a la velocidad crítica de temple transforma a martensita la capa más exterior, a vainitas la interfase y sin variaciones apreciables el resto de la pieza.

El acero seleccionado debe tener en el tratamiento o estado elegido, la tenacidad requerida para el conjunto. Como debe sufrir transformación martensítica, el contenido en carbono debe ser el requerido para la dureza final de la martensita de la superficie, del orden de 0.4 a 0.6%.

Por idéntica razón debe disponer de elementos de aleación que mejoren la templabilidad, y permitan velocidades de enfriamiento no excesivamente altas

La llama oxicombustible permite calentar piezas de todas las formas y masas tanto superficialmente como a corazón entre 150ºC y 1500ºC de modo global o parcial, el calentamiento es producido por la combustión de gases de alta potencia calorífica como el acetileno, gas natural o propano.

El control de la profundidad de la capa austenizada se realiza por medio del flujo de gas combustible y el tiempo de permanencia de cada punto. Pero la potencia calorífica está limitada, pues la alta temperatura de la llama puede inducir sobrecalentamientos superficiales.

La ventaja principal del proceso de calentamiento por llama sobre el de inducción es que exige menor inversión, pero tiene algunos inconvenientes que dimanan de las condiciones de aplicación de la llama, como son:

- Menor control sobre el espesor por su menor potencia calorífica, descarburación.
- Riesgo superficial, si es llama oxidante.
- Peor incorporación a procesos automatizados

4.2 <u>Aplicaciones del temple a la llama</u>

Los campos de aplicación son numerosos y alcanzan a calderería, mecánica, construcción naval, etc.

Sus aplicaciones principales están en el conformado en caliente (forjado, embutición, etc.), pre y post calentamiento en soldadura, refusión de recubrimientos metálicos, zunchados. La llama oxicombustible, utilizada con sopletes y quemadores adecuados puede ser utilizada para tratar térmicamente la superficie de las piezas y dotarlas de la dureza conveniente a la aplicación de las mismas (dientes de engranajes,etc.).

4.3 <u>Llama Neutra</u>

El nombre de este ajuste de llama, se deriva del hecho de que el efecto químico de la llama sobre el metal fundido durante el tratamiento térmico, es neutro, cuando la llama es mantenida de la manera apropiada, y con el cono interior sin tocar el metal fundido. La llama neutra es ajustada por lo tanto quemando una proporción de mezcla de uno a uno oxígeno y acetileno. El núcleo de color azul pálido de la llama es conocido como el interior. El oxígeno requerido para

la combustión del monóxido de carbono e hidrógeno en la envoltura exterior de la llama, se obtiene del aire.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que se cuenten con todos los elementos para la práctica.
- Inspeccionar que el soplete oxi-acetileno halle en buenas condiciones de trabajo.
- Asegurarse de que no existan fugas en las conexiones de gas.
- Procurar que los baños de enfriamiento cuenten con la cantidad de aceite necesario para el fin.

5.2 PROCEDIMIENTO

Para asegurar el éxito en la ejecución del tratamiento térmico de temple a la llama, es importante tener presente siempre los siguientes aspectos:

- ✓ Limpiar completamente la probeta, eliminando, grasas, asperezas y suciedades.
- ✓ Identificar claramente la naturaleza del acero a tratar.
- ✓ Determinar los parámetros de temple, esto es: temperatura, color que debe tomar la pieza y enfriamiento.
- ✓ Regular el soplete, de manera que proporcione una llama neutra.
- ✓ Colocar la pieza sobre una mesa giratoria de ladrillo refractario, en una posición tal que no favorezca a su deformación y permita realizar un calentamiento uniforme.
- ✓ Realizar un calentamiento lento y uniforme de la pieza, hasta alcanzar el color y la temperatura antes definida.
- ✓ Sujetar la pieza con la tenaza de tal manera que no sufra deformación y llevarla rápidamente al baño de enfriamiento.
- ✓ Introducir la pieza en el baño y realizar, de acuerdo con la forma y tamaño de la pieza, los respectivos movimientos a fin de acelerar el enfriamiento.
- ✓ Sacar la pieza del baño cuando esta tenga una temperatura aproximada de 60ºC

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Llenar la hoja de datos de resultados anexada así como la hoja de análisis de resultados.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Comprobar la dureza a la lima.
7.2 Romper la probeta para verificar el tamaño del grano.
7.3 Medir la dureza HRC, tanto en la superficie como en el núcleo de las dos mitades de la probeta.
7.4 Desarrollar el análisis y conclusiones del tratamiento realizado.

8. CONCLUSIONES

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son las condiciones necesarias para que sea necesario un temple a la llama?

2. ¿Por qué no se suelen utilizar contenidos de carbono superiores a 0.60% para realizar el temple a la llama?

3. ¿Por qué en los aceros de alta aleación l**a** profundidad de dureza es mayor que en los aceros al carbono?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

    1. Temple a la llama.
    2. Aplicaciones.
    3. Ventajas y desventajas.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

    1. Tema.
    2. Objetivos.
    3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
    4. Procedimiento de la práctica.

5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

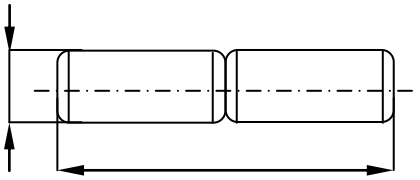
Los **CRITERIOS DE EVALUACION** serán d*e acuerdo al análisis de resultados, y en función de las conclusiones.*

Nt.: Dependiendo de la necesidad, tipo de acero y tamaño de la pieza, se recomienda realizar una etapa de precalentamiento.

TEMPLE A LA LLAMA

DATOS DE LA PROBETA

Tipo de material: _____
Normas: DIN: _____
ISO: _____
AISI: _____

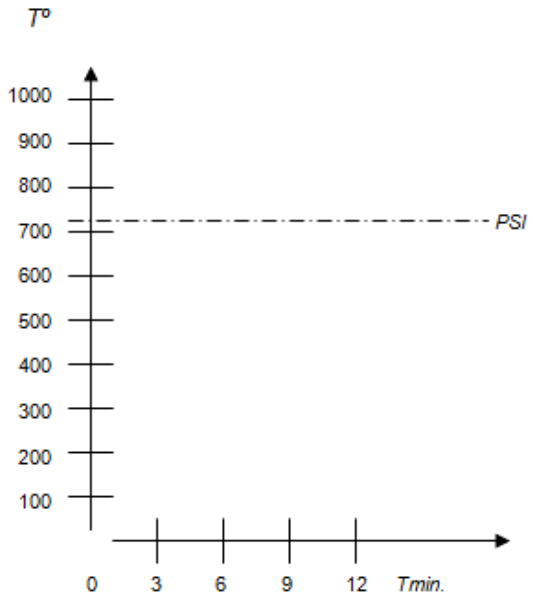


Dureza Inicial: _____*HB*
Dureza a obtener: _____*HRC*
Temperatura de Temple: _____*ºC*
Medio de enfriamiento: _____

PROBETA	TEMPERATURA		TIEMPO DE CALENTAMIENTO	Medio de enfriamiento	DUREZA HRC A DIFERENTES PROFUNDIDADES					ASPECTO DE GRANO		DUREZA PROMEDIO
	°C	°F	ts / Minutos		INICIAL	d1	d2	d3	d4	PERIFERIA	NUCLEO	
1												
2												
3												
4												
5												

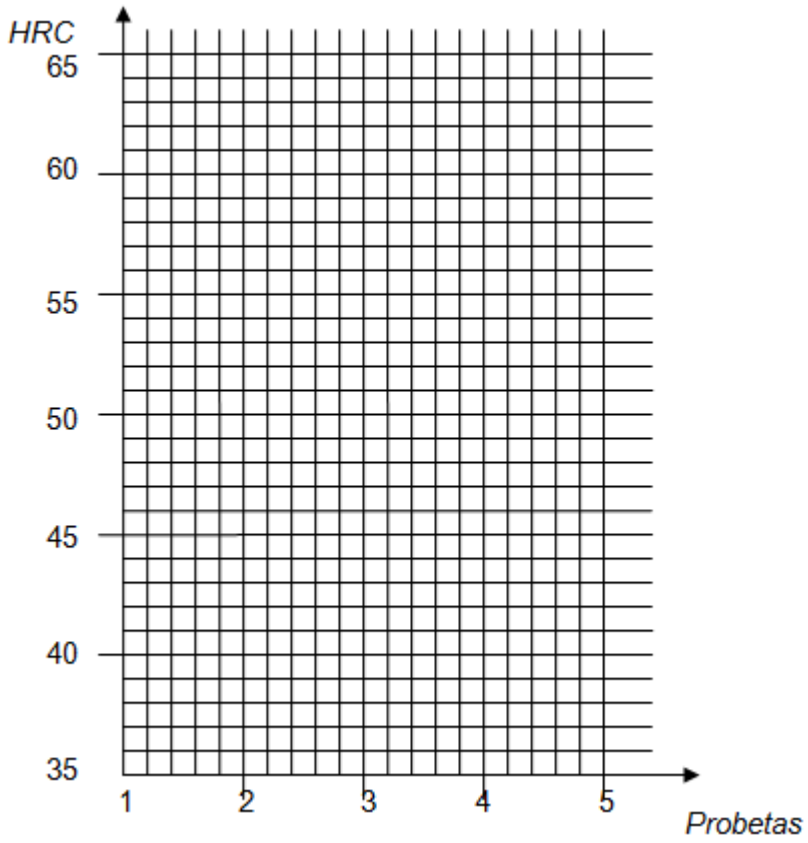
OBSERVACIONES:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____



TEMPLE A LA LLAMA

ANÁLISIS DE RESULTADOS:



RECOMENDACIONES:

_____

_____

_____

_____

_____

CONCLUSIONES:

_____

_____

_____

_____

_____

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
6	60 min	REVENIDO CON PLANCHAS CALIENTES - PROCEDIMIENTO Y ANALISIS DE RESULTADOS	Tratamientos Térmicos y Ciencias de Materiales

1. OBJETIVOS

- Realizar el revenido de una pieza previamente templada, determinando para ello, la temperatura de revenido y el color, utilizando como medio de calentamiento, planchas previamente calentadas en el horno a temperaturas de austenización.

- Analizar los resultados obtenidos, considerando los parámetros obtenidos después del revenido.

2. METODO

- Empleo de planchas previamente calentadas en el horno de mufla para realizar el revenido de una pieza templada.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Probeta de acero
- Planchas de hierro.
- Horno de mufla.
- Tabla de colores.
- Soplete oxiacetileno.
- Baños de enfriamiento.
- Dispositivos de sujeción, etc.
- Durómetro HRC
- Lima triangular pequeña.

4. MARCO TEORICO

4.1 Revenido

Consiste en calentar el acero, después de haber sido templado a una temperatura inferior a la austenización, y luego someterlo a un enfriamiento rápido cuando se pretenden resultados altos en tenacidad, o lento, para reducir al máximo las tensiones térmicas que pueden generar deformaciones, es, por tanto, un tratamiento complementario al temple.

Con este tratamiento se pretende conseguir algunos de los siguientes objetivos:

- Mejorar los efectos del temple llevando al acero a un estado de mínima fragilidad.
- Disminuir las tensiones internas originadas por el temple.
- Modificar las características mecánicas disminuyendo dureza y resistencia a la rotura, así como el aumento de la tenacidad, plasticidad y estricción.

El revenido da al acero las propiedades adecuadas al fin a que se destina. Cuanto mayor sea la dureza del acero templado, o sea cuanto mayor sea la cantidad de martensita que contenga, más alto será el nivel de las propiedades que puedan lograrse con un buen revenido, disminuyendo la dureza hasta un valor suficiente y aumentando en cambio la tenacidad.

Los factores que influyen en el revenido son los siguientes:

- La temperatura de revenido sobre las características mecánicas.
- El tiempo de revenido ya que a partir de un cierto tiempo límite la variación es tan lenta que se hace antieconómica su prolongación, siendo preferible un ligero aumento de temperatura de revenido.
- La velocidad de enfriamiento; es prudente que el enfriamiento no se haga rápido.
- Las dimensiones de la pieza, la duración de un revenido es función fundamental del tamaño de la pieza recomendándose de 1 a 2 horas por cada 25mm de espesor o diámetro.

Algunos aceros, en los cuales, en determinados intervalos de la temperatura de revenido, la resiliencia, en vez de aumentar, disminuye. A este fenómeno se le conoce como fragilidad del revenido; y, según la zona en que se presenta. Surgen dos tipos de fragilidad del revenido.

c. La fragilidad de revenido entre 250 y 400 ºC es debida a la formación de una delgada capa de cementita en los contornos de la martensita, que disminuye la tenacidad y aumenta la fragilidad. Se logra desplazar esta zona mediante adiciones de 0,5 – 2 % de silicio (Si).

d. La fragilidad de revenido entre 450 y 550 ºC se presenta en aceros que contienen pequeñas cantidades de Cromo (Cr) y Niquel (Ni). Se puede eliminar o retrasar con la adición de Molibdeno (Mo) o modificando las condiciones de temperatura, tiempo de revenido y velocidad de enfriamiento.

4.2 Tipos de revenido

Se distinguen tres tipos de revenido:

- Revenido de bajas temperaturas (entre 180 y 220oC); Con él se reducen las tensiones internas pero se conserva la estructura martesítica. Se usa en el revenido de herramientas de corte, en las que debe mantenerse la dureza y resistencia al desgaste.

- Revenido a medias temperaturas (entre 300-400 oC); A estas temperaturas la martensita se modifica y se transforma en lo que se conoce como troostita y se aplica en los muelles o matrices.

- Revenido de altas temperaturas (500-550 oC); A estas temperaturas la troostita se convierte en otra forma llamada sorbita, se aplica fundamentalmente para aceros de construcción.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Verificar que se cuenten con todos los elementos para la práctica.

- Inspeccionar que el soplete oxi-acetileno halle en buenas condiciones de trabajo.
- Asegurarse de que no existan fugas en las conexiones de gas.

- Procurar que los baños de enfriamiento cuenten con la cantidad de aceite necesario para el fin.

- Para ajustar los parámetros de temple como temperatura, y tiempo, se configura el controlador P330 del horno. (ver **ANEXO 1**).

5.2 PROCEDIMIENTO

Para asegurar el éxito en la ejecución del tratamiento térmico de temple a la llama, es importante tener presente siempre los siguientes aspectos:

- ✓ Limpiar completamente la probeta, eliminando, grasas, asperezas y suciedades.
- ✓ Colocar la pieza en posición que favorezca el calentamiento uniforme y la sujeción para el enfriamiento.
- ✓ Calentar el horno de mufla a 750ºC.
- ✓ Verificar que la plancha esté a una temperatura superior a los 700ºC y que su tamaño sea el adecuado.
- ✓ Realizar el calentamiento de la probeta por contacto directo de esta con la plancha, hasta llegar a una temperatura definida (TABLA DE COLORES).
- ✓ Enfriar la pieza.

6. CÁLCULOS Y RESULTADOS

6.1 Llenar la hoja de datos de resultados anexada así como la hoja de análisis de resultados.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

7.1 Comprobar el color obtenido.
7.2 Medir la dureza HRC, tanto en el núcleo como en la superficie de la probeta
7.3 Realizar el análisis metalográfico.
7.4 Desarrollar el análisis y conclusiones del tratamiento realizado, utilizando el diagrama de revenido para cada material.

8. CONCLUSIONES

_____

_____

_____

_____

_____

9. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son las condiciones necesarias para que sea necesario un revenido con planchas calientes?

2. ¿Cuál es la principal ventaja de un revenido a la llama sobre un revenido con planchas calientes?

3. ¿Cuáles son las condiciones que deben cumplir las planchas para poder realizarse un revenido?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

   1. Revenido con planchas calientes.
   2. Aplicaciones.
   3. Ventajas y desventajas.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

   1. Tema.
   2. Objetivos.
   3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
   4. Procedimiento de la práctica.

5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

Los **CRITERIOS DE EVALUACION:**

- ***PROCEDIMIENTO***.*_ Evaluación individual sobre 10 puntos de acuerdo a los parámetros antes mencionados.*

- ***ANÁLISIS DE RESULTADOS***.*_ 5 puntos el informe escrito.*

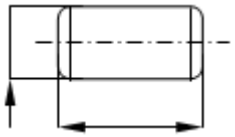
REVENIDO CON PLANCHAS CALIENTES

DATOS DE LA PROBETA

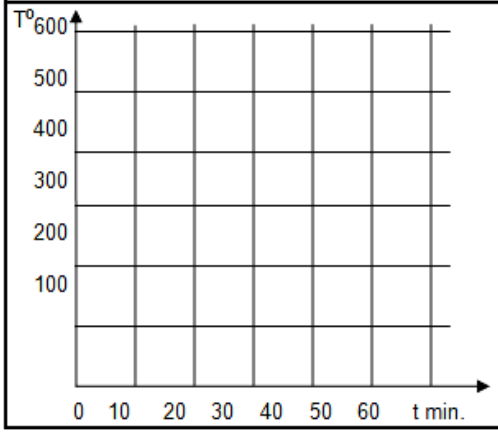
*Tipo de material:*_____

*Temperatura (catalogo):*_____

*Medio de enfriamiento:*_____



PROBETA	TEMPLE					REVENIDO				
	Temper. ºC	Tiempo Min.	Medio Enfriam.	Dureza HRC d1	Dureza HRC d2	Temper ºC	Medio Enfriam.	Tiempo Min.	Dureza HRC d1	Dureza HRC d2
1										
2										
3										
4										
5										

Diagrama de revenido	*Esquema de calentamiento*
	

OBSERVACIONES:

_____

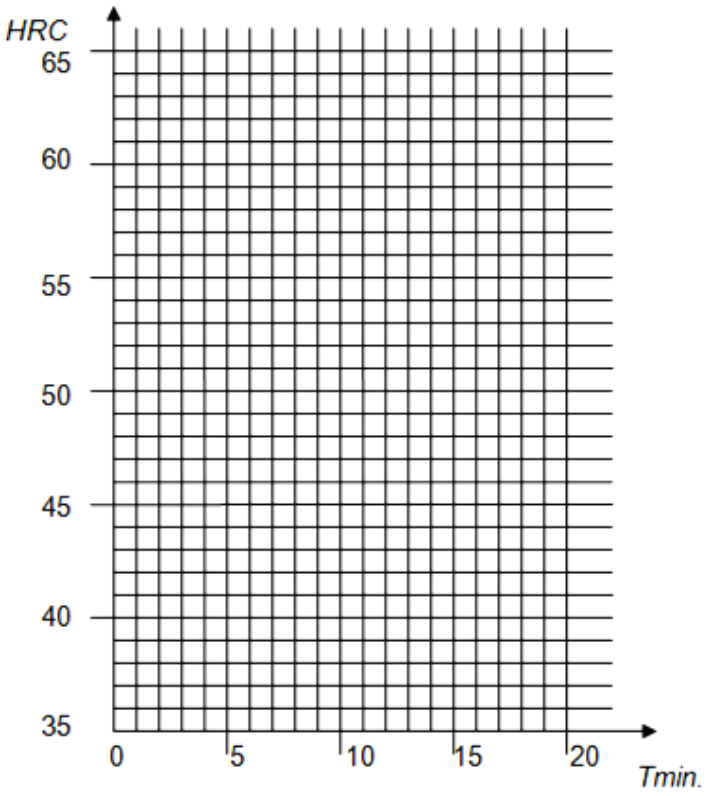
_____

_____

_____

REVENIDO CON PLANCHAS CALIENTES

ANÁLISIS DE RESULTADOS:



RECOMENDACIONES:

_____

_____

_____

_____

_____

CONCLUSIONES:

_____

_____

_____

_____

_____

ANEXO I





(c) (b)

Fig.1 (a) Horno de procesos por lotes N7/H. (b) Controlador P330.

- *Proceso de ajuste del controlador P330 del horno de procesos por lotes N7/H.*

El controlador se enciende por medio del botón ON/OFF y se espera que la pantalla indique la temperatura de la cámara del horno.

En la pantalla se muestra entonces un diagrama donde se indican los segmentos a programar, estos pueden ser segmentos de tiempo (*time 1*, *time 2*,…) o temperatura (*T1*, *T2*,…), se introducen los valores de programación para cada fracción.

Se pulsa el botón de flecha izquierda ⇥ para seleccionar los segmentos y se ingresa el valor del tiempo en minutos, debido al controlador P330, los valores son ingresados por medio del botón +/−. .

Se emplea la flecha izquierda ⇥ para ingresar la temperatura en ºC, igualmente, se ingresan los valores directamente por el botón +/−.

Pulsando el botón ⇥ se selecciona el siguiente segmento y para los demás segmentos se ingresan los valores de tiempo y temperatura de la misma manera anteriormente especificada.

La ubicación actual del segmento que está siendo ajustado se indica mediante el led ubicado en la pantalla del diagrama.

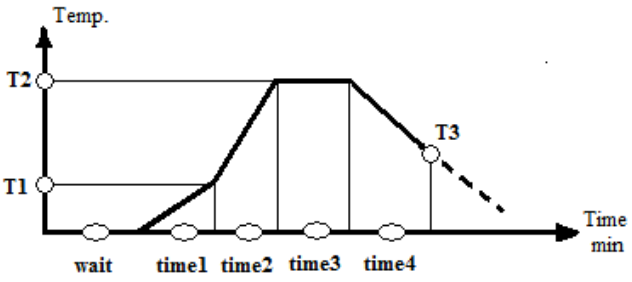


Fig. 2 Diagrama de segmentos del controlador PP330

Una vez ingresados los valores en el programa, se pulsa el botón de encendido del horno Start Stop .

Para guardar los programas con todos los tiempos y las temperaturas se presiona el botón . En la pantalla se mostrará S1, que indica que el programa ha sido guardado con éxito, en caso de necesitarse que el programa se guarde en otra ubicación, se puede ajustar su posición mediante el teclado numérico y presionar .

Para empezar el programa se presiona el botón P y se elige el número de ubicación del programa mediante el botón + −. Se pueden revisar los valores ajustados con anterioridad presionando → varias veces. Se presiona el botón de encendido Start Stop para que el controlador empiece a ejecutar el programa guardado.

Si por algún motivo es necesario detener la ejecución del programa, se pulsa Start Stop durante aproximadamente 4 segundos.

Un vez terminada la práctica se para apagar el controlador se pulsa el botón ON /OFF.

3.3.13 CNC

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
1	50 min	SET UP- TORNO CNC	Control Numérico Computarizado

1. OBJETIVOS

- Referenciar la máquina
- Determinar el punto origen de la pieza a mecanizar.
- Realizar la compensación de herramientas.

2. METODO

- Ubicación del CERO MÁQUINA y CERO PIEZA así como la compensación de las herramientas que se realiza utilizando el sensor de compensación ubicado en el autómata.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Torno CNC, Marca LEADWELL, Modelo T6.
- Calibrador digital.
- Sensor de compensación.
- Eje de alumnio Ø 25 mm. x 150 mm.
- Herramienta de cilindrar y refrentar (widea)
- Llaves.

4. MARCO TEORICO

4.1 GENERALIDADES

Un torno CNC puede hacer todos los trabajos que normalmente se realizan mediante diferentes tipos de torno y su rentabilidad depende del tipo de pieza que se mecanice y de la cantidad de piezas que se tengan que mecanizar en una serie.

Los ejes X y Z pueden desplazarse simultáneamente en forma intercalada, dando como resultado mecanizados precisos según la geometría de las piezas.

El portaherramientas, que va sujeto aun cabezal, es donde se alojan las herramientas a emplearse, las cuales rotan según el programa elegido, facilitando la realización de piezas de formas complicadas.

En el programa de mecanizado se pueden introducir parámetros como: velocidad de giro de cabezal portapiezas, avance de los carros (longitudinal y transversal), medidas de ejecución de la pieza.

Se emplean herramientas de metal duro (widea) debido a la velocidad de corte y el avance muy superiores a tornos convencionales.

4.2 SETUP MAQUINA

Toda máquina CNC requiere un punto cero para referenciar todas las coordenadas, sin ello no es posible ninguna operación; este punto cero de máquina, representa el origen de coordenadas y generalmente es el lugar donde la máquina se ubica para el cambio de herramientas.

Cuando se realiza un mecanizado con varias operaciones, las herramientas utilizadas deben registrarse para que la máquina calcule las coordenadas respectivas y se posicione en el punto exacto para el corte.

Una vez que las herramientas están preparadas, el siguiente paso es encontrar el punto cero de nuestra pieza a trabajar, de este modo tenemos la referencia para cada operación de corte a realizar. La compensación de herramientas es más sencilla usando el sensor de compensación integrado en el propio torno CNC.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Se debe confirmar que no exista ningún error o alarma en la máquina.

5.2 PROCEDIMIENTO

5.2.1 CERO MÁQUINA

a. Encendemos la máquina.
b. Ubicamos el indicador de modos en referenciado de máquina (HOME) .
c. Seleccionamos los ejes a referenciar (X & Z) y pulsamos HOME START

Nota: Una recomendación es desplazar primero el eje X a home y luego el eje Z, para no correr riesgo de quebrar la herramienta.

5.2.2 CERO PIEZA

a. Medimos la pieza a trabajar y la sujetamos en el mandril.
b. Montar la herramienta en la torreta T01.01
c. Encender el husillo a una velocidad recomendable para maquinar (dependiendo del material se selecciona la velocidad de giro)
d. Se selecciona la herramienta patrón (T01.01) para un mecanizado previo.

e. Se realiza un pequeño refrentado y cilindrado para lograr concentricidad y paralelismo y se prefijan las coordenadas U y W con cero (0).

f. Se guardan estas coordenadas en la memoria del control por los comandos G54, G55, …

g. Registramos en los valores de trabajo por medio del ingreso del código de PROGRAMACION G54 X0Z0.

5.2.3 COMPENSACIÓN DE HERRAMIENTAS

a. Cargamos tres herramientas en la torreta.

b. Una herramienta es nuestro patrón, generalmente T01.01.

c. De las herramientas restantes se graban los valores en la tabla de compensaciones del equipo y luego con ayuda del sensor de compensación determinamos el valor de compensación.

6. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

Para cada pieza mecanizada, presentar:

- ✓ El plano de diseño y esquema de montaje de la materia prima en el torno,
- ✓ Las condiciones de mecanizado,
- ✓ La o las herramienta(s) a usar en cada operación,
- ✓ El programa CNC propuesto por el alumno (con texto explicativo línea a línea),
- ✓ El programa depurado (con explicación paso a paso, y el resultado dimensional de la pieza mecanizada).
- ✓ Un análisis de los resultados obtenidos, comentarios y conclusiones.

7. OBSERVACIONES

_____

_____

_____

_____

8. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son las características técnicas de la maquina CNC para procesos de torneado?
2. Describir de los pasos a seguir para modificar el cero pieza.
3. Explicar el procedimiento para definir la compensación de las herramientas partes principales de un centro de torneado CNC.

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

1. Explicación de la interfase hombre-torno CNC considerando todos sus modos de operación.
2. Elementos de una máquina herramienta CNC.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Actividades del alumno.
5. Análisis de resultados.
6. Conclusiones y recomendaciones.
7. Bibliografía.
8. Anexos (**Desarrollo de los cálculos, Presentación de resultados y gráficos**).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
2	50 min	PROGRAMACION MANUAL - TORNO CNC	Control Numérico Computarizado

1. OBJETIVO

- Realizar la programación y mecanizado a pie de máquina.
- Realizar operaciones manuales de mecanizado.
- Referenciar la máquina.

2. METODO

- Programación manual en control FANUC Oi Mate Tc..

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Torno CNC, Marca LEADWELL, Modelo Ti-40.
- Calibrador.
- Sensor de Compensación.
- Eje de alumnio Ø 25 mm. x 150 mm.
- Herramienta de cilindrar y refrentar (widea)
- Llaves.

4. MARCO TEORICO

4.1 GENERALIDADES

4.1.1 SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS SEGÚN EL MATERIAL

Las herramientas de torneado se diferencian en dos factores, el material del que están constituidas y el tipo de operación que realizan. Según el material constituyente, las herramientas son dependiendo del material a mecanizar.

La tipología de las herramientas de metal duro está normalizada de acuerdo con el material que se mecanice, puesto que cada material ofrece unas resistencias diferentes.

Esto ralentiza bastante el trabajo porque la herramienta se tiene que enfriar constante mente y verificar que el ángulo de incidencia del corte este correcto. Por ello, cuando se mecanizan piezas en serie lo normal es utilizar portaherramientas con plaquitas intercambiables, que tienen varias caras de corte de usar y tirar y se reemplazan de forma muy rápida.

El mecanizado de piezas templadas tiene mucho que ofrecer en componentes con durezas de 55–65 HRC. Con calidades de plaquita basadas en el nitruro de boro cúbico (CBN) y la cerámica de óxido de aluminio, el mecanizado le ha ganado mucho terreno al rectificado. Tiene las ventajas de que el proceso puede ofrecer más productividad, costes de producción y por pieza más bajos, mayor flexibilidad y un proceso de producción más sencillo. Y como permite prescindir de refrigerante, el mecanizado de piezas templadas es más respetuoso con el medio ambiente que el rectificado tradicional.

Las herramientas se eligen también con respecto a la velocidad de corte a la cual se va a trabajar, lo cual se detalla a continuación:

- ***Carburos (metal duro)***: Son los materiales más usados en el mercado de las herramientas de corte. Se pueden usar hasta velocidades de unos 150 m.min-1, pero si se los recubre con una delgada película de TiC o TiN pueden usarse hasta 280 m.min-1. Por lo general no se afilan.

- ***Cermets***: Igual que los carburos son materiales compuestos pero la matriz metálica es una aleación de Ni en cambio de Co. No son tan tenaces como los carburos pero resisten mejor al desgaste y la alta temperatura. Se pueden utilizar hasta velocidades de unos 370 m.min-1.

- ***Cerámicos***: Los principales cerámicos usados son AlO, AlO-TiC, un material compuesto de matriz de AlO whiskers de SiC y el Si N. Son muy frágiles y caros, tienen baja conductividad térmica y la resistencia al shock térmico es muy pobre. No son soldables. Se pueden alcanzar velocidades de 1200 m.min-1.

- ***Diamante:*** Se usa sólo para el mecanizado a gran velocidad de metales no ferrosos y materiales compuestos. De todos los materiales es el más duro y menos tenaz, lo que limita su uso. Se pueden llegar hasta velocidades de 4500 m.min-1.

La calidad ISO de las placas widia se indica en el siguiente gráfico:

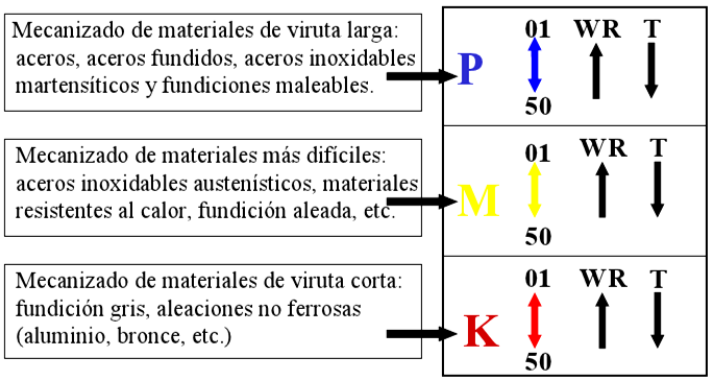


Fig. 4.1 Calidad ISO para placas widia

Donde la resistencia al desgaste (WR) depende de la velocidad de corte, generalmente alta, proporcionando un mejor acabado. La tenacidad (T) está en función del avance. La denominación anterior se explica de la siguiente manera:

- **P**: Acero, acero fundido, fundición maleable de viruta larga.
- **M**: Acero inoxidable.
- **K**: fundición.
- **H**: Acero templado (materiales endurecidos).
- **S**: Aleaciones termoresistentes, aleaciones de titanio.
- **N**: Materiales no férreos (aluminio, bronce, plástico, madre, etc.)

Los recubrimientos también brindan ciertas características a las herramientas, entre las cuales se puede enumerar:

- *Sin recubrimiento*._ Las características de la herramienta dependen del metal duro además de ser buena elección en cuanto a cortes más agudos, superficies más lisas, mayores requisitos de acabado. Su desventaja es la sensibilidad a vibraciones.

- *Con recubrimiento* (75%)._ Se posee una mayor resistencia al desgaste y se alarga la vida útil de la herramienta en 2 o 3 veces más de lo normal. Las capas de recubrimiento formas capas de 5 a 20 micras por PVD o CVD. Por ejemplo los recubrimientos de TiC brindan mayor resistencia al desgaste a menores velocidades de corte.

4.1.2 ANGULO DE LA HERRAMIENTA

Aunque en las cuchillas portaplaquitas parece que hay un ángulo de desprendimiento negativo, esto no es así. En el filo de la plaquita tienen una hendidura que riza la viruta y el ángulo de desprendimiento es en realidad positivo aunque la plaquita esté orientada para abajo. Las cuchillas de widia tienen también ángulo de desprendimiento positivo pero como la parte de arriba es un plano, toda la placa de widia está en ese ángulo.

Un ángulo "negativo" indica que la herramienta trabaja a compresión y son eficaces para materiales duros y cortes interrumpidos. Si dicho ángulo es muy bajo, disminuye la vida útil de la herramienta, en cambio, si es demás elevado, los esfuerzos de corte y de potencia disminuyen pero la sección del filo se debilita.

Los ángulos habituales en las placas widia son de -8 a 25º, seleccionando el mayor posible sin que se rompa.

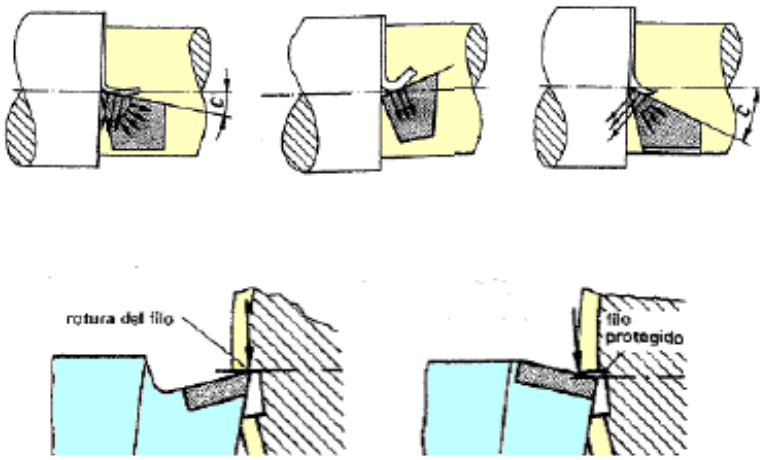


Fig. 4.2 Ángulo de la herramienta.

4.2 PARÁMETROS DE PROGRAMACION

La estructura de un programa de torneado está constituido por una serie de secuencias y funciones donde se van programando las tareas que debe realizar la máquina de acuerdo con los parámetros de la pieza y las condiciones tecnológicas de su mecanizado.

Antes de empezar a confeccionar un programa de mecanizado se tiene que conocer apropiadamente el mecanizado que ha de realizarse y las dimensiones así como las características del material de partida, de igual manera la cantidad de piezas que componen la serie que se tiene que mecanizar. Con estos conocimientos previos, se establece el sistema de fijación de la pieza en el torno, las condiciones tecnológicas del mecanizado en cuanto a velocidad de corte, avance y número de pasadas.

Igualmente se establecen los parámetros geométricos del mecanizado señalando las cotas de llegada y partida de las herramientas, así mismo se selecciona las herramientas que se van a utilizar y las calidades de las mismas.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

Se debe confirmar que no exista ningún error o alarma en la máquina.

5.2 PROCEDIMIENTO

5.2.1 MECANIZADO MANUAL

a. Programar previamente en papel la geometría descrita en el ítem 5.2.2
b. Medir la pieza a trabajar y sujetarla en el mandril.
c. Montar la herramienta en la torreta T01.01
d. Determinar el Cero Máquina.
e. Determinar el cero pieza.
f. Realizar compensación de herramientas.

g. Encender el husillo a una velocidad recomendable para maquinar (dependiendo del material se selecciona la velocidad de giro).
h. Seleccionar la herramienta para un mecanizado previo.
i. Refrentar y cilindrar manualmente a las dimensiones que solicite el instructor de acuerdo al perfil que se ha programado.

5.2.2 PROGRAMACION Y MECANIZADO A PIE DE MAQUINA DE LA GEOMETRIA:

a. Invertir la pieza y sujetarla al mandril.
b. Ingresar la programación previamente realizada creando un nuevo programa en modo EDIT.
c. Realizar el mecanizado colocando en modo AUTO y ejecutando paso a paso las líneas programadas en el ítem anterior.

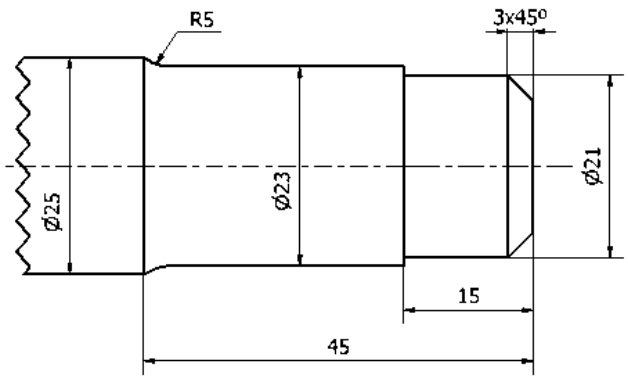


Fig. 5.2.2 Geometría a realizar

6. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

Para cada pieza mecanizada, presentar:

- ✓ El plano de diseño,
- ✓ Un esquema de montaje de la materia prima en el torno,
- ✓ Las condiciones de mecanizado,
- ✓ La o las herramienta(s) a usar en cada operación,
- ✓ El programa CNC propuesto por el alumno (con texto explicativo línea a línea),
- ✓ El programa depurado (con explicación paso a paso, y el resultado dimensional de la pieza mecanizada).
- ✓ Un análisis de los resultados obtenidos, comentarios y conclusiones.

7. OBSERVACIONES

8. CUESTIONARIO

a. ¿Cuáles son las características de los ciclos de trabajo de la maquina CNC?
b. ¿Qué es la interpolación lineal en un programa para torneado?
c. Explicar cuál es la estructura básica para un programa de torneado de una superficie.

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

1. Explicación de la interfase hombre-torno CNC considerando todos sus modos de operación.
2. Movimientos de trabajo según los comandos G y comandos M.
3. Ciclos de torneado, comandos y características.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Actividades del alumno.
5. Análisis de resultados.
6. Conclusiones y recomendaciones.
7. Bibliografía.
8. Anexos (**Desarrollo de los cálculos, Presentación de resultados y gráficos**).

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
3	50 min	PROGRAMACION EN MAQUINA – CICLOS DE TORNEADO	Control Numérico Computarizado

1. OBJETIVOS

- Diseñar el programa utilizando un ciclo de torneado.
- Preparar la máquina.
- Revisar y correr el programa.

2. METODO

- Diseño, revisión y aplicación del programa del ciclo de torneado.
- Preparación de la máquina para la aplicación del programa diseñado.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Torno CNC, Marca LEADWELL, Modelo Ti-40.
- Calibrador.
- Sensor de compensación.
- Eje de alumnio Ø 25 mm. x 150 mm.
- Herramienta de cilindrar y refrentar (widea)
- Llaves.

4. MARCO TEORICO

4.1 GENERALIDADES

Las máquinas CNC pueden ser programadas directamente o con el uso de un software, la programación en máquina requiere los conocimientos del manejo del controlador así como la correcta interpretación de funciones preparatorias y misceláneas.

Cuando se genera un programa manualmente se debe tener mucho cuidado con los códigos modales, los códigos de herramientas y los códigos de pieza, para que correspondan a los valores cargados en la máquina.

Existen dos modos utilizados para el ingreso y ejecución de programas en la máquina; el modo EDIT para ingresar códigos y el modo AUTO para correr programas; estos dos modos sin embargo tienen funciones complementarias que facilitan la operación y edición de programas.

4.2 PARÁMETROS DE PROGRAMACION

La estructura de un programa de torneado está constituido por una serie de secuencias y funciones donde se van programando las tareas que debe realizar la máquina de acuerdo con los parámetros de la pieza y las condiciones tecnológicas de su mecanizado.
Antes de empezar a confeccionar un programa de mecanizado se tiene que conocer apropiadamente el mecanizado que a realizarse y las dimensiones así como las características del material de partida, de igual manera la cantidad de piezas que componen la serie que se tiene que mecanizar. Con estos conocimientos previos, se establece el sistema de fijación de la pieza en el torno, las condiciones tecnológicas del mecanizado en cuanto a velocidad de corte, avance y número de pasadas.

Igualmente se establecen los parámetros geométricos del mecanizado señalando las cotas de llegada y partida de las herramientas, así mismo se selecciona las herramientas que se van a utilizar y las calidades de las mismas.

4.2 CICLOS DE TORNEADO

Los ciclos de torneado son aquellas funciones las cuales nos permiten realizar el desbaste, refrentado, etc., en una determinada pieza según el programa diseñado para su elaboración. Algunas de ellas son:

G71: Arranque de viruta en torneado.

G81: Ciclo de torneado.

G94 Ciclo de torneado de cara final.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Se debe confirmar que no exista ningún error o alarma en la máquina.
- Poseer el material necesario para la realización de la práctica respectiva.

5.2 PROCEDIMIENTO

5.2.1 PROGRAMACION Y MECANIZADO

a. Diseñar el programa para mecanizar el perfil presentado en el ***ANEXO 1***; utilizando un ciclo de torneado fijo para desbaste y acabado. Utilice G02 y G03 únicamente para programar geometrías curvas. (actividad previa a la ejecución de la práctica de laboratorio).

b. Introducir el programa en la máquina.

c. Cargar las herramientas y la pieza.

d. Revisar los valores de compensación de las piezas y herramientas.

e. Utilizando SINGLE BLOCK correr el programa por bloques.

f. Controlar factores de corte.

g. Revisar las medidas.

6. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

Para cada pieza mecanizada, presentar:

- ✓ El plano de diseño.
- ✓ Un esquema de montaje de la materia prima en el torno,
- ✓ Las condiciones de mecanizado.
- ✓ La o las herramienta(s) a usar en cada operación.
- ✓ El programa CNC propuesto por el alumno (con texto explicativo línea a línea).
- ✓ El programa depurado (con explicación paso a paso, y el resultado dimensional de la pieza mecanizada).
- ✓ Un análisis de los resultados obtenidos, comentarios y conclusiones.

7. OBSERVACIONES

_____

_____

_____

_____

8. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son las variables a considerar dentro de un programa para procesos de torneado CNC?
2. ¿Cuáles son los comandos para realizar roscados en un ciclo de trabajo? ¿Cómo se aplican?
3. ¿Qué es y cómo se realiza la compensación de radio de la herramienta?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

1. Explicación de la interfase hombre-torno CNC considerando todos sus modos de operación.
2. Proceso de programación en máquina.
3. Sistema de coordenadas en programación absoluta y programación incremental.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Actividades del alumno.
5. Análisis de resultados.
6. Conclusiones y recomendaciones.
7. Bibliografía.
8. Anexos (**Desarrollo de los cálculos, Presentación de resultados y gráficos**).

ANEXO 1

EJERCICIO N° 3

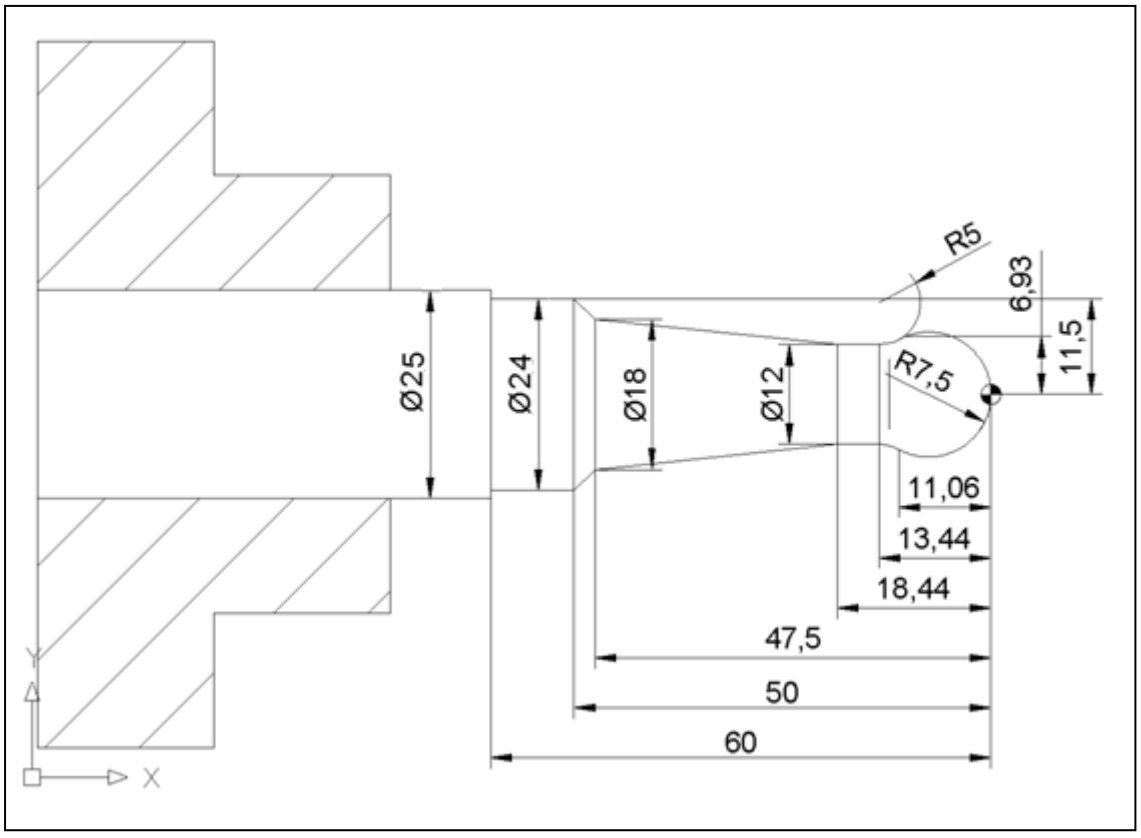
a. Procesos:

- Cero pieza
- Refrentado
- Desbastado del perfil
- Acabado del perfil

b. Observaciones:

- Para el desbaste se aplicará una función correspondiente a (ciclo fijo de torneado).
- Las interpolaciones circulares se programarán con G02 y G03.

c. Esquema:



ANEXO 2

Tabla 3 Lista de códigos G (1/2)

Código G			Grupo	Función
A	B	C		
G00	G00	G00	01	Posicionamiento (avance rápido)
G01	G01	G01		Interpolación lineal (avance de mecanizado)
G02	G02	G02		Interpolación circular horaria (CW)
G03	G03	G03		Interpolación circular antihoraria (CCW)
G04	G04	G04	00	Tiempo de espera
G07.1 (G107)	G07.1 (G107)	G07.1 (G107)		Interpolación cilíndrica
G10	G10	G10		Entrada de datos programables
G11	G11	G11		Cancelación de entrada de datos programables
G12,1 (G112)	G12,1 (G112)	G12,1 (G112)	21	Modo de interpolación en coordenadas polares
G13,1 (G113)	G13,1 (G113)	G13,1 (G113)		Modo de cancelación de interpolación en coordenadas polares
G18	G18	G18	16	Selección de plano ZpXp
G20	G20	G70	06	Entrada en pulgadas
G21	G21	G71		Entrada en mm
G22	G22	G22	09	Activación de función de comprobación de límite de recorrido
G23	G23	G23		Desactivación de función de comprobación de límite de recorrido
G27	G27	G27	00	Comprobación de retorno a la posición de referencia
G28	G28	G28		Retorno a posición de referencia
G30	G30	G30		Retorno a posición de referencia 2, 3 y 4
G31	G31	G31		Función de salto
G32	G33	G33	01	Roscado
G34	G34	G34		Roscado de paso variable
G40	G40	G40	07	Cancelación de la compensación del radio de la herramienta
G41	G41	G41		Compensación del radio de la herramienta a la izquierda
G42	G42	G42		Compensación del radio de la herramienta a la derecha
G50	G92	G92	00	Ajuste del sistema de coordenadas o ajuste de velocidad máx. de cabezal
G50,3	G92,1	G92,1		Preajuste del sistema de coordenadas de pieza
G52	G52	G52		Ajuste de sistema de coordenadas locales
G53	G53	G53		Ajuste de sistema de coordenadas de máquina
G54	G54	G54	14	Selección de sistema de coordenadas de pieza 1
G55	G55	G55		Selección de sistema de coordenadas de pieza 2
G56	G56	G56		Selección de sistema de coordenadas de pieza 3
G57	G57	G57		Selección de sistema de coordenadas de pieza 4
G58	G58	G58		Selección de sistema de coordenadas de pieza 5
G59	G59	G59		Selección de sistema de coordenadas de pieza 6
G65	G65	G65	00	Llamada a macro
G66	G66	G66	12	Llamada modal a macro
G67	G67	G67		Cancelación de llamada modal a macro

Tabla 3 Lista de códigos G (2/2)

Código G			Grupo	Función
A	B	C		
G70	G70	G72	00	Ciclo de acabado
G71	G71	G73		Arranque de virutas en torneado
G72	G72	G74		Arranque de virutas en refrentado
G73	G73	G75		Repetición de patrón
G74	G74	G76		Taladrado profundo de cara final
G75	G75	G77		Taladrado de diámetro exterior/interior
G76	G76	G78		Ciclo de roscado múltiple
G80	G80	G80	10	Cancelación de ciclo fijo de taladrado
G83	G83	G83		Ciclo de taladrado frontal
G84	G84	G84		Ciclo de roscado frontal
G86	G86	G86		Ciclo de mandrinado frontal
G87	G87	G87		Ciclo de taladrado lateral
G88	G88	G88		Ciclo de roscado lateral
G89	G89	G89		Ciclo de mandrinado lateral
G90	G77	G20	01	Ciclo de mecanizado de diámetro externo e interno
G92	G78	G21		Ciclo de roscado
G94	G79	G24		Ciclo de torneado de cara final
G96	G96	G96	02	Control de velocidad superficial constante
G97	G97	G97		Cancelación de control de velocidad superficial constante
G98	G94	G94	05	Avance por minuto
G99	G95	G95		Avance por revolución
–	G90	G90	03	Programación absoluta
–	G91	G91		Programación incremental
–	G98	G98	11	Retorno a nivel inicial
–	G99	G99		Retorno al nivel del punto R

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
4	50 min	SET UP MAQUINA- CENTRO DE MECANICAZO	Control Numérico Computarizado

1. OBJETIVOS

- Referenciar la máquina
- Determinar el punto origen de la pieza a mecanizar.
- Realizar la compensación de herramientas.

2. METODO

- Ubicación del CERO MÁQUINA y CERO PIEZA así como la compensación de las herramientas utilizando el sensor EDGE FINDER previamente colocado en el husillo.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Centro de Mecanizado CNC LEADWELL V-20i.
- Sensor Edge Finder.
- Calibrador.
- Llaves.

4. MARCO TEORICO

4.1 GENERALIDADES

Un centro de mecanizado es una estación simple controlada por CNC, una máquina herramienta capaz de fresar, taladrar, escariar, etc. Estas máquinas herramientas son usualmente equipadas con un cambiador automático de herramientas (magazines) y diseñadas para realizar operaciones en distintas superficies de piezas sobre una mesa de trabajo. Por lo tanto, luego de una operación en particular, la pieza no tiene que ser removida y llevada a otra máquina para una transformación posterior.

Un centro de mecanizado puede estar equipado con más de 200 herramientas. Es capaz de manufacturar grandes y complejas partes y con gran exactitud. Los almacenadores de los intercambiadores de herramientas ocultan las herramientas y los intercambia con esos en los husillos según los comandos del programa que asegura velocidades óptimas y almacenamiento tan bien como las coordenadas de los espacios necesarios para maquinar la pieza.

El alto nivel de flexibilidad de los centros de mecanizado se encuentra íntimamente relacionado con el alto nivel de automatización que poseen.

Los **centros de mecanizado con husillo vertical** son recomendados para realizar operaciones de mecanizado sobre superficies lisas con cavidades profundas. Producen partes con una muy buena tolerancia dimensional.

Los **centros de mecanizado con husillo horizontal** son recomendados para grandes piezas que requieren que varias de sus superficies sean mecanizadas. La mesa de trabajo puede rotar sobre varios ejes.

Los **centros de mecanizado universales** están equipados con ambos tipos de husillos: horizontal y vertical. Poseen una gran variedad de características y son capaces de mecanizar todas las superficies de una pieza.



a)



b)

c) 

Fig. 4.1 Centros de Mecanizado. a) Con husillo vertical. b) Con husillo Horizontal. c) Universal.

4.2 SETUP MAQUINA

Toda máquina CNC requiere un punto cero para referenciar todas las coordenadas, sin ello no es posible ninguna operación; este punto cero de máquina, representa el origen de coordenadas y generalmente es el lugar donde la máquina se ubica para el cambio de herramientas.

Cuando se realiza un mecanizado con varias operaciones, las herramientas utilizadas deben registrarse para que la máquina calcule las coordenadas respectivas y se posicione en el punto exacto para el corte.

Una vez que las herramientas están preparadas, el siguiente paso es encontrar el punto cero de nuestra pieza a trabajar, de este modo tenemos la referencia para cada operación de corte a realizar. Para encontrar el cero de la pieza es más sencillo usando el sensor de posición (edge finder).

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Se debe confirmar que no exista ningún error o alarma en la máquina.

5.2 PROCEDIMIENTO

5.2.1 CERO MÁQUINA

a. Encendemos la máquina.
b. Ubicamos el indicador de modos en referenciado de máquina (HOME) .
c. Seleccionamos los ejes a referenciar (X, Y & Z) y pulsamos HOME START

5.2.2 CERO PIEZA

a. Medimos la pieza a trabajar y la sujetamos en la entenalla.

b. Colocamos el EDGE FINDER en el husillo
c. Tocamos los puntos tangentes de la pieza y visualizamos los valores de posición mecánicas en la máquina.
d. Anotamos los valores de posición
e. Registramos en los valores de trabajo.

Nota: El eje Z se referencia usando una herramienta patrón.

5.2.3 COMPENSACIÓN DE HERRAMIENTAS

a. Cargamos tres herramientas en el Magazine.
b. Una herramienta es nuestro patrón
c. Las dos herramientas restantes se pueden medir y grabar los valores en la tabla de compensaciones, o se puede utilizar el visualizador de la máquina para determinar el valor de compensación.

6. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

Para cada pieza mecanizada, presentar:

- ✓ El plano de diseño y un esquema de montaje de la materia prima en el torno,
- ✓ Las condiciones de mecanizado,
- ✓ La o las herramienta(s) a usar en cada operación,
- ✓ El programa CNC propuesto por el alumno (con texto explicativo línea a línea),
- ✓ El programa depurado (con explicación paso a paso, y el resultado dimensional de la pieza mecanizada).
- ✓ Un análisis de los resultados obtenidos, comentarios y conclusiones

7. OBSERVACIONES

_____
_____
_____
_____

8. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son las características técnicas de la maquina CNC?
2. Describir de los pasos a seguir para modificar el cero pieza.
3. Explicar el procedimiento para definir la compensación de las herramientas partes principales de un centro de torneado CNC

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

- Las características técnicas del centro de mecanizado.
- Explicación de la interfase hombre-Centro de mecanizado CNC considerando todos sus modos de operación.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Actividades del alumno.
5. Análisis de resultados.
6. Conclusiones y recomendaciones.
7. Bibliografía.
8. Anexos (**Desarrollo de los cálculos, Presentación de resultados y gráficos**)

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
5	60 min	PROGRAMACION MANUAL DEL CENTRO DE MECANICAZO	Control Numérico Computarizado

1. OBJETIVOS

- Planear la superficie principal.
- Realizar dos ranuras en los extremos de la pieza.
- Utilizar factores de corte y refrigeración

2. METODO

- Operación manual del equipo a emplearse, en este caso el CENTRO DE MECANIZADO.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Centro de Mecanizado Leadwell V-20 .
- Calibrador.
- Disco aluminio Ø = 76 mm, e = 20 mm
- Plato de pastillas de corte
- Fresa Ø = 12,7 mm

4. MARCO TEORICO

4.1 SETUP MAQUINA

La operación manual en una máquina CNC es una ventaja con grandes aplicaciones especialmente para piezas simples, es decir, no en producción.

El mando manual facilita también la búsqueda de posiciones de herramientas y piezas, así como la corrección de errores y la revisión de programas.

El refrentado y cilindrado, muchas veces se utiliza como operaciones básicas para crear superficies de referencias utilizadas para el montaje y sujeción de las partes.

4.2 PARÁMETROS DE PROGRAMACION

La estructura de un programa de torneado está constituido por una serie de secuencias y funciones donde se van programando las tareas que debe realizar la máquina de acuerdo con los parámetros de la pieza y las condiciones tecnológicas de su mecanizado.

Antes de empezar a confeccionar un programa de mecanizado se tiene que conocer apropiadamente el mecanizado que a realizarse y las dimensiones así como las características del material de partida, de igual manera la cantidad de piezas que componen la serie que se tiene que mecanizar. Con estos conocimientos previos, se establece el sistema de fijación de la pieza en el torno, las condiciones tecnológicas del mecanizado en cuanto a velocidad de corte, avance y número de pasadas.

Igualmente se establecen los parámetros geométricos del mecanizado señalando las cotas de llegada y partida de las herramientas, así mismo se selecciona las herramientas que se van a utilizar y las calidades de las mismas.

5. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

Se debe confirmar que no exista ningún error o alarma en la máquina.

5.2 PROCEDIMIENTO

5.2.1 PLANEADO:

a. Montar la pieza
b. Ubicar el indicador de modos en MPG
c. Cargar el plato de pastillas de corte
d. Ubicar los carros a la posición inicial de corte
e. En el modo MDI indicar la velocidad del husillo
f. En el modo JOG presionar SPINDLE CW, activar el refrigerante, iniciar el corte

5.2.2 RANURADO:

a. Cargar la fresa de diámetro 12,7 mm
b. Elegir el proceso de mecanizado
c. Tener presente los pasos de la operación anterior
d. Controlar las dimensiones de las ranuras

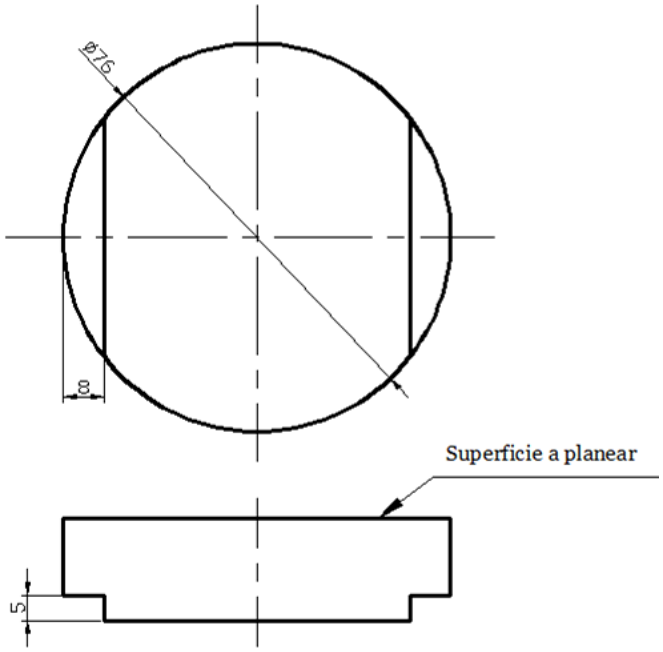


Fig. 5.1 Esquema de Actividades

6. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

Para cada pieza mecanizada, presentar:

- ✓ El plano de diseño.
- ✓ Un esquema de montaje de la materia prima en el torno,
- ✓ Las condiciones de mecanizado,
- ✓ La o las herramienta(s) a usar en cada operación,
- ✓ El programa CNC propuesto por el alumno (con texto explicativo línea a línea),
- ✓ El programa depurado (con explicación paso a paso, y el resultado dimensional de la pieza mecanizada).
- ✓ Un análisis de los resultados obtenidos, comentarios y conclusiones.

7. OBSERVACIONES

8. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son las características de los ciclos de trabajo de la maquina CNC?
2. ¿Qué es la interpolación circular en un programa?
3. ¿Cuál es la función para taladrado y cómo se aplica en un programa para CNC?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

- Ciclos de Centro de mecanizado.
- Instrucciones de programación, (instrucciones de preparación y de movimiento).

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Actividades del alumno.
5. Análisis de resultados.
6. Conclusiones y recomendaciones.
7. Bibliografía.
8. Anexos (**Desarrollo de los cálculos, Presentación de resultados y gráficos**)

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
6	60 min	PROGRAMACION EN MAQUINA - CENTRO DE MECANICAZO	Control Numérico Computarizado

1. OBJETIVOS

- Diseñar el programa utilizando un ciclo de torneado.
- Preparar la máquina.
- Revisar y correr el programa.

2. METODO

- Diseño, revisión y aplicación del programa del ciclo de mecanizado.
- Preparación de la máquina para la aplicación del programa diseñado.

3. EQUIPO Y MATERIALES

- Centro de Mecanizado Leadwell V-20
- Calibrador
- Edge Finder
- Disco aluminio Ø = 76 mm, e = 20 mm
- Fresa Ø = 16 mm
- Fresa Ø = 4 mm
- Entenalla

4. MARCO TEORICO

4.1 GENERALIDADES

Las máquinas CNC pueden ser programadas directamente o con el uso de un software, la programación en máquina requiere los conocimientos del manejo del controlador así como la correcta interpretación de funciones preparatorias y misceláneas.

Cuando se genera un programa manualmente se debe tener mucho cuidado con los códigos modales, los códigos de herramientas y los códigos de pieza, para que correspondan a los valores cargados en la máquina.

Existen dos modos utilizados para el ingreso y ejecución de programas en la máquina; el modo EDIT para ingresar códigos y el modo AUTO para correr programas; estos dos modos sin embargo tienen funciones complementarias que facilitan la operación y edición de programas.

4.2 PARÁMETROS DE PROGRAMACION

La estructura de un programa de torneado está constituido por una serie de secuencias y funciones donde se van programando las tareas que debe realizar la máquina de acuerdo con los parámetros de la pieza y las condiciones tecnológicas de su mecanizado.

Antes de empezar a confeccionar un programa de mecanizado se tiene que conocer apropiadamente el mecanizado que a realizarse y las dimensiones así como las características del material de partida, de igual manera la cantidad de piezas que componen la serie que se tiene que mecanizar. Con estos conocimientos previos, se establece el sistema de fijación de la pieza en el torno, las condiciones tecnológicas del mecanizado en cuanto a velocidad de corte, avance y número de pasadas.

Igualmente se establecen los parámetros geométricos del mecanizado señalando las cotas de llegada y partida de las herramientas, así mismo se selecciona las herramientas que se van a utilizar y las calidades de las mismas.

6. DESARROLLO

5.1 PREPARACION Y AJUSTE DEL EQUIPO

- Se debe confirmar que no exista ningún error o alarma en la máquina.
- Poseer el material necesario para la realización de la práctica respectiva.

5.2 PROCEDIMIENTO

5.2.1 PROGRAMACION Y MECANIZADO

a. Diseñar el programa para mecanizar la superficie presentada en la ***FIGURA 5.1***; Asigne dimensiones considerando el material que dispone.
b. Introducir el programa en la máquina.
c. Cargar las herramientas y la pieza.
d. Revisar los valores de compensación de las piezas y herramientas.
e. Utilizando SINGLE BLOCK correr el programa por bloques.
f. Controlar factores de corte.
g. Revisar las medidas.

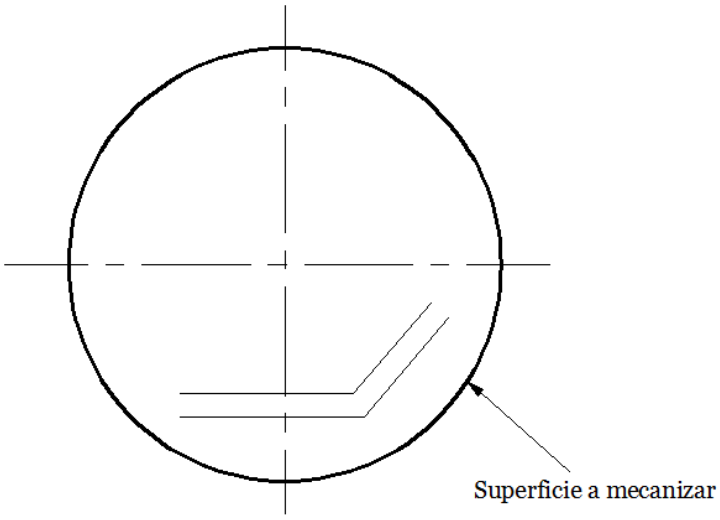


Fig. 5.1 Esquema de superficie a mecanizar

6. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

Para cada pieza mecanizada, presentar:

- ✓ El plano de diseño.
- ✓ Un esquema de montaje de la materia prima en el torno,
- ✓ Las condiciones de mecanizado,
- ✓ La o las herramienta(s) a usar en cada operación,
- ✓ El programa CNC propuesto por el alumno (con texto explicativo línea a línea),
- ✓ El programa depurado (con explicación paso a paso, y el resultado dimensional de la pieza mecanizada).
- ✓ Un análisis de los resultados obtenidos, comentarios y conclusiones

7. OBSERVACIONES

8. CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son las subrutinas en un programa de mecanizado CNC?
2. ¿Qué es la interpolación circular en un programa?
3. ¿Cuál es la función para taladrado y cómo se aplica en un programa para CNC?

INFORME

a. Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:

- Criterios de parametrización de las subrutinas disponibles en el centro de mecanizado.
- Programación de piezas en el centro de mecanizado usando instrucciones fundamentales combinadas con subrutinas y ciclos de mecanizado.

b. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Actividades del alumno.
5. Análisis de resultados.
6. Conclusiones y recomendaciones.
7. Bibliografía.
8. Anexos (**Desarrollo de los cálculos, Presentación de resultados y gráficos**).

CAPÍTULO IV

EJECUCIÓN-VALIDACION DE LAS PRÁCTICAS PLANTEADAS Y PROPUESTAS DE MEJORAS.

4.1 Ejecución de las prácticas

Mediante la ejecución de las prácticas se puede verificar si las guías poseen facilidad para poder ser realizadas por los estudiantes y guiadas por los docentes o el laboratorista de turno.

Cabe recalcar que las guías elaboradas están sujetas a cambio debido a las diversas necesidades de los docentes o a las capacidades de los alumnos, además de ser posible su enunciación en caso de ser pertinente realizarlo.

4.2 Formato de validación de guías de prácticas

El formato de validación se ha diseñado considerado los datos informativos de la materia y de la misma manera los tiempos de ejecución y el número de estudiantes que será el universo de muestreo para validación.

Las calificaciones para cada formato se han propuesto con un puntaje relativo, siendo 3 el puntaje máximo (equivalencia sobresaliente) y 0 como mínimo (equivalencia deficiente), y los criterios de validación de cumplimiento de requisitos de las guías elaboradas (Tabla 4.1).

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Tabla 4.1 Escala, equivalencia y puntaje de validación de guías de prácticas.

Fuente: La Autora

En la sumatoria total de puntos de calificación (33 puntos) se ha considerado como una guía los siguientes rangos:

Rango de Puntaje	Condición
25 a 33	*Guía aceptada*
16 a 24	*Guía sujeta a cambios*
0 a 15	*Guía denegada*

Tabla 4.2 Puntaje de Validación

Fuente: La Autora

A continuación se nombrarán los indicadores que se consideran principales para la validación de las guías de prácticas.

4.2.1 Estructura Básica

Se establece como estructura básica el diseño en sí del formato, es decir su desarrollo articulado de las fases de la práctica, presentación, distribución y la manera coherente de tratamiento de la materia. Contiene el trato de las fases de:

- Introducción.
- Adquisición de conocimientos teóricos o prácticos.
- Aplicación o transferencia de los conceptos.
- Retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.

4.2.2 Logros de Aprendizaje

Trata sobre las capacidades, actitudes, aptitudes y conocimientos que se procuran lograr por medio de la práctica y el desarrollo de la misma.

De igual manera se refiere a la claridad con la que se plantea la práctica y la precisión con la que se manejan los conocimientos que se desean transferir al alumno.

4.2.3 Estrategia Metodológica

Dentro del campo de la metodología de la enseñanza y mucho más aún cuando se trata de enseñanza – aprendizaje de tipo práctico se debe corroborar que las acciones a realizarse sean las adecuadas para que el conocimiento se transfiera de manera correcta.

Se debe relacionar los conocimientos previos de los estudiantes con respecto a los nuevos conocimientos adquiridos dentro de la práctica realizada por medio de procedimientos y acciones tales como la investigación, observación, análisis, síntesis y otros medios que fomenten el proceso enseñanza aprendizaje.

4.2.4 Materiales Educativos

Los materiales educativos como libros, páginas web, videos, lecturas variadas de temas seleccionados o temas de investigación favorecen el desarrollo de las capacidades y el aprendizaje de los conocimientos por parte de los estudiantes.

El estudiante debe estar en capacidad de investigar y analizar los materiales escritos para desarrollar su potencial, de la misma manera con los diversos materiales que se presentan en cátedras y en las sesiones prácticas.

4.2.5 Evaluación de los conocimientos

Ninguna guía de práctica está completa hasta que sea validada mediante la evaluación de los conocimientos adquiridos por el alumno y pueda verificarse que los objetivos plantados al iniciar el experimento sean cumplidos en su totalidad.

Los instrumentos de evaluación propuestos son los más consecuentes con el desarrollo estudiantil de los alumnos durante el proceso de enseñanza aprendizaje, instrumentos como cuestionarios e informes con cálculos realizados, entre otros; proporcionan al docente un parámetro cuantificable y cualificable del proceso realizado.

A continuación se presenta el formato de validación de las guías de prácticas.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: _____

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:			
Tema:			
Práctica Nº:		**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.				
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.				
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.				
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.				
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.				

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.				
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.				
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.				
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.				
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.				
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.				
PUNTAJE SUBTOTAL				

PUNTAJE FINAL	

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	
Nombre:	
Condición:	
Firma:	_____

4.3 Validación de las Guías de Práctica.

Debido a la realización de las prácticas por parte de los estudiantes y con aprobación previa de los docentes responsables de las materias involucradas ha surgido la necesidad de validar las guías elaboradas mediante la implementación en el laboratorio y la ejecución por parte de los alumnos, quienes luego de la experiencia deberán presentar el informe respectivo al docente.

Para validar las guías de manera adecuada se proponen tres formas complementarias en el proceso, estas son:

a. Ejecución de las prácticas por parte de los alumnos.
b. Formato de validación de guías de práctica.
c. Informe de práctica realizada.

4.4 Resultados de las prácticas.

Los resultados de las prácticas serán tomados de los mejores informes de los alumnos y de las fichas de validación llenadas por los docentes responsables de las materias.

4.5 Propuesta de mejoras para la aplicación de las guías de prácticas elaboradas.

Dentro de las mejoras para poder aplicar las prácticas elaboradas se considera necesario que se incluyan dentro de la planificación docente los períodos destinados para la realización de prácticas de los diversos temas que se imparten en las cátedras universitarias.

4.3.1 Mecánica de Fluidos I

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de Enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS I		
Tema:	Viscosidad		
Práctica Nº:	1	**Nº de estudiantes:**	32
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00 am	**Hora de término:**	12:00 pm

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.2 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.3 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. **Logros de Aprendizaje**				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de Enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS I		
Tema:	Presión hidrostática		
Práctica Nº:	2	**Nº de estudiantes:**	32
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00 am	**Hora de término:**	12:00 pm

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS I		
Tema:	Altura Metacéntrica		
Práctica Nº:	3	**Nº de estudiantes:**	32
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00 am	**Hora de término:**	12:00 pm

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2 **Logros de Aprendizaje**				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Ruben Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS I		
Tema:	Número de Reynolds		
Práctica Nº:	4	**Nº de estudiantes:**	32
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00 am	**Hora de término:**	12:00 pm

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2 **Logros de Aprendizaje**				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS I		
Tema:	Ecuación de Bernoulli		
Práctica Nº:	5	**Nº de estudiantes:**	32
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00 am	**Hora de término:**	12:00 pm

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de enero del 2012

1 DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS I		
Tema:	Presión estática, dinámica y total		
Práctica Nº:	6	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este ciclo	**Hora de término:**	No aplica este ciclo

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2 EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2 **Logros de Aprendizaje**				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS I		
Tema:	Fuerzas en una sección aerodinámica		
Práctica Nº:	7	**Nº de estudiantes:**	37
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00 am	**Hora de término:**	12:00 pm

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS I		
Tema:	Vertedero crestado		
Práctica Nº:	8	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este ciclo	**Hora de término:**	No aplica este ciclo

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.3 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
3.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS I		
Tema:	Vertedero de bordes anchos		
Práctica Nº:	9	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este ciclo	**Hora de término:**	No aplica este ciclo

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.4 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
3.3 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS I		
Tema:	Vertedero crump		
Práctica Nº:	10	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este ciclo	**Hora de término:**	No aplica este ciclo

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS I		
Tema:	Compuerta		
Práctica Nº:	11	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este ciclo	**Hora de término:**	No aplica este ciclo

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS I		
Tema:	Ecuación de la energía en una compuerta		
Práctica Nº:	12	**Nº de estudiantes:**	37
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00 am	**Hora de término:**	12:00 pm

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS I		
Tema:	Canal Venturi		
Práctica Nº:	13	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este ciclo	**Hora de término:**	No aplica este ciclo

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS I		
Tema:	Curvas Características de un Ventilador Axial		
Práctica Nº:	14	**Nº de estudiantes:**	37
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00 am	**Hora de término:**	12:00 pm

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

4.3.2 Mecánica de Fluidos II

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS II		
Tema:	Pérdidas por fricción		
Práctica Nº:	1	**Nº de estudiantes:**	37
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00 am	**Hora de término:**	12:00 pm

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS II		
Tema:	Expansión del gas ideal procesos isotérmico		
Práctica Nº:	2	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este ciclo	**Hora de término:**	No aplica este ciclo

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 9 de enero del 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MECÁNICA DE FLUIDOS II		
Tema:	Expansión del gas ideal proceso adiabático		
Práctica Nº:	3	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este ciclo	**Hora de término:**	No aplica este ciclo

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**30**	**2**		

PUNTAJE FINAL	**32**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**9 de enero del 2012**
Nombre:	**Rubén Jerves**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

4.3.3 Máquinas Térmicas I

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MAQUINAS TERMICAS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 12/01/2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Máquinas Térmicas I		
Tema:	Caldera		
Práctica Nº:	1	**Nº de estudiantes:**	32
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	18:00	**Hora de término:**	20:30

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.		X		
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		X		
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**27**	**4**		

PUNTAJE FINAL	**31/33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**12/01/2011**
Nombre:	**FAUSTO CASTILLO**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MAQUINAS TERMICAS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 12/01/2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Máquinas Térmicas I		
Tema:	Ciclo de refrigeración por compresión de vapor		
Práctica Nº:	2	**Nº de estudiantes:**	32
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00	**Hora de término:**	16:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.		X		
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		X		
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**27**	**4**		

PUNTAJE FINAL	**31/33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**12/01/2011**
Nombre:	**FAUSTO CASTILLO**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MAQUINAS TERMICAS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 12/01/2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Máquinas Térmicas I		
Tema:	Carta Psicométrica		
Práctica Nº:	3	**Nº de estudiantes:**	32
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00	**Hora de término:**	16:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.		X		
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		X		
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**27**	**4**		

PUNTAJE FINAL	**31/33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**12/01/2011**
Nombre:	**FAUSTO CASTILLO**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MAQUINAS TERMICAS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 12/01/2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Máquinas Térmicas I		
Tema:	Enfriamiento y deshumidificación		
Práctica Nº:	4	**Nº de estudiantes:**	32
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00	**Hora de término:**	16:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.		X		
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		X		
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**27**	**4**		

PUNTAJE FINAL	**31/33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**12/01/2011**
Nombre:	**FAUSTO CASTILLO**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MAQUINAS TERMICAS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 12/01/2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Máquinas Térmicas I		
Tema:	Humidificación		
Práctica Nº:	5	**Nº de estudiantes:**	32
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00	**Hora de término:**	16:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.		X		
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		X		
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**27**	**4**		

PUNTAJE FINAL	**31/33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**12/01/2011**
Nombre:	**FAUSTO CASTILLO**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

4.3.4 Máquinas Térmicas II

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MAQUINAS TERMICAS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 20 de Septiembre del 2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MAQUINAS TERMICAS II		
Tema:	Compresores		
Práctica Nº:	1	**Nº de estudiantes:**	21
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	9:00	**Hora de término:**	17:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.				
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.				
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.				
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.				
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.				

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.				
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.				
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.				
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.				
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.				
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.				
	PUNTAJE SUBTOTAL				

PUNTAJE FINAL	

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	
Nombre:	**Fausto Castillo**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

4.3.5 Transferencia de Calor

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: _22 de Agosto del 2011_

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TRANSFERENCIA DE CALOR		
Tema:	Conducción Lineal		
Práctica Nº:	1	**Nº de estudiantes:**	37
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00	**Hora de término:**	18:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	x			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	x			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: _22 de Agosto del 2011_

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TRANSFERENCIA DE CALOR		
Tema:	Conductividad térmica y aislantes		
Práctica Nº:	2	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
4. Estructura Básica				
1.5 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
a. Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
5. Logros de Aprendizaje				
a. Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
b. Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
a. Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

b.	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
c.	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4.	**Materiales Educativos**				
a.	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
b.	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5.	**Evaluación de los Conocimientos**				
a.	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	x			
b.	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	x			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

6. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: _22 de Agosto del 2011_

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TRANSFERENCIA DE CALOR		
Tema:	Conducción en estado No estable		
Práctica Nº:	3	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	x			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	x			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: _22 de Agosto del 2011_

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TRANSFERENCIA DE CALOR		
Tema:	Conducción radial en estado estable		
Práctica Nº:	4	**Nº de estudiantes:**	37
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00	**Hora de término:**	18:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	x			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	x			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: _22 de Agosto del 2011_

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TRANSFERENCIA DE CALOR		
Tema:	Convección Forzada por flujo interno		
Práctica Nº:	5	**Nº de estudiantes:**	37
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00	**Hora de término:**	18:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

7. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
a. Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
b. Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
8. Estrategia Metodológica				
a. Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

b.	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
c.	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
9.	**Materiales Educativos**				
a.	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
b.	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
10.	**Evaluación de los Conocimientos**				
a.	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
b.	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: _22 de Agosto del 2011_

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TRANSFERENCIA DE CALOR		
Tema:	Intercambiador de calor tubular concentrico		
Práctica Nº:	6	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: _22 de Agosto del 2011_

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TRANSFERENCIA DE CALOR		
Tema:	Intercambiador de calor de placas		
Práctica Nº:	7	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: _22 de Agosto del 2011_

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TRANSFERENCIA DE CALOR		
Tema:	Intercambiador de carcasa y tubos		
Práctica Nº:	8	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4.	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5.	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: _22 de Agosto del 2011_

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TRANSFERENCIA DE CALOR		
Tema:	Transferencia de Calor de un intercambiador de calor camisa y agitador – empleando camisa		
Práctica Nº:	9	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: _22 de Agosto del 2011_

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TRANSFERENCIA DE CALOR		
Tema:	Transferencia de Calor de un intercambiador de calor camisa y agitador – empleando serpentín		
Práctica Nº:	10	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2 **Logros de Aprendizaje**				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: _22 de Agosto del 2011_

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TRANSFERENCIA DE CALOR		
Tema:	Transferencia de Calor de un intercambiador de calor camisa y agitador – efecto del agitador		
Práctica Nº:	11	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: _22 de Agosto del 2011_

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TRANSFERENCIA DE CALOR		
Tema:	Intercambiador de Calor tubular concéntrico		
Práctica Nº:	12	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

4.3.6 Máquinas Hidráulicas

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 22 de Agosto del 2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MAQUINAS HIDRAULICAS		
Tema:	Curvas características de las bombas centrífugas		
Práctica Nº:	1	**Nº de estudiantes:**	29
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	8:00	**Hora de término:**	18:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 22 de Agosto del 2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MAQUINAS HIDRAULICAS		
Tema:	Cavitación en bombas centrífugas		
Práctica Nº:	2	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 22 de Agosto del 2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MAQUINAS HIDRAULICAS		
Tema:	Curvas características y eficiencia volumétrica de una bomba de engranes		
Práctica Nº:	3	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 22 de Agosto del 2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MAQUINAS HIDRAULICAS		
Tema:	Curvas características – diagrama P-V y eficiencia volumétrica de una bomba de pistón.		
Práctica Nº:	4	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 22 de Agosto del 2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MAQUINAS HIDRAULICAS		
Tema:	Curvas características de una turbina Pelton		
Práctica Nº:	5	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 22 de Agosto del 2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	MAQUINAS HIDRAULICAS		
Tema:	Curvas características de una turbina de Reacción		
Práctica Nº:	6	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		x		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		x		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		x		
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22-ago-11**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

4.3.7 Termodinámica I

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TERMODINAMICA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 02/02/2012_____

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TERMODINAMICA I		
Tema:	Principios de medición de la presión de saturación.		
Práctica Nº:	1	**Nº de estudiantes:**	127
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica, Ing. Industrial Ing. Automotriz
Hora de inicio:	8:00	**Hora de término:**	18:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1 Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TERMODINAMICA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.		X		
3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.		X		
PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**02/02/2012**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TERMODINAMICA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 12/01/2012_____

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TERMODINAMICA I		
Tema:	Características de un fluido en dos fases.		
Práctica Nº:	2	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica, Ing. Industrial Ing. Automotriz
Hora de inicio:	8:00	**Hora de término:**	18:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.		X		

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TERMODINAMICA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			
3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		X		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**27**	**4**		

PUNTAJE FINAL	**31**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**12/01/2012**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TERMODINAMICA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 12/01/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TERMODINAMICA I		
Tema:	Concepto de la línea de Saturación – tablas de vapor		
Práctica Nº:	3	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica Ing. Industrial, Ing. Automotriz
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.		X		
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		X		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**27**	**4**		

PUNTAJE FINAL	**31**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**12/01/2012**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TERMODINAMICA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 12/01/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TERMODINAMICA I		
Tema:	Expansión del gas ideal – Proceso Isotérmico		
Práctica Nº:	4	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica Ing. Industrial, Ing. Automotriz
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.		X		

3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			
3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		X		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**27**	**4**		

PUNTAJE FINAL	**31**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**12/01/2012**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TERMODINAMICA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 12/01/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TERMODINAMICA I		
Tema:	Expansión del gas ideal – Proceso Adiabático		
Práctica Nº:	5	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica Ing. Industrial, Ing. Automotriz
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.		X		

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TERMODINAMICA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			
3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		X		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**27**	**4**		

PUNTAJE FINAL	**31**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**12/01/2012**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

4.3.8 Termodinámica II

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TERMODINAMICA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 16/01/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TERMODINAMICA II		
Tema:	Ciclo de Refrigeración por compresión de vapor		
Práctica Nº:	1	**Nº de estudiantes:**	126
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica, Ing. Industrial, Ing. Automotriz
Hora de inicio:	8:00	**Hora de término:**	17:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2 **Logros de Aprendizaje**				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.		X		
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		X		
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**27**	**4**		

PUNTAJE FINAL	**31**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**16/01/2012**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TERMODINAMICA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 16/01/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TERMODINAMICA II		
Tema:	Cartas psicométricas		
Práctica Nº:	2	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica, Ing. Industrial, Ing. Automotriz
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2 **Logros de Aprendizaje**				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.		X		
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		X		
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**27**	**4**		

PUNTAJE FINAL	**31**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**16/01/2012**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TERMODINAMICA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 16/01/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TERMODINAMICA II		
Tema:	Enfriamiento por deshumidificación		
Práctica Nº:	3	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica, Ing. Industrial, Ing. Automotriz
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1 Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.		X		
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		X		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**27**	**4**		

PUNTAJE FINAL	**31**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**16/01/2012**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TERMODINAMICA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 16/01/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	TERMODINAMICA II		
Tema:	Humidificación		
Práctica Nº:	4	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:		**Carrera:**	Ing. Mecánica, Ing. Industrial, Ing. Automotriz
Hora de inicio:		**Hora de término:**	

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1 Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.		X		
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		X		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
PUNTAJE SUBTOTAL	**27**	**4**		

PUNTAJE FINAL	**31**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**16/01/2012**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

4.3.9 Automatismos

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE AUTOMATISMOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 30/03/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	AUTOMATISMOS I		
Tema:	Circuitos de Neumática		
Práctica Nº:	1	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica,
Hora de inicio:	18:00	**Hora de término:**	20:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4.	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5.	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**33**			

PUNTAJE FINAL	**33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**30/03/2012**
Nombre:	**Wilson Calle**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE AUTOMATISMOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 30/03/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	AUTOMATISMOS I		
Tema:	Circuitos de Hidráulica		
Práctica Nº:	2	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica,
Hora de inicio:	18:00	**Hora de término:**	20:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2 Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**33**			

PUNTAJE FINAL	**33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**30/03/2012**
Nombre:	**Wilson Calle**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE AUTOMATISMOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 30/03/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	AUTOMATISMOS I		
Tema:	Circuitos de Electrohidráulica		
Práctica Nº:	3	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica,
Hora de inicio:	18:00	**Hora de término:**	20:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2 Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**33**			

PUNTAJE FINAL	**33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**30/03/2012**
Nombre:	**Wilson Calle**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE AUTOMATISMOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 30/03/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	AUTOMATISMOS I		
Tema:	Circuitos de Electroneumática		
Práctica Nº:	4	**Nº de estudiantes:**	
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica,
Hora de inicio:	18:00	**Hora de término:**	20:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2 **Logros de Aprendizaje**				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**33**			

PUNTAJE FINAL	**33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**30/03/2012**
Nombre:	**Wilson Calle**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

4.3.10 Metrología

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE METROLOGIA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 10 de Enero de 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Metrología		
Tema:	Calibrador		
Práctica Nº:	1	**Nº de estudiantes:**	39
Grupo:	1 y 2	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	07:00	**Hora de término:**	09:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
5.3 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
5.4 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	x			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	x			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	x			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	x			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	x			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**11**			

PUNTAJE FINAL	**33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**10 de enero de 2012**
Nombre:	**Ing. Wilson Calle**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE METROLOGIA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 10 de Enero de 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Metrología		
Tema:	Micrómetro		
Práctica Nº:	2	**Nº de estudiantes:**	39
Grupo:	1 y 2	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	07:00	**Hora de término:**	09:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
5.3 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
5.4 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	x			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	x			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4.	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	x			
5.	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	x			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	x			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**11**			

PUNTAJE FINAL	**33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**10 de enero de 2012**
Nombre:	**Ing. Wilson Calle**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE METROLOGIA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 10 de Enero de 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Metrología		
Tema:	Instrumentos de comparación		
Práctica Nº:	3	**Nº de estudiantes:**	39
Grupo:	1 y 2	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	07:00	**Hora de término:**	09:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	x			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	x			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4.	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	x			
5.	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	x			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	x			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**11**			

PUNTAJE FINAL	**33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**10 de enero de 2012**
Nombre:	**Ing. Wilson Calle**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE METROLOGIA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 10 de Enero de 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Metrología		
Tema:	Instrumentos de verificación		
Práctica Nº:	4	**Nº de estudiantes:**	39
Grupo:	1 y 2	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	07:00	**Hora de término:**	09:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2 **Logros de Aprendizaje**				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	x			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	x			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	x			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	x			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	x			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**11**			

PUNTAJE FINAL	**33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**10 de enero de 2012**
Nombre:	**Ing. Wilson Calle**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE METROLOGIA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 10 de Enero de 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Metrología		
Tema:	Incertidumbre		
Práctica Nº:	5	**Nº de estudiantes:**	39
Grupo:	1 y 2	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	07:00	**Hora de término:**	09:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1 Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	x			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	x			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4.	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	x			
5.	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	x			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	x			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**11**			

PUNTAJE FINAL	**33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**10 de enero de 2012**
Nombre:	**Ing. Wilson Calle**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE METROLOGIA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 10 de Enero de 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Metrología		
Tema:	Rugosidad		
Práctica Nº:	6	**Nº de estudiantes:**	39
Grupo:	1 y 2	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	07:00	**Hora de término:**	09:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2 Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	x			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	x			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	x			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	x			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	x			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**11**			

PUNTAJE FINAL	**33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**10 de enero de 2012**
Nombre:	**Ing. Wilson Calle**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE METROLOGIA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 10 de Enero de 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Metrología		
Tema:	Temperatura		
Práctica Nº:	7	**Nº de estudiantes:**	39
Grupo:	1 y 2	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	07:00	**Hora de término:**	09:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	x			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	x			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4.	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	x			
5.	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	x			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	x			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**11**			

PUNTAJE FINAL	**33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**10 de enero de 2012**
Nombre:	**Ing. Wilson Calle**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE METROLOGIA
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 10 de Enero de 2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Metrología		
Tema:	Presión		
Práctica Nº:	8	**Nº de estudiantes:**	39
Grupo:	1 y 2	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	07:00	**Hora de término:**	09:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	x			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	x			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	x			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	x			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	x			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	x			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	x			
4.	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	x			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	x			
5.	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	x			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	x			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**11**			

PUNTAJE FINAL	**33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**10 de enero de 2012**
Nombre:	**Ing. Wilson Calle**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

4.3.11 Fundición

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE FUNDICION
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 22 de Noviembre del 2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	FUNDICION		
Tema:	Preparación de Arenas para moldeo		
Práctica Nº:	1	**Nº de estudiantes:**	15
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este ciclo	**Hora de término:**	No aplica este ciclo

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		X		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.		X		
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.		X		
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.		X		
PUNTAJE SUBTOTAL	**21**	**8**		

PUNTAJE FINAL	**29**

6. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22 de Noviembre del 2011**
Nombre:	**Luis López**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

Nota:

La validación se realizó mediante una proyección de una futura implementación a partir de experiencia previa con un formato similar ya que el presente ciclo no se dicta la cátedra.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE FUNDICION
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 22 de Noviembre del 2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	FUNDICION		
Tema:	Preparación y ensayos de probetas		
Práctica Nº:	2	**Nº de estudiantes:**	15
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este ciclo	**Hora de término:**	No aplica este ciclo

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		X		
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**27**	**4**		

PUNTAJE FINAL	**31**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22 de Noviembre del 2011**
Nombre:	**Luis López**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

Nota:

La validación se realizó mediante una proyección de una futura implementación a partir de experiencia previa con un formato similar ya que el presente ciclo no se dicta la cátedra.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE FUNDICION
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 22 de Noviembre del 2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	FUNDICION		
Tema:	Preparación de Noyos		
Práctica Nº:	3	**Nº de estudiantes:**	15
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este ciclo	**Hora de término:**	No aplica este ciclo

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		X		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.		X		
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22 de Noviembre del 2011**
Nombre:	**Luis López**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

Nota:

La validación se realizó mediante una proyección de una futura implementación a partir de experiencia previa con un formato similar ya que el presente ciclo no se dicta la cátedra.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE FUNDICION
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 22 de Noviembre del 2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	FUNDICION		
Tema:	Moldeo en arena		
Práctica Nº:	4	**Nº de estudiantes:**	15
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este ciclo	**Hora de término:**	No aplica este ciclo

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL				

PUNTAJE FINAL	**33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22 de Noviembre del 2011**
Nombre:	**Luis López**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

Nota:

La validación se realizó mediante una proyección de una futura implementación a partir de experiencia previa con un formato similar ya que el presente ciclo no se dicta la cátedra.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE FUNDICION
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 22 de Noviembre del 2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	FUNDICION		
Tema:	Coquilla de acero		
Práctica Nº:	5	**Nº de estudiantes:**	15
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este ciclo	**Hora de término:**	No aplica este ciclo

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		X		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		X		
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**23**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**29**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22 de Noviembre de 2011**
Nombre:	**Luis López**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

Nota:

La validación se realizó mediante una proyección de una futura implementación a partir de experiencia previa con un formato similar ya que el presente ciclo no se dicta la cátedra.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE FUNDICION
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 22 de Noviembre del 2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	FUNDICION		
Tema:	Cera Perdida		
Práctica Nº:	6	**Nº de estudiantes:**	15
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este ciclo	**Hora de término:**	No aplica este ciclo

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.		X		
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.		X		
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.		X		
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relaciones los saberes previos con los nuevos aprendizajes.	X			

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.	X			
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.	X			
	PUNTAJE SUBTOTAL	**24**	**6**		

PUNTAJE FINAL	**30**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**22 de Noviembre del 2011**
Nombre:	**Luis López**
Condición:	**Docente**
Firma:	_____

Nota:

La validación se realizó mediante una proyección de una futura implementación a partir de experiencia previa con un formato similar ya que el presente ciclo no se dicta la cátedra.

4.3.12 Tratamientos Térmicos

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TERMICOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 5/12/2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Ciencias de Materiales II y Tratamientos Térmicos		
Tema:	Microconstituyentes		
Práctica Nº:	1	**Nº de estudiantes:**	25 aprox.
Grupo:	1 y 2	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este semestre	**Hora de término:**	No aplica este semestre

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.		X		
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.		X		

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.		X		
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		X		
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.		X		
	PUNTAJE SUBTOTAL	**15**	**10**		

PUNTAJE FINAL	**25/33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**5/12/2011**
Nombre:	**JORGE FAJARDO**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

Nota:

La validación se realizó mediante una proyección de una futura implementación a partir de experiencia previa con un formato similar ya que el presente ciclo no se dicta la cátedra.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TERMICOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 5/12/2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Ciencias de Materiales II y Tratamientos Térmicos		
Tema:	Generalidades de Tratamientos Térmicos		
Práctica Nº:	2	**Nº de estudiantes:**	25 aprox
Grupo:	1 y 2	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este semestre	**Hora de término:**	No aplica este semestre

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.		X		
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.		X		

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.		X		
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		X		
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.		X		
	PUNTAJE SUBTOTAL	**15**	**10**		

PUNTAJE FINAL	**25/33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**5/12/2011**
Nombre:	**JORGE FAJARDO**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

Nota:

La validación se realizó mediante una proyección de una futura implementación a partir de experiencia previa con un formato similar ya que el presente ciclo no se dicta la cátedra.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TERMICOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 5/12/2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Ciencias de Materiales II y Tratamientos Térmicos		
Tema:	Temple al Horno		
Práctica Nº:	3	**Nº de estudiantes:**	25 aprox
Grupo:	1 y 2	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este semestre	**Hora de término:**	No aplica este semestre

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.		X		
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.		X		

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.		X		
4 Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		X		
5 Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.		X		
PUNTAJE SUBTOTAL	**15**	**10**		

PUNTAJE FINAL	**25/33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**5/12/2011**
Nombre:	**JORGE FAJARDO**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

Nota:

La validación se realizó mediante una proyección de una futura implementación a partir de experiencia previa con un formato similar ya que el presente ciclo no se dicta la cátedra.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TERMICOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 5/12/2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Ciencias de Materiales II y Tratamientos Térmicos		
Tema:	Revenido al Horno		
Práctica Nº:	4	**Nº de estudiantes:**	25 aprox
Grupo:	1 y 2	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este semestre	**Hora de término:**	No aplica este semestre

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.		X		
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.		X		

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.		X		
4 Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		X		
5 Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.		X		
PUNTAJE SUBTOTAL	**15**	**10**		

PUNTAJE FINAL	**25/33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**5/12/2011**
Nombre:	**JORGE FAJARDO**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

Nota:

La validación se realizó mediante una proyección de una futura implementación a partir de experiencia previa con un formato similar ya que el presente ciclo no se dicta la cátedra.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TERMICOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 5/12/2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Ciencias de Materiales II y Tratamientos Térmicos		
Tema:	Temple a la llama		
Práctica Nº:	5	**Nº de estudiantes:**	25 aprox
Grupo:	1 y 2	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este semestre	**Hora de término:**	No aplica este semestre

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.		X		
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.		X		

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.		X		
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		X		
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.		X		
	PUNTAJE SUBTOTAL	**15**	**10**		

PUNTAJE FINAL	**25/33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**5/12/2011**
Nombre:	**JORGE FAJARDO**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

Nota:

La validación se realizó mediante una proyección de una futura implementación a partir de experiencia previa con un formato similar ya que el presente ciclo no se dicta la cátedra.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TERMICOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 5/12/2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Ciencias de Materiales II y Tratamientos Térmicos		
Tema:	Revenido Planchas Calientes		
Práctica Nº:	6	**Nº de estudiantes:**	25 aprox
Grupo:	1 y 2	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este semestre	**Hora de término:**	No aplica este semestre

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.		X		
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.		X		

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.		X		
4	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		X		
5	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.		X		
	PUNTAJE SUBTOTAL	**15**	**10**		

PUNTAJE FINAL	**25/33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**5/12/2011**
Nombre:	**JORGE FAJARDO**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

Nota:

La validación se realizó mediante una proyección de una futura implementación a partir de experiencia previa con un formato similar ya que el presente ciclo no se dicta la cátedra.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TERMICOS
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 5/12/2011

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	Ciencias de Materiales II y Tratamientos Térmicos		
Tema:	Cementación		
Práctica Nº:	7	**Nº de estudiantes:**	25 aprox
Grupo:	1 y 2	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	No aplica este semestre	**Hora de término:**	No aplica este semestre

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.		X		
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3 Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.		X		

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.		X		
4 Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.		X		
5 Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.	X			
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.		X		
PUNTAJE SUBTOTAL	**15**	**10**		

PUNTAJE FINAL	**25/33**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**5/12/2011**
Nombre:	**JORGE FAJARDO**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

Nota:

La validación se realizó mediante una proyección de una futura implementación a partir de experiencia previa con un formato similar ya que el presente ciclo no se dicta la cátedra.

4.3.13 CNC

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE CNC
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 02/02/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	CNC		
Tema:	Set up Torno CNC		
Práctica Nº:	1	**Nº de estudiantes:**	6
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	16:00	**Hora de término:**	17:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.		X		

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.		X		
PUNTAJE SUBTOTAL	**21**	**8**		

PUNTAJE FINAL	**29**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**02/feb/2012**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE CNC
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 02/02/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	CNC		
Tema:	Programación manual Torno CNC		
Práctica Nº:	2	**Nº de estudiantes:**	35
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	15:00	**Hora de término:**	21:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.		X		

3.2	Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3	Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4.	**Materiales Educativos**				
4.1	Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2	Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5.	**Evaluación de los Conocimientos**				
5.1	Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2	Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.		X		
	PUNTAJE SUBTOTAL	**21**	**8**		

PUNTAJE FINAL	**29**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**02/feb/2012**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE CNC
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 02/02/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	CNC		
Tema:	Ciclo de torneado		
Práctica Nº:	3	**Nº de estudiantes:**	35
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	15:00	**Hora de término:**	20:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.		X		

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.		X		
PUNTAJE SUBTOTAL	**21**	**8**		

PUNTAJE FINAL	**29**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**02/feb/2012**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE CNC
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 02/02/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	CNC		
Tema:	Set Up Centro de Mecanizado		
Práctica Nº:	4	**Nº de estudiantes:**	35
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	15:00	**Hora de término:**	21:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.		X		

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.		X		
PUNTAJE SUBTOTAL	**21**	**8**		

PUNTAJE FINAL	**29**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**02/feb/2012**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE CNC
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 02/02/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	CNC		
Tema:	Programación Manual Centro de Mecanizado		
Práctica Nº:	5	**Nº de estudiantes:**	35
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	15:00	**Hora de término:**	21:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.		X		

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.		X		
PUNTAJE SUBTOTAL	**21**	**8**		

PUNTAJE FINAL	**29**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**02/feb/2012**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	**LABORATORIO DE INGENIERIAS**
	LABORATORIO DE CNC
FICHA DE VALORACIÓN DE GUIA DE PRACTICA	

Fecha: 02/02/2012

1. DATOS INFORMATIVOS

Materia:	CNC		
Tema:	Programación con Sotware Centro de Mecanizado		
Práctica Nº:	6	**Nº de estudiantes:**	35
Grupo:	1	**Carrera:**	Ing. Mecánica
Hora de inicio:	15:00	**Hora de término:**	21:00

INSTRUCIONES

Se va a calificar la sesión con ayuda de esta ficha, que presenta indicadores a los cuales deberá asignarse el valor correspondiente, considerando para ello, la siguiente tabla:

ESCALA	EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Sobresaliente	Cumple óptimamente con lo previsto en el indicador	3
Suficiente	Cumple satisfactoriamente con los requerimientos del indicador	2
Insatisfactorio	Cumple parcialmente con los requerimientos del indicador	1
Deficiente	No cumple.	0

Escriba una cruz (X) dentro del cuadro que corresponda, según el valor que Usted haya asignado luego de apreciar la guía de la práctica a realizar.

2. EVALUACION DE LA SESION DE PRACTICA

INDICADOR	ESCALA DE VALORACION			
GUIA DE PRACTICA A REALIZARSE	**3**	**2**	**1**	**0**
1. Estructura Básica				
1.1 Contiene el tratamiento de las siguientes fases: inicio o introducción, adquisición práctica y/o teórica de los aprendizajes, aplicación o transferencia de conocimientos, retroalimentación y evaluación de los conocimientos previstos.	X			
1.2 Tiene un desarrollo articulado y coherente de las diversas fases de la práctica.	X			
2. Logros de Aprendizaje				
2.1 Establece las capacidades, actitudes y conocimientos que se pretende lograr en la práctica.	X			
2.2 Desarrolla el tema con claridad y precisión.	X			
3. Estrategia Metodológica				
3.1 Considera acciones para promover que los alumnos relacionen los saberes previos con los nuevos aprendizajes.		X		

3.2 Propone acciones o procedimientos que promuevan procesos de aprendizaje: observar, investigar, analizar, sintetizar, etc.	X			
3.3 Incluye la aplicación de acciones para consolidar los aprendizajes esperados.	X			
4. Materiales Educativos				
4.1 Propone el uso de recursos bibliográficos, visuales, auditivos y manipulativos que favorecen el desarrollo de las capacidades, actitudes y conocimientos.		X		
4.2 Considera el uso de recursos y materiales educativos de acuerdo a las características del estudiante y su contexto.	X			
5. Evaluación de los Conocimientos				
5.1 Presenta indicadores de evaluación para comprobar los aprendizajes previstos.		X		
5.2 Propone instrumentos para evaluar las capacidades, actitudes y conocimientos previstos.		X		
PUNTAJE SUBTOTAL	**21**	**8**		

PUNTAJE FINAL	**29**

3. DATOS EVALUADOR

Fecha:	**02/feb/2012**
Nombre:	**Fran Reinoso**
Condición:	**DOCENTE**
Firma:	_____

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- Al finalizar este proyecto, se logró establecer las temáticas que pueden ser aplicadas en laboratorio con los equipos correspondientes para su correcta demostración y así procurar que los tópicos planteados por el docente se encuentren respaldados por experimentos realizables.

- La integración de las prácticas y su tiempo de ejecución dentro de las planificaciones micro curriculares impedirá que los equipos sean utilizados de manera sobrecargada ya que los sistemas operativos necesitan un período de reposo para evitar daños a sus componentes.

- Cada laboratorio cuenta con una descripción general de equipos (Capitulo II, punto a en cada equipo), descripción general de operación (Capitulo II, punto b en cada equipo) y mantenimiento antes y después de su utilización (Capitulo II, punto c en cada equipo), esto permite al usuario un manejo adecuado de cada dispositivo.

- Es necesario que el responsable de los equipos se familiarice con ellos antes de su empleo así como con las guías de prácticas, incluyendo su estructura, teoría y procedimientos, optimizando el tiempo del experimento en cada sesión.

- El formato planteado introduce un nuevo elemento a los ya conocidos, este es el método, cuya importancia radica en indicar la manera en la cual se comprobarán los objetivos planteados en las guías en su ítem numero uno y de igual forma el método se convierte en una reseña del desarrollo de la práctica de manera que los estudiantes tengan claro lo que se conseguirá al final del experimento.

- Un parámetro adicional en las guías de prácticas es el cuestionario, el mismo que se ubica como ítem número ocho o nueve según el laboratorio en el cual se trabaje, este incluye preguntas de conocimientos básicos así como de investigación por parte del estudiante y es anexado a los informes de manera que promueve la profundización de los temas de las prácticas por parte del experimento.

- Las guías elaboradas han sido revisadas, corregidas y validadas por el docente de cada materia y han sido contrastadas en la práctica por medio de su ejecución en el laboratorio con los alumnos.

- Al desarrollar las prácticas se pudo definir que los grupos de estudiantes deben ser conformados por máximo ocho (8) personas en los laboratorios de Mecánica de Fluidos, Termodinámica,

Transferencia de Calor, Máquinas Hidráulicas y Máquinas Térmicas, de esta manera se logrará un mejor control en tiempo de práctica, manejo del espacio del laboratorio y realización del experimento.

RECOMENDACIONES:

- La aplicación de las guías de prácticas debería estar contemplada dentro de la planificación micro curricular de cada materia involucrada en la presente tesis, de forma que estas puedan ser realizadas a tiempo y dentro del tema que esté siendo desarrollado en la cátedra por el docente, lo cual derivará en una mejor comprensión por parte de los alumnos del tema propuesto. (ver ANEXO)

- Debido a que algunos de los equipos se manejan mediante programas de computadora y contienen elementos delicados en su composición, se recomienda que los mismos sean manejados con cuidado para evitar daños en los dispositivos, algunas recomendaciones de inspección son:

    - Revisión de la parte eléctrica mediante el pulso de la RCD de los equipos antes de su operación (Capítulo II, Equipos Armfield).
    - Revisar que la red eléctrica de laboratorio posea los tomacorrientes ubicados de manera fija en la pared, evitando accidentes al usuario.
    - Antes de conectar los equipos a las tomas de agua, se debe revisar que ésta no posea contaminantes como residuos de tierra, sorteando el daño de los componentes por donde circula el fluido.
    - Procurar la limpieza constante de los equipos, impidiendo así que el polvo invada los componentes externos.
    - Realizar una inspección del aspecto general de las unidades antes de su empleo, tal revisión incluye: filtros, carcasas, elementos de sujeción como bridas, funcionamiento de válvulas de paso, caudalímetros, mangueras, acoples rápidos, consolas eléctricas y de interface.

- Como punto de soporte al manejo de los dispositivos, se recomienda la elaboración de un **plan de mantenimiento preventivo** para disminuir el tiempo de puesta a punto antes de las prácticas, este plan debe considerar el tiempo de paro de los equipos según el período lectivo y debe elaborarse considerando las recomendaciones redactadas por el fabricante en sus manuales, los mismos que deben estar a disposición de quién realice esta actividad.

- Se sugiere que las prácticas que no puedan ser realizadas debido a falta de tiempo en el horario académico, se pueden manejar mediante **PROYECTOS FINALES**, de esta manera los estudiantes podrán aprender temáticas restantes mediante su elaboración.

- Se recomienda la adquisición de algunos accesorios complementarios para los equipos Armifeld, de manera que los mismos consigan mayor capacidad de práctica y se puedan ejecutar los experiencias relacionadas con temas que tratan las materias de Mecánica de Fluidos y Transferencia de Calor.

MATERIA	***EQUIPO***	***DISPOSITIVO***	***CODIGO ARMFIELD***	***CAPACIDAD PRÁCTICA***
Mecánica de fluidos	*Canal Multiusos C4Mk-II*	*Sifón Regulado por aire*	*C4-65*	*Tipos de flujos: laminar, transicional y turbulento.*
		Compuerta Radial	*C4-66*	*Fuerza en compuertas radiales*
	Túnel de Viento Subsónico C15	*Cilindro de Presión*	*C15-23*	*Flujo alrededor de cilindros*
		Aparato de Bernoulli	*C15-24*	*Ecuación de Bernoulli para flujo de aire.*
		Modelos de arrastre	*C15-22*	*Flujo alrededor de superficies*
		Ala de presión	*C15-21*	*Distribución de presión y flujo alrededor de un ala simétrica en diferentes ángulos de ataque.*
		Placas de capa límite con tubo pitot	*C15-25*	*Desarrollo de capa límite en régimen turbulento y laminar.*
		Manómetro electrónico	*C15-12*	*Permitirá una medición más precisa de la presión*
Transferencia de Calor	*Unidad de transferencia de Calor HT10XC*	*Convección y Radiación Combinadas*	*HT14*	*Convección y radiación*

- Una recomendación muy importante es la posibilidad de conseguir una computadora que sea de uso permanente y exclusivo de los laboratorios que comprenden este proyecto así se minimizará el tiempo de preparación de dispositivos.

- La accesibilidad de la información contenida en los manuales de los equipos es fundamental para un mejor desempeño de las guías debido a que aportan con información variada sobre los dispositivos y debe estar de manera accesible a quien los necesite.

- Realizar una inspección del estado general de equipos y el encendido de los mismos periódicamente aunque no se realicen prácticas, de esta manera, se podrá verificar el funcionamiento general de dispositivos y accesorios; y en caso de ser necesario realizar el mantenimiento correctivo.

ANEXOS

Debido a la relación que guardan algunas prácticas con determinados temas dentro de las cátedras, se ha considerado que estas se fusionen en una sola guía como actividades dentro de la misma, optimizando así el tiempo de ejecución en el laboratorio.

Para la elaboración de las guías de prácticas se consideraron un total de trece materias, dentro de las cuales se han planteado diversos experimentos con sus respectivas actividades según los temas que requieren demostración en el laboratorio y la capacidad de práctica de los equipos que se poseen.

LISTADO DE GUIAS DE PRÁCTICA POR MATERIA				
MATERIA	**Nº DE GUIA**	**TEMA**	**Nº ACTIVIDADES**	**ACTIVIDAD**
MECÁNICA DE FLUIDOS I	Práctica 1	Viscosidad	1	Control de equipo y medición de parámetros
	Práctica 2	Presión Hidrostática	2	
	Práctica 3	Altura metacéntrica	2	
	Práctica 4	Número de Reynolds	2	
	Práctica 5	Teorema de Bernoulli	2	
	Práctica 6	Presión estática, dinámica y total	1	
	Práctica 7	Fuerzas en una sección aerodinámica	1	
	Práctica 8	Vertedero Crestado	2	
	Práctica 9	Vertedero de bordes anchos	2	
	Práctica 10	Vertedero de bordes finos	2	
	Práctica 11	Compuerta	2	
	Práctica 12	Ecuación de la energía en compuertas	2	
	Práctica 13	Canal Venturi	2	
	Práctica 14	Ventilador Axial	2	

MECANICA DE FLUIDOS II	Práctica 1	Perdidas por fricción	1	Control de equipo y medición de parámetros
	Práctica 2	Expansión de gas ideal, proceso isotérmico	1	
	Práctica 3	Expansión de gas ideal, proceso adiabático	1	
MÁQUINAS TÉRMICAS I	Práctica 1	Caldera	2	Control de equipo y medición de parámetros
	Práctica 2	Ciclo de Refrigeración por compresión de vapor	3	
	Práctica 3	Carta psicométrica	1	
	Práctica 4	Enfriamiento y deshumidificación	1	
	Práctica 5	Humidificación	1	
MAQUINAS TÉRMICAS II	Práctica 1	Compresor centrífugo	2	Control de equipo y medición de parámetros
TRANSFERENCIA DE CALOR	Práctica 1	Conducción en paredes compuestas en estado estable- Ec. De Fourier.	2	Control de equipo y medición de parámetros
	Práctica 2	Conductividad térmica y aislantes	1	
	Práctica 3	Conducción en estado no estable	1	
	Práctica 4	Conducción radial en estado estable	1	
	Práctica 5	Convección forzada por flujo interno	2	
	Práctica 6	Intercambiador de calor tubular concéntrico	2	
	Práctica 7	Intercambiador de calor de placas	2	
	Práctica 8	Intercambiador de calor de carcasa y tubos	2	

	Práctica 9	Transferencia de calor de un intercambiador de calor de camisa y agitador empleando camisa	1	
	Práctica 10	Transferencia de calor de un intercambiador de calor de camisa y agitador empleando serpentín	1	
	Práctica 11	Transferencia de calor de un intercambiador de calor de camisa y agitador, efecto del agitador.	1	
	Práctica 12	Intercambiador de calor tubular concéntrico	2	
MAQUINAS HIDRÁULICAS	Práctica 1	Determinación de las curvas características de operación de una bomba centrífuga.	1	Control de equipo y medición de parámetros
	Práctica 2	Cavitación en bombas centrífugas	1	
	Práctica 3	Curvas características y eficiencia volumétrica de una bomba de engranes.	2	
	Práctica 4	Curvas características, diagramas P-V y eficiencia volumétrica de una bomba de pistón.	2	
	Práctica 5	Curvas características de una turbina Pelton.	2	
	Práctica 6	Curvas características de una turbina de Reacción.	2	

TERMODINÁMICA I	Práctica 1	Principios de medición de la presión de saturación.	1	Control de equipo y medición de parámetros
	Práctica 2	Características de un fluido den dos fases	1	
	Práctica 3	Concepto de línea de saturación- tablas de vapor.	2	
	Práctica 4	Expansión de gas perfecto- proceso isotérmico.	1	
	Práctica 5	Expansión de gas perfecto- proceso adiabático.	1	
TERMODINAMICA II	Práctica 1	Ciclo de Refrigeración por compresión de vapor	3	Control de equipo y medición de parámetros
	Práctica 2	Carta psicométrica	1	
	Práctica 3	Enfriamiento y deshumidificación	1	
	Práctica 4	Humidificación	1	
AUTOMATISMOS I	Práctica 1	Neumática Básica	13	Control de Actuadores y Actividades de diseño
	Práctica 2	Hidráulica Básica	8	
	Práctica 3	Electrohidráulica	8	
	Práctica 4	Electroneumática	8	
METROLOGIA	Práctica 1	Medición con diferentes tipos e calibradores	1	Control de equipo y medición de parámetros
	Práctica 2	Medición con diferentes tipos de micrómetros	1	
	Práctica 3	Control de piezas con distintos comparadores	2	

	Práctica 4	Control de piezas con distintos instrumentos de verificación	4	
	Práctica 5	La incertidumbre en la medición	1	
	Práctica 6	La rugosidad	1	
	Práctica 7	Temperatura	1	
	Práctica 8	Calibración y ajuste de manómetros	1	
FUNDICION	Práctica 1	Preparación de arenas para moldeo	2	Manejo de equipos y parámetros de
	Práctica 2	Preparación y ensayos de probetas	4	
	Práctica 3	Preparación de noyos	1	
	Práctica 4	Moldeo en Arena	2	
	Práctica 5	Coquilla de acero	1	
	Práctica 6	Fundición a cera perdida	1	
TRATAMIENTOS TERMICOS Y CIENCIAS DE MATERIALES	Práctica 1	Microconstituyentes	1	Análisis teórico
	Práctica 2	Generalidades de tratamientos térmicos	1	Evaluación
	Práctica 3	Temple al horno	1	Control de equipo y medición de parámetros
	Práctica 4	Revenido al horno	1	Control de equipo y medición de parámetros
	Práctica 5	Temple a la llama	1	Control de equipo y medición de parámetros
	Práctica 6	Revenido planchas calientes	1	Control de equipo y medición de parámetros
	Práctica 7	Cementación	1	Control de equipo y medición de parámetros

CNC	Práctica 1	Set up Torno CNC	1	Control de equipo y medición de parámetros
	Práctica 2	Programación manual Torno CNC	2	
	Práctica 3	Programación en máquina Torno CNC	2	
	Práctica 4	Set up Centro de Mecanizado	1	
	Práctica 5	Programación manual Centro de Mecanizado	2	
	Práctica 6	Programación en máquina Centro de Mecanizado	2	

Número total de materias:	**13**
Número total de prácticas:	**81**
Número total de actividades:	**163**