

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍAS CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA MENCIÓN EN SISTEMAS INDUSTRIALES

Tesis previa a la obtención del Título de: INGENIERO ELECTRÓNICO CON MENCIÓN EN SISTEMAS INDUSTRIALES

TEMA:

"Diseño e implementación de un entrenador de Instrumentación Industrial, con aplicación en los procesos de temperatura, presión y nivel."

AUTORES:

LUIS ALFREDO ROMERO RUGEL EDUARDO RAÚL QUEVEDO MAYA

DIRECTOR:

Ing. Luis Neira

Guayaquil – Ecuador Enero 2014

Declaratoria de Responsabilidad

"Los conceptos desarrollador, análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusividad y responsabilidad de los autores."

Guayaquil, 10 de Enero del 2014

(f)_____

Luis Romero Rugel

(f) _____

Eduardo Quevedo Maya

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios, a mis padres Luis Romero De la Torre y Mercy Rugel Rugel, quienes han estado a mi lado en todo momento y me han brindado los recursos necesarios para culminar mi carrera. Les doy gracias por sus enseñanzas, por su amor desinteresado y por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona, estudiante y profesional.

Dedico también este gran logro a quienes se han convertido en mi nueva fuerza de motivación y superación, por quienes he dado todo de mí para cosechar mis triunfos, a mi adorada amiga, compañera de vida, mi esposa María Priscila y al sucesor de todo lo que soy, de todo lo que tengo, mi primogénito y eternamente amado José Luis por quienes daré mi vida entera de ser necesario para que nunca les falte nada.

Un agradecimiento muy especial para amigos que han estado apoyándome silenciosamente, sin pedir nada a cambio con tal de ver realizados mis sueños. Finalmente a mis profesores y amigos de siempre.

También quiero dedicar este logro a mis hermanos y sobrinos que los quiero mucho, a mi familia, compañeros de aula y amigos, con los que pasé buenos y malos momentos pero que con la ayuda de Dios supimos enfrentar todas las adversidades que se nos presento.

Quis Alfredo Romero Rugel

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto final, primero que nada, a Dios por su constante apoyo y motivación para continuar en este duro camino. Cuando todo parecía terminar en un mal fin, el ponía su mano en mi hombro y me animaba con palabras de aliento, que me motivaron a seguir adelante, por todo eso, gracias Dios.

También quiero darle las gracias a mi hermosa familia, por su apoyo incondicional, a mi madre Julia Maya, a mi hermana Erika Quevedo y mi padre Eduardo Quevedo, por ser mi fuente de inspiración para continuar hacia adelante, por que con su ejemplo en valores y sobre todo por su inmedible amor, me ayudaron a continuar este camino hacia el triunfo.

A mi compañera incondicional y novia Melissa Montalván, por inspirarme en conseguir ese futuro ideal, porque juntos diseñamos nuestros objetivos, los que le dan sentido a la relación que llevamos y juntos trazar el camino que queremos conquistar, por las metas propuestas y el festejo de lo logrado.

Quiero agradecer a toda mi familia, mis tíos queridos, primos y compañeros que me ayudaron directa o indirectamente de alguna manera, con sus palabras, con sus actos, con sus buenos deseos, inspirándome con esa expectativa que tenían de verme vencedor en este capitulo de mi vida.

A todos ustedes muchas gracias, y tengan por seguro que no me detendré aquí, que seguiré sembrando triunfos de los cuales seguirán formando parte, para cuando llegue el tiempo de verlos hechos realidad, disfruten conmigo como lo han hecho ahora.

Gracias.

Eduardo Quevedo Maya.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis de ingeniería, que ha requerido de mucho esfuerzo y entera dedicación por parte de los autores y su director de tesis, no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación desinteresada de muchas personas que mencionaremos a continuación.

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar entre nosotros en cada paso que damos, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestras mentes y por haber puesto en nuestro camino a aquellas personas que han sido un soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Gracias a nuestros padres que con su amor nos dieron la vida y que nos motivaron a ser útiles ante la sociedad.

También queremos agradecer a nuestros familiares, amigos, a nuestros profesores de cátedra y principalmente a nuestro director de tesis Ing. Luis Neira.

AÑO	TÍTULO	ALUMNOS	DIRECTOR	TEMA DE TESIS
			DE TESIS	
Febrero	Ingeniero	Luis Romero	Ing. Luis Neira	Diseño, elaboración e
del 2014.	Electrónico	Eduardo Quevedo		implementación de un
	con			entrenador de
	Mención en			instrumentación industrial
	Sistemas			con aplicación en los
	Industriales.			procesos de temperatura.
				presión y nivel.

ABSTRACT

La presente tesis: "DISEÑO, ELABORACIÓN E IMPLEMENTACION DE UN ENTRENADOR INDUSTRIAL CON APLICACIÓN EN LOS PROCESOS DE TEMPERATURA, PRESIÓN Y NIVEL", se basa en aplicaciones específicas de control el cual está implementado con sensores, válvula proporcional, electroválvulas, transmisores de presión, temperatura, de nivel, PLC Compact Logix y HMI Panel View Component (Allen Bradley), etc. con el cual se puede realizar prácticas orientadas a la instrumentación, automatización, etc. La conexión entre de éstos (PLC y HMI) se los realiza a través del puerto Serial. La comunicación se la efectúa con el programa RSlinx.

Este proyecto se creó con la finalidad de que el estudiante se familiarice con la calibración de instrumentos de medición de temperatura, presión y nivel, aprenda a controlar y monitorear dichas variables las cuales son muy utilizadas en la industria, y que mediante la maqueta didáctica se realicen diferentes prácticas ganando destreza con los diversos elementos del módulo.

Al proyecto lo complementa un análisis desarrollado con experimentos y pruebas, que crean un sistema didáctico de prácticas para el estudiante de Ingeniería Electrónica.

Para la programación del PLC se utiliza el software RSLogic 5000 y para el del HMI se emplea el software Panel View Component.

Palabras Claves.

- ✓ Control y monitoreo de variables de temperatura, presión y nivel.
- ✓ Software Panel View Component de Allen Bradley.
- ✓ Software RSLogix 5000.
- ✓ Comunicación Ethernet.
- ✓ PLC Compact Logic 1500 L32E
- ✓ Hacer cambios en línea.
- \checkmark Control PID.
- ✓ Bloque seco
- ✓ Válvula proporcional
- ✓ Transmisores análogos.

Fuente: Autores

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, en la Universidad Politécnica Salesiana no existen suficientes equipos destinados a la calibración de instrumentos en las magnitudes de temperatura, presión y nivel.

A nivel mundial, las industrias deben someterse a normas de calidad que cada día son más exigentes para satisfacer a los requerimientos de los consumidores por lo que los procesos automáticos vienen con una serie de sensores, los cuales puede variar su funcionamiento pero jamás su propósito. Son estos equipos los que deben estar al 100% de su funcionalidad, para poder garantizar el resultado final y poder cumplir con todas las normas de calidad a las que la compañía sea sometida.

Con este proyecto de tesis, podemos explicar de mejor manera la criticidad de mantener las calibraciones de los instrumentos de medición influyentes en los diferentes procesos.

DELIMITACIÓN

Se realizará el estudio de instrumentación industrial en las magnitudes de temperatura, presión y nivel en la Facultad de Ingenierías de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, en el ciclo lectivo del año 2014.

OBJETIVOS:

Objetivo General

Proveer a la Universidad Politécnica Salesiana de un entrenador para procesos de temperatura, presión y nivel con tecnología actualizada y acorde con las cátedras que se imparten actualmente que permitan demostrar el funcionamiento de los dispositivos y controles más utilizados en la industria.

Objetivos Específicos.

- Familiarizarnos con nuevas marcas de instrumentación industrial como lo es Allen Bradley en lo que respecta a PLC y HMI.
- Diseñar e implementar un módulo didáctico industrial que permita adquirir las destrezas necesarias a los estudiantes para enfrentar un problema industrial.
- Explicar cuáles son los criterios de selección de un instrumento de medición industrial.
- Explicar cuáles son los criterios con los que se puede considerar dar de baja a un instrumento de medición industrial.
- Demostrar Teórica y prácticamente un control PID con las variables de temperatura y nivel mediante presión hidrostática.
- Desarrollar de manera práctica los conocimientos de los estudiantes en las diversas materias relacionadas a la automatización y al control de las variables temperatura y presión.

JUSTIFICACIÓN

Explicar a los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana la importancia de los sistemas de gestión metrológica y de los sistemas de control automático, para que, el día que enfrenten un problema en la industria, sepan bajo qué criterio se deba tomar una decisión sin provocar el mayor impacto económico o de calidad para la organización.

ÍNDICE

CAPÍTULO I:

TEORÍA FUNDAMENTAL DEL PROYECTO

1.1	Controlador Lógico Programable	24
1.1.1	Definición	24
1.1.2	Ventajas y desventajas	24
1.1.3	Campos de aplicación	25
1.1.4	Clasificación del PLC	25
1.1.4.1	Autómata compacto	26
1.1.4.2	Autómata semi modular	26
1.1.4.3	Autómata modular	27
1.1.5	Estructura de un PLC	27
1.2	Variables de control de procesos	29
1.3	Clasificación de los instrumentos	30
1.3.1	Elementos primarios	30
1.3.2	Transmisores	30
1.3.3	Indicadores Locales	30
1.3.4	Convertidores	31
1.4	Medidas de Presión	31
1.4.1	Indicadores locales de Presión	31
1.4.2	Interruptores de Presión	32
1.4.3	Transmisores de Presión	33
1.4.3.1	Transmisores de Presión Capacitivos	33
1.4.3.2	Transmisores de Presión Resistivos	33
1.4.3.3	Transmisores de Presión Piezo eléctricos	34
1.4.3.4	Transmisores de Presión Piezoresistivos o "StrainGage	34
1.4.3.5	Transmisores de Presión Equilibrio de Fuerzas	34
1.5	Medidas de Temperatura	35
1.5.1	Indicadores locales de Temperatura (termómetros)	36

1.5.2	Elementos Primarios de Temperatura	37
1.5.3	Termopares	37
1.5.4	Termorresistencias	38
1.5.5	Termopares o Termorresistencias	39
1.5.6	Convertidores o Transmisores de Temperatura	40
1.5.7	Interruptores de Temperatura o Termostatos	41
1.5.8	Calibrador de bloque seco	41
1.6	Medidas de Nivel	42
1.6.1	Indicadores de Nivel de Vidrio	42
1.6.2	Indicadores de Nivel Magnéticos	43
1.6.3	Indicadores de Nivel con Manómetros	44
1.6.4	Indicadores de Nivel de Cinta, regleta o flotador/ cuerda	44
1.6.5	Transmisores de Nivel por Presión Hidrostática y Diferencial	45
1.6.6	Transmisores de Nivel Capacitivos	45
1.6.7	Transmisores de Nivel Ultrasónicos	46
1.7	Sistemas de Medidas	46
1.7.1	Sistema Inglés	46
1.7.2	Sistema Internacional (SI)	47
1.8	Presión	48
1.8.1	Presión Atmosférica	49
1.8.2	Vacío	50
1.8.3	Tipos de manómetros	50
1.9	Temperatura	50
1.10	Densidad	51
1.11	Bombas	52
1.11.1	Límites de una bomba	52
1.11.2	Componentes básicos	52
1.11.3	Perdidas de potencia en las bombas	52
1.11.4	Cavitación y Golpe de Ariete	53
1.11.4.1	Cavitación	53
1.11.4.2	Golpe de Ariete	54
1.12	Definiciones de control	55
1.12.1	Campo de medida	55

1.12.2	Alcance (Span)	55
1.12.3	Error	55
1.12.4	Error medio	56
1.12.5	Incertidumbre de la medida	56
1.12.6	Exactitud	57
1.12.7	Precisión	57
1.12.8	Zona muerta	57
1.12.9	Repetibilidad	57
1.12.10	Resolución	57
1.12.11	Linealidad	58
1.12.12	Fiabilidad	58
1.12.13	Ruido	58
1.12.14	Estabilidad	58
1.12.15	Temperatura de servicio	58
1.12.16	Vida útil de servicio	59
1.13	Control PID	59
1.13.1	Significado del PID	60
1.13.2	Proporcional	61
1.13.3	Integral	62
1.13.4	Derivativo	63
1.13.5	Ajuste empírico del PID con el método de Ziegler-Nichols	65
1.13.5.1	Primer método de Ziegler Nichols en lazo abierto	65
1.13.5.2	Segundo método de Ziegler Nichols en lazo cerrado	67

CAPÍTULO II:

INTRODUCCIÓN A LOS SOFTWARES DE PROGRAMACIÓN

2.1	Introducción	70
2.2	Introducción al Rslinx	70
2.2.1	Iniciando el software de Programación Rslinx	70
2.3	Pasos para la comunicación	71
2.4	Introducción al Rslogix 5000	75

2.4.1	Ventajas del programa RSlogix 5000 enfocado al proyecto	76
2.4.2	Iniciando el software de programación Rslogix 5000	76
2.5	Creando un nuevo proyecto con el controlador	77
2.6	Configuración del módulo de entradas	79
2.7	I/O Configuración	79
2.8	Agregar un nuevo Módulo	79
2.8.1	Características del Módulo seleccionado	80
2.9	Propiedad Generales del Módulo	80
2.9.1	Descripción de los comandos de la Fig. 2.19	81
2.10	Propiedades de conexión del módulo	81
2.11	Configuración del módulo de salidas	82
2.12	Propiedades generales del módulo de salidas digitales	84
2.12.1	Descripción de los comandos de la figura 2.20	85
2.13	Propiedades de la conexión del módulo de salidas digitales	85
2.14	Configuración del módulo de entradas análogas	86
2.15	Configuración del módulo de salidas análogas	89
2.16	Configuración del módulo de entradas – salidas análogas	92
2.17	Base de datos de tags del controlador	96
2.18	Creación de alias con el software RSlogix 5000	98
2.19	Creación de lenguaje Ladder	100
2.20	Grabar el programa	101
2.21	Descarga del proyecto Rslogix 5000 al controlador	101

CAPÍTULO III:

IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS

3.1	Estructura del proyecto	106
3.2	Protocolos de comunicación usados en nuestra aplicación	107
3.3	Principio de funcionamiento del proyecto	108
3.3.1	Implementación neumática	108
3.3.2	Implementación del control de temperatura	111
3.3.3	Banco de pruebas	112

3.3.3	Implementación mecánica	115
3.3.5	Montaje y dimensiones de los tanques de la maqueta didáctica.	116
3.3.6	Montaje de los equipos	116
3.3.7	Implementación eléctrica	118
3.4	Pantallas creadas en el HMI	119
3.5	Programación del proyecto	133
3.5.1	Programación de subrutina principal	133
3.5.2	Programación de selección de prácticas	134
3.5.3	Programación de subrutina de entradas digitales	136
3.5.4	Programación de subrutina de salidas digitales	137
3.5.5	Programación de subrutina de entradas análogas	139
3.5.6	Programación de subrutina de salidas análogas	139
3.5.7	Descripción de tags	140
3.5.8	Programa del PLC Práctica 1	142
3.5.9	Programa del PLC Práctica 2	143
3.5.10	Programa del PLC Práctica 3	144
3.5.11	Programa del PLC Práctica 4	145
3.5.12	Programa del PLC Práctica 5	145
3.5.13	Programa del PLC Práctica 6	147
3.5.14	Programa del PLC Práctica 7A	148
3.5.15	Programa del PLC Práctica 7B	150
3.5.16	Programa del bloque PID	151

CAPÍTULO IV:

DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS DIDÁCTICAS

4.1	Práctica 1: Calibración de manómetro	155
4.1.1	Objetivos	155
4.1.2	Materiales	155
4.1.3	Recomendaciones generales	156
4.1.4	Inicio de la práctica	156
4.2	Práctica 2: Calibración de presostato	160

4.2.1	Objetivos	160
4.2.2	Materiales	160
4.2.3	Recomendaciones generales	161
4.2.4	Inicio de la práctica	161
4.3	Práctica 3: Calibración de transmisor de presión	164
4.3.1	Objetivos	164
4.3.2	Materiales	164
4.3.3	Recomendaciones generales	165
4.3.4	Inicio de la práctica	165
4.4	Práctica 4: Calibración de termómetro	169
4.4.1	Objetivos	169
4.4.2	Materiales	169
4.4.3	Recomendaciones generales	169
4.4.4	Inicio de la práctica	170
4.5	Práctica 5: Calibración de termostato	173
4.5.1	Objetivos	173
4.5.2	Materiales	173
4.5.3	Recomendaciones generales	174
4.5.4	Inicio de la práctica	174
4.6	Práctica 6: Calibración de transmisor de temperatura	176
4.6.1	Objetivos	176
4.6.2	Materiales	176
4.6.3	Recomendaciones generales	176
4.6.4	Inicio de la práctica	177
4.7	Práctica 7A: Control de nivel con PID	180
4.7.1	Objetivos	180
4.7.2	Materiales	180
4.7.3	Recomendaciones generales	180
4.7.4	Inicio de la práctica	181
4.8	Práctica 7B: Control de temperatura con PID	183
4.8.1	Objetivos	183
4.8.2	Materiales	183
4.8.3	Recomendaciones generales	183

4.8.4	Inicio de la práctica	184
-------	-----------------------	-----

CAPÍTULO V:

ANEXOS

A.1	Especificaciones técnicas de Bomba 1 Paolo	187
A.2	Especificaciones técnicas de Bomba 2 Paolo	187
A.3	Especificaciones técnicas válvula solenoide Granzow	188
A.4	Especificaciones técnicas válvula proporcional Norgren	189
A.4.1	Características	189
A.5	Ficha técnica transmisor de temperatura	192
A.5.2	Conexión del transmisor de temperatura con la PT100	193
A.6	Ficha técnica relé de estado sólido	194
A.7	Ficha técnica calibrador de temperatura TermoWorks	194
A.8	Ficha técnica transmisor de presión Endress + Hausser	196
A.8.1	Descripción	196
A.8.2	Componentes de un sistema medidor de presión	197
A.8.3	Principio de funcionamiento	197
A.8.4	Operación de las teclas del instrumento	198
A.8.5	Instalación	198
A.8.6	Conexión eléctrica	201
A.9	Transmisor de nivel Krones	205
A.9.1	Descripción	205
A.9.2	Características técnicas	206
A.9.3	Instalación	206
A.10	Resistencia eléctrica tubular sumergible	206
A.11	PLC Compact Logix 5000 serie L32E Allen Bradley	207
A.11.1	Descripción	208
A.11.2	Ventajas PLC Compact Logix Allen Bradley	209
A.12	Módulos a utilizar	210
A.13	PanelView Component C600	211

A.14	Certificado de calibración transmisor de nivel	213
A.15	Certificado de calibración transmisor de presión patrón	214
A.16	Certificado de calibración bloque seco	215
A.17	Certificado de calibración transmisor de temperatura	216
A.18	Presupuesto del proyecto	217
A.19	Planos eléctricos	218
A.20	Bibliografía	234

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1	Controlador lógico programable	24
Fig. 1.2	Logo	26
Fig. 1.3	Autómata TSX Micro de Telemecanique	26
Fig. 1.4	PLC Mitsubishi	27
Fig. 1.5	Estructura interna de un PLC	28
Fig. 1.6	Control de procesos en forma manual	29
Fig. 1.7	Tubo de bourdon	32
Fig. 1.8	Manómetro de diafragma	32
Fig.1.9	Presostato	33
Fig.1.10	Transmisor de presión	35
Fig. 1.11	Termómetro de carátula	36
Fig.1.12	Calibrador de bloque seco	41
Fig.1.13	Indicador de nivel magnético	43
Fig.1.14	Interruptor de nivel flotador	44
Fig.1.15	Transmisor de nivel ultrasónico	46
Fig. 1.16	Manómetro tipo bourdon	50
Fig. 1.17	Termómetro análogo	55
Fig. 1.18	Manómetro	58
Fig. 1.19	Diagrama de bloque de un control PID	60
Fig 1.20	Proporcional	62
Fig. 1.21	Diagrama integral	63
Fig. 1.22	Derivativo	65

Fig. 1.2.3	Curva de respuesta	66
Fig. 1.24	Curva de respuesta del sistema	66
Fig. 1.25	Gráfica de un sistema oscilatorio sostenido Ziegler-Nichols	80
Fig. 2.1	Ventana principal de la aplicación Rslinx	70
Fig. 2.2	Convertidor USB-DB9	71
Fig. 2.3	Pantalla de inicio a Rslinx	71
Fig. 2.4	Barra principal RSlinx 2.4	71
Fig. 2.5	Ventana Configure Drivers	72
Fig. 2.6	Ventana Available Driver Types	72
Fig. 2.7	Ventana Add New RSlinx Driver	73
Fig. 2.8	Ventana Configure RS-232 DF1 Devices	74
Fig. 2.9	Ventana Conflicto en el Puerto Serial	75
Fig. 2.10	Configure Drivers	75
Fig. 2.11	Ventana Principal de la aplicación RSlogix 5000	76
Fig. 2.12	Iniciando el Software de programación RSlogix 5000	77
Fig. 2.13	Creando un nuevo proyecto en el Controlador	77
Fig. 2.14	Selección del tipo de controlador	77
Fig. 2.15	Proyecto Nuevo	78
Fig. 2.16	Ventana I/0 Configuración	79
Fig. 2.17	Agregar un nuevo módulo	80
Fig. 2.18	Selección del tipo de Módulo	80
Fig. 2.19	Ventana Módulo Propiedades General	81
Fig. 2.20	Ventana de Módulo Propiedades Conexión	82
Fig. 2.21	Configuración del módulo de salidas digitales	83
Fig. 2.22	Ventana Compact bus Local	83
Fig. 2.23	Selección del tipo de módulo análogo	84
Fig. 2.24	Ventana módulo propiedades general	84
Fig. 2.25	Ventana módulo propiedades, conexión	85
Fig. 2.26	Configuración de módulo de entradas análogas	86
Fig. 2.27	Ventana Compact Bus Local	86
Fig. 2.28	Selección del tipo de módulo analógico	87
Fig. 2.29	Descripción del módulo analógico	87
Fig. 2.30	Ventana conexión del módulo	88

Fig. 2.31	Tipo de señal de entrada
Fig. 2.32	Configuración de módulo de salidas análogas
Fig. 2.33	Ventana Compact Bus Local
Fig. 2.34	Selección del tipo de módulo análogo
Fig. 2.35	Descripción del módulo análogo
Fig. 2.36	Ventana conexión del módulo
Fig. 2.37	Tipo de señal de entrada
Fig. 2.38	Configuración de módulo de entradas-salidas análogas
Fig. 2.39	Ventana Compact Bus Local
Fig. 2.40	Selección del tipo de módulo analógico
Fig. 2.41	Descripción del módulo I_O analógico
Fig. 2.42	Ventana conexión del módulo
Fig. 2.43	Tipo de señal de entrada
Fig. 2.44	Control de Tags
Fig. 2.45	Local tags
Fig. 2.46	Configuración del módulo
Fig. 2.47	Localización Slot
Fig. 2.48	Creación de Nuevo Tag
Fig. 2.49	Descripción de Nuevo Tag
Fig. 2.50	Crear alias de un tag
Fig. 2.51	MainRoutime
Fig. 2.52	Lógica escalera
Fig. 2.53	Descarga del proyecto Rslogix 5000 al controlador
Fig. 2.54	Descarga del proyecto
Fig. 2.55	Ventana 1 Descarga del proyecto al controlador
Fig. 2.56	Ventana 2 Descarga del proyecto al controlador
Fig. 2.57	Procesador en Run
Fig. 3.1	Módulo 1769-ENBT
Fig. 3.2	Fuente de aire comprimido de 7 a 9 bares
Fig. 3.3	Esquema de control de presión en el sistema de lazo cerrado
Fig. 3.4	Válvula reguladora de presión de aire
Fig. 3.5	Curva característica de una vñalvula IP
Fig. 3.6	Transmisor de presión E+H

Fig. 3.7	Esquema de control de temperatura en el sistema de lazo abierto	111
Fig. 3.8	Bloque seco usado en las prácticas de temperatura	111
Fig. 3.9	Esquema de funcionamiento bloque seco	112
Fig. 3.10	Transmisor de temperatura	112
Fig. 3.11	Banco de pruebas de Maqueta didáctica	112
Fig. 3.12	Válvula proporcional y transmisor de presión	113
Fig. 3.13	Presostato y unidad de manteniminto	113
Fig. 3.14	Compresor de aire	113
Fig. 3.15	Bloque seco	114
Fig. 3.16	Tanque 1 con instrumentación	114
Fig. 3.17	Bombas	115
Fig. 3.18	Es.tructura mecánica, base y soporte	115
Fig. 3.19	Estructura de los tanque	116
Fig. 3.20	Ubicación de equipos 1	117
Fig. 3.21	Ubicación de equipos	117
Fig. 3.22	Montaje de electroválvulas	118
Fig. 3.23	PLC Rockwell Compact Logix	118
Fig. 3.24	Variador Sinamics G110 de Siemens	119
Fig. 3.25	Pantalla principal HMI	119
Fig. 3.26	Pantalla menú de prácticas	120
Fig. 3.27	Pantalla prácticas de presión	120
Fig. 3.28	Pantalla Calibración de Manómetro	121
Fig. 3.29	Pantalla Calibración de Manómetro 2C primer ciclo	121
Fig. 3.30	Pantalla Calibración de Manómetro 2C segundo ciclo	122
Fig. 3.31	Pantalla Error Manómetro	122
Fig. 3.32	Pantalla calibración presostato	123
Fig. 3.33	Pantalla calibración transmisor de presión	123
Fig. 3.34	Pantalla Calibración Transmisor de presión 2C primer ciclo	124
Fig. 3.35	Pantalla Calibración Transmisor de presión 2C segundo ciclo	124
Fig. 3.36	Pantalla Errores Transmisor de presión	125
Fig. 3.37	Pantalla prácticas temperatura	125
Fig. 3.38	Pantalla calibración termómetro	126
Fig. 3.39	Pantalla calibración termómetro 1 ciclo	126

Fig. 3.40	Pantalla tabla de errores termómetro	127
Fig. 3.41	Pantalla calibración de termostato	127
Fig. 3.42	Pantalla calibración transmisor de temperatura	128
Fig. 3.43	Pantalla calibración transmisor de temperatura 1 ciclo	128
Fig. 3.44	Pantalla de errores transmisor de temperatura	129
Fig. 3.45	Pantallas prácticas general	129
Fig. 3.46	Pantalla práctica PID nivel	130
Fig. 3.47	Pantalla calibración manómetro 1 ciclo	130
Fig. 3.48	Pantalla errores manómetro 1 ciclo	131
Fig. 3.49	Pantalla práctica PID temperatura	131
Fig. 3.50	Pantalla calibración transmisor presión 1 ciclo	132
Fig. 3.51	Pantalla tabla de errores transmisor presión 1 ciclo	132
Fig A.1	Bomba de agua Paolo	187
Fig A.2	Bomba de agua 2 Paolo	187
Fig A.3	Válvula Solenoide	188
Fig A.4	Válvula proporcional Norgren modelo VP50	189
Fig A.5	Figura de terminales de conexión	191
Fig A.6	Reconocimiento del tipo de válvula	192
Fig A.7	Transmisor de temperatura marca Wika T19.30.1P0-1	192
Fig A.8	Conexión del transmisor de temperatura PT100	193
Fig A.9	PT100	193
Fig A.10	Relé de estado sólido	194
Fig A.11	Calibrador de temperatura DryWell 3004	194
Fig A.12	Transmisor de presión Endress + Hausser PMC 631	196
Fig A.13	Componentes de un sistema de medición de presión	197
Fig A.14	Funcionamiento de transmisor de presión	197
Fig A.15	Uso de teclas de ajuste	198
Fig A.16	Modo de instalar transmisor de presión en gases	199
Fig A.17	Modo de instalar transmisor de presión en gases 2	199
Fig A.18	Modo de instalar. transmisor de presión en vapor	199
Fig A.19	Modo de instalar transmisor de presión en vapor 2	200
Fig A.20	Rotación de la base	200
Fig A.21	Instalación eléctrica en transmisor de presión Cerabar S	201

Fig A.22	Presostato .Festo modelo 175250	201
Fig A.23	Conector acodado	202
Fig A.24	Transmisor de nivel Krones	205
Fig A.25	Instalación de transmisor de presión hidrostática	206
Fig A.26	Resistencia tubular	206
Fig A.27	PLC Compact Logix L32E Allen Bradley	208
Fig A.28	Conexión cable RS-232	208
Fig A.29	Colocación de módulos	210
Fig A.30	Descripción de componentes PanelView C600	211

ÍNDICE DE TABLAS

Tab. 1.1	Tabla de termopares	38
Tab. 1.2	Termorresistencias	39
Tab. 1.3	Rtd de platino vs Termopar	40
Tab. 1.4	Unidades de medidas inglesas	47
Tab. 1.5	Sistema Internacional (SI)	48
Tab. 1.6	Aproximaciones de presión más comunes	49
Tab. 1.7	Ejemplo de pérdidas de presión	53
Tab. 1.8	Parámetro PID de respuesta escalón de Ziegler-Nichols	67
Tab. 1.9	Parámetros de PID segundo método Ziegler.Nichols	68
Tab. 3.1	Dimensiones y Capacidades de los Tanques y maqueta didáctica	116

CAPÍTULO I

TEORÍA FUNDAMENTAL DEL PROYECTO

CAPÍTULO I TEORÍA FUNDAMENTAL DEL PROYECTO

1.1 Controlador Lógico Programable (PLC)



Figura 1.1 Controlador Lógico Programable Fuente: www.ab.rockwellautomation.com/es/Programmable-Controllers/MicroLogix-1400

1.1.1 Definición

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller), es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo realduro donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, que de lo contrario no producirá el resultado deseado.

1.1.2 Ventajas y desventajas

Entre las principales ventajas tenemos:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos debido a que no es necesario dibujar el esquema de contactos
- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de la instalación

- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo PLC
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.
- Si el PLC queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

Entre los inconvenientes podemos citar:

 El adiestramiento de técnicos y su costo. Al día de hoy estos inconvenientes se van haciendo cada vez menores, ya que todos los PLC comienzan a ser más sencillos de programar, algunos se los programa con símbolos. En cuanto al costo tampoco hay problema, ya que hay Controladores Lógicos Programables para todas las necesidades y a precios ajustados.

1.1.3 Campos de aplicación

Su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc. Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Maniobra de máquinas.
- Señalización y control.

1.1.4 Clasificación del PLC

Debido a la gran variedad de tipos distintos de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en su aspecto físico y otros, se dividen en:

Autómata compacto Autómata semimodular Autómata modular

1.1.4.1 Autómata compacto

Son de estructura compacta. Incorporan en la unidad central los módulos entrada – salida e incluso el acoplador de comunicaciones. Ejemplos de estos autómatas son el LOGO de Siemens. Su potencia de proceso suele ser muy limitada dedicándose a controlar máquinas muy pequeñas o cuadros de mando.



Figura 1.2 LOGO (Ejemplo de autómata compacto) Fuente: <u>www.spanish.alibaba.com/product-free/siemens-logo-6ed-1052</u>

1.1.4.2 Autómata semimodular

Separa las E/S del resto del Controlador Lógico Programable, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación y separadamente las unidades de E/S. Este tipo está limitado en sus posibilidades de ampliación, su potencia de proceso, aunque superior a los compactos es también limitado.



Figura 1.3 Autómata TSX Micro de Telemecanique (semimodular) Fuente: www.cl.rsdelivers.com/product/telemecanique/tsx3721001

1.1.4.3 Autómata modular

Su característica principal es la de que existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que componen el PLC como puede ser una fuente de alimentación, CPU, E/S, etc. Son los PLC de gama alta los que suelen tener una estructura modular, que permiten una gran flexibilidad en su constitución.



Figura 1.4 PLC Mitsubishi (Autómata modular) Fuente: <u>www.mewdevenezuela.com/productos/plc/PLCModularesQ.htm</u>

1.1.5 ESTRUCTURA DE UN PLC

Un PLC está constituido básicamente por los siguientes elementos:

- Fuente de Alimentación.- La cual proporciona los voltajes necesarios para el funcionamiento del sistema
- Unidad Central de Proceso (CPU).-Interpreta las instrucciones del programa de usuario y consulta el estado de las entradas. Dependiendo de dichos estados y del programa, ordena la activación de las salidas deseadas.
- **Memorias.-**Existen varios tipos de memorias:

RAM. Memoria de lectura y escritura.ROM. Memoria de solo lectura, no reprogramable.EPROM. Memoria de solo lectura, reprogramables con borrado por ultravioletas.

EEPROM. Memoria de solo lectura, alterables por medios eléctricos.

- Interface de entrada.- Permiten conectar a los autómatas captadores de tipo todo o nada como por ejemplo sensores, pulsadores en el caso de entradas digitales, y transmisores de presión, temperatura, nivel, etc, en el caso de entradas análogas.
- Interface de salida.- Permite al autómata programable actuar sobre los preaccionadores y accionadores que admitan ordenes del tipo todo o nada como por ejemplo, contactores, válvulas solenoides, etc, en el caso de salidas digitales, y control de variadores de velocidad, control de válvulas proporcionales, etc, en el caso de salidas análogas.
- Unidad de programación.- Es el programa que se diseña en el cual va todas las lógicas y condiciones para que funcione nuestro sistema.
- Interface de comunicación.- Es un medio de comunicación entre todos los módulos de expansión del PLC.



Figura 1.5 Estructura Interna de un PLC Fuente: Autores

1.2 Variables de control de procesos.

En todos los procesos es absolutamente necesario controlar y mantener constantes algunas magnitudes, tales como la presión, el caudal, el nivel, la temperatura, etcétera. Los instrumentos de medición y control permiten el mantenimiento y la regulación de estas constantes en condiciones más idóneas que las que el propio podría realizar.

En los inicios de la era industrial, el operario llevaba a cabo un control manual de estas variables utilizando solo instrumentos simples, manómetros, termómetros, válvulas manuales etc., control que era suficiente por la relativa simplicidad de los procesos.

Sin embargo, la gradual complejidad con que estos se han ido desarrollando ha exigido su automatización progresiva por medio de los instrumentos de medición y control. Estos instrumentos han ido liberando al operario de su función de actuación física directa en la planta y al mismo tiempo, le han permitido una labor única de supervisión y de vigilancia del proceso desde centros de control situados en el propio proceso o bien en salas aisladas separadas; así mismo, gracias a los instrumentos ha sido posible fabricar productos complejos en condiciones estables de calidad y de características semejantes, condiciones que al operario le serian imposibles o muy difíciles de conseguir, realizando exclusivamente un control manual.



Fig. 1.6 Control de Procesos en forma manual Fuente: Instrumentación de control de Procesos / Autor Juan Carlos Maraña

El libro de Instrumentación de Control de Procesos de Juan Carlos Maraña nos presenta una definición muy acertada de lo que es la clasificación de los instrumentos de control.

1.3 Clasificación de los instrumentos

1.3.1 Elementos Primarios

Son aquellos instrumentos que están en contacto con el fluido o variable, utilizando o absorbiendo energía del medio controlado para dar al sistema de medición una indicación en respuesta a la variación de la variable controlada. Los ejemplos más típicos son la placa orificio y los elementos de temperatura (termopares o termoresistencias). Cabe indicar que a los instrumentos compactos como manómetros, termómetros, transmisores de presión, etcétera, ya se supone que el elemento primario está incluido dentro del propio instrumento¹

1.3.2 Transmisores

Son aquellos instrumentos que captan la variable de proceso, generalmente pueden ser a través de un elemento primario, y la transmiten a distancia en forma de señal neumática (3-15 psi), electrónica (4-20mA), pulsos protocolizados (hart) o bus de campo (FieldbusFoundation, Profibus, etc.). Estos instrumentos dan una señal continua de la variable de proceso.

Dentro de los transmisores los hay ciegos (sin indicador local) y con indicador local incorporado.²

1.3.3 Indicadores Locales

Son aquellos que captan la variable de proceso y la muestran en una escala visible localmente. Los indicadores locales más utilizados son los manómetros (presión), termómetros (temperatura), rotámetros (caudal), etc. Normalmente estos instrumentos no llevan electrónica asociada, aunque también se consideran indicadores locales a los indicadores electrónicos conectados a los transmisores. Estos últimos pueden ser analógicos o digitales.³

 ¹MARAÑA, Juan Carlos, *Instrumentación Y Control De Procesos*, Cap. III, 28/04/2005, pag.18.
²MARAÑA, Juan Carlos, *Instrumentación Y Control De Procesos*, Cap. III, 28/04/2005, pag.18.

³MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.18.

1.3.4 Convertidores

Son aquellos instrumentos que reciben un tipo de señal de un instrumento y la modifica a otro tipo de señal.

Pueden ser convertidores de señal neumática a electrónica, de mili voltios a miliamperios, de señal continua a tipo de contacto, etc. Se usan habitualmente por necesidades de los sistemas de control homogeneización.⁴

1.4 Medidas de Presión

La medición de presión es una de las variables más utilizadas en los procesos industriales. Las medidas de presión comúnmente utilizadas en la industria son: Presión relativa o manométrica Presión absoluta Presión diferencial "En cuanto a las unidades utilizadas para las presiones, las más utilizadas son bar, kg/cm, mm.c.a, para la mayoría de los procesos. En proyectos americanos la unidad de presión por excelencia es el Psi."⁵

"Para definir la clasificación de las diferentes tecnologías, diversos autores utilizan diferentes clasificaciones cada una de ellas basadas en diferentes conceptos. Una clasificación acorde con las prácticas más habituales de utilización es la siguiente clasificación."6

1.4.1 Indicadores Locales de Presión

Los indicadores de presión o manómetros más utilizados son los basados en el tubo "bourdon". El tubo bourdon es un tubo de sección elíptica que forma un anillo casi completo, cerrado por un extremo. Al aumentar la presión en el interior del tubo, este tiende a enderezarse y el movimiento es transmitido a la aguja indicadora. El metal solo se puede deformar dentro de un rango limitado para evitar la deformación permanente. El material habitualmente utilizado suele ser acero inoxidable o aleaciones especiales tipo hastelloy o monel. Los rangos de utilización son desde 0 bar a cientos de bar.⁷

⁴MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.19.

⁵MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.20.

⁶MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.20.

⁷MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.20.



Fig. 1.7 Tubo de Bourdon

Fuente: Internet / /www.sapiensman.com/neumatica/images/Bourdon1

Otra tecnología de medición local de presión, es con la utilización de manómetros de diafragma. El diafragma consiste en una o varias cápsulas circulares conectadas rígidamente entre sí por soldadura, de forma que al aplicar presión, cada cápsula se deforma y la suma de los pequeños desplazamientos es amplificada por un juego de palancas. Al aplicar presión, el movimiento se aproxima a una relación lineal en un intervalo de medida lo más amplio posible con un mínimo de histéresis y de desviación permanente en el cero del instrumento. Se suelen emplear para pequeñas presiones⁸



Fig. 1.8 Manómetro de Diafragma Fuente: Internet / www. Manómetro tipo diafragma

1.4.2 Interruptores de presión

"Los interruptores de presión o presostatos, utilizan las mismas tecnologías que los manómetros, con la diferencia que se les incluye un contacto eléctrico calibrado a un valor de la presión llegada a dicho valor."⁹

 ⁸MARAÑA, Juan Carlos, *Instrumentación Y Control De Procesos*, Cap. III, 28/04/2005, pag.20.
⁹MARAÑA, Juan Carlos, *Instrumentación Y Control De Procesos*, Cap. III, 28/04/2005, pag.21.



Fig. 1.9 Presostato

Fuente: Internet / www.frielectric.com/images/Presostato

1.4.3 Transmisores de Presión

Este tipo de instrumentos de presión convierten la deformación producida por la presión en señales eléctricas. Tiene la necesidad de incluir una fuente de alimentación eléctrica, mientras que tiene como ventaja las excelentes características dinámicas, es decir, el menor cambio producido por deformación debida a la presión, es suficiente para obtener una señal perfectamente detectable por sensor.¹⁰

A continuación se relata las tecnologías más habituales para los transmisores de presión y diferencial.

1.4.3.1 Transmisores de Presión Capacitivos

Son instrumentos que se basan en la variación de capacidad que se produce en un condensador al desplazarse una de sus placas por la aplicación de presión. La placa móvil tiene forma de diafragma y se encuentra situada entre dos placas fijas. De este modo se tiene dos condensadores, uno de capacidad fija o de referencia y el otro de capacidad variable. Tienen un tamaño reducido, son robustos y adecuados para medidas estáticas y dinámicas. La precisión es el orden de 0.2 - 0.5% (bastante buena).¹¹

1.4.3.2 Transmisores de Presión Resistivos.

Son instrumentos que se consisten en un elemento elástico (tubo bourdon o capsula), que varia la resistencia óhmica de un potenciómetro en función de la presión. Son instrumentos sencillos y la señal de salida es potente, por lo que no requiere de amplificación.

¹⁰MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.21.

¹¹MARAÑA, Juan Carlos, *Instrumentación Y Control De Procesos*, Cap. III, 28/04/2005, pag.21.

Son insensibles a pequeñas variaciones, sensibles a vibraciones y tienen peor estabilidad que otras tecnologías. La precisión es del orden de 1-2% (bastante baja).¹²

1.4.3.3 Transmisores de Presión Piezoeléctricos

Los elementos piezoeléctricos son materiales cristalinos que, al deformarse físicamente por la acción de una presión generan una señal eléctrica. Son elementos ligeros, de pequeño tamaño y construcción robusta. Son sensibles a los cambios de temperatura y requieren de amplificadores de señal. La estabilidad en el tiempo es bastante pobre.¹³

1.4.3.4 Transmisores de Presión Piezoresistivos o "StrainGage"

Están basados en la variación de longitud y diámetro, y por lo tanto de resistencia que tiene lugar cuando un hilo de resistencia se encuentra sometido a una tensión mecánica por la acción de una presión. El hilo o galga forma parte de un puente de Wheatstone, que cuando está sin tensión tiene una resistencia eléctrica determinada. Cualquier variación de presión que mueva el diafragma del transductor cambia la resistencia de la galga y desequilibra el puente. Una innovación de esta tecnología lo constituyen los transductores de presión de silicio difundido, al que se le añade microprocesadores para añadir inteligencia al instrumento. La precisión es del orden de 0.2%.¹⁴

1.4.3.5 Transmisores de Presión de Equilibrio de Fuerzas

En estos transmisores el elemento mecánico de medición (tubo bourdon, espiral, fuelle, etc.) ejerce una fuerza sobre una barra rígida del transmisor. Para cada valor de presión, la barra adopta una posición determinada excitándose un transductor de desplazamiento tal como un detector de inductancia, un transformador diferencial o un detector fotoeléctrico.

Un circuito oscilador asociado con cualquiera de estos detectores alimenta una unidad magnética y la fuerza generada reposiciona la barra de equilibrio de fuerzas. Se caracteriza por tener un movimiento muy pequeño de la barra de equilibrio, poseen realimentación, buena elasticidad y alto nivel de señal de salida. Son sensibles a las

¹²MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.22.

¹³MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.22.

¹⁴MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.22.

vibraciones, por lo que su estabilidad es pobre. Su precisión es del orden de 0,5-1%.¹⁵



Fig.1.10 Transmisor de Presión

Fuente: Instrumentación de control de Procesos / Autor Juan Carlos Maraña

1.5 Medidas de Temperatura

La medida de temperatura constituye una de las mediciones más comunes y más importantes que se efectúan en los procesos industriales. Las limitaciones del sistema de medida quedan definidas en cada tipo de aplicación por la precisión, por la velocidad de captación de la temperatura, por la distancia entre el elemento de medida y el aparato receptor y por el tipo de instrumento indicador, registrador o controlador necesarios; es importante señalar que es esencial una compresión clara de los distintos métodos de medida con sus ventajas y desventajas propias para lograr una selección óptima del sistema más adecuado.¹⁶

Los instrumentos de temperatura utilizan diversos fenómenos que son influidos por la temperatura y entre los cuales figuran:

- Variaciones en volumen o en estado de los cuerpos (sólidos, líquidos o gases);
- Variaciones de resistencia de un conductor (sondas de resistencia);
- Variaciones de resistencia de un semiconductor (termistores);
- F.e.m creada en la unión de dos metales distintos (termopares);

 ¹⁵MARAÑA, Juan Carlos, *Instrumentación Y Control De Procesos*, Cap. III, 28/04/2005, pag.22.
¹⁶MARAÑA, Juan Carlos, *Instrumentación Y Control De Procesos*, Cap. III, 28/04/2005, pag.37.

- Intensidad de la radiación total emitida por el cuerpo (pirómetros de radiación);
- Otros fenómenos utilizados en laboratorio (velocidad del sonido en un gas, frecuencia de resonancia de un cristal.).

Al igual que casi todas las variables de proceso, las limitaciones de las diferentes tecnologías de medición dependen de la precisión requerida, velocidad de respuesta, condiciones del proceso, etc. A diferencia de otras mediciones, cabe mencionar que las medidas de temperatura, en general, tienen una inercia bastante más elevada que otras variables de proceso como la presión o caudal (casi instantáneas.)¹⁷

Otro factor importante a tener en cuenta en las medidas de temperatura es la necesidad de instalar un elemento de protección entre el sensor y el proceso, llamado termopozo, vaina o "thermowell". Dicho elemento debe diseñarse y coordinarse de acuerdo a las especificaciones mecánicas del proyecto.¹⁸

1.5.1 Indicadores locales de Temperatura (termómetros).



Fig.1.11 Termómetro de Carátula

Fuente: Instrumentación de control de Procesos / Autor Juan Carlos Maraña

Los indicadores más utilizados en la industria son los termómetros "bimetálicos".

Los termómetros bimetálicos se basan en el diferente coeficiente de dilatación existente entre dos metales diferentes y unidos. La unión mecánica de una aguja al bimetal, hace que por efecto de cambio de temperatura se desplace. Otro tipo de termómetro utilizado es el llamado de termómetro de Bulbo. Estos consisten esencialmente en un bulbo conectado por un capilar a una espiral. Cuando la temperatura

¹⁷MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.22.

¹⁸MARAÑA, Juan Carlos, *Instrumentación Y Control De Procesos*, Cap. III, 28/04/2005, pag.22.
del bulbo varía, el volumen del gas interior varía, enrollándose o desenrollándose la espiral moviendo la aguja en consecuencia.19

Además de un gas, también es posible que los bulbos contengan líquido, vapor o mercurio. Saber, que se suele compensar la temperatura por efecto de longitud del capilar (volumen de tubo) y por variaciones de temperatura ambiente. El campo de actuación suele estar entre 0 y 600 °C.^{20.}

1.5.2 Elementos Primarios de Temperatura.

"En primer lugar cabe indicar que para la transmisión de medidas de temperatura se necesitan dos o tres equipos, que son los termopozo, elemento primario y si se quiere llevar una señal de 4-20 miliamperios, convertidor de temperatura."²¹

"Existen dos tipos de elementos primarios que son los termopares y las termoresistencias. En ambos casos, la adición de un convertidor basado en microprocesador, hace que las señales se conviertan a una forma más estandarizada (4-20 m A, Hart, etc.)."²²

1.5.3 Termopares

El termopar se basa en el efecto descubierto por Seebeck, de la circulación de una corriente en un circuito formado por dos metales diferentes cuyas uniones se mantienen a distinta temperatura. Por el efecto Seebeck y una serie de leyes fundamentales, se ha llegado la conclusión de que el circuito correspondiente se desarrolla una pequeña tensión continua proporcional a la temperatura de la unión de medida, siempre que haya una diferencia de temperaturas con la unión de referencia.²³

Los valores de esta f.e.m. están perfectamente tabulados en tablas de conversión. Existen diferentes tipos de termopares, siendo su diferencia en el tipo de bimetales utilizados y por lo tanto en las f.e.m generadas en función de las temperaturas.

¹⁹MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.38.

²⁰MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.38.

²¹MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.39.

²²MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.39.

²³MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.39.

Se adjunta la tabla de termopares según la denominación, materiales y rangos de actuación.



Tab. 1.1 Tabla de Termopares

Fuente: http://www.maikontrol.com/temperatura/sondas-de-temperatura

1.5.4 Termo resistencias.

Si se construye una bobina de un hilo metálico y se mide su resistencia a una temperatura conocida, se puede utilizar la medida de la resistencia a otra temperatura para conocer esta temperatura, este es el fenómeno en el que se basan las termo resistencias, es por lo tanto una medida indirecta ya que no se mide directamente. Para ello se requiere un circuito de medida para inferir la temperatura partiendo de la resistencia. El circuito habitualmente utilizado es el puente de Wheatstone. En este caso es necesario compensar la resistencia de los cables que forman la línea desde la termo resistencia al sistema de medida.²⁴

Los materiales que se usan normalmente en las sondas de resistencia son el platino y el níquel. El platino es el elemento más adecuado desde el punto de vista de precisión y estabilidad, pero también es el más caro. La sonda más utilizada es la Pt-100 (resistencia de 100 ohmios a 0°C). El níquel es más barato que el platino y posee una

²⁴MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.41.

resistencia más elevada con una mayor variación por grado, sin embargo tiene la desventaja de la linealidad en su relación resistencia temperatura .El cobre es barato y estable pero tiene el inconveniente de su baja resistividad.²⁵

Parámetro	Platino	Cobre	Níquel	Molibdeno
Resistividad a 20 °C, μΩcm	10,6	1,673	6,844	5,7
α, Ω/Ω/Κ	0,00385	0,0043	0,00681	0,003786
R ₀ , Ω a 0°C	25,100,200, 500	10 (20 °C)	50,100, 120	100, 2000, 500,
Margen, °C	-200 a +850	-200 a +260	-80 a +320	-200 a+200

Tab. 1.2Termoresistencias

Fuente: http://sistemasdemedidasycontrol.blogspot.com

1.5.5 Termopares o Termo resistencias.

En cualquier proyecto surge la eterna pregunta a la hora de especificar los elementos primarios de temperatura, ¿Qué instalamos termopares o termo resistencias?

La respuesta a esta pregunta, habitualmente la contestan las especificaciones del cliente final o unos criterios de diseño de cumplimiento.

"Medir la temperatura con un termopar, requiere medir además la temperatura de la junta fría, siendo ésta una fuente de posibles errores, además, se suele instalar el cable de extensión de termopares lo que suele dar un error adicional. Estos errores secundarios suelen ser más importantes que el propio sensor."26

"La exactitud de una termoresistencia es mejor que la de un termopar, ya que no requiere de cables de extensión. Otro factor importante es el concepto de la deriva.

 ²⁵MARAÑA, Juan Carlos, *Instrumentación Y Control De Procesos*, Cap. III, 28/04/2005, pag.41.
²⁶MARAÑA, Juan Carlos, *Instrumentación Y Control De Procesos*, Cap. III, 28/04/2005, pag.42.

"Los termopares son propensos a tener deriva, desviación permanente de una señal que se produce de forma muy lenta a lo largo de un cierto periodo de tiempo, producidos por la propia naturaleza de construcción."²⁷

La velocidad de respuesta es similar en ambos casos, siendo el coste del termopar más barato como equipo, aunque más caro como instalación cuando se requiere cable de compensación.

CARACTERÍSTICA	RTD DE PLATINO	TERMOPAR
Rango normal de trabajo	-100 a 600	-200 a 1500
Exactitud típica	+/- 0.1 °C a 0 °C hasta +/-	+/- 2.2 °C a 0 °C hasta
	1.3 °C a 600 °C.	+/- 10 °C a 1200 °C.
Desviación típica	< +/- 0.1 °C / año	< +/- 5 °C / año
(Deriva)		
Linealidad	Excelente.	Buena.
Ventajas	Mejor exactitud y	Mayor rango de medida.
	estabilidad	
Desventajas	Menos robustos que los	Mayor deriva. Requiere
	termopares. Errores por	compensación de la
	auto calentamiento.	unión fría.

Tab. 1.3: Rtd de platino vs Termopar.

Fuente: Instrumentación de control de Procesos / Autor Juan Carlos Maraña

1.5.6 Convertidores o Transmisores de Temperatura.

Estos equipos son instalados cuando se requiere una medida de 4-20 m A a la entrada del sistema receptor.

Lo que hacen es convertir la señal del termopar o termo resistencia a una señal de salida de 4-20 m A.

²⁷MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.42.

"Hoy en día, los convertidores son capaces de admitir cualquier tipo de elemento primario, siendo solo necesaria una pequeña configuración y calibración. Estos equipos pueden ser instalados en la propia cabeza de conexiones del elemento primario, en un armario (rail DIN), o con una envolvente tipo transmisor."²⁸

1.5.7 Interruptores de Temperatura o Termostatos.

Las tecnologías son las mismas, con la diferencia que se les incluye un contacto eléctrico calibrado a un valor de temperatura, de tal manera que dicho contacto cambia de estado cuando varía la temperatura.²⁹

1.5.8 Calibrador de bloque seco



Figura 1.12: Calibrador de bloque seco Fuente: http://es.omega.com/ppt/pptsc_es.asp?ref=cl1000

El bloque seco es un equipo patrón de temperatura, el cual es empleado como fuente de calor o frío para calibraciones industriales, con los cuales se busca una estabilidad y uniformidad acorde con la incertidumbre deseada, la cual se recomienda esté en una relación de 10:1. Los bloques secos son usados principalmente para la calibración de RTD's, termómetros, termopares, etc. Estos equipos tienen un sensor interno el cual presenta la lectura respectiva en un display en la parte frontal del mismo. El principio de funcionamiento del bloque seco está basado en el efecto peltier. Este efecto no es más que una propiedad termoeléctrica que consiste en la

 ²⁸MARAÑA, Juan Carlos, *Instrumentación Y Control De Procesos*, Cap. III, 28/04/2005, pag.43.
²⁹MARAÑA, Juan Carlos, *Instrumentación Y Control De Procesos*, Cap. III, 28/04/2005, pag.43.

creación de una diferencia térmica a partir de una diferencia de potencial eléctrico. Ocurre cuando una corriente pasa a través de dos metales diferentes o semiconductores que están conectados entre sí en dos soldaduras (Uniones peltier).

Una célula Peltier mueve energía calorífica desde la placa fría a la placa caliente mediante el control de la energía eléctrica proporcionada por una fuente de alimentación. El sentido de movimiento de la energía calorífica es marcado por la polaridad de la corriente eléctrica aplicada. Si sobre una placa se dispone un radiador con resistencia térmica nula con el aire externo de un habitáculo, la temperatura de dicha placa coincidirá con la del aire externo.

Entonces, debido al efecto termoeléctrico, la temperatura de la placa opuesta será superior o inferior a la temperatura de ambiente, como consecuencia de la inyección o extracción de calor producida por la corriente eléctrica aplicada. Para favorecer la inyección o extracción de energía, se debe asegurar una baja resistencia térmica de esta segunda placa con el aire del habitáculo, para lo que es necesario el uso de un disipador y un ventilador. En la figura 3 se observa la presencia de un bloque de aluminio en la placa interna del Peltier. Su finalidad es ampliar la separación entre los dos disipadores, permitiendo así una mayor espesor de aislante térmico, lo que se traduce en menores pérdidas caloríficas.

1.6 Medidas de Nivel

La forma de seleccionar la tecnología para la selección del equipo correcto para la medición de nivel casi siempre depende de dos factores como son el precio y la precisión requerida, aparte de la validez de la tecnología para nuestro proceso.A continuación se da una ligera visión de una selección representativa de las técnicas de medición de nivel más comúnmente utilizadas.

1.6.1 Indicadores de nivel de vidrio

Era la medición de nivel más utilizada en la industria para indicaciones locales, aunque cada vez más, es sustituido por los indicadores de nivel magnéticos. El sistema de medición está basado en el principio de vasos de comunicantes. Se utiliza para líquidos *"limpios". El depósito requiere de dos conexiones para conectar el nivel, instalando entre las conexiones de nivel y el depósito unas válvulas de aislamiento para poder separar ambos sistemas.*³⁰

Ventajas: sencillo de instalar y barato (depende de presiones y temperaturas) Inconvenientes: no válido para fluidos sucios, viscosos, no permite instalar dispositivos para retransmitir las señales.

1.6.2 Indicadores de Nivel Magnéticos

Es la medición de nivel más utilizada en la industria para indicaciones locales. Al igual que los niveles de vidrio, el sistema de medición está basado en el principio de vasos comunicantes, con la diferencia que se sustituye el vidrio transparente por una serie de láminas magnéticas que van cambiando de posición, y por lo tanto de color, a medida que detectan nivel. Se utilizan para cualquier tipo de líquidos compatibles con los materiales de construcción. El depósito requiere de dos conexiones para conectar el nivel, instalado entre las conexiones del nivel y el depósito unas válvulas de aislamiento para poder separar ambos sistemas.³¹

Ventajas: sencillo de instalar y es posible utilizar con altas presiones y temperaturas. Se le pueden acoplar contactos para utilizar como interruptor de nivel.

Inconvenientes: no válido para fluidos sucios o viscosos.



Fig.1.13 Indicador de Nivel Magnético

Fuente: Internet / <u>http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/indicador-de-</u> <u>nivel-magnetico</u>

³⁰MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.44.

³¹MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.44.

1.6.3 Indicadores de nivel con Manómetros.

Medición de nivel sencilla se puede utilizar en tanques atmosféricos donde no se requiere una alta precisión. El método consiste en instalar un manómetro diferencial en la parte baja del depósito, con una conexión al tanque y la otra a la atmósfera. De esta manera el manómetro medirá la columna de agua correspondiente. En caso de líquido no sea agua, se debe compensar la medida con la densidad del líquido. El manómetro se debe solicitar con la escala en "%" o calibrada en mm.c.a., m.c.a., etc.

Ventajas: sencillo de instalar y muy barato.

Inconveniente: poco preciso y sensible a los cambios de densidad.

1.6.4 Indicadores de Nivel de Cinta, regleta o flotador/ cuerda

Es una forma de medir nivel local de manera sencilla y utilizada principalmente en tanques atmosféricos, donde por la dimensión del mismo no sale rentable la instalación de otra tecnología de medición. El sistema consiste en un flotador, un cable fino, dos apoyos y un contrapeso en la parte exterior del tanque. En la parte exterior del tanque se coloca una varilla graduada, que con la posición del contrapeso indica el nivel del tanque. Este tipo de medición no suele utilizarse en mediciones de unidad de proceso, siendo su uso en grandes depósitos de almacenamiento de agua, gasóleo, etc.³²

Ventajas: Tecnología sencilla, adecuada para diversos productos y precisos.

Inconvenientes: no válida para fluidos sucios o viscosos, y requiere de una instalación mecánica un poco complicada.



Fig. 1.14 Interruptor de Nivel Flotador. Fuente: Internet / http://mx.magnetrol.com/Images/Products/T20

³²MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.44.

1.6.5 Transmisores de Nivel por Presión Hidrostática y Diferencial.

Es una medición de nivel sencilla y basada en el mismo sistema que "Indicadores de nivel con manómetro". La presión hidrostática de la columna de líquido se mide directamente con un transmisor de presión o de presión diferencial. El transmisor se monta en la parte más baja del depósito. En el caso de depósitos presurizados, es necesaria la instalación de un transmisor de presión deferencial, de modo que a un lado de la cámara se mida la presión ejercida por la columna del líquido, más la sobrepresión del proceso, en el otro solo la sobrepresión. De esta manera la diferencia de presión es el peso de la columna de líquido. Lo más habitual es estos casos es la utilización de un transmisor de presión diferencial, pero también se podría utilizar dos transmisores de presión relativa.³³

Ventajas: sistema bastante sencillo y buena precisión.

Inconvenientes: sistema que depende de la densidad y relativamente costos por la instalación requerida.

1.6.6 Transmisores de Nivel Capacitivos.

Es una medición de nivel bastante utilizada y al principio de medición consiste en una sonda metálica (aislada) y la propia pared del depósito actúa como dos placas de un condensador. La capacidad del condensador depende del medio que hay entre la sonda y la pared. Si sólo hay aire, es decir, si el depósito está vacío, la capacidad del conductor es baja. Cuando parte de la sonda esté cubierta por el producto, la capacidad se incrementará. El cambio en la capacidad se convertirá a una medida estándar, habitualmente siendo esta de 4-20 m A. Este es u método de medición de nivel que se utiliza tanto como transmisor de nivel como interruptor de nivel. En aquellos casos en los que se pueda producir una interface de productos (agua-lodo, aceiteagua, etc.) es una tecnología bastante utilizada.³⁴

Ventajas: adecuada para productos corrosivos.

Inconvenientes: por el principio de medición utilizado, está limitado a productos con propiedades eléctricas constantes.

 ³³MARAÑA, Juan Carlos, *Instrumentación Y Control De Procesos*, Cap. III, 28/04/2005, pag.50.
³⁴MARAÑA, Juan Carlos, *Instrumentación Y Control De Procesos*, Cap. III, 28/04/2005, pag.51.

1.6.7 Transmisores de Nivel Ultrasónicos

Es una medición de nivel bastante utilizada cuando se pretende evitar el contacto entre el instrumento y el producto, por problemas de agresividad del producto, etc.

Consisten en que el método de reflexión del sonido se basa en el principio de retorno de un pulso de sonido emitido por un sensor. El pulso ultrasónico emitido se refleja en la superficie del producto y el mismo sensor vuelve a detectarlo después de un tiempo. El tiempo de retorno es proporcional a la altura vacía del tanque y por lo tanto al nivel del mismo. Este tiempo de retorno es convertido a señal estándar de 4-20 m A.³⁵

Ventajas: adecuado para productos que sean problemáticos al contacto.

Inconvenientes: da problemas en aquellos productos que pueden formar espuma. No es apto para fluidos a altas presiones y temperaturas, así como para procesos al vacío.³⁶



Fig. 1.15 Transmisores de Nivel Ultrasónico

Fuente:<u>http://www.koboldmessring.com/fileadmin/koboldfiles/media/medidor_c</u> <u>ontador_de_flujo_tipo_ultrasonico</u>

1.7 Sistemas de Medidas.

Los sistemas más destacados en nuestro medio son el sistema inglés y el sistema métrico decimal.

1.7.1 Sistema Inglés.

El sistema inglés predominó mucho tiempo sobre todo durante la era de la revolución industrial, tenía como referencia partes del cuerpo humano o cosas que habían en la

³⁵MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.51.

naturaleza, por ejemplo la unidad para las medidas de longitud es la pulgada, para las de peso es la libra, para las de potencia es el caballo de fuerza etc. Los múltiplos para algunas de las unidades de medidas inglesas son:

MÚLTIPLO	FACTOR	UNIDAD
Pie	x 12	= Pulgada
Yarda	x 36	= Pulgada
Milla	x 63360	= Pulgada
Arroba	x 25	= Libra
Quintal	x 100	= Libra
Tonelada	x 2200	= Libra

Tab. 1.4 Unidades de medidas Inglesas Fuente: Los Autores

Los submúltiplos generalmente se manejan como fracciones de la unidad, ejemplo $\frac{1}{2}$ pulgada, $\frac{1}{4}$ de libra, $\frac{3}{4}$ de caballo de fuerza o HP etc.

1.7.2 Sistema Internacional (SI).

El sistema de medidas que actualmente tiene el mundo es el sistema Internacional (SI) a pesar de la resistencia que algunos países tienen para adoptarlo y hay otros países como el nuestro que no terminamos de usarlo completamente por la costumbre e influencia de otros países desarrollados.

En 1960 la Décimo Primera Conferencia General sobre pesas y medidas redefinió algunas de las unidades métricas originales y amplió el sistema para incluir otras medidas físicas y de ingeniería. A este sistema se lo llamó el (SI).

Las unidades básicas son: metro, gramo, segundo, ampere, kelvin, mol, candela, radián y estéreo radián.

1000 ⁿ	10 ⁿ	Prefijo	Símbolo	Escala Corta	Escala Larga	Equivalencia Decimal en los Prefijos del SI	Asignación
1000 ⁸	10 ²⁴	yotta	Y	Septillón Cuatrillón		1 000 000 000 000 000 000 000 000	1991
1000 ⁷	10 ²¹	zetta	Z	Sextillón	Mil trillones	1 000 000 000 000 000 000 000	1991
1000 ⁶	10 ¹⁸	exa	E	Quintillón	Trillón	1 000 000 000 000 000 000	1975
1000 ⁵	10 ¹⁵	peta	P	Cuatrillón	Mil billones	1 000 000 000 000 000	1975
1000 ⁴	10 ¹²	tera	т	Trillón	Billón	1 000 000 000 000	1960
1000 ³	10 ⁹	giga	G	Billón	Mil millones (o millardo)	1 000 000 000	1960
1000 ²	10 ⁶	mega	М		Millón	1 000 000	1960
1000 ¹	10 ³	kilo	k		Mil	1 000	1795
1000 ^{2/3}	10 ²	hecto	h	Centena		100	1795
1000 ^{1/3}	10 ¹	deca	da / D	Decena		10	1795
1000 ⁰	10 ⁰	nin	iguno		Unidad	1	
1000 ^{-1/3}	10 ⁻¹	deci	d		Décimo	0.1	1795
1000 ^{-2/3}	10 ⁻²	centi	с	C	Centésimo	0.01	1795
1000 ⁻¹	10 ⁻³	mili	m		Milésimo	0.001	1795
1000-2	10 ⁻⁶	micro	μ	N	lillonésimo	0.000 001	1960
1000 ⁻³	10 ⁻⁹	nano	n	Billonésimo	Milmillonésimo	0.000 000 001	1960
1000 ⁻⁴	10 ⁻¹²	pico	р	Trillonésimo	Billonésimo	0.000 000 000 001	1960
1000 ⁻⁵	10 ⁻¹⁵	femto	f	Cuatrillonésimo	Milbillonésimo	0.000 000 000 000 001	1964
1000 ⁻⁶	10 ⁻¹⁸	atto	а	Quintillonésimo	Trillonésimo	0.000 000 000 000 000 001	1964
1000 ⁻⁷	10 ⁻²¹	zepto	z	Sextillonésimo	Miltrillonésimo	0.000 000 000 000 000 000 001	1991
1000 ⁻⁸	10 ⁻²⁴	yocto	у	Septillonésimo	Cuatrillonésimo	0.000 000 000 000 000 000 000 001	1991

Tab. 1.5 Sistema Internacional (SI)

Fuente: http://es.mediciones/Sistema Internacional_de_Unidades

1.8 Presión.

Es la unidad de la fuerza normal (perpendicular) que obra sobre una superficie o fluido por unidad de área. En forma de ecuación, se la expresa como:

P=F/A

Donde: P= presión F= fuerza A= área Para el caso de los fluidos sometidos a presión, estos ejercen una fuerza perpendicular sobre cualquier superficie que esté en contacto con él.

1.8.1 Presión Atmosférica.

Es la que se produce debido al peso que soporta la Tierra y los seres que vivimos en ella, debido a los 2500 Km. de capa de aire o capa atmosférica.

Las aproximaciones de medidas de presión más comunes son:

1atm.	≈ 1 bar
	$\approx 1 \text{ kg/cm2}$
	\approx 14.7 lb/ pulg2
	≈ 100000 Pa.
	≈ 100 KPa.
	$\approx 0,1$ MPa
	$\approx 10 \text{ mca}$

Tab. 1.6 Aproximaciones de Presión más comunes Fuente: Seminario de Bombas Montepiedra

La presión atmosférica tendrá diferentes valores dependiendo de la posición con respecto al nivel del mar con que se la mida, así la presión atmosférica medida en la sierra será menor que si se mide al nivel del mar dado que soporta menor cantidad de capas de aire atmosférico.

Presión absoluta = Presión atmosférica + Presión manométrica (1)

De donde:

Presión manométrica= Presión absoluta – Presión Atmosférica (2)

1.8.2 Vacío.

Se dice que dentro de un sistema hay "vacío" o presión de vacío cuando su presión absoluta está por debajo de la atmosférica. En este caso el manómetro marcará presiones negativas de acuerdo con la ecuación (2).

Estas presiones son muy usadas en los equipos de refrigeración y en los equipos de transportación neumática por succión, además de las aspiradoras domésticas de polvo.

1.8.3 Tipos de manómetros.

Los más comunes son los de carátula accionadas interiormente por un tubo de Bourdon. Hay otros tipos de manómetros como son los de columna de agua y los de mercurio.

Los manómetros tipo Bourdon se los solicita indicando diámetro, carátula, tipo de salida (posterior e inferior), escala, material, diámetro de la toma.



Fig. 1.16 Manómetro Tipo Bourdon Fuente: Autores

1.9 Temperatura.

De acuerdo con la teoría cinética, la temperatura es una medida de la energía cinética en traslación de la molécula.

Macroscópicamente, temperatura es una medida escalar que se basa en:

- 1. Dos cuerpos en algún momento llevan al equilibrio térmico.
- Se establece patrones de referencia que arbitrariamente fueron la temperatura de enfriamiento y ebullición.
- 3. El elemento que nos va a dar los valores de temperatura tiene que comportarse proporcionalmente en las variaciones de temperatura.

Es así que nace dos unidades de medidas de temperatura internacionalmente aceptadas que son los grados Celsius (°C) y los grados Fahrenheit (°F).

- En el primero el agua se congela a 0°C y hierve a 100°C.
- El segundo el agua se congela a 32°F y hierve a 212°F.

Siempre a una presión atmosférica de 1 atm.

La relación entre ambas escalas es:

°C = 5 / 9 (°F- 32) °F= 9 / 5 ° C + 32

1.10 Densidad.

En el caso de un fluido homogéneo, es su masa dividida para su volumen.

d= m / V Donde: d= densidad m= masa v= volumen

Para el caso de un fluido la densidad puede depender de muchos factores tales como la temperatura y presión a la que están sometidos. Para el caso de líquidos la densidad varía muy poco dentro de amplios rangos de presión y temperatura y por lo tanto podemos tratarla como constante. En cambio, para el caso de gases, la densidad es muy sensible a los cambios de presión y de temperatura.

1.11 Bombas.

Las bombas como toda máquina, son transformadas de energía, ya que reciben energía mecánica del motor en el eje y la transforman en energía hidráulica entregada al fluido en forma de presión y caudal.

1.11.1 Límites de una bomba.

Las bombas están limitadas al conjunto de elementos que están entre la brida de entrada y brida de salida. Cualquier mal funcionamiento entre estas dos partes es imputada a la bomba, caso contrario el mal funcionamiento sería causado por la instalación.

1.11.2 Componentes básicos.

Partes principales:

- Impulsor (rodete, impeler, turbina)
- Carcasa (voluta)
- Eje

Partes secundarias:

- Sello (sello mecánico o prensa estopa)
- Corona directriz
- Otros (rodamientos, acople o matrimonio, etc.)

1.11.3 Pérdidas de potencia en las bombas.

Las pérdidas de potencia en una bomba pueden deberse a varias causas. El siguiente cuadro resume los motivos por los que una bomba puede entregar menos potencia de la que recibió en el eje.



Fig.1.23 Pérdidas de una bomba Fuente: Autores

1.11.4 Cavitación y Golpe de Ariete.

En el funcionamiento de las bombas centrifugas, existen dos fenómenos poco conocidos que pueden ocasionar serios daños a estos equipos. Son la cavitación y el golpe de ariete.

1.11.4.1 Cavitación.

Son burbujas en el líquido que pueden explotar violentamente contra la superficie. Es un fenómeno que se produce siempre que se produce siempre que la presión en algún punto o zona de la corriente de un líquido desciende por debajo de un valor que es el de vapor saturado (presión a la que hierve el agua).

PRESIÓN (Kg/cm2)	Temperatura a la que hierve el agua (°C)
1.033	100
0.125	50
0.032	25

Tab.1.7Ejemplo de pérdidas de presión Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la tabla, si las pérdidas de presión son tan grandes que el agua llega a la bomba con una presión tan baja como 0.032 kg/cm2 como indica la tabla, el agua puede llegar a hervir incluso a temperatura ambiente. Esta burbuja de vapor puede implotar violentamente al subir la presión bruscamente a su paso a

través de los alabes de la bomba. Este fenómeno suele dejar abolladuras redondas en el metal, que antes se las confundía con corrosión.

El riesgo de cavitación es mayor cuando.

- La presión atmosférica es menor.
- La temperatura del fluido es mayor.
- Las pérdidas en la tubería de succión son mayores

La cavitación se la puede controlar ya sea sobre la presión de aspiración colocando tubería de mayor diámetro, evitando filtro, cheques, válvulas, colocando menor cantidad posible de codos.

También se puede evitar la cavitación cerrando parcialmente la válvula de descarga de la bomba.

1.11.4.2 Golpe de Ariete.

Son sobrepresiones y depresiones momentáneas en el sistema de tuberías. En un sistema de bombeo, los golpes de ariete se pueden producir por:

- Para el motor de la bomba sin cerrar antes la válvula de descarga si es que no tiene válvula anti retorno o cheque.
- Cortes de energía sin haber realizado el procedimiento anterior.
- Cierre brusco de la válvula de descarga sin tener ningún dispositivo que absorba la sobrepresión.

Soluciones:

1 Cerrar lentamente la válvula de descarga.

- 2 Aumentar el diámetro de la válvula de descarga para bajar la velocidad.
- 3 Bombas con volantes que mantengan la inercia en paradas bruscas.

1.12 Definiciones de control

1.12.1 Campo de medida (rango)

Espectro o conjunto de valores que están comprendidos dentro de los limites superior e inferior de la capacidad de medida o de transmisión del instrumento; viene expresado estableciendo los 2 valores extremos. Por ejemplo: En la figura siguiente se observa un termómetro de -20 a 50 C (Rango)



Figura 1.17 Termómetro Análogo <u>http://spanish.alibaba.com/product-gs-img/analog-thermometer-</u> <u>518745350.html</u>

1.12.2Alcance (span)

Es la diferencia algebraica entre los valores superior e inferior del campo de medida del instrumento. Con la grafica anterior podremos decir que el span = 70

1.12.3 Error

Es la diferencia algebraica entre el valor leído o transmitido por el instrumento y el valor real de la variable medida. Si el proceso está en condiciones de régimen permanente existe el llamado error estático. En condiciones dinámicas el error varía considerablemente debido a que los instrumentos tienen características comunes a los sistemas físicos: absorben energía del proceso y esta transferencia requiere cierto

tiempo para ser transmitida la cual da retardos en la lectura del instrumento, su valor depende del tipo de fluido del proceso, de su velocidad, del elemento primario (bulbo, termopar, etc.).

1.12.4 Error medio

Es la media aritmética de los errores en cada punto de la medida determinados por todos los valores crecientes y decrecientes de la variable medida.

Cuando una medición se realiza con varios instrumentos, colocados uno a continuación de otro, el valor final de la medición estará formado por los errores inherentes a cada uno de los instrumentos.

Si el límite del error relativo de cada instrumentos es \pm a, \pm b, \pm c, \pm d, etc, el máximo error posible en la medición será la suma de los valores anteriores, es decir: \pm (a +b +c +d +, etc)

Ahora bien, como es improbable que todos los instrumentos tengan el mismo el error máximo en todas las circunstancias de la medida, suele tomarse como error total de una medición la raíz cuadrada de la suma algebraica de los cuadrados de los máximos errores de los instrumentos, es decir, la expresión:

$$\pm \sqrt{(a^2 + b^2 + c^2 + d^2)}$$

1.12.5 Incertidumbre de la medida

Es la dispersión de los valores que pueden ser atribuidos razonablemente al valor verdadero de la magnitud medida. En el cálculo de la incertidumbre intervienen la distribución estadística de los resultados de serie de mediciones, características de los equipos, etc.

Cuando se dispone de una sola medida, la incertidumbre es:

 $i = K\sigma$

Donde:

K = factor que depende del nivel de confianza (K= 2 para el 95%)

 σ = desviación típica del instrumento dada por el fabricante

1.12.6 Exactitud

Es la concordancia entre un valor obtenido experimentalmente y el valor de referencia. Es función de la repetibilidad y de la calibración del instrumento.

1.12.7 Precisión

Es el grado de concordancia entre una serie de determinaciones obtenidas de repetir la medición y se expresa como la desviación estándar relativa o el coeficiente de variación.

1.12.8 Zona muerta

Es el campo de valores la de variable que no hace variar la indicación o la señal de salida del instrumento, es decir, que no produce su respuesta. Viene dada en tanto por ciento de la medida.

1.12.9 Repetibilidad

Es la precisión de resultados de medición expresada como la concordancia entre determinaciones o mediciones independientes realizada bajo las mismas condiciones (operador, tiempo, aparato, lugar, método)

1.12.10 Resolución

Es el mínimo valor confiable que puede ser medido en un instrumento. En el caso de la gráfica la resolución seria 0.2 bar



Figura 1.18 Manómetro (Resolución 0.2) http://www.directindustry.es/prod/afriso-euro-index/manometros-de-tubobourdon-para-alta-presion-16712-355455.html

1.12.11Linealidad

Se define como la cercanía con la cual una curva se aproxima a una línea recta. La linealidad es usualmente medida como una no linealidad

1.12.12Fiabilidad

Medida de probabilidad de que un instrumento continúe comportándose dentro de los límites especificados de error por el lapso determinado de tiempo y bajo condiciones especificas.

1.12.13Ruido

Cualquier perturbación eléctrica o señal accidental no deseadas que modifica la transmisión, indicación o registro de datos deseado.

1.12.14Estabilidad

Capacidad de un instrumento para mantener su comportamiento durante su vida útil y de almacenamiento especificadas.

1.12.15Temperatura de servicio

Campo de temperaturas en el cual se espera que trabaje el instrumento dentro de los límites de error especificados.

1.12.16 Vida útil de servicio

Tiempo mínimo especificado durante el cual se aplican las características del servicio continuo e intermitente del instrumento sin que se presenten cambios en su comportamiento más allá de tolerancias especificadas.

1.13. Control PID

Un PID es un mecanismo de control por realimentación que calcula la desviación o error entre un valor medido y el valor que se quiere obtener, para aplicar una acción correctora que ajuste el proceso.

El algoritmo de cálculo del control PID se da en tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo. El valor Proporcional determina la reacción del error actual. El Integral genera una corrección proporcional a la integral del error, esto nos asegura que aplicando un esfuerzo de control suficiente, el error de seguimiento se reduce a cero. El Derivativo determina la reacción del tiempo en el que el error se produce. La suma de estas tres acciones es usada para ajustar al proceso vía un elemento de control como la posición de una válvula de control o la energía suministrada a un calentador, por ejemplo. Ajustando estas tres variables en el algoritmo de control del PID, el controlador puede proveer un control diseñado para lo que requiera el proceso a realizar. La respuesta del controlador puede ser descrita en términos de respuesta del control ante un error, el grado el cual el controlador llega al "set point", y el grado de oscilación del sistema. Nótese que el uso del PID para control no garantiza control óptimo del sistema o la estabilidad del mismo. Algunas aplicaciones pueden solo requerir de uno o dos modos de los que provee este sistema de control.

Un controlador PID puede ser llamado también PI, PD, P o I en la ausencia de las acciones de control respectivas. Los controladores PI son particularmente comunes, ya que la acción derivativa es muy sensible al ruido, y la ausencia del proceso integral puede evitar que se alcance al valor deseado debido a la acción de control.



Figura 1.19 Diagrama de bloque de un control PID. http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo

1.13.1 Significado de PID.

P constante de proporcionalidad: se puede ajustar como el valor de la ganancia del controlador o el porcentaje de banda proporcional. Ejemplo: Cambia la posición de la válvula proporcionalmente a la desviación de la variable respecto al punto de consigna. La señal P mueve la válvula siguiendo fielmente los cambios de temperatura multiplicados por la ganancia.

I constante de integración: indica la velocidad con la que se repite la acción proporcional.

D constante de derivación: hace presente la respuesta de la acción proporcional duplicándola, sin esperar a que el error se duplique. El valor indicado por la constante de derivación es el lapso de tiempo durante el cual se manifestará la acción proporcional correspondiente a 2 veces el error y después desaparecerá. Ejemplo: Mueve la válvula a una velocidad proporcional a la desviación respecto al punto de consigna. La señal I va sumando las áreas diferentes entre la variable y el punto de consigna repitiendo la señal proporcional según el tiempo de acción derivada (minutos/repetición).

Tanto la acción Integral como la acción Derivativa, afectan a la ganancia dinámica del proceso. La acción integral sirve para reducir el error estacionario, que existiría siempre si la constante Ki fuera nula. Ejemplo: Corrige la posición de la válvula proporcionalmente a la velocidad de cambio de la variable controlada. La señal d es la pendiente (tangente) por la curva descrita por la variable.

La salida de estos tres términos, el proporcional, el integral, y el derivativo son sumados para calcular la salida del controlador PID. Definiendo y (t) como la salida del controlador, la forma final del algoritmo del PID es:

$$\mathbf{y}(\mathbf{t}) = \mathbf{M}\mathbf{V}(\mathbf{t}) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) \, d\tau + K_d \frac{de}{dt}$$

1.13.2 Proporcional.

La parte proporcional consiste en el producto entre la señal de error y la constante proporcional para lograr que el error en estado estacionario se aproxime a cero, pero en la mayoría de los casos, estos valores solo serán óptimos en una determinada porción del rango total de control, siendo distintos los valores óptimos para cada porción del rango. Sin embargo, existe también un valor límite en la constante proporcional a partir del cual, en algunos casos, el sistema alcanza valores superiores a los deseados. Este fenómeno se llama sobreoscilación y, por razones de seguridad, no debe sobrepasar el 30%, aunque es conveniente que la parte proporcional ni siquiera produzca sobreoscilación. Hay una relación lineal control (la válvula se mueve al mismo valor por unidad de desviación). La parte proporcional no considera el tiempo, por lo tanto, la mejor manera de solucionar el error permanente y hacer que el sistema contenga alguna componente que tenga en cuenta la variación respecto al tiempo, es incluyendo y configurando las acciones integral y derivativa.

La fórmula del proporcional está dada por:

 $P_{\rm sal} = K_p \, e(t)$

El error, la banda proporcional y la posición inicial del elemento final de control se expresan en tanto por uno. Nos indicará la posición que pasará a ocupar el elemento final de control Ejemplo: Cambiar la posición de una válvula (elemento final de control) proporcionalmente a la desviación de la temperatura (variable) respecto al punto de consigna (valor deseado).



Figura 1.20 Proporcional. http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo

1.13. 3 Integral.

El modo de control Integral tiene como propósito disminuir y eliminar el error en estado estacionario, provocado por el modo proporcional. El control integral actúa cuando hay una desviación entre la variable y el punto de consigna, integrando esta desviación en el tiempo y sumándola a la acción proporcional. El error es integrado, lo cual tiene la función de promediarlo o sumarlo por un período determinado; Luego es multiplicado por una constante I. Posteriormente, la respuesta integral es adicionada al modo Proporcional para formar el control P + I con el propósito de obtener una respuesta estable del sistema sin error estacionario.

El modo integral presenta un desfasamiento en la respuesta de 90° que sumados a los 180° de la retroalimentación (negativa) acercan al proceso a tener un retraso de 270°, luego entonces solo será necesario que el tiempo muerto contribuya con 90° de retardo para provocar la oscilación del proceso. <<< la ganancia total del lazo de control debe ser menor a 1, y así inducir una atenuación en la salida del controlador para conducir el proceso a estabilidad del mismo. >>> Se caracteriza por el tiempo de acción integral en minutos por repetición. Es el tiempo en que delante una señal

en escalón, el elemento final de control repite el mismo movimiento correspondiente a la acción proporcional.

El control integral se utiliza para obviar el inconveniente del offset (desviación permanente de la variable con respecto al punto de consigna) de la banda proporcional.

La fórmula del integral está dada por:

$$I_{\rm sal} = K_i \int_0^t e(\tau) \, d\tau$$

Ejemplo: Mover la válvula (elemento final de control) a una velocidad proporcional a la desviación respecto al punto de consigna (variable deseada).



http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo

1.13.4 Derivativo.

La acción derivativa se manifiesta cuando hay un cambio en el valor absoluto del error; (si el error es constante, solamente actúan los modos proporcional e integral).

El error es la desviación existente entre el punto de medida y el valor consigna, o "Set Point".

La función de la acción derivativa es mantener el error al mínimo corrigiéndolo proporcionalmente con la misma velocidad que se produce; de esta manera evita que el error se incremente.

Se deriva con respecto al tiempo y se multiplica por una constante D y luego se suma a las señales anteriores (P+I). Es importante adaptar la respuesta de control a los cambios en el sistema ya que una mayor derivativa corresponde a un cambio más rápido y el controlador puede responder acordemente.

La fórmula del derivativo está dada por:

$$D_{\rm sal} = K_d \frac{de}{dt}$$

El control derivativo se caracteriza por el tiempo de acción derivada en minutos de anticipo. La acción derivada es adecuada cuando hay retraso entre el movimiento de la válvula de control y su repercusión a la variable controlada.

Cuando el tiempo de acción derivada es grande, hay inestabilidad en el proceso. Cuando el tiempo de acción derivada es pequeño la variable oscila demasiado con relación al punto de consigna. Suele ser poco utilizada debido a la sensibilidad al ruido que manifiesta y a las complicaciones que ello conlleva.

El tiempo óptimo de acción derivativa es el que retorna la variable al punto de consigna con las mínimas oscilaciones

Ejemplo: Corrige la posición de la válvula (elemento final de control) proporcionalmente a la velocidad de cambio de la variable controlada.

La acción derivada puede ayudar a disminuir el rebasamiento de la variable durante el arranque del proceso. Puede emplearse en sistemas con tiempo de retardo considerables, porque permite una repercusión rápida de la variable después de presentarse una perturbación en el proceso.



Figura 1.22 Diagrama Derivativo.

http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo

1.13.5 Ajuste empírico de las variables PID por el método de ZIEGLER-NICHOLS.

En los intentos de crear un sistema de control autónomo que trabaje confiable y sea estable, ZIEGLER-NICHOLS desarrollaron 2 métodos que actualmente han ayudado a alcanzar el objetivo.

En el año de 1942, para procesos industriales, se dependía mucho de los operadores de procesos y el desarrollo de los primeros sistemas PID demoraban horas e incluso días en ajustarse.

Existen 2 métodos de ZIEGLER-NICHOLS:

- Ziegler-Nichols en lazo abierto.
- Ziegler-Nichols en lazo cerrado.

1.13.5.1 Primer método de ZIEGLER- NICHOLS en lazo abierto.

Se obtiene la respuesta a una entrada escalón unitario de manera experimental.

Si es que nuestro modelo de planta no tiene integradores ni polos dominantes complejos conjugados, la curva de respuesta de escalón unitario puede llegar a tener forma de una S.



Figura 1.23 Curva de respuesta. Fuente: ELECTRÓNICA Y SISTEMAS DE CONTROL

La prueba consiste en probar, en primera instancia, el sistema en lazo abierto, para obtener los valores de L (tiempo de retardo) y T (constante de tiempo).





Una vez encontrado los valores de T y L, seguimos el procedimiento de sintonización, los valores para el controlador del proceso podrían obtenerse mediante la siguiente tabla:

Controlador	K _p	K_i	K _d
Р	$\frac{T}{L}$	0	0
PI	$0.9\frac{T}{L}$	$\frac{0.3}{L}$	0
PID	$1.2\frac{T}{L}$	$\frac{1}{2L}$	0.5 <i>L</i>

Tabla 1.8 Parámetros de PID de respuesta escalón de Zigler-Nichols.Fuente: ELECTRÓNICA Y SISTEMAS DE CONTROL

1.13.5.2. Segundo método de ZIEGLER- NICHOLS en lazo cerrado.

La mayoría de los procesos pueden trabajar de manera sostenida a lo largo del tiempo.

Para aplicar este segundo método, debemos hacer que $Ti=\infty$ y Td=0, solamente asignamos valores a Kp hasta obtener una oscilación sostenida. Si de nuestro proceso no se pueden obtener oscilaciones sostenidas, este método no es aplicable.

A este método alternativo de sintonización de PID, también se lo conoce con el nombre de respuesta en frecuencia.

En primer lugar se debe asignar los valores Ki=0 y Kd=0, luego al valor de Kp asignamos un valor bajo y vamos incrementándolo poco a poco hasta lograr un comportamiento oscilatorio mantenido. A este valor lo llamaremos Kcr. Una vez que encontramos este valor, el siguiente dato a conseguir es el Tcr que no es otra cosa, que el tiempo del periodo de oscilación de nuestro sistema.



Figura 1.25 Gráfica de un sistema oscilatorio sostenido de Zigler-Nichols. Fuente: ELECTRÓNICA Y SISTEMAS DE CONTROL

Una vez encontrado los 2 valores necesarios, podemos aplicar la siguiente tabla para hallar las variables de proceso de nuestro sistema PID.

TIPO DE CONTROLADOR	Кр	Ti	Td
Р	0.5* Kc	00	0
PI	0.45 *Kc	1/1.2*Tc	0
PID	0.6* Kc	0.5*Tc	0.125*Tc
			77773407

Tabla 1.9: Parámetros de PID segundo metodo Zigler-Nichols.Fuente: ELECTRÓNICA Y SISTEMAS DE CONTROL

En la práctica real a nivel industrial, se recomienda tratar de no usar el segundo método en sistemas que sean delicados, ya que pueden maltratar sus elementos actuadores o sensores.

CAPÍTULO II

INTRODUCCIÓN A LOS SOFTWARES DE PROGRAMACIÓN

CAPÍTULO II

INTRODUCCIÓN A LOS SOFTWARES DE PROGRAMACIÓN

2.1 Introducción

Para la realización de este proyecto, se programa con los softwares Rockwell de Allen Bradley, entre ellos, RSlinx, RSlogix 5000, Factory Talk. Cabe resaltar que como para trabajar con estos software se requiere tener instalado el Sistema Operativo Windows XP Servi Pack 1, 2 o 3. No funciona ni con Windows Vista, 7 o Superior.

A continuación se detalla cada uno de los estos.

2.2 Introducción al RSlinx

El RSlinx es el software que permite configurar y supervisar la(s) red(es) de comunicación(es) en la(s) que se encuentra conectado el autómata Compact Logic 1500 L32E, este permite al usuario trabajar sobre las comunicaciones PC-PLC o sobre las comunicaciones entre los dispositivos conectados al backplane del autómata mediante ControlBus.



Fig.2.1 Ventana principal de la aplicación RSLinx Fuente: Programa RSlinx

Desde la PC se puede entrar en la CPU del autómata con el software de programación RSLogix.

2.2.1 Iniciando el software de programación RSlinx.

Conecte su PC al procesador. Utilice un Puerto serial macho de 9 pines. La mayoría de laptops no tienen un Puerto serial, solo tienen adaptadores de USB. Para conectar su PC al PLC utilice un convertidor de USB a DB9.



Fig. 2.2 Convertidor USB-DB9 Fuente: MLM-47033054-convertidor-para-usb-a-serial-usb-20-rs232

2.3 Pasos para la comunicación.

a) Cierre el RSlogix 5000 si es que esta abierto y abra el RSlinx



Fig. 2.3 Pantalla de inicio a RSlinx Fuente /Programa RSlinx Lite

 b) Desde la barra principal, elijase Communications enseguida Configure Drivers...



Fig. 2.4 Barra principal RSlinx Fuente: Programa RSlinx

c) En la ventana de configure Drivers, revise la tabla de abajo, hay algunos de los drivers siguientes AB_DF1 o AB_PIC ya configurados, todos estos deben ser borrados para configurar su nuevo driver.

nfigure Drivers		?
Available Driver Types:	Add New	Close
Configured Drivers:		
Name and Description	Status]
AB_DF1-1 DF1 Sta: 0 COM3:PORT CONFLICT	Running	Configure
	Training	Startup
		Start
		Stop
		Delete

Fig. 2.5 Ventana Configure Drivers Fuente: Programa RSlinxClassic

- d) De un clic en la flecha que esta al lado de la caja *Available Driver Types*y la siguiente lista aparece:
- e) De un clic en la opción *RS-232 DF1 devices* y entonces de un clic al botón *Add New...* localizado a la derecha de la lista.

Add New	Help
Clabur	r
Status	Configure.
	Startup
	Start
	Stop
	Delete
	Status

Fig. 2.6 Ventana Available Driver Types Fuente: ProgramaRSlinx Classic
f) La siguiente ventana que aparece será Add New RSLinx Driver. Seleccione el nombre por default AB_DF1-1 y clic OK.

Add New RSLinx Driver	×
Choose a name for the new driver. (15 characters maximum)	ОК
AB_DF1-1	Cancel

Fig. 2.7 Ventana Add New RSLinx Driver Fuente: Programa RSlinxClassic

g) Aparecerá le ventana de *Configure RS-232 DF1 Devices*. Deberá asegurarse que este correctamente seleccionado lo siguiente *Comm Port:* (el puerto donde está conectado el PLC a la PC), (para hacerlo puede verificar en la opción Inicio, luego dar click derecho en Mi PC y damos click en administrar, luego a administrador de dispositivos y buscamos en que puerto COM reconoció la PC el adaptador USB-SERIE), *Device*(Muestra el modelo del PLC.), *StationNumber:* (00). Enseguida de un clic en el botón *Auto-Configure*y entonces aparecerá el mensaje final *Auto-Configuration was Successful*.

Configure RS-232 DF1 Devices			
Device Name: AB_DF1-2			
Comm Port: COM3 Device: Logix 5550 / CompactLogix			
Baud Rate: 19200 Station Number: (Decimal)			
Parity: None Error Checking: BCC			
Stop Bits: 1 Protocol: Full Duplex			
Auto-Configure			
Use Modem Dialer Configure Dialer			
OK Cancel Delete Help			

Fig. 2.8 Ventana Configure RS-232 DF1 Devices Fuente: Programa RSlinxClassic

 h) Si la auto configuración no es exitosa podría aparecer los siguientes mensajes:

1) *Failed to find baud and parity! Check all cables and switch settings!*Esto puede indicar que el Puerto serial para la computadora no está habilitado, el cable está dañado o no está conectado correctamente, o el protocolo para el canal del procesador no está configurado para comunicación RS-232 full dúplex.

2) Unable to verify Settings due to packet time-out! (or Unable to verify settings due to a NAK!) Checkall cables and configuration and try again.

Estos dos mensajes usualmente indican que el canal en el procesador no está configurado para comunicación RS-232 full dúplex.

3) Unable to open specified port for configuration testing!



Fig. 2.9 Ventana Conflicto en el Puerto Serial Fuente: Programa RslinxClassic

Hay conflicto en el Puerto serial. Esta siendo usado por otro driver en Rslinx o por un dispositivo diferente tal como un modem.

i) Asumiremos que la autoconfiguración fue exitosa. Ahora debes cerrar la ventana de *Configure Drivers*, minimice el *Rslinx* y abra el *Rslogix 5000*.

 j) En el lado izquierdo de la pantalla se mostraran un icono de su computadora y un icono del procesador con el cual te estás comunicando:



Fig. 2.10Configure Drivers Fuente: ProgramaRslinx Classic

2.4 Introducción al RSlogix 5000

El RSlogix 5000 es el software que permite configurar, programar y supervisar el funcionamiento del autómata CompactLogix. Para introducirnos en su utilización se crea un proyecto y se configura el módulo de entradas y salidas digitales, y los módulos de entradas y salidas analógicas.



Fig. 2.11 Ventana principal de la aplicación RSlogix 5000 Fuente: Programa RSlinx Profesional

2.4.1 Ventajas del Programa Rslogix 5000 enfocado al proyecto

- Recuperación y almacenamiento automático de proyectos
- Importación y exportación parcial de datos definidos por el usuario.
- Advertencia de verificación de bifurcación en corto de diagrama de lógica de escalera y opción de búsqueda.
- Permite hacer cambio en el programa en línea.
- El software Rslogix 5000 está disponible en chino, inglés, alemán, italiano, japonés, coreano, portugués y español. Las traducciones incluyen ayuda en línea, menús del software, y cuadros de dialogo.
- Permite fragmentar la aplicación en programas más pequeños que pueden volver a utilizarse, rutinas e instrucciones que pueden crearse al utilizar distintos leguajes programación: diagramas de lógica de escalera, diagrama de bloque de funciones, texto estructurado, y diagrama de funciones especiales.
- El aprendizaje es fácil porque cuenta con extenso cursillos y ayudas en línea exhaustivas.
- Permite realizar actualizaciones manuales y automáticas del firmware de módulos.

2.4.2 Iniciando el software de programación RSlogix 5000.

Haga doble clic en el icono *RSlogix 5000* que se encuentra en el escritorio o en el menú de programas, *Inicio* luego *Todos los programas*, clic en *Rockwell Software* clic en *RSlogix Tools* y después en *RSlogix 5000*.



Fig. 2.12 Iniciando el Software de programación RSlogix 5000 Fuente: Programa Rslogix5000

2.5 Creando un nuevo proyecto en el controlador.

1. Haga clic en *Archivo* y luego en *Nuevo* en el menú principal.

New	Ctrl+N		
Open	Ctrl+O		· BBB F Y QQ
Close			Path: <none></none>
Save		and the second	
Seve As,		<	
New Compon	ent 🔅 🖓		Favorites KEtt K Timer/Counter K Input/Output K Compare
Compact			
Print	Corl+P		
Print Options			
Recent File			
T-in			

Fig. 2.13 Creando un nuevo proyecto en el Controlador Fuente: Programa Rslogix5000

2. Hacer los siguientes cambios:

Type: Aquí escogemos el tipo de controlador que vamos a utilizar de una lista desplegable

Revisión: Se elige la misma para los módulos para su comunicación correcta.

Name: Aquí le ponemos el nombre que queramos a nuestro proyecto que vamos a realizar.

Create In: Aquí nos muestra la ruta donde se va a crear el proyecto y seleccionamos *OK*.



Fig. 2.14 Selección del tipo de controlador Fuente: Programa Rslogix5000

Para su información:

ChassisType: Este campo esta deshabilitado si se selecciona un controlador del tipo CompactLogix, DriveLogix, o FlexLogix. Estos controladores no tienen chasis físicos, y por tanto no necesita ser seleccionado, en el caso de controladores CompactLogix L4X, sí existe chasis físico, pero son de un tamaño determinado.

Slot: Para CompactLogix, DriveLogix, y FlexLogix el controlador siempre se encuentra en el Slot 0 del chasis virtual y por tanto este campo esta deshabilitado y se muestra el Slot 0. Para CompactLogix L4X, el controlador no reside en el chasis virtual, pero siempre es el Slot 0.

3. El proyecto, ha sido creado.



Fig. 2.15 Proyecto nuevo Fuente: Programa Rslogix5000

4. Ahora tenemos un proyecto para el Compact Logic 1500 creado.

En este momento no tenemos ninguna E/S asociada al proyecto. Además, actualmente no hay código de ejecución (ladder) en el proyecto.Las carpetas más importantes del proyecto son: *controller*donde se definen las variables y los tags del programa y controlador; *tasks*donde se escribirá el código de los algoritmos de

control; *I/O Configuration* donde se definen y se configuran los módulos de entradas y salidas digitales y/o analógicas y cualquier otro tipo de módulos de interacción con el exterior.

2.6 Configuración del módulo de entradas.

Configure el módulo de entrada digital para este controlador, para ello se debe tener especial cuidado en elegir el módulo (por su referencia, por ejemplo 1794-L33) y obtener por inspección el slot que ocupa dentro del *backplane*.

2.7 I/O Configuración.

Haga clic en la carpeta *I/OConfiguration* y despliegue las opciones para abrir el bus disponible.





2.8 Agregar un nuevo módulo

Haga clic con el botón derecho del mouse en la carpeta *Compact Bus Localy* seleccione *New module* para abrir una lista de módulos disponibles.



Fig. 2.17 Agregar un nuevo módulo Fuente: Programa Rslogix5000

2.8.1 Características del Módulo Seleccionado.

Haga doble clic en 1769-IQ16 este módulo consta de 16 entradas digitales.

Module	Description	Vendor
🚊 Digital		
1769-IA16	16 Point 120V AC Input	Allen-Bradley
1769-IA8I	8 Point Isolated 120V AC Input	Allen-Bradley
1769-IM12	12 Point 240V AC Input	Allen-Bradley
1769-IQ16	16 Point 24V DC Input, Sink/Source	Allen-Bradley
1769-IQ16F	16 Point 24V DC High Speed Input	Allen-Bradley
- 1769-IQ32	32 Point High Density 24V DC Input	Allen-Bradley
- 1769-IQ32T	32 Point High Density 24V DC Input	Allen-Bradley
1769-IQ6XOW4	6 Point 24V DC Sink/Source Input, 4 Point AC/DC Relay (D Allen-Bradley
- 1769-OA16	16 Point 100V-240V AC Output	Allen-Bradley
- 1769-OA8	8 Point 100V-240V AC Output	Allen-Bradley
- 1769-OB16	16 Point 24V DC Output, Source	Allen-Bradley
1769-OB16P	16 Point 24V DC Protected Output	Allen-Bradley
•		▶
	Find	Add Favorite
By Category By 1	Vendor Favorites	



2.9 Propiedades generales del módulo.

Configurar el módulo, para nuestro ejemplo en *Name* colocamos Entradas digitales, seleccionamos el número de slot en el que se encuentra conectado, en este caso 1 ya que corresponde a la primera ubicación..

General Connection	1		
Type: 176 Vendor: Alle Parent: Loc	9-IQ16 16 Point 24V DC Input, Sink/Source n-Bradley al		
Name:	tradas_digitales	Sl <u>o</u> t:	1 💌
Description:			
Module Definition			
Series:	A Change		
Revision:	1.1		
Electronic Keying:	Disable Keying		
Connection:	Input		
Data Format	Integer		
Status: Offline	OK	Cancel	Apply

Fig. 2.19 Ventana Módulo Propiedades General. Fuente: Programa Rslogix5000

2.9.1 Descripción de los comandos de la de la Fig. 2.19.

- *ElectronicKeying.* evita la inserción de un módulo en una posición incorrecta.
- Rslogix 5000 compara la siguiente información para el módulo insertado: *Type, Vendor, CatalogNumber, MajorRevision and MinorRevision*
- *Exact Match.* todos los parámetros descritos anteriormente deben coincidir o la conexión se rechazará.
- *Compatible Modulo.-* Los parámetros *Type, CatalogNumber y MajorRevision* deben coincidir. La menor revisión del módulo puede ser superior o igual al especificado en el módulo.
- *DisableKeying.* Desactivado.

2.10 Propiedades de la conexión del módulo.

Vaya la ventana de *Connectiony* establezca RPI а un (*RequestPacketInterval*), dar 5ms v desmarque "MajorFaultonControllerifConnectionFailsWhile in RunMode". Al desmarcar esta característica se evita que el controlador entre en fallo mayor si el módulo se desconecta del bastidor.

Module Properties - Local:0 (1794-IB10X0B6/A 1.1)
General Connection Module Info Fault/Idle Action Configuration
Bequested Packet Interval (RPI): 5.0 ∰ ms (2.0 - 750.0 ms)
Major Fault On Controller If Connection Fails While in Run Mode
Module Fault
Status: Offline OK Cancel Apply Help

Fig. 2.20 Ventana de Módulo Propiedades, Conexión. Fuente: Programa Rslogix5000

Para su información:

- RequestedPacketInterval (RPI) : El RPI es el tiempo que el usuario solicita que los datos sean movidos hacia o desde el módulo. Los valores máximos o mínimos de RPI se muestran entre paréntesis a la derecha de la casilla de control. En RPI es programado por el usuario.
- *MajorFaultonControllerifConnectionFails:* Cuando se marca esta casilla y la conexión con el modulo falla, el controlador entra en fallo mayor.
 Nota: Esta casilla es automáticamente marcada para todos los módulos 1769y para el adaptador virtual del bastidor.
- Seleccionamos *OK* para cerrar la ventana de configuración.

2.11 Configuración del módulo de salidas digitales.

Configure el módulo de salida digital para este controlador, para ello se debe tener especial cuidado en elegir el módulo (por su referencia, por ejemplo 1769-L32) y obtener por inspección el slot que ocupa dentro del backplane.

a) Haga clic en la carpeta *I/OConfiguration* y despliegue las opciones para abrir el bus disponible.



Fig. 2.21 Configuración de módulo de salidas digitales Fuente: Programa RSlogix5000

b) Haga clic con el botón derecho del mouse en la carpeta *Compact Bus Localy* seleccione *New module*para abrir una lista de módulos disponibles.



Fig. 2.22 Ventana Compact Bus Local. Fuente: Programa Rslogix5000

c) Haga doble clic en 1769-OB16 este módulo consta de 16 salidas digitales.

Module	Description	Vendor
🚊 - Digital		
- 1769-IA16	16 Point 120V AC Input	Allen-Bradley
- 1769-IA8I	8 Point Isolated 120V AC Input	Allen-Bradley
- 1769-IM12	12 Point 240V AC Input	Allen-Bradley
- 1769-IQ16	16 Point 24V DC Input, Sink/Source	Allen-Bradley
1769-IQ16F	16 Point 24V DC High Speed Input	Allen-Bradley
- 1769-IQ32	32 Point High Density 24V DC Input	Allen-Bradley
- 1769-IQ32T	32 Point High Density 24V DC Input	Allen-Bradley
- 1769-IQ6XOW4	6 Point 24V DC Sink/Source Input, 4 Point AC/DC I	Relay O Allen-Bradley
- 1769-OA16	16 Point 100V-240V AC Output	Allen-Bradley
1769-OA8	8 Point 100V-240V AC Output	Allen-Bradley
<mark>1769-0816</mark>	16 Point 24V DC Output, Source	Allen-Bradley
1769-OB16P	16 Point 24V DC Protected Output	Allen-Bradley
•		
	Fin	d Add Favorite

Fig. 2.23 Selección del tipo de módulo Analógico. Fuente: Programa Rslogix5000

2.12 Propiedades generales del módulo de salidas digitales.

Configurar el módulo, para nuestro ejemplo en *Name* colocamos Salidas digitales, seleccionamos el número de slot en el que se encuentra conectado, en este caso 1 ya que corresponde a la primera ubicación..

General Conne	ction Fault/Program Action		
Туре:	1769-0B16 16 Point 24V DC Output, Sourc	e	
Vendor:	Allen-Bradley	Hadde Date Mart	
Parent:	Local	Module Definition	<u> </u>
Na <u>m</u> e:	Salidas_digitales	Series:	в
Descri <u>p</u> tion:	<u>^</u>	Revision:	2 • 1 -
		Electronic Keying:	Disable Keying 🗨
– Module Defin	ition	Connection:	Output
Series:	B <u>C</u> hange	Data Format:	Integer
Revision:	2.1		
Electronic Ke	ying: Disable Keying		
Connection:	Output		
Data Format:	Integer	ОК	Cancel Help
Status: Offline	е ОК	Cancel Apply	

Fig. 2.24 Ventana Módulo Propiedades General. Fuente: Programa Rslogix5000

2.12.1 Descripción de los comandos de la de la Fig. 2.20

- *ElectronicKeying.-* evita la inserción de un módulo en una posición incorrecta.
- Rslogix 5000 compara la siguiente información para el módulo insertado: *Type, Vendor, CatalogNumber, MajorRevision and MinorRevision*
- *Exact Match.* todos los parámetros descritos anteriormente deben coincidir o la conexión se rechazará.
- *Compatible Modulo.-* Los parámetros *Type, CatalogNumber y MajorRevision* deben coincidir. La menor revisión del módulo puede ser superior o igual al especificado en el módulo.
- *DisableKeying.-* Desactivado.

2.13 Propiedades de la conexión del módulo de salidas digitales.

Vaya а la ventana de *Connectiony* establezca un RPI • (*RequestPacketInterval*), 5ms desmarque dar V "MajorFaultonControllerifConnectionFailsWhile in RunMode". A1 desmarcar esta característica se evita que el controlador entre en fallo mayor si el módulo se desconecta del bastidor.

Module Properties - Local:0 (1794-IB10X0B6/A 1.1)
General Connection Module Info Fault/Idle Action Configuration
<u>R</u> equested Packet Interval (RPI): 5.0 ^{-±} ms (2.0 - 750.0 ms)
Major Fault On Controller If Connection Fails While in Run Mode
Module Fault
Status: Offline OK Cancel Apply Help

Fig. 2.25 Ventana de Módulo Propiedades, Conexión. Fuente: Programa Rslogix5000

• Seleccionamos *OK* para cerrar la ventana de configuración.

2.14 Configuración del módulo de Entradas Análogas.

Configure el módulo de Entradas análogas para este controlador, para ello se debe tener especial cuidado en elegir el módulo (por su referencia, por ejemplo 1769-L32) y obtener por inspección el slot que ocupa dentro del backplane.

 a) Haga clic en la carpeta *I/OConfiguration* y despliegue las opciones para abrir el bus disponible.



Fig. 2.26 Configuración de módulo de entradas análogas. Fuente: Programa RSlogix5000

b) Haga clic con el botón derecho del mouse en la carpeta *Compact Bus Localy* seleccione *New module*para abrir una lista de módulos disponibles.



Fig. 2.27 Ventana Compact Bus Local. Fuente: Programa Rslogix5000

c) Haga doble clic en 1794-IE8 este módulo consta de 4 entradas analógicas.

Select Module		
Module	Description	Vendor
E Analog		~
1769-IF4	4 Channel Current/Voltage Analog Input	Allen-Bradley
- 1769-IF4I	4 Channel Isolated Analog Current/Voltage Input	Allen-Bradley
- 1769-IF4XOF2	4 Channel Input/2 Channel Output Low Resolution Analog	Allen-Bradley
- 1769-IF8	8 Channel Current/Voltage Analog Input	Allen-Bradley 🔤
- 1769-IR6	6 Channel RTD/Direct Resistance Analog Input	Allen-Bradley 📒
1769-IT6	6 Channel Thermocouple/mV Analog Input	Allen-Bradley
- 1769-OF2	2 Channel Current/Voltage Analog Output	Allen-Bradley
- 1769-OF4CI	4 Channel Isolated Analog Current Output	Allen-Bradley
- 1769-OF4VI	4 Channel Isolated Analog Voltage Output	Allen-Bradley
- 1769-OF8C	8 Channel Single Ended Current Analog Output	Allen-Bradley
1769-OF8V	8 Channel Single Ended Voltage Analog Output	Allen-Bradley
. E ⊂ Communications		~
		▶
	Find	Add Favorite
By Category By ∖	/endor Favorites	
	OK Cancel	Help

Fig. 2.28 Selección del tipo de módulo Analógico. Fuente: Programa Rslogix5000

d) Configure el módulo llamándolo "*entradas_analógica*", seleccionando el número de slot en el que se encuentra conectado, en este caso slot 3 ya que físicamente se encuentra en esa posición.

General Connec	ction Configuration
Type: Vendor: Parent: Na <u>m</u> e:	1769-IF4 4 Channel Current/Voltage Analog Input Allen-Bradley Local Entradas_analogicas SIgt: 3 💌
Description:	
⊢ Module Definit	ion
Series:	B <u>C</u> hange
Revision:	2.1
Electronic Key	ving: Disable Keying
Connection:	Input
Data Format:	Integer
Status: Offline	OK Cancel Apply

Fig. 2.29 Descripción del módulo Analógico. Fuente: Programa Rslogix5000

Para su información

ElectronicKeying: evita la inserción de un módulo en una posición incorrecta.

RSLogix 5000 compara la siguiente información para el módulo insertado:

Type, Vendor, Catalog Number, Major Revision and Minor Revision

*Exact Match:*todos los parámetros descritos anteriormente deben coincidir o la conexión se rechazará.

*Compatible Módulo:*Los parámetros *Type, CatalogNumber y MajorRevision* deben coincidir. La MinorRevision del módulo puede ser superior o igual al especificado en el modulo.

DisableKeying–Desactivado.

e) Vaya a la ventana de *Connection* y establezca un RPI (*RequestPacketInterval*) de 5ms y desmarque "*MajorFaultonControllerifConnectionFailsWhile in RunMode*". Al desmarcar esta característica se evita que el controlador entre en fallo mayor si el módulo se desconecta del bastidor.

Module Properties - Local:1 (1794-IE8/B 2.1)	x
General Connection Module Info Configuration	
<u>R</u> equested Packet Interval (RPI): 5.0 <u>→</u> ms	
Major Fault On Controller If Connection Fails While in Run Mode	
Module Fault	ן ך
Status: Offline OK Cancel Apply Help	

Fig. 2.30 Ventana conexión del Módulo Fuente: Programa Rslogix5000

f) Vaya a la ventana de *Configuration* y establezca el tipo de señal de entrada a utilizarse y el rango.

General 0	Connecti	on Configuration	on					
Channel	Enable	Output Range	э	Filter		Data Form	at	I
0	v	4mA to 20mA	•	60 Hz	•	Raw/Proportion	nal 💌	1
1	N	4mA to 20mA	•	60 Hz	•	Raw/Proportion	nal 💌	
2	v	4mA to 20mA	•	60 Hz	•	Raw/Proportion	nal 💌	
3	•	4mA to 20mA	•	60 Hz	•	Raw/Proportion	nal 💌	
Status:	Offline				[ОК	Canc	el

Fig. 2.31 Tipo de señal de entrada. Fuente: Programa Rslogix5000

g) Seleccionamos *OK* para cerrar la ventana de configuración.

2.15 Configuración del módulo de Salidas Análogas.

Configure el módulo de Salidas análogas para este controlador, para ello se debe tener especial cuidado en elegir el módulo (por su referencia, por ejemplo 1769-L32) y obtener por inspección el slot que ocupa dentro del backplane.

a) Haga clic en la carpeta *I/OConfiguration* y despliegue las opciones para abrir el bus disponible.



Fig. 2.32 Configuración de módulo de Salidas análogas. Fuente: Programa RSlogix5000

b) Haga clic con el botón derecho del mouse en la carpeta *Compact Bus Localy* seleccione *New module* para abrir una lista de módulos disponibles.



Fig. 2.33 Ventana Compact Bus Local. Fuente: Programa Rslogix5000

c) Haga doble clic en 1769-OF2 este módulo consta de 2 salidas analógicas de corriente y 2 salidas analógicas de voltaje.

Module	Description	Vendor
 → Analog 1769-IF4 1769-IF4I 1769-IF4 1769-IF8 1769-IF8 1769-IF6 1769-IF6 1769-0F2 	4 Channel Current/Voltage Analog Input 4 Channel Isolated Analog Current/Voltage Input 4 Channel Input/2 Channel Output Low Resolution Analog 8 Channel Current/Voltage Analog Input 6 Channel RTD/Direct Resistance Analog Input 6 Channel Thermocouple/mV Analog Input 2 Chapnel Current/Voltage Analog Unput	Allen-Bradley Allen-Bradley Allen-Bradley Allen-Bradley Allen-Bradley Allen-Bradley
- 1769-0F4CI - 1769-0F4VI - 1769-0F8C - 1769-0F8V T- Communications	4 Channel Isolated Analog Current Output 4 Channel Isolated Analog Voltage Output 8 Channel Single Ended Current Analog Output 8 Channel Single Ended Voltage Analog Output	Allen-Bradley Allen-Bradley Allen-Bradley Allen-Bradley
	Find	Add Favorite

Fig. 2.34 Selección del tipo de módulo Analógico. Fuente: Programa Rslogix5000

d) Configure el módulo llamándolo "salidas_*analógicas*", seleccionando el número de slot en el que se encuentra conectado, en este caso slot 4 ya que físicamente se encuentra en esa posición.

General Connec	tion Configuration Fault/Program Ac	tion	
Type: Vendor: Parent:	1769-0F2 2 Channel Current/Voltage A Allen-Bradley Local	nalog Output	
Na <u>m</u> e:	Salidas_analogicas	Sl <u>o</u> t:	4 💌
Descri <u>p</u> tion:			
Module Definit Series: Revision: Electronic Key Connection: Data Format:	ion B <u>C</u> hange 2.1 ing: Disable Keying Output Integer		
Status: Offline			OK Cancel

Fig. 2.35 Descripción del módulo Analógico. Fuente: Programa Rslogix5000

Para su información

ElectronicKeying: evita la inserción de un módulo en una posición incorrecta.

RSLogix 5000 compara la siguiente información para el módulo insertado:

Type, Vendor, Catalog Number, Major Revision and Minor Revision

*Exact Match:*todos los parámetros descritos anteriormente deben coincidir o la conexión se rechazará.

*Compatible Módulo:*Los parámetros *Type, CatalogNumber y MajorRevision* deben coincidir. La MinorRevision del módulo puede ser superior o igual al especificado en el modulo.

DisableKeying–Desactivado.

e) Vaya a la ventana de *Connection* y establezca un RPI (*RequestPacketInterval*) de 5ms y desmarque "*MajorFaultonControllerifConnectionFailsWhile in RunMode*". Al desmarcar esta característica se evita que el controlador entre en fallo mayor si el módulo se desconecta del bastidor.

Module Properties - Local:1	1 (1794-IE8/B 2.1)		>
Requested Packet Interval (RPI): 5.0 <u>-</u> ms		
<u>Major Fault On Controller If C</u> Module Fault	Connection Fails While i	n Run Mode	

Fig. 2.36 Ventana conexión del Módulo Fuente: Programa Rslogix5000

f) Vaya a la ventana de *Configuration* y establezca el tipo de señal de entrada a utilizarse y el rango.

G	eneral 🗎 (Connection		on Configuration		Fault/Program Action	n
	Channel	Enable		Dutput Rang	е	Data Format	
	0	_	4rτ	A to 20mA	-	Raw/Proportional 🔄	•
	1	L	4rт	A to 20mA	-	Raw/Proportional 🔄	·

Fig. 2.37 Tipo de señal de entrada. Fuente: Programa Rslogix5000

g) SeleccionamosOK para cerrar la ventana de configuración.

2.16 Configuración del módulo de Entradas - Salidas Análogas.

Configure el módulo de Salidas análogas para este controlador, para ello se debe tener especial cuidado en elegir el módulo (por su referencia, por ejemplo 1769-L32) y obtener por inspección el slot que ocupa dentro del backplane.

 a) Haga clic en la carpeta *I/OConfiguration* y despliegue las opciones para abrir el bus disponible.



Fig. 2.38 Configuración de módulo de Entradas - Salidas análogas. Fuente: Programa RSlogix5000

b) Haga clic con el botón derecho del mouse en la carpeta *Compact Bus Localy* seleccione *New module* para abrir una lista de módulos disponibles.



Fig. 2.39 Ventana Compact Bus Local. Fuente: Programa Rslogix5000

 c) Haga doble clic en 1769-OF2 este módulo consta de 4 entradas analógicas y 2 salidas analógicas.

łodule	Description	Vendor
🖃 Analog		
- 1769-IF4	4 Channel Current/Voltage Analog Input	Allen-Bradley
- 1769-IF4I	4 Channel Isolated Analog Current/Voltage Input	Allen-Bradley
- 1769-IF4X0F2	4 Channel Input/2 Channel Output Low Resolution Analog	Allen-Bradley
- 1769-IF8	8 Channel Current/Voltage Analog Input	Allen-Bradley
- 1769-IR6	6 Channel RTD/Direct Resistance Analog Input	Allen-Bradley
- 1769-IT6	6 Channel Thermocouple/mV Analog Input	Allen-Bradley
- 1769-OF2	2 Channel Current/Voltage Analog Output	Allen-Bradley
- 1769-OF4CI	4 Channel Isolated Analog Current Output	Allen-Bradley
- 1769-OF4VI	4 Channel Isolated Analog Voltage Output	Allen-Bradley
- 1769-OF8C	8 Channel Single Ended Current Analog Output	Allen-Bradley
1769-OF8V	8 Channel Single Ended Voltage Analog Output	Allen-Bradley
Communications		
•		• •
	Find	Add Favorite
Bu Category By	Vendor Eavorites	

Fig. 2.40 Selección del tipo de módulo Analógico. Fuente: Programa Rslogix5000

d) Configure el módulo llamándolo "I_O_*analógicas*", seleccionando el número de slot en el que se encuentra conectado, en este caso slot 5 ya que físicamente se encuentra en esa posición.

General Conne	ction Input Configuration Output Confi	iguration Fault/Program Action
Type: Vendor: Parent:	1769-IF4X0F2 4 Channel Input/2 Chann Allen-Bradley Local	nel Output Low Resolution Analog
Na <u>m</u> e:	I_O_analogicas	Sl <u>o</u> t: 5 💌
Description:		
Module Defini Series: Revision: Electronic Key Connection: Data Format:	tion A <u>C</u> hange 1.1 Ving: Disable Keying Output Integer	
Status: Offline		OK Cancel Apply

Fig. 2.41 Descripción del módulo I_O_Analógico. Fuente: Programa Rslogix5000

Para su información

ElectronicKeying: evita la inserción de un módulo en una posición incorrecta.

RSLogix 5000 compara la siguiente información para el módulo insertado:

Type, Vendor, Catalog Number, Major Revision and Minor Revision

*Exact Match:*todos los parámetros descritos anteriormente deben coincidir o la conexión se rechazará.

*Compatible Módulo:*Los parámetros *Type, Catalog Number y Major Revision* deben coincidir. La MinorRevision del módulo puede ser superior o igual al especificado en el modulo.

DisableKeying–Desactivado.

e) Vaya a la ventana de *Connection* y establezca un RPI (*RequestPacketInterval*) de 5ms y desmarque "*MajorFaultonControllerifConnectionFailsWhile in RunMode*". Al desmarcar esta característica se evita que el controlador entre en fallo mayor si el módulo se desconecta del bastidor.

Module Properties - Local:1 (1794-IE8/B 2.1)	x
General Connection Module Info Configuration	
Bequested Packet Interval (RPI): 5.0 = ms	
Major Fault On Controller If Connection Fails While in Run Mode	
│ Module Fault	

Fig. 2.42 Ventana conexión del Módulo Fuente: Programa Rslogix5000

f) Vaya a la ventana de *Configuration* y establezca el tipo de señal de entrada a utilizarse y el rango.



Fig. 2.43 Tipo de señal de entrada. Fuente: Programa Rslogix5000

g) Seleccionamos *OK* para cerrar la ventana de configuración.

2.17 Base de datos de tags del controlador

Pulse dos veces en la carpeta "*ControllerTags*" situada en la parte superior de la ventana de organización del controlador. Aparecerá la siguiente ventana



Fig. 2.44 Control de Tags Fuente: Programa Rslogix5000

Deben aparecer entradas bajo nombre de Tag del tipo "Local:X:C", "Local:X:I", "Local:X:O". Estas entradas son estructuras de tag y contienen más tags de los que se muestran en la pantalla.

El nombre "Local" indica que estos son tags para un módulo que está en el mismo chasis que el controlador, a través de la red podríamos haber definido otro módulo

conectado físicamente en otro chasis, en este caso aparecerían con el nombre "Remote". El numero X entre los signos de dos puntos será el numero de slot del módulo. Los caracteres después del segundo signo de dos puntos, C, I u O, indican si el dato es de configuración, entrada o salida, respectivamente.



Fig. 2.45 Local tags Fuente: Programa Rslogix5000

Controller Demo_123	Scoper Demo_L23 . Shper.	Show Al	Λ		
Controller Fault Handler	Name C Ali	as For Base Tag	Data Type 5	yle Description	1
Dower-Up Handler	+ Distributed_Control_Panet11C		AB:1734_DI8:C:0		-
a Tasks	H Districted Control Parel 2C		AP 1734_DOP4C 0		-
E G ManProgram	+ Distributed Control Panel 21		48-1234 D08810		-
- Cinscheduled Programs / Phases	T Detributed Control Parel 20		68-1734 D080-0		-
Motion Groups	Distributed_Control_Panet 3.C		AB 1734 JE2C.0		
Add On State attack	+ Distributed Control Parel 31		AB 1734 JE210		
Data Types	+ Distributed_Control_Paret 4:C		AB:1734_0E2:C:0		
Get User-Defined	E Distributed_Control_Paret 41		A8:1734_0E210		
Cent Strings	E Distributed_Control_Panel 4.0		AB:1734_0E2:0:0		
Add-Ch-Denned	⊞-Local1C		AB Embedded_IQ		
Module-Defined	(+) Local 1 i		AB:Embedded_IQ		
Trends	IFI Local 2 C		AB:Enbedded_0_		
UO Configuration	I II-Locat2I		AB.Enbedded_0		
CompactLogi/SIZ/R-Q81 System	±Local20		AB:Enibedded_0		
 # 1769-L28-OB1 Ethernet Port Localing 	E Local 3C		A8:1769_0032:C:0		
GIII Compactitus Local	It Local 31		AB:1769_003210		
🖻 🔁 Embedded UO	E-Locat 3.0		A8:1769_0032:0:0		
[1] Embedded 1Q16F Discrete_Inputs	2				
₫ (3) tree-desiziA bo, Mudue	-				



Cuando un modulo de E/S se añade en la Configuracion de E/S, RSLogix 5000 genera automáticamente los tags correspondientes al módulo que ha configurado. Son los tags que denominamos "*Module DefinedTag*".

El controlador Logix 5000 crea automáticamente los tags necesarios para cada módulo configurado en el alcance del controlador. Cada tag es una estructura de múltiples campos que utilizan el siguiente formato:

Name	🛆 Value 🔹 🔶	Force Mask 🔹 🕈	Style	Data Type	Description	1
-Locat1:C	{}	{}		AB:Embedded_IQ		
+ Local 1: C.FilterGroup0	2#0010_0010		Binary	SINT		
-Local1:C.Filter00ff0n_0	0		Decimal	BOOL		
-Local1:C.Filter00ffOn_1	1		Decimal	BOOL		
-Local:1:C.Filter0DffOn_2	0		Decimal	BOOL		
-Local:1:C.Filter0DffOn_3	0		Decimal	BOOL		
-Local1:C.Filter0DnOff_4	0		Decimal	BOOL		
-Local1:C.Filter00n0ff_5	1		Decimal	BOOL		
-Local:1:C.Filter0DnOff_6	0		Decimal	BOOL		
-Local:1:C.Filter0DnOff_7	0		Decimal	BOOL		
+ Local 1: C.FilterGroup1	2#0010_0010		Binary	SINT		
-Local1:C.Filter10ff0n_0	0		Decimal	BOOL		
-Local 1: C.Filter10ff0n_1	1		Decimal	BOOL		
-Local:1:C.Filter10ff0n_2	0		Decimal	BOOL		
-Local:1:C.Filter10ff0n_3	0		Decimal	BOOL		
-Local1:C.Filter10n0ff_4	0		Decimal	BOOL		
-Local1:C.Filter10n0ff_5	1		Decimal	BOOL		
-Locat1:C.Filter10n0ff_6	0		Decimal	BOOL		
Local:1:C.Filter10nOff_7	0		Decimal	BOOL		
-Local:1:I	{}	{}		AB:Embedded_IQ		
+Locat1:I.Fault	2#0000_000		Binary	DINT		
-Locat1:I.Data	2#0000_000		Binary	INT		
-Local 1:1.Data.0	0		Decimal	BOOL		
-Locat1:I.Data.1	0		Decimal	BOOL		
-Locat1:I.Data.2	0		Decimal	BOOL		
-Locat 1:1.Data.3	0		Decimal	BOOL		
-Locat1:I.Data.4	0		Decimal	BOOL		
-Locat1:I.Data.5	0		Decimal	BOOL		
-Locat1:I.Data.6	0		Decimal	BOOL		
-Locat1:I.Data.7	0		Decimal	BOOL		
-Local 1:1.Data 8	0		Decimal	BOOL		
-Local 1:1.Data.9	0		Decimal	BOOL		
		1				

Fig. 2.47 Localización Slot Fuente: Programa Rslogix5000

No hace falta programar para leer o escribir el valor de las entradas o salidas. Los Tags son directamente generados por el software y listos para utilizarse.

2.18 Creación de alias con el software Rslogix 5000

Después de mirar los tags de datos del módulo de entradas y salidas, usted puede pensar que la siguiente sintaxis Local:1:I.Data.0 no es el nombre más explicito para la primera entrada del modulo.

RSLogix 5000 le permite crear alias que sustituyan a los tags asociados a los puntos de E/S reales u otros tags de direcciones!

Para su Información:

¿Qué es un alias?

- Un Alias de un tag le permite crear un tag que representa a otro tag.
- Ambos tags comparten un mismo valor.

- Cuando el valor de uno de los tags cambia, el otro tag refleja el cambio.

Utilice alias en las siguientes situaciones:

- Programar la lógica del programa antes de conocer las E/S reales.
- Asignar un nombre descriptivo a un dispositivo de E/S.
- Proporcionar un nombre simple a un tag complejo.
- Utilizar un nombre descriptivo para un elemento de un arreglo(Array).

Vamos a tomar un ejemplo:

Un pulsador está conectado en la primera entrada digital del modulo 17xx-xxx y este pulsador ordena el arranque de su máquina.

¿No sería mejor si en su programa usted utilizara un tag llamado "Marcha" en vez de Distributed_Control_Panel:1:I.Data.0

RSLogix5000 puede hacer esto por usted. Pulse con el botón derecho en el directorio *"ControllerTags"* desde el Organizador del controlador y seleccione *"New Tag..."* como se muestra a continuación:



Fig. 2.48 Creación de Nuevo Tag. Fuente: Programa Rslogix5000

La siguiente ventana aparecerá, completamente como se muestra:

New Tag		×
Name:	Start_Machine	ОК
Description:		Cancel
		Help
	V	
Usage:	<normal></normal>	
Type:	Alias Connection	
Alias For:	istributed_Control_Panel:1:1.Data.Q	
Data Type:	BOOL	
Scope:	Demo_L23	
Style:	Decimal	
🔲 Open Cor	figuration	

Fig. 2.49 Descripción de Nuevo Tag. Fuente: Programa Rslogix5000

Pulse *OK* para cerrar la ventana. Acaba de crear un alias de un tag que puede reutilizar en todos los sitios de su programa.

Alias For:	Distributed_Control_Panel:1:1.Data. 🚽	
Data Tupo:	Tag Name	Data Type
Data Type.	Distributed_Control_Panel:1:C	AB:1734_DI8:C:0
Coope:	Distributed_Control_Panel:1:1	AB:1734_DI8:1:0
Scope.	Distributed_Control_Panel:1:I.Fault	DINT
Style:	Distributed_Control_Panel:1:I.Data	SINT
	¶ ⊕0 1 2 3 4 5 6 7 2.C	AB:1734_DOB4:C:0
Upen Cont		AB:1734_DOB8:1:0
	a Distributed Costrol Bosol 2:0	10-4724 DOD-0-0

Fig. 2.50 Crear alias de un Tag. Fuente: Programa Rslogix5000

2.19 Creación de lenguaje Ladder

Vamos a crear ahora una lógica donde utilizaremos estos alias, para hacer esto haga doble clic en *MainRountine* para abrir la ventana de programación.



Fig. 2.51 MainRoutime. Fuente: Programa Rslogix5000

En la ventana de programación cree la siguiente lógica:



Fig. 2.52 Lógica escalera

Fuente: Programa Rslogix5000

2.20 Grabar el programa.

Grabe su trabajo pulsando en el icono de salvar 🔲 en la parte superior de la ventana del RSLogix 5000.

2.21 Descarga del Proyecto RSLogix 5000 al Controlador

Para realizar la descarga debemos primero establecer una ruta hasta el Procesador via*RSLinx*.

En el menú principal del software RSLogix 5000 seleccione el menú *Comunications* y el submenú *Who Active*.

💏 RSLogix 5000 - Demo_L23 [1769-L23E-QB1]* - [MainProgram - MainRoutine*]				
🛱 File Edit View Search Logic 🕻	communications Tools Win	ndow Help		
Offine	Who Active Select Recent Path	Path (mone)		
No Forces C GR	Go Online Ypload Download	H HEH HEI I H HA () (W) (W) Favorites (Add-On (Alarms (Bt (TimerCounter (Input/Output (Compare (ComputeMath (MoveLo		
Controller Demo_L23	Program Mode Run Mode			
Controller Fault Handler	Test Mode	Start_Machine <distributed_control_panel:1:i.data.0></distributed_control_panel:1:i.data.0>		
AinTask AinProgram Argentary	Clear Eaults Go To Faults			
MainRoutine MainRoutine MainRoutine MainRoutine MainRoutine Maine Generation				
High and the second secon				
Data Types General Control of Contr		Local:1:1Data.1		

Fig. 2.53 Descarga del proyecto Rslogix 5000 al Controlador. Fuente: Programa Rslogix5000

Avance hasta el procesador CompactLogix, navegue a través del backplane, seleccione el procesador FlexLogix y pulse el botón *Download*.



Fig. 2.54 Descarga del proyecto Fuente: Programa Rslogix5000

Cuando aparezca el siguiente cuadro de dialogo, pulse Download.



Fig. 2.55 Ventana 1 Descarga del proyecto al controlador Fuente: Programa Rslogix5000

Si aparece este dialogo, pulse *Download* una vez más



Fig. 2.56 Ventana 2 Descarga del proyecto al controlador Fuente: Programa Rslogix5000

Para su información:

- RSLogix 5000 indica el estado de su procesador Rem Prog, Program, Run, Rem Run o Test.
- El Color (Azul para *Program o Rem Program*, Verde para *Run o Rem Run*,
 Rojo para *Faulted*) también será igual que el estado del controlador.
- El gráfico de I/O OK es una copia del I/O LED en el frente del controlador. Ambos deberían estar en verde fijo en este momento. Si el LED

de I/O esta titilando eso indica que hay un problema de comunicación entre los dispositivos.

Verifique entonces el estado del controlador

Rem Prog	🚺 🔲 Program Mode	
No Forces	Controller OK	_ P _
No Edits		
	- 1/0 0K	

Fig. 2.57 Procesador en Run Fuente: Programa Rslogix5000

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

CAPÍTULO III IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

En este capítulo se explica con detalles las actividades realizadas para la implementación de este proyecto.

3.1 Estructura del proyecto.

Para la implementación de este proyecto se realizó el diseño de la maqueta didáctica y de los planos eléctricos.

Utilizando como referencia los planos eléctricos se procedió a revisar catálogos de proveedores de reconocidas marcas del mercado.

Los equipos seleccionados para la implementación debían cumplir con todas las garantías y fiabilidad al momento de las respectivas prácticas.

Para la ejecución del proyecto, se eligió trabajar con los softwares de programación de la línea Rockwell Automation, tanto en la programación del PLC (Software RS Logix 5000), como en el Sistema Supervisorio HMI (Software Panel View Component).

La interface para la comunicación la se realizo con el software RsLinx, el cual permite configurar y supervisar la(s) red(es) de comunicación(es) en la(s) que se encuentra conectado el autómata CompactLogix 5000 serie L32E, validando al usuario trabajar sobre las comunicaciones PC-PLC o sobre las comunicaciones entre los dispositivos conectados al backplane del autómata mediante ControlBus.

Desde la PC se puede entrar en la CPU del autómata con el software de programación RSLogix 5000.

El sistema actualmente incluye funciones de seguridad, diagnósticos, configuración, alarmas y eventos.

Este enfoque permite que sea mucho más rápido y menos costoso para los usuarios finales que emplean la Arquitectura Integrada de Rockwell Automation incorporar nuevos activos en el entorno de información existente de la planta.

3.2 Protocolos de comunicación usados en nuestra aplicación

En este proyecto se utiliza como elemento principal un PLC CompactLogix 5000 serie L32E, el cual cuenta con dos tipos de comunicación, Ethernet y RS232. En este caso se utilizó dicha comunicación (serial RS232) para el enlace entre el PLC y el HMI modelo Panel View Component C600. El puerto Ethernet del controlador lo usamos para la comunicación entre el PLC y la PC.

La interfaz RS232 se utiliza para distancias cortas, de hasta 15 metros según las recomendaciones para comunicación de datos, y para velocidades de comunicación bajas, de no más de 20 kilobits/segundo.



Fig. 3.1 Modulo 1769-ENBT Fuente: http://www.automation-drive.com/allen-bradley-1769-132e

El módulo 1769-ENBT conecta diferentes dispositivos a través de una red de comunicación EtherNet permitiendo la configuración, control de aplicaciones e intercambio de datos a tiempo real entre los dispositivos I/O y los sistemas de control, software de visualización y aplicaciones industriales.

Este módulo de comunicación soporta operación half-duplex 10 MB o full-duplex 100 MB, su conexión física se realiza a través de conectores RJ45 y permite compartir aplicaciones con otras redes como ControlNet y DeviceNet. El módulo

Ethernet/IP trabaja con el Protocolo Industrial Común (CIP) sobre los protocolos de Internet estándar tal como TCP/IP (protocolo para el control del transporte) y UDP (protocolo de datagrama de usuario).

3.3 Principio de funcionamiento del proyecto

Este proyecto se diseño con el objetivo de realizar prácticas didácticas que servirán a los estudiantes obtener destrezas en el área de automatización e instrumentación, además de, explicar la importancia de los sistemas de gestión de calidad por metrología y su nexo con los instrumentos de medición. Reforzar los conocimientos adquiridos en las materias de Sensores, Automatismo, entre otras.

3.3.1 Implementación neumática:

La fuente de aire viene dada a través del compresor de pistones instalado en el modulo. Dicho compresor está en la capacidad de trabajar en un rango de 7 bar (enciende), 9 bar (apaga).



Fig. 3.2 Fuente de aire comprimido de 7 a 9 bar. Fuente: Autores.

El suministro, luego de ser regulado, pasa a ser controlado por el lazo de presion gobernado por el PLC, en el que el objetivo es mantener en el sistema la presion deseada por el usuario.

El PLC constantemente esta leyendo la informacion ingresada en la pantalla y a su vez comparando lo que el transmisor de presión le esta indicando que hay en el sistema. Si es que falta presion, el PLC envia una señar de consigna a la valvula
Norgren para que ingrese o retire aire del sistema y de esta manera sostener la estabilidad de presion de aire en el sistema.



Fig. 3.3 Esquema de control de presión en el sistema en lazo cerrado. Fuente: Autores.

La válvula reguladora al ingreso de aire al sistema, es la encargada de regular la presión hasta 7 bar, ya que esa es el nivel de presión al cual vamos a trabajar.



Fig. 3.4 Válvula reguladora de presión de aire. Fuente: Autores.

La válvula moduladora (Transductor I/P), responde a la necesidad del sistema.

Es proporcional a una consigna analógica eléctrica de 4 a 20 mA enviados por el PLC para que module del 0% al 100% de su apertura correspondientemente y a su vez de 0 a 8 bar a la salida. Todo esto según la necesidad detectada por el PLC.



Fig. 3.5 Curva característica de una válvula I/P. Fuente: Autores.

El transmisor de presión E+H es quien envía la señal de retroalimentación del sistema al PLC. Constantemente está leyendo la presión controlada por la válvula moduladora y enviando la retroalimentación del PLC que a su vez ordena al I/P a abrir o cerrar, dependiendo de la necesidad ingresada por el usuario mediante el HMI.



Fig. 3.6 Transmisor de presión E+H. Fuente: Autores.

3.3.2 Implementación del control de temperatura:

Para la implementación del sistema de temperatura, nos ayudamos con un instrumento especial llamado bloque seco, el mismo que envía una señal de temperatura generada, como propia fuente de temperatura, envía esa señal a un transmisor de temperatura, previamente configurado para la señal de entrada recibida y la salida debidamente programada (4-20 mA). Dicho dato de corriente es enviado directamente al PLC, el mismo que interpreta la lectura y la muestra en el HMI.



Fig. 3.7 Esquema de control de temperatura en el sistema en lazo abierto. Fuente: Autores.

El bloque seco es un instrumento muy especial, considerado una fuente de temperatura estable para realizar calibraciones. Gobernado por un controlador de procesos, el bloque seco está en la capacidad de brindar un rango de temperatura de 30°C a 300°C, dependiendo de la necesidad del usuario. Está constituido por un controlador de procesos marca BTC2500 ideal para la necesidad. Eléctricamente está compuesto por una resistencia y un sensor de temperatura termocupla tipo J.



Fig. 3.8 Bloque seco usado en las prácticas de temperatura. Fuente: Autores.



Fig. 3.9 Esquema de funcionamiento bloque seco. Fuente: Autores.

El transmisor de temperatura, nos ayuda a convertir una señal analógica de temperatura, a una señal eléctrica de corriente ya que este es el lenguaje que entiende el PLC. Al recibir una señal de temperatura, esta puede variar de -270/+1200°C y nos arroja una señal equivalente de 4 a 20 mA.



Fig. 3.10 Esquema de funcionamiento bloque seco. Fuente: Autores.

3.3.3 Banco de Pruebas.



Fig. 3.11 Banco de Pruebas de Maqueta Didáctica Fuente: Autores

El banco de pruebas está dividido en 3 secciones: la de presión la cual está conformada por el compresor de aire, el presostato, la unidad de mantenimiento, la válvula proporcional, el transmisor de presión patrón, el PLC, el HMI y los instrumentos a calibrar en las prácticas didácticas.



Fig. 3.12 Válvula proporcional y transmisor de presión Fuente: Autores



Fig. 3.13 Presostato y unidad de mantenimiento Fuente: Autores



Fig. 3.14 Compresor de aire Fuente: Autores

La sección de temperatura está conformada principalmente por el bloque seco, el PLC, el HMI y los instrumentos de temperatura a calibrar en las prácticas didácticas.



Fig. 3.15 Bloque seco Fuente: Autores

La sección de prácticas generales está conformada por dos tanques, el 1 es donde va colocada la instrumentación tal como el transmisor de nivel, PT100 con su respectivo transmisor, termopozos para colocación de termómetro, 2 bombas paolo, electroválvulas, mirilla para visualización de nivel, variador de frecuencia, PLC y el HMI.



Fig. 3.16 Tanque 1 con instrumentación Fuente: Autores



Fig. 3.17 Bombas Fuente: Autores

3.3.4 Implementación Mecánica:

La base de la maqueta fue diseñada en plancha de hierro negro de 1.9mm, y los bordes con tubo cuadrado de 20mm x 2mm (3/4), la parte inferior donde van los equipos fue construida con una plancha galvanizada de 2.5mm con ángulos de 40mm x $3mm(11/2 \times 1/8)$ para soportar el peso de los mismos.

El acabado se lo dio dos capas de pintura de fondo anticorrosiva y pintura esmalte sintético color gris.



Fig. 3.18 Estructura mecánica, base y soportes. Fuente: Autores

3.3.5 Montaje y dimensiones de los tanques de la Maqueta Didáctica.



Fuente: Autores

Para la construcción de los tanques se utilizó una plancha de 1.9mm y se mando a rolar hasta formar un cilindro.

Para este proceso se implementó 2 tanques cuyas dimensiones y capacidades en litros son las siguientes.

TANQUES	ALTURA	DIÁMETRO	VOLUMEN	CAP/LITROS
TQ1	1 metro	0.40 metros	0.125 m3	89 litros
TQ2	1 metro	0.30 metros	0.070 m3	80 litros

Tabla 3.1 Dimensiones y Capacidades de Tanques Maqueta Didáctica
Fuente: Autores

3.3.6 Montaje de los equipos.

Según el funcionamiento de cada práctica se estableció el diseño de la tubería ½" PVC con rosca NPT ya que las válvulas son de las mismas características.



Fig. 3.20 Ubicación de equipos I Fuente: Autores

La instalación de los instrumentos de presión se la realiza de manera cuidadosa, ya que son instrumentos muy delicados y sensibles a la vibración y ruido eléctrico. Se dispone colocarlos de manera frontal a la mesa de trabajo para que el estudiante pueda contrastar los valores tomados en los ensayos, versus los teóricos encontrados.



Fig. 3.21 Ubicación de equipos Fuente: Autores



Fig. 3.22 Montaje de Electro Válvulas Fuente: Autores

3.3.7 Implementación eléctrica.

Tanto en la instrumentación como en los componentes considerados para la implementación eléctrica, han sido considerados de acuerdo a las necesidades planteadas en este proyecto.

El PLC Rockwell compac logix, lo escogimos por su gran versatilidad en manejo de variables de proceso y capacidad de cálculo al momento del control de procesos. Esta considerado un plc de gama media dentro de la plataforma rockwell.



Fig.3.23 PLC rockwell compac logix Fuente: Autores

El variador de frecuencia Siemens Sinamic G110, es uno de los más usados en el medio industrial, por toda la funcionalidad ofrecida en su diseño, tanto de robustez como de control.

Necesitábamos un variador que responda a una consigna analógica que sería proporcional al dato calculado por el PLC en su bloque de funciones de PID. Maneja una configuración muy básica y sencilla.



Fig.3.24 Variador sinamic g110 de siemens. Fuente: Autores

3.4 Pantallas creadas en el HMI



Fig.3.25 Pantalla principal HMI

😢 PanelView Explorer - TESIS - Moz	zilla Firefox				_		_ 🗆 🔀		- 0	х
http://192.168.0.2/Nexus.asp?ap	pld=3&appDevType=IMvApplic	ationEngineCHMI&lai	nguage=es&key=(41CB	56FB-C02E-2E26-46FD-D87	482D046D4}		☆			0
Configuraciones	Comunicación	Tags	Pantallas	Protección	Alarma	s Recetas	Idiomas	BbCc. A	A Buscar *	
🔈 🕎 🔒 😭 🔊	😡 🤜 🐁 🖻	A X P	20	ld	oma de Aplica	ación: Inglés (Estado	s Unidos) (1033) 💌	ptítulo = Cambiar estilos *	Seleccionar *	
Controles	Pantalla 2 - Práctic	as General)) Propie	dades	G	Edición	
Lista de Dantalla						Dam				
Añadir Eliminar				। ⊡ ः ७ २		✓ Apariencia	ana			Ē
2 - Prácticas General				Zoom pe	ra Acercar	Color Cursor Enfoque:				
Cantalla de Duesta en		lonú de	. Drácti	260		Grosor Cursor Enfoque:				
Marcha:	"		Fracu	cas		4				
Paleta de Objetos						Color de Fondo:				
▶ Entrada										
Pantalla Herramientas de Dibulo	P	rácticas de Presión	Practic	cas de eratura						
Avanzado		ricsion	- Compo							
▶ Biblioteca										
		Práctica	Reg	resar						
		General								
					-					
						▶ Común				
						▶ Pantalla				2
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla	1									o ₹
Terminado								0 🗔 🗃 🔳 80%		٠
🛃 Inicio 🚽 🕗 PanelView E	xplorer St 😢 PanelView	Explorer	Documento1 - Micro	os			🖮 Escritorio »	🌾 🖓 🖨 👷 💆 📶	4 🕘 😵 💻 🍫 22:	17



🔌 PanelView Explorer - TESIS - Mozilla Firefox	-	_	_ 🗆 🔀			\times
http://192.168.0.2/Nexus.asp?appld=3&appDevType=IMvApplicationEngineCHMI&language=es&key=(41CE56FB-C02E-2E26-46FD-D87A82D04)	6D4}					0
Configuraciones Comunicación Tags Pantallas Protección A	larmas	Recetas	Idiomas	BbCc. 📮 🗛	ab Reemplazar	
🚺 🚱 🔚 🛱 🔊 🐷 🤜 🗞 🖻 🛱 🗙 🖸 🖓 🚺 Idioma c	le Aplicació	ón: Inglés (Estados	Unidos) (1033) 💌	otítulo 🚽 Cambiar estilos *	Seleccionar *	
Controles 📢 Pantalla 3 - Practicas Presión	Э	Propied	ades		Edicion	Ē
Lista de Pantalla Afadir Eliminari 3 -Practicas Presión Imarchas Pantalla Prácticas de Objetos Pantalla Imarchas Pantalla Calibración de Pantalla Calibración de Pantalla Calibración de Prateila Calibración de Presostato Regresar Calibración de Continuar		Panta				
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla						o ¥
Terminado				0 🗔 🗐 🗐 80% (Ð
🛃 Inicio 🚽 🕑 PanelView Explorer St 👌 PanelView Explorer 📓 Documento1 - Micros			🖮 Escritorio »	🌾 🖓 😁 🖉 🚺 📶	4) ()) () 🚯 🙀 🍕 22:1	8

Fig.3.27 Pantalla Prácticas de presión

😻 PanelView Explorer - TESIS - Mozi	lla Firefox	_	_	_	_		_	_ 🗆 🔀		- 7	х
http://192.168.0.2/Nexus.asp?app	ld=3&appDevType=IMvApplica	ionEngineCHMI&I	anguage=es&key={41CE	56FB-C02E-2E26-46FD-D	87A82D046D4}			\$			0
Configuraciones	Comunicación	Tags	Pantallas	Protección	Alarma	IS	Recetas	Idiomas	BbCc. 🖻 🗛	A Buscar *	
😺 🥎 🔒 😭 🖉	😺 😼 😼 🖻		5 2 2		ldioma de Aplic	ación:	Inglés (Estados	Unidos) (1033) 💌	otítulo = Cambiar estilos *	Seleccionar *	
Controles 📢	Pantalla 4 - Práctic	a manomet	ro			••	Propied	ades	14	Edición	E.
Lista de Pantalla Añadir Eliminar 4 - Práctica manometro 9 milionar Pantalla de Puesta en Marcha: Pantalla > Pantalla > Pantalla > Pantalla > Pantalla > Pantalla	Ingrese Número o Ingrese la Unidad Ingrese el Valor o Ingrese el Valor o	A repeticion de repeticion de medida, del LEP ín, del Maná	IL IL D H ción Manó resión NOK nes ,1=PSI, 2=BAR metro	metro 0 0000000000000000000000000000000000	BAR BAR	Color Grosso 4	Parita pariencia : Cusor Enfoque: or Cusor Enfoque: or Cusor Enfoque: : de Fondo:				
	Ingrese Rango M	láx. del Man	ómetro	0.000	BAR						
	L		Regresar	Continuar		► C ► P	omún antalla				*
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla											*
Terminado			_		_				0 🗔 🗃 🔳 80%	⊖	÷
🛃 Inicio 🚽 🕗 PanelView Ex	plorer St 🛛 🕗 PanelView I	Explorer	🔟 Documento1 - Micro	is				🖮 Escritorio »	- 🏷 🔛 😁 👷 💐 📶	4 🕘 🔮 💻 🍫 22	18

Fig.3.28 Pantalla Calibración de Manómetro

🕹 PanelView Explorer - TESIS - Mozi	lla Firefox	_	_	_	_	_	-	_ 🗆 🔀			х
http://192.168.0.2/Nexus.asp?app	old=3&appDevType=IMvApplica	tionEngineCHMI&la	nguage=es&key={41CE	56FB-C02E-2E26-46FD-D87/	82D046D4}			☆			0
Configuraciones	Comunicación	Tags	Pantallas	Protección	Alarma	s Rec	etas	Idiomas	BbCc. 🖣 🗛	A Buscar +	
😺 🥎 🔒 😭 🖉	😺 😼 😼 🖻			ldi	oma de Aplic	ación: Inglés (Estados l	Jnidos) (1033) 💌	otítulo 👻 Cambiar estilos *	Seleccionar *	
Controles 🔍	Pantalla 5 - Ciclo 1	manometro				▶ F	ropied	ades	5	Edición	
Lista de Pantalia Añsair Eliminar. 4 - Práctica manometro C IIII Pantalia de Puesta en IV Pateta de Objetos > Entrada > Pantalia > Herramientas de Dibujo > Avarzado > Biblioteca	Reset C Regresar C • 000.0 • • 000.0 •	Im Im Im Calibrac < c. Ciclo 1 ad Write 000.0 000.0	ión Manói con Manói con con con con con con con con con con	[H] 2 Q metro 2C 0 PSI > ase. Cielo 1 ased Write 0000.0 S 0000.0 S		Apariencia Color Cursor En Grosor Cursor En	Pantal				2
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla	• 000.0 • 000.0	000.0	s C	000.0 S		► Común ► Pantalla	_				
Terminado							_		19 🕄 🖻 🗏 80% (⊖Ū	ŧ
🛃 Inicio 🚽 🍪 PanelView Exp	plorer St 👌 PanelView	Explorer	🖄 Documento1 - Micro	5				🖮 Escritorio »	🌾 🔊 😁 🧟 🌄 📶	🐗 🍥 😵 💻 🍫 22:	19

Fig.3.29 Pantalla Calibración de Manómetro 2C primer ciclo

Fuente: Autores

🕙 PanelView Explorer - TESIS - Mozilla	Firefox	_	_	-	_	_ 🗆 🔀		_ = ×
w http://192.168.0.2/Nexus.asp?appld=	=3&appDevType=IMvApplicationEngineC	HMI&language=es&key={41C	E56FB-C02E-2E26-46FD-D874	82D046D4}		☆		0
Configuraciones	Comunicación Tag	Pantallas	Protección	Alarmas	Recetas	Idiomas	BbCc. 🛉 🗛	ab Reemplazar
🐌 🥎 🔒 🔐 🔊 💘	3 🗔 🗞 🖻 🔓 🗙	5 2 ?	Idio	ima de Aplica	ción: Inglés (Estados	Unidos) (1033) 💌	otítulo 🚽 Cambiar estilos *	Seleccionar *
Controles 📢 I	Pantalla 6 - Ciclo 2 manom	etro			>> Propiec	lades	G	Edición
Lista de Pantalia Añadir Eliminar 5 - Ciclo 1 manometro (*) mais partalia de Puesta en Marcha: Pantalia > Pantalia > Pantalia > Herramientas de Dibujo > Avanzado > Biblioteca	Reset Calibu Ciclo 1 Result. Asc. Ciel Read V 0000.0 0 0000.0 0 0000.0 0 0000.0 0 0000.0 0 0000.0 0	ación Manó ación Manó ación Manó ación Ranó ación S ación S	Image: Construction Image: Construction Image: Construction Image: Construction Image: Construction Image: Construction		Panta Apartencia Celor Guapor Enfoque: Grossi Guaso Enfoque: Celor de Fondo: Condún Pantalia			
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla								•
Terminado						1	에 타 그 = 80% (
nicio 🕴 PanelView Explo	ver St 🔌 Panelview Explorer	🗾 🔟 Documento1 - Micr	os			🖮 Escritorio »	S 🖓 🖨 👷 🔽 📶	🗲 💿 🔮 🔜 🗐 22:19

Fig.3.30 Pantalla Calibración de Manómetro 2C primer ciclo



Fig.3.31 Pantalla Error Manómetro

😢 PanelView Explorer - TESIS - Moz	zilla Firefox	_	_	_	-		_	- 🗆 🔀			X
W http://192.168.0.2/Nexus.asp?ap	opId=3&appDevType=IMvApplica	tionEngineCHMI&I	anguage=es&key={41CE	56FB-C02E-2E26-46FD-D87	A82D046D4}			☆			0
Configuraciones	Comunicación	Tags	Pantallas	Protección	Alarma	IS	Recetas	Idiomas	BbCc. 🗠 🗛	A Buscar →	
🍃 🔂 🔒 🏷 🌾	😼 🌄 🐁 🖹		2 2	ld	oma de Aplic	ación: 🛛	Inglés (Estados I	Jnidos) (1033) 💌	otítulo 😇 Cambiar estilos *	Seleccionar *	
Controles 📢	Pantalla 10 - Practi	ca presosta	ito			••	Propied	ades	6	Edición	-
Lista de Partalla Añadir Eliminar 3 - Austernariomero Partalla de Puesta en Marcha: Pateta de Objetos > Partalla > Herramientas de Dibujo Avanzado > Biblioteca	Ca Ca Test Reset	III I I Presión 0	II II D H n de Pres Entrada NOP 0.00 bar 0.7 bar 0 bar ar Continua	I [H] I @ Q Costato < 		Appl Color C Color C	Parital ariencia Cusor Enfoque: Cusor Enfoque: de Fondo:				
						▶ Par	ntalla				*
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla	a										÷
Terminado			_						19 🔁 🗏 😸 80% (•
PanelView E	xplorer St 🛛 🕗 PanelView I	Explorer	🔟 Documento1 - Micro	os				🖮 Escritorio 🎇	- 🏷 💵 😁 🧟 🌆	(💿 🚯 💻 🖉 22	:22

Fig.3.32 Pantalla Calibración presostato Fuente: Autores



Fig.3.33 Pantalla Calibración transmisor de presión

Fuente: Autores

🔌 PanelView Explorer - TESIS - Mozi	lla Firefox				_	_	_	_ 🗆 🔀		- 7	х
W http://192.168.0.2/Nexus.asp?app	old=3&appDevType=IMvApplica	ationEngineCHMI&la	nguage=es&key={41CE	56FB-C02E-2E26-46FD-D87/	\82D046D4}			☆			0
Configuraciones	Comunicación	Tags	Pantallas	Protección	Alarma	ıs	Recetas	Idiomas	BbCc. A	A Buscar +	
ا 🖉 🚼 🚽 📀 🔇	10 🔽 😓 🐻			Idi	oma de Aplic	ación: 🛛	Inglés (Estados I	Unidos) (1033) 💌	otítulo 🚽 Cambiar estilos *	Seleccionar *	
Controles 📢	Pantalla 12 - Ciclo	1 transm pre	sión			••	Propied	ades	G	Edición	R
Lista de Pantalla Añadir Eliminaz 11 - Práctica transm presiór (u)> Pantalla de Puesta en Daleta de Objetos > Entrada > Pantalla > Herramientas de Dibujo > Avanzado > Biblioteca	Reset Ca Cancelar Ca Cancelar Ca 000.0 000. 0000.0 000. 0000.0 000. 0000.0 000. 0000.0 000. 000.0 000. 000.0 000. 000.0 000.	Im Im Im libración Im Im <td>Image: Image and the system Image: Image and the system Image</td> <td>[[] [] Q. Q. de Presión 20 .0. bar > > sec. Ciele 1 ad [Witte 0.0. 000.0 S 4 0.0. 000.0 S 5 0.0. 000.0 S 5 0.0.</td> <td></td> <td>Ape Color C Groor I Color C Color C Color C Color C Part Part</td> <td>Panta artencia Javas Enfoque: Cueso Enfoque: E Fondo: E Fondo: E Fondo: Manta Antalia</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	Image: Image and the system Image: Image and the system Image	[[] [] Q. Q. de Presión 20 .0. bar > > sec. Ciele 1 ad [Witte 0.0. 000.0 S 4 0.0. 000.0 S 5 0.0. 000.0 S 5 0.0.		Ape Color C Groor I Color C Color C Color C Color C Part Part	Panta artencia Javas Enfoque: Cueso Enfoque: E Fondo: E Fondo: E Fondo: Manta Antalia				
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla											o Ŧ
Terminado									19 尾 🗿 🗐 80%	ə 🔍	÷
PanelView Ex	plorer St 😢 PanelView	Explorer	🖄 Documento 1 - Micro	s				🖮 Escritorio »	🍫 💵 😁 🧟 🚺 📶	4) ()) () 😵 🔜 🗐 () 22::	22

Fig.3.34 Pantalla Calibración de transmisor presión 2C primero ciclo Fuente: Autores

🍪 PanelView Explorer - TESIS - Mozi	lla Firefox	_	_	_	_	_	_	- 🗆 🔀		_ = ×
http://192.168.0.2/Nexus.asp?app	old=3&appDevType=IMvApplica	tionEngineCHMI&langu	age=es&key={41CE	56FB-C02E-2E26-46FD-D874	82D046D4}			☆		0
Configuraciones	Comunicación	Tags	Pantallas	Protección	Alarma	S	Recetas	Idiomas	BbCc. 📮 🗛	AB Buscar *
🔈 🥎 🔒 🔓 🔊 🕻	3 🕞 🐇 📄		2	Idio	oma de Aplic	ación: Ing	glés (Estados I	Unidos) (1033) 💌	otítulo 👻 Cambiar estilos *	Seleccionar *
Controles 📢	Pantalla 13 - Ciclo	2 trans presior	ı			••	Propied	ades	6	Edición
Lista de Pantalia Añadir Eliminar 12 - Citlo I transm presión Portalia de Puesta en Marcha: Padeta de Objetos Pantalia > Pantalia > Herramientas de Dibujo > Avanzado > Biblioteca	Calibrad Calibrad Giclo 1 Read • 000.0 000.1 • 000.0 000.1 • 000.0 000.1 • 000.0 000.1	Im Im ción Trans sult. < ciclo 2 Write 0 000.0 0 000.0 0 000.0 0 000.0 0 000.0 0 000.0 0 000.0 0 000.0 0 000.0		Image: Preside the President in the second state of the	re Acercar	Apari Color Cur Corror Du Corror Cu Corror Cur Corror Cur Panta Panta	Pantal iencia seor Enfoque: useor Enfoque: Fondo: Fondo:			
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla	1									0
Terminado									0 🗔 🗇 🔳 80% (∋
🛃 Inicio 🛛 😢 PanelView Exp	plorer St 😢 PanelView	Explorer 🔟 🛙	Documento1 - Micro	os				🖮 Escritorio »	🍫 🔊 😑 🧟 🗧 📶	4) 💿 🔮 💻 🖦 22:23

Fig.3.35 Pantalla Calibración de transmisor presión 2C segundo ciclo

Fuente: Autores

😢 PanelView Explorer - TESIS - Mozi	illa Firefox				_		_ 🗆 🔀			×
W http://192.168.0.2/Nexus.asp?app	old=3&appDevType=IMvApplica	tionEngineCHMI&la	anguage=es&key={41CB	56FB-C02E-2E26-46FD-D87	x82D046D4}		☆			0
Configuraciones	Comunicación	Tags	Pantallas	Protección	Alarma	s Recetas	Idiomas	BbCc. A	A Buscar *	
ا 🖉 🔒 🔓 🍫 🌗	😼 🌄 婸 🖻		2 2	ldi	oma de Aplica	ación: Inglés (Estac	los Unidos) (1033) 💌	otítulo 👻 Cambiar estilos *	Seleccionar *	
Controles 📢	Pantalla 14 - Resul	tados Trans	m presion			>> Prop	iedades	6	Edición	Ra
Lista de Pantalla Añadir Eliminar 13 - Ciclo Z trans presion (m) Pantalla de Puesta en Marcha: Pateta de Objetos Pantalla Herramientas de Dibujo Avantado Biblioteca	Image: Second	Im Im Im de Error Error Desc 1 000.0 000.0 000.0 000.0 000.0 000.0 000.0 000.0 000.0 Ciclo 1	I I I I s Transmis Error I 000.0 I	Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image: Product of the second condition Image:	ars Acercar	Private Control C				
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla										0 ¥
Terminado								🕅 🕄 🗃 📰 80% (• •	÷
🛃 Inicio 🛛 🕴 PanelView Ex	plorer St 😢 PanelView	Explorer	🗐 Documento1 - Micro	os			💼 Escritorio 🎇	🍫 💵 😁 🧟 🚼 📶	4 💿 🔮 🛄 🔍 22	:24

Fig.3.36 Pantalla Errores Transmisor Presión

😢 PanelView Explorer - TESIS - Mozi	illa Firefox	_	_	_	-	_	_	_ 🗆 🔀			×
http://192.168.0.2/Nexus.asp?app	old=3&appDevType=IMvApplica	ationEngineCHMI&langu	age=es&key={41Cl	E56FB-C02E-2E26-46FD-D87/	.82D046D4}			☆			0
Configuraciones	Comunicación	Tags	Pantallas	Protección	Alarma	ıs R	ecetas	Idiomas	BbCc. 🛉 🗛	A Buscar +	
😺 🥎 🔒 🔐 🔊 (😺 🗔 🐁 🖻	$\mathbb{I} \times \mathbb{I}$	2	Idi	oma de Aplic	ación: Ingle	is (Estados	Unidos) (1033) 💌	otítulo 📮 Cambiar estilos *	Seleccionar *	
Controles 🔍	Pantalla 16 - Práct	icas Temperatu	ira			۶Þ	Propied	lades	G	Edición	-
Lista de Partialia	Prác • C Regresa	alibración de Termometro Calibra	L 2 H Temp Calibra Termo ación de misor de eratura	Continuar	Acercar	Color Cuso Color Cuso Color de Fo	Panta Icia Entoque: In Entoque: Indo:				
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla											÷
Terminado									80%	🗩 🔍 i 🦳 (Ð
🛃 Inicio 🚽 🕹 PanelView Ex	plorer St 🛛 🕘 PanelView	Explorer 🔟 🖬	Documento1 - Micro	os				🖮 Escritorio »	🍾 🔊 😑 🧟 🚺 📶	🐗 💿 😵 💻 🍫 22:2:	4

Fig.3.37Pantalla prácticas Temperatura

Fuente: Autores

😢 PanelView Explorer - TESIS - Moz	cilla Firefox	-	_	_	_	-	-	_ 🗆 🔀			×
W http://192.168.0.2/Nexus.asp?ap	pId=3&appDevType=IMvApplica	tionEngineCHMI&	anguage=es&key={41CE	56FB-C02E-2E26-46FD-D87	482D046D4}			☆			0
Configuraciones	Comunicación	Tags	Pantallas	Protección	Alarma	s Rec	etas	Idiomas	BbCc. A	∰ Buscar →	
🔈 🍫 🔒 😭 🔊	😺 🗔 🐁 🖻		5 🖻 🖓	ld	oma de Aplica	ación: Inglés i	(Estados I	Unidos) (1033) 💌	ptítulo = Cambiar estilos *	Seleccionar *	
Controles 📢	Pantalla 17 - Prácti	caTermóm	etro)) – I	Propied	ades	5	Edición	-
Lista de Partalia Añadir Eliminar 17 - Práctica Termómetro (m)> Pantalla de Puesta en 1 v Herranientas de Objetos > Entrada > Pantalla > Herranientas de Dibujo Avarcado > Biblioteca	Ingrese el Valor i Ingrese Rango M Ingrese Rango M	alibraci del LEP (°C. ín. del Term	i i i i i i i i i i i i i i i i i i i	I [] ② ℚ ℚ metro 00,000 000.0 000.0 ar Continuar		Apartenci Color Casor En Gross Cuasor E Color de Fondo Color de Fondo Partalla Partalla	Partai				
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla	1										÷
Terminado									8 🕄 🗇 🗐 80%	• • •	÷
PanelView E	xplorer St 🛛 😕 PanelView I	Explorer	🗐 Documento1 - Micro	os				🖮 Escritorio »	🍾 🔛 😁 🧟 🛂 📶	4 🕘 😵 📃 🖦 22	:25

Fig.3.38 Pantalla Calibración termómetro

🔌 PanelView Explorer - TESIS - Mozilia Firefox	_ 🗆 🗵	_ = x
http://192.168.0.2/Nexus.asp?appld=3&appDevType=IMvApplicationEngineCHMl&language=es&key={41CE56FB-C02E-2E26-46FD-D87A82D046D4}	☆	
Configuraciones Comunicación Tags Pantallas Protección Alarma	as Recetas Idiomas	BbCc. A A Buscar *
😺 🥎 🔚 🔓 🔊 🐶 🍃 🔓 🗶 🖻 🔮 ဈ ဈ 🕼 Idioma de Aplik	cación: Inglés (Estados Unidos) (1033) 💌	btítulo - Cambiar estilos - & Seleccionar -
Controles 📢 Pantalla 18 - Ciclo 1 termómetro	>> Propiedades	Edición
Lista de Pantalia Afadir Eltrininar 18 - Celco 1 termómeto Pantalia Partalia Partalia Partalia Partalia Partalia Partalia Partalia Partalia Personantia Partalia Partalia Partalia Personantia Personantia Personantia Personantia	Pantalia * Apariencia Cotor Gusor Enfeque: 4 Cotor de Fondoe: Cotor de Fondo: > Corruón > Pantalia	
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla		• •
Terminado		
1 Inicio 💫 Panelview Explorer St 🕗 Panelview Explorer • 🚳 Documentoi - Micros	Escritorio **	🛛 🏷 🕎 😁 🧟 👯 📶 🜗 🔘 💲 🔜 🗐 22:25 .

Fig.3.39 Pantalla Calibración termómetro 1 ciclo

🔮 PanelView Explorer - TESIS - Mozilla Firefox		_	_	_ 🗆 🔀		_ = ×
Mttp://192.168.0.2/Nexus:asp?appId=3&appDevType=IMvApplicationEngineCHMI⟨	uage=es&key={41CE56FB+C02E+2E	26-46FD-D87A82D046D4}		☆		0
Configuraciones Comunicación Tags	Pantallas Prote	cción Alarma	s Recetas	Idiomas	BbCc. 🛉 🗛	ab Reemplazar
📡 🥎 🖬 😭 🐼 🐷 🖉 🐘 🗎 🏹 🔊	2	Idioma de Aplic	ación: Inglés (Estados	Jnidos) (1033) 💌	otítulo 🚽 Cambiar estilos *	Seleccionar *
Controles 📢 Pantalia 19 - Resultados termóm	ietro		>> Propied	ades		Edición
Lista de Paritalia Afadir Elimina O Occurrenter 10 Dasuitados terminostos 11 Eminalia Paritala de Diesta en Imarchia: Paritala Imarchia: Imarchia: Imarchia:	Image: Construction ores Termómetro Error D00.0 D00.0	Q Q Ⅲ	Panta ✓ Apariencia Color Cusor Enfoque:			
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla						0 Ŧ
Terminado					19 🗔 🗐 🗐 80% (⊖ V
🔐 Inicio 🤐 🍪 PanelView Explorer St 🛛 😢 PanelView Explorer 🖄	Documento1 - Micros			📺 Escritorio »	🍫 🖭 😁 🧟 🛂 📶	4 💿 😵 💻 🍫 22:25

Fig.3.40 Pantalla tabla de errores termómetro

🥹 PanelView Explorer - TESIS - Mozilla Finefox	_	_	_ 🗆 🔀		- 7	х
http://192.168.0.2/Nexus.asp?appId=3&appDevType=IMvApplicationEngineCHMI&language=es&key={41CE56FB-C02E-2E26-46FD-D87A82D046	6D4}		☆			0
Configuraciones Comunicación Tags Pantallas Protección Al	larmas	Recetas	Idiomas	BbCc. 🛉 🗛	A Buscar +	
😺 🕎 🔚 🛱 🖻 🐷 🧔 🐁 🖻 🖹 🗙 🖻 🕜 (2) Idioma de	e Aplicación:	Inglés (Estados U	Jnidos) (1033) 💌	otítulo 👻 Cambiar estilos *	Cae Reemplazar	
Controles 44 Pantalla 20 - Calibracion Termostato	••	Propied	ades		Edición	R
Lista de Partala Afadri Eliminar 20 - Calibración Terrostato Partala de Puesta en Marcha: Partala Herramientas de Díbujo Horramientas de Díbujo Biblioteca Indicador de Activación Regresar Reset	Color Corese Color Color Color	Pantal ipariencia r Cursor Enfoque: or Cursor Enfoque: r de Fondo: a de Fondo:				
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla						o ¥
Terminado				Q 🕄 🔅 🗮 80% (• • • •	÷
🔁 Inicio 🖳 😢 PanelView Explorer St 😢 PanelView Explorer 🖾 Documento1 - Micros			🖮 Escritorio 🎇	- 🏷 🖃 😁 😥 🛂 🚈	4 🔘 🔮 💻 🍫 22	:26



🕙 PanelView Explorer - TESIS - Mozi	lla Firefox		_	_	_	- 🗆 🛽			х
http://192.168.0.2/Nexus.asp?app	old=3&appDevType=IMvApplicationEr	ngineCHMI&language=es&key={41CE	56FB-C02E-2E26-46FD-D87/	82D046D4}		ث]		0
Configuraciones	Comunicación	Tags Pantallas	Protección	Alarma	s Rece	tas Idiomas	BbCc. A	A Buscar *	
ا 🖉 🖬 🔒 📀	😺 🗔 🖗 🖬	X 5 C 2	Idi	oma de Aplic	ación: Inglés (E	stados Unidos) (1033) 🔽	ptítulo 👻 Cambiar estilos *	Seleccionar *	
Controles 📢	Pantalla 21 - Calibracio	ón transm temp			>> Pr	opiedades		Edition	Ēs
Lista de Pantalia Añadir Eliminar 21 - Calibración transmitem Marcha: Pantalla de Puesta en Marcha: Pantalia > Fantalia > Herramientas de Dibujo > Avanzado > Biblioteca	Calibración Ingrese el Valor de Ingrese Rango Míni Ingrese Rango Míni Ingrese Rango Míni Ingrese Rango Míni	Transmisor To Transmisor To ILEP (° C.) mo del Tr. Temp. (° C.) mo a calibrar (° C.) mo a calibrar (° C.) Regress	Emperatura 00,000 000.0 000.0 000.0 000.0 000.0 000.0	rra Acercar	Apariancia Color Cusor Entre Gran Cusor Entre Gran Cusor Cusor Entre Grand Cusor Entre Grand Entre Grand Entre Grand Entre Partalia Partalia	Pantalla			3
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla									0 ¥
Terminado							1	9	÷
🛃 Inicio 🚽 👌 PanelView Ex	plorer St 😢 PanelView Explor	rer 🔟 Documento 1 - Micro	95			📺 Escritorio »	🍃 🖓 🖨 🧟 🚺 📶	4 💿 😵 💻 🖦 22:	26

Fig.3.42 Pantalla Calibración transmisor de temperatura

😢 PanelView Explorer - TESIS - Mozil	lla Firefox	_	_	_	_	_		_ 🗆 🔀		- 5	х
http://192.168.0.2/Nexus.asp?app	ld=3&appDevType=IMvApplica	tionEngineCHMI&	language=es&key={41CE	56FB-C02E-2E26-46FD-D87/	x82D046D4}			☆			0
Configuraciones	Comunicación	Tags	Pantallas	Protección	Alarma	s Rece	etas	Idiomas	BbCc. A	A Buscar *	
😺 🥎 🔒 📑 🔊 🛙	😼 🌄 婸 🖻		5 2 ?	ldi	oma de Aplica	ación: Inglés (B	Estados l	Jnidos) (1033) 💌	ptítulo = Cambiar estilos =	Seleccionar *	
Controles 📢	Pantalla 22 - Ciclo	1 Transm. t	emp.			→ P	ropied	ades	G	Edición	-
Lista de Pantalla Añadir Eliminar 22 - Ciclo I Transm.temp. Pantalla de Puesta en 1 v Marcha: Paleta de Objetos Pantalla Pentrada Pantalla Pertrada Pantalla Herramientas de Dibujo Avanzado Biblioteca	Calibraci Temp. P Asc. Read 000.0 060.5 000.0 060.5	Jml Jml Jml ión Tran atrón O Cielo 1 Write 000.0 0000.0 000.0 0000.0 000.0 0000.0 Reset	IL I I II Insmisor Te 00.0 ° C. Rea Rea S 060. S 060. S 060. Regresar	Image: Image	•	Apariencia Calor Curse Enf Gresse Curse En Second Pandalia	Pantal oque: 				
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla											•
Terminado									1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	• • • •	•
2 Inicio 🛛 😢 PanelView Exp	plorer St 😢 PanelView	Explorer	🗐 Documento1 - Micro	s				🖮 Escritorio »	S 🔊 🖨 🧟 🔽 🚈	4 💿 🔮 💻 🔍 22	:27

Fig.3.43 Pantalla calibración transmisor temperatura 1 ciclo

🕹 PanelView Explorer - TESIS - Mozilla Firefox		_ = x
http://192.168.0.2/Nexus: asp?appId=3&appDevType=IMvAppIcationEngineCHMI&language=es&key=(41CE56FB-C02E-2E26-46FD-D87A82D046D-087A820040604004004004004004004004004004004004	0	☆
Configuraciones Comunicación Tags Pantallas Protección Ala	rmas Recetas Idio	mas BbCc. A A Buscar *
😺 🕎 🔚 🔓 🔊 🐷 🗸 🐁 🖻 🔓 🗙 🖸 🔮 😢 🚺 Idioma de /	Aplicación: Inglés (Estados Unidos) (1033) V ptítulo Cambiar estilos Seleccionar
Controles 44 Pantalla 23 - Resultados transm temp	>> Propiedades	Edición
Lista de Pantalla Añadri Eliminar 23 Resultados transmiter Pantalla de Duesta en Imarcia: Imarcia Pantalla Imarcia Imarcia Imarci<	Partalla Apariencia Calor Cusor Enfoque:	
Disposition: 27110-TET Pantalla		
Terminado		
🛃 Inicio 🕘 PanelView Explorer St 😢 PanelView Explorer 📓 Documento1 - Micros	Escr	itorio 👋 🏷 💭 🖨 🛠 🐫 📶 🜗 🎯 💲 💻 🖤 22:27

Fig.3.44 Pantalla tabla de errores transmisor de temperatura

🕑 PanetView Explorer - TESIS - Mozilla Firefox		_ 0	х
🔮 http://192.168.0.2/Nexus.asp?appld=3bappDevType=IMvApplicationEngineCHMI8Janguage=es8key=[41CE56FB-002E-2:E26-46FD-087A822046D4]			0
Configuraciones Comunicación Tags Pantallas Protección Alarmas Recetas Idiomas	BbCc.	A Buscar +	
📡 🥎 🔐 🕼 😰 🐷 😓 🐁 🖹 🔋 🗙 🖸 2 Idioma de Aplicación: Inglés (Estedos Unidos) (1033) 💌	ptítulo 🚽 Cambiar estilos *	Seleccionar *	
Controles (Pantalla 24 - Práctica General Propiedades	6	Edición	_
Controlles Partalla de Práctica de offeral Propretates Lista de Pantalla Image: Statute de offeral Pantalla de Objetos Partalla de Objetos Práctica General con PID Pantalla de Objetos Pantalla de Objetos Práctica General con PID Ourse Entroque: Pantalla de Objetos Pintalla de Objetos Pintalla de Objetos Pantalla de Dibujo Pantalla de Dibujo Pintel marchana Avarizado Regresar Regresar			
► Comite			
► Pantalla			•
Dispositive: 27110_TET Pantalla			0
Teminado			*
i inizia ante a la constante			



🔮 PanelView Explorer - TESIS - Mozilla Firefox	_	_	_ 🗆 🔀		- 0	X
http://192.168.0.2/Nexus.asp?appld=3&appDevType=IMvApplicationEngineCHMI&language=es&key=(41CE56FB-C02E-2E26-46FD-D87A82DC	046D4}		☆			0
Configuraciones Comunicación Tags Pantallas Protección .	Alarmas F	Recetas	Idiomas	BbCc. 🖆 🗛	A Buscar *	
😺 🕎 🔚 🛱 🔊 🐷 🧔 % 🖻 🔓 🗙 🖸 🕢 Idioma	de Aplicación: Ingl	glés (Estados U	nidos) (1033) 💌	otítulo 👻 Cambiar estilos *	Seleccionar *	
Controles 📢 Pantalla 25 - PID nivel	**	Propieda	des	5	Edición	120
Lista de Partala Afadir Z5 Pintala Partala de Objetos Partala Part	ComM ComM Partal	Pantalia Goot Enfoque: Isso: Enfoque Isso: Enfoque Fondo:				
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla						0
Terminado				8 2 3 8 80% (-) U (-(+)
Namelview Explorer St 😢 Panelview Explorer 📓 Documento1 - Micros		ŭ	Escritorio »	🍫 💷 😁 🧟 🚺 📶	4 ()) () 😵 🔜 (), 22:	:27

Fig.3.46 Pantalla Práctica PID nivel

😢 PanelView Explorer - TESIS - Mozilla Firefox	- 🗆 🔀	_ = X
http://192168.0.2/Nexus.asp?appld=3&appDevType=IMvApplicationEngineCHMI&language=es&key=(41CE56FB-C02E-2E26-46FD-087A82D046ide)	3D4}	Q
Configuraciones Comunicación Tags Pantallas Protección Al	larmas Recetas Idiomas _{BbCc.} 🖣 🗛	A Buscar *
😺 🕎 🔚 🛱 🖻 🐷 🧔 🐁 🖹 🛱 🗙 🖻 🖬 🖉 😢 🚺 Idioma de	e Aplicación: Inglés (Estados Unidos) (1033) 🔽 ptítulo 🥃 Cambia	r Seleccionar *
Controles 📢 Pantalla 26 - Manómetro 1 ciclo	>> Propiedades	Edición
Lista de Partalia Añadri Eliminar 26 Mandmarto 1 cloido Partalia Partalia	Pantalia • Apartencia Color Cusor Enfoque: • Orser Cusor Enfoque: • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla	1	•
Terminado	(新見) 注言 80%	• • • •
😢 Inicio 🚽 🕗 PanelView Explorer St 👌 PanelView Explorer 📓 Documento 1 - Micros	🛅 Escritorio 🎽 🏷 🔛 😁 👷 🔩 💋	🖬 🌒 🔮 🛄 🦦 22:28

Fig.3.47 Pantalla Calibración manómetro 1 ciclo

😢 PanelView Explorer - TESIS - Hoz	illa Firefox	_			_		_	_ 0 🔀			х
W http://192.168.0.2/Nexus.asp?app	old=3&appDevType=IMvApplicat	ionEngineCHMI&la	nguage=es&key={41C	E56FB-C02E-2E26-46FD-D87/	482D046D4}			☆			0
Configuraciones	Comunicación	Tags	Pantallas	Protección	Alarma	IS	Recetas	Idiomas	BbCc. A	計 Buscar →	
ا 🖉 🚼 😓 🕎	😺 🗔 🐇 📄			ldi	oma de Aplic	ación: [Inglés (Estados	Unidos) (1033) 💌	otítulo 👳 Cambiar estilos *	Seleccionar *	
Controles 🔍	Pantalla 27 - Result	tados Manó	metro 1 ciclo			••	Propied	ades	5	Edición	-
Lista de Pantalia Añadir Eliminar 27 - Resutados Manómetro < m → → Pantalia de Puesta en Marcha: Paleta de Objetos > Entrada > Pantalia > Herramientas de Dibujo > Avanzado > Biblioteca		Im Im Im abla de E Error Arror Arror 0 000.0 0 0 000.0 0 0 000.0 0 0 000.0 0 0 000.0 0 0 000.0 0 0 000.0 0 0 000.0 0	Image: Constraint of the second sec	imi : Q Q imimetro Free 000.0 000.0 000.0 000.0 000.0 000.0		App Cotor C Grosor 4 Cotor d C	Panta ariencia Cueso Enfegue: - Cueso Enfegue: - de Fondo: 				
						I P'al	intanfa				* 0
Terminado									19 EU 75 E 80% (*
PanelView Ex	plorer St 😢 PanelView E	Explorer	藰 Documento1 - Micr	os	_	-	_	🛗 Escritorio »	S 2º 😄 😫 📶	🕘 🔮 🛄 🔍 22:	28

Fig.3.48 Pantalla errores manómetro 1 ciclo



Fig.3.49 Pantalla Práctica PID temperatura Fuente: Autores

😢 PanelView Explorer - TESIS - Mozi	illa Firefox	_			_	_		_ 🗆 🔀			х
http://192.168.0.2/Nexus.asp?app	old=3&appDevType=IMvApplica	tionEngineCHMI&la	nguage=es&key={41CE	56FB-C02E-2E26-46FD-D87	\82D046D4}			☆			0
Configuraciones	Comunicación	Tags	Pantallas	Protección	Alarma	IS I	Recetas	Idiomas	BbCc. 🛉 🗛	A Buscar *	
ا 👰 🔚 🔒 🏠 (😼 🌄 🗏 🖻			Idi	oma de Aplic	ación: Ing	glés (Estados I	Jnidos) (1033) 💌	otitulo 🚽 Cambiar estilos *	Seleccionar *	
Controles 📢	Pantalla 29 - Calib	trans presio	n 1 ciclo			••	Propied	ades	G	Edición	R
Lista de Pantalla Añadir Eliminar 29 - Calib trans presion 1 ei (Calibraci Cancelar Resu Acc. Pead 0000.0 000.1 0000.0 000.1 0000.0 000.1 0000.0 000.1	Im Im Im ón Trans ittados < Ciclo 1 Witte 000.0 000.0 S 000.0 S 000.0 S 000.0 S 000.0 S 000.0 S		Presión 10 0 bar > 2 color > asc. Ciclo 1 ead Write 00.0 000.0 S 00.0 000.0 S		Aparti Color Cue Greeror Cu 4 Color de t	Panta encia sos Enfoque: sos Enfoque: ondo: 				
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla											o ¥
Terminado									19 🗔 🗃 🗏 80% (• • • •	÷
🛃 Inicio 🚽 🕹 PanelView Ex	plorer St 😢 PanelView	Explorer	🗿 Documento1 - Micro	is				🛅 Escritorio »	🌾 🔊 😁 🧟 🚺	4) 💿 😵 🛄 🍫 22	:29

Fig.3.50 Pantalla calibración transmisor presión 1 ciclo

🕹 PanetView Explorer - TESIS - Mozilla Firefox	- • x
http://192.168.0.2/Nexus.asp?appld=3&appDevType=IMvApplicationEngineCHIM&language=es&key=(41CE56FB-C02E-2E26-46FD-D87A82D046D4)	
Configuraciones Comunicación Tags Pantallas Protección Alarmas Recetas I	Idiomas BbCc. A A Buscar *
😺 🥎 📙 🛱 🔊 🐻 🗔 🐁 🖹 🖹 🗙 🖻 C	os) (1033) 🗸 otítulo 🥃 Cambiar estilos + 🔓 Seleccionar +
Controles 😽 Pantalla 30 - resultados presion un ciclo >>> Propiedades	Is Edicion
Lista de Pantalia Añadir Bindradir Bindradir Composition und Composition and Composition and Compositio	
Común Pantalla	
Dispositivo: 2711C-T6T Pantalla	q
Terminado	Ø Q 2 = 80%
🯄 Inicio 🚽 🕘 PanelView Explorer S 💽 PanelView Explorer 🔮 Documentol - Micros 📾	Escritorio 🤌 🏷 🖓 😂 🖉 🎽 🍊 🌒 😚 💻 🍫 22:29

Fig.3.51 Pantalla tabla de errores transmisor de presión 1 ciclo Fuente: Autores

3.5 Programación del Proyecto.





3.5.2 Programación de selección de Prácticas

	SI	ELECCION
0	TAG.PRACTICA_1	TAG.SELEC_P1
U		TAG SELEC_P2
		TAG.SELEC_P3
		TAG.SELEC_P4
		TAG.SELEC_P5
		TAG.SELEC_P6
1		TAG.SELEC_P1
1		TAG.SELEC_P2
		TAG.SELEC_P3
		TAG.SELEC_P4
		TAG.SELEC_P5
		TAG.SELEC_P6

TAG.PRACTICA_3	TAG.SELEC_P1
	TAG.SELEC_P2
	TAG.SELEC_P3
	TAG.SELEC_P4
	TAG.SELEC_P5
	TAG.SELEC_P6



0	TAG.PRACTICA_6	TAG.SELEC_P1
8] [TAG.SELEC_P2 TAG.SELEC_P3 TAG.SELEC_P4 TAG.SELEC_P5 TAG.SELEC_P5
9	TAG.SELEC_P6	Move Source 6 Dest PRACTICA_ACTIVA 1.0
10	TAG.PRACTICA_2	TAG.SELEC_P2
11	TAG.PRACTICA_3	TAG.SELEC_P3
12	TAG.PRACTICA_4	TAG.SELEC_P4
13		TAG.SELEC_P5
14		TAG.SELEC_P6
(End)		

3.5.3 Programación de subrutina de Entradas Digitales





3.5.4 Subrutina de Salidas Digitales



	OPCION 2	Local:0:0.3
3		
4	OPCION_3 TAG.ENTRADA.13	Local:0:0.4 <local:0.data[0].4></local:0.data[0].4>
		TAG.OPCION_3_RUN
5	RESET TAG.ENTRADA.1	Local:0:0.5 <local:0.data[0].5></local:0.data[0].5>
6		Local:1:0.1 <local:o.data[1].1></local:o.data[1].1>
7	TAG.FRECUENCIA_2	Local:1:0.2 <local:0.data[1].2></local:0.data[1].2>
7		()
8	TAG.FRECUENCIA_3	Local:1:O.3 <local:0.data[1].3></local:0.data[1].3>
	Arranque de B1 en	
9	P#4 TAG.B1 RUN 4	Local:1:O.4 <local:o.data[1].4></local:o.data[1].4>
-	Arranque de B1 en P#5	
	Arrangue de B1 en	
	P#6 TAG.B1_RUN_6	
	Arranque de B1 en P#2	
	TAG.B1 RUN 2	
	Arranque de B2 en P#5	Local:1:0.7
10	Arrangue de B2 en	<local:o.data[1].7></local:o.data[1].7>
	P#2 TAG.B2_RUN_2	
	Arranguo do B3 on	I
44	P#5 TAG.B3_RUN_5	Local:1:0.6 <local:0.data[1].6></local:0.data[1].6>
11	Arranque de B3 en P#6	
	TAG.B3_RUN_6	
	Arranque de B3 en P#2 TAG.B3 RUN 2	
]	
12	TAG.VAL1_RUN_4	Local:1:0.8 <local:0.data[1].8></local:0.data[1].8>
	TAG.VAL1_RUN_2	

3.5.5 Programación de subrutina de Entradas Analógicas.



3.5.6 Programación de subrutina de Salidas Analógicas.





3.5.7 Descripción de Tags.

A continuación la lista de tags utilizados en las diferentes prácticas:

TagName	Тіро	Descripción	Dirección física en PLC
TAG.ENTRADA.1	BOOL	Presostato entrada de aire	Local:0:I.1
TAG.ENTRADA.2	BOOL	Presostato de práctica	Local:0:I.2
TAG.ENTRADA.3	BOOL	Termostato de práctica	Local:0:I.3
TAG.ENTRADA.4	BOOL	Paro de emergencia	Local:0:I.4
TAG.SALIDA 0	BOOL	Activar relé electroválvula 0	Local:1:O.0
TAG.SALIDA 1	BOOL	Activar relé electroválvula 1	Local:1:0.1
TAG SALIDA 2	BOOL	Activar relé electroválvula 2	Local:1:0.2
TAG.SALIDA 3	BOOL	Activar relé electroválvula 3	Local:1:0.3
TAG.SALIDA 4	BOOL	Activar relé zona de calentamiento 1	Local:1:0.4
TAG.SALIDA 5	BOOL	Activar relé zona de calentamiento 2	Local:1:0.5
TAG.SALIDA 6	BOOL	Contactor variador Bomba 1	Local:1:0.6
TAG. SALIDA 7	BOOL	Arranque variador Bomba 1	Local:1:0.7
TAG. SALIDA 8	BOOL	Libre	Local:1:O.8
TAG.SALIDA 9	BOOL	Contactor bomba 2	Local:1:0.9
TAG.SALIDA 10	BOOL	Velocidad fija variador bomba 1	Local:1:0.10
	BOOL	Foco de pulsos de Frecuencia 1	
TAG.FRECUENCIA_2	BOOL	Foco de pulsos de Frecuencia 2	
TAG.FRECUENCIA_3	BOOL	Foco de pulsos de Frecuencia 3	
B1_RUN_3	BOOL	Arranque de B1 en P#3	
B1_RUN_4	BOOL	Arranque de B1 en P#6	
B1_RUN_5	BOOL	Arranque de B1 en P#5	Local:1:0.4
B1_RUN_6	BOOL	Arranque de B1 en P#6	Local:1:0.4
VAL4_RUN_4	BOOL	Comando de apertura solenoide 4 en P#4	Local:1:O.5
VAL4_RUN_5	BOOL	Comando de apertura solenoide 4 en P#5	Local:1:O.5
B3_RUN_4	BOOL	Arranque de B3 en P#4	Local:1:0.6
B3_RUN_5	BOOL	Arranque de B3 en P#5	Local:1:0.6

B3_RUN_6	BOOL	Arranque de B3 en P#6	Local:1:O.6
B2_RUN_4	BOOL	Arranque de B2 en P#4	Local:1:0.7
B2_RUN_5	BOOL	Arranque de B2 en P#5	Local:1:0.7
VAL1_RUN_3	BOOL	Comando de apertura solenoide 1 en P#3	Local:1:O.8
VAL3_RUN_4	BOOL	Comando de apertura solenoide 3 en P#4	Local:1:O.9
VAL3 RUN 5	BOOL	Comando de apertura solenoide 3 en P#5	Local:1:0.9
VAL2_RUN_4	BOOL	Comando de apertura solenoide 2 en P#4	Local:1:O.10
VAL2_RUN_5	BOOL	Comando de apertura solenoide 2 en P#5	Local:1:O.10
VAL2_RUN_6	BOOL	Comando de apertura solenoide 2 en P#6	Local:1:O.10
VAL5_RUN_4	BOOL	Comando de apertura solenoide 5 en P#4	Local:1:0.11
VAL5_RUN_5	BOOL	Comando de apertura solenoide 5 en P#5	Local:1:0.11
VAL5_RUN_6	BOOL	Comando de apertura solenoide 5 en P#6	Local:1:0.11
RES_RUN	BOOL	Encendido de resistencia en P#4	Local:1:0.12
RES_RUN_5	BOOL	Encendido de resistencia en P#5	Local:1:0.12
T1_NIVEL	REAL	Valor actual de nivel de tanque 1	Local:2:I.Ch0Data
T2_NIVEL	REAL	Valor actual de nivel de tanque 2	Local:2:I.Ch1Data
T3_NIVEL	REAL	Valor actual de nivel de tanque 3	Local:2:I.Ch2Data
TEMP_T2	REAL	Valor actual de temperatura de tanque 2	Local:2:I.Ch3Data
POT	REAL	Potenciómetro	Local:2:I.Ch4Data
VC1_4	BOOL	Consigna de val. Proporcional en P#4	Local:3:O.Ch0Data
VC1_5	BOOL	Consigna de val. Proporcional en P#5	Local:3:O.Ch0Data
VC1_6	BOOL	Consigna de val. Proporcional en P#6	Local:3:O.Ch0Data
	1	Consigna de frecuencia desde	
FREC_VAR	REAL	potenciómetro	Local:3:O.Ch1Data
FREC_VAR_5	REAL	Consigna de frecuencia en P#5	Local:3:O.Ch1Data
FREC_VAR_6	REAL	Consigna de frecuencia en P#6	Local:3:O.Ch1Data

Tab. 4.1 Descripción de tags.

3.5.8 Practica 1: Programa del PLC.





3.5.9 Práctica 2: Programa del PLC.





3.5.10 Práctica 3: Programa del PLC.


3.5.11 Práctica 4: Programa del PLC.



3.5.12 Práctica 5: PROGRAMA EN EL PLC









3.5.13 Práctica 6: Programa del PLC.





3.5.14 Práctica 7A: Programa del PLC.







3.5.15 Práctica 7B: Programa del PLC.





3.5.16 Bloque PID



Capítulo IV

Desarrollo de las Prácticas

Precauciones de seguridad.

Considerar las siguientes recomendaciones de seguridad para conservar su integridad física y la integridad y buen funcionamiento del equipo.

Seguridad física:

- Mantenerse alejado del punto de calentamiento del bloque seco, ya que es un generador de temperatura potente capaz de provocar una seria quemadura al usuario.
- No elevar la presión del compresor a más de 7 bares, ya que se puede provocar una explosión y provocar lesiones serias.
- No golpear la mirilla de vidrio del tanque 1, ya que puede provocar cortes en la piel del usuario.

Seguridad del equipo:

- No manipular las presiones de ingreso del equipo hasta más allá de su valor seteado, porque pueden dañar los instrumentos de medición.
- Garantizar que el suministro eléctrico sea 220Vac con línea de neutro para poder trabajar de acuerdo a la propuesta planteada y por la seguridad de los instrumentos.
- Si no se va a trabajar por un largo periodo, es recomendable purgar el agua de los tanques 1 y 2 ya que esto puede ser una fuente de deterioro para los mismos.
- No apague el bloque seco si es que no está seteado por lo menos a 30 °C, si se lo apaga a una temperatura más alta de ese valor, se puede dañar.
- No manipular el sensor de presión hidrostático instalado en el tanque 1. Este sensor es ultra sensible y fue calibrado para la aplicación.
- En general, no manipular los valores de zero y span de los instrumentos, ya que esto puede provocar que los tiempos o valores de PID ya no sean los mismos al momento de realizar las prácticas.

Requisitos para el personal:

El personal comprende a todas las personas que efectúen trabajos en o cerca del banco de pruebas.

Tan sólo el personal capacitado o supervisado está autorizado para trabajar con el modulo entrenador.

Personal capacitado

El personal capacitado debe tener los conocimientos técnicos y la que le permitan identificar, analizar y evitar los riesgos que pueden crear la electricidad, la mecánica, los sistemas de suministro.

Personal supervisado

El personal supervisado debe estar adecuadamente asesorado o supervisado por personal capacitado de modo que sea capaz de identificar, analizar y evitar los riesgos que pueden crear la electricidad, la mecánica, los sistemas de suministro.

La idea de hacer el banco de pruebas autónomo, sin que necesite fuente de aire o de temperatura externa, fue con la finalidad de que lo puedan mover con facilidad.

A	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de manómetro.	Práctica 1 Página 1/5

4.1 PRÁCTICA #1: Calibración de manómetros

4.1.1 Objetivos:

- Familiarizarse con un instrumento indicador de presión tan utilizado como el manómetro.
- Conocer algunas características técnicas del manómetro, su funcionamiento y aplicaciones.
- Tener el criterio para determinar si el manómetro se encuentra en buenas condiciones, si sólo requiere de un ajuste o si sencillamente ya cumplió su vida útil.

4.1.2 Materiales:

- Maqueta didáctica.
- PLC Compact Logix 5000 serie L32E
- HMI Panel View Component
- Manómetro de prueba de 0 2 bar (MN-01) con acople de conexión rápida.
- Compresor de aire.
- Válvula proporcional.
- Transmisor de presión patrón.

	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de manómetro.	Práctica 1 Página 2/5

4.1.3 Recomendaciones generales.

- **4.1.3.1** Se debe considerar que el banco de prueba está limitado a trabajar con una presión máxima de 9 bares, por lo que no se podrá calibrar instrumentos inferiores a ese rango (700,00 Pa según el SI).
- 4.1.3.2 Solicitar al instructor que dote, al grupo, de los instrumentos requeridos para la ejecución de la práctica 1, estos son: un manómetro de 0 a 2 bar (MN-01) y una toma rápida de presión de 1/4.
- **4.1.3.3** Solicitar además la hoja de anexo B para toma de datos del instrumento y datos prácticos.
- **4.1.3.4** Tener siempre a la mano pluma o lápiz para la toma de datos y una hoja adicional para anotar cualquier novedad encontrada.
- **4.1.3.5** Es importante mantener el orden y la limpieza en la mesa de trabajo para evitar que cualquier evento inesperado pueda causar daño a los instrumentos de medición.

4.1.4 Inicio de la práctica

- **4.1.4.1** Comprobar que el banco de pruebas y el compresor estén energizados y encendidos, que el botón de paro de emergencia no esté pulsados en ambos y que no muestre ninguna falla en la pantalla táctil del tablero (HMI).
- **4.1.4.2** Una vez encendido el compresor, la presión debe comenzar a elevar en el sistema hasta un máximo de 9 bares y el compresor debe apagar (presión de encendido del compresor 7 bares, presión de apagado 9 bar).

A	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de manómetro.	Práctica 1 Página 3/5

- 4.1.4.3 Abra el paso de aire de la unidad de mantenimiento (UM-1) y verificar que en su respectivo manómetro que esté indicando mínimo 7 bares, caso contrario se mostrará el mensaje en la pantalla de F1: *Falta presión de aire en el sistema*. Si es que dicha alarma está presente verificar que no esté accionado el pulsador de emergencia del compresor, si está accionado, hale el pulsador, si el compresor aun no enciende notifique de inmediato al instructor.
- 4.1.4.4 Conectamos a la toma de aire 1 ubicada en la mesa de trabajo el manómetro con acople rápido (MN-01), asegurarse de que esté bien conectado para evitar fugas de aire y así posibles errores en la lectura.
- **4.1.4.5** En la pantalla principal del HMI presionamos en "Continuar", luego en "Prácticas de Presión", "Calibración de manómetro" y "Continuar".
- 4.1.4.6 En la pantalla obtenida nos aparecerá un mensaje "Presión OK" en color verde si la presión de nuestro sistema es correcta ó "Presión NOK" en color rojo si la presión es incorrecta. Si ocurre el último caso revisar los puntos 4.1.4.1, 4.1.4.2 y 4.1.4.3.
- **4.1.4.7** Adicional nos pedirá ingresar datos obligatorios para la realización de la práctica, y entre ellos tenemos:
 - Número de repeticiones (Corresponde al número de ciclos ascendente y descendente que se deseen realizar, mínimo 1, máximo dos ciclos).
 - Unidad de medida (1 si es en PSI, 2 si es en Bar).
 - Valor del LEP (Corresponde al error máximo permitido en el manómetro a calibrar)
 - Rango mínimo del manómetro a calibrar (en nuestro caso colocaremos 0 bar).

Æ	
H-	5-0
60	31
Ht	UPS
K	

Práctica de metrología

Documento

Práctica 1

Anexo

Instructivo para práctica de calibración de manómetro.

Página 4/5

• Rango máximo del manómetro a calibrar (en nuestro caso colocaremos 2 ya que nuestro instrumento es de 0 a 2 bares)

4.1.4.8 Una vez ingresados aparecerá el botón "Continuar" el cual lo presionamos.

- **4.1.4.9** En la siguiente pantalla se definirán automáticamente 5 puntos de calibración simétricos que nos servirá de guía para todo el proceso de calibración.
- **4.1.4.10** En la parte superior derecha se muestra el valor de presión de nuestro transmisor patrón. Junto a él se encuentran flechas indicadoras las cuales hacia la izquierda simbolizan bajar presión y hacia la derecha subir presión.
- **4.1.4.11** Debemos determinar el la hoja de toma de datos (anexo B) los 5 puntos a calibrar y anotarlos en la plantilla "puntos de calibración" de la pantalla del HMI.
- **4.1.4.12** Junto a cada punto se observa un recuadro azul, un recuadro verde y un botón de color azul. El primero es el ingreso numérico, el segundo es el valor escrito en el PLC y el botón azul con la letra "S" nos permite salvar el dato, es decir una vez que lo pulsemos, se grabará el dato ingresado previamente.
- **4.1.4.13** Una vez anotados los 5 puntos de calibración, tanto en la hoja como en la pantalla, comenzamos validando nuestro primer punto de calibración, en nuestro caso 0 bar, luego ingresamos en el campo numérico el valor obtenido en el manómetro y presionamosel botón"S", con esto se graba el primer dato con el valor inicial.
- **4.1.4.14** Incrementamos la presión en el sistema desde el botón de "flecha hacia la derecha, incremento de presión" hasta que la lectura del transmisor patrón sea igual a nuestro segundo punto, es decir, 0.5 bar.

AT So	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de manómetro.	Práctica 1
Les la		Página 5/5

ingresamos en el segundo campo numérico el valor que observamos en el manómetro y presionamos el segundo "S"

- **4.1.4.15** Cada vez que salvemos el dato aparecerá una indicación color verde que nos confirmará que el dato ha sigo guardado.
- **4.1.4.16** Luego de realizar las mediciones en el ciclo de subida, repetimos el proceso para el ciclo de bajada. Es decir, tomamos la primera lectura del punto máximo y vamos decrementando la presión hasta llegar al punto que deseamos medir, así hasta completar los 5 puntos de medición.
- 4.1.4.17 Una vez salvado el último dato, se habilitará un botón de Ciclo 2 (en caso que hayamos seleccionado 2 ciclos) o "Resultados" si se seleccionó 1 ciclo.
- **4.1.4.18** Una vez finalizado el procedimiento se mostrará la tabla de errores de cada punto donde es estudiante emitirá un criterio en base a los resultados obtenidos.
- **4.1.4.19** Presionamos el botón Reset para que el sistema se encere y se despresurice.
- 4.1.4.20 Al término de la práctica, con mucho cuidado retiramos el sistema MN-01 para su posterior entrega al instructor del laboratorio y este a su vez lo deberá guardar en la caja de instrumentos del módulo de pruebas.

Gracias por seguir paso a paso el procedimiento y por cuidar el equipo para que más compañeros puedan seguir aprendiendo.

Ahora continuamos con el desarrollo teórico

A	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de presostato.	Práctica 2 Página 1/4

4.2 PRÁCTICA #2: Calibración de presostato

4.2.1 Objetivos:

- Familiarizarse con un instrumento de conmutación por presión tan utilizado como el presostato.
- Conocer algunas características técnicas del presostato, su funcionamiento y aplicaciones.
- Tener el criterio para determinar si el presostato se encuentra en buenas condiciones, o si sencillamente ya cumplió su vida útil.

4.2.2 Materiales:

- Maqueta didáctica.
- PLC Compact Logix 5000 serie L32E
- HMI Panel View Component
- Presostato de prueba (PS-01) con acople de conexión rápida.
- Acople de conexión
- Compresor de aire.
- Válvula proporcional.
- Transmisor de presión patrón.

A Solution	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de presostato.	Práctica 2 Página 2/4

4.2.3 Recomendaciones generales.

- **4.2.3.1** Se debe considerar que el banco de prueba está limitado a trabajar con una presión máxima de 9 bares, por lo que no se podrá calibrar instrumentos inferiores a ese rango.
- 4.2.3.2 Solicitar al instructor que dote, al grupo, de los instrumentos requeridos para la ejecución de la práctica 1, estos son: un presostato marca Festo (PS-01) y una toma rápida de presión de 1/4.
- **4.2.3.3** Solicitar además la hoja de anexo B para toma de datos del instrumento y datos prácticos.
- **4.2.3.4** Tener siempre a la mano pluma o lápiz para la toma de datos y una hoja adicional para anotar cualquier novedad encontrada.
- **4.2.3.5** Es importante mantener el orden y la limpieza en la mesa de trabajo para evitar que cualquier evento inesperado pueda causar daño a los instrumentos de medición.

4.2.4 Inicio de la práctica

- **4.2.4.1** Comprobar que el banco de pruebas y el compresor estén energizados y encendidos, que el botón de paro de emergencia no esté pulsados en ambos y que no muestre ninguna falla en la pantalla táctil del tablero (HMI).
- **4.2.4.2** Una vez encendido el compresor, la presión debe comenzar a elevar en el sistema hasta un máximo de 9bares y el compresor debe apagar (presión de encendido del compresor 7 bares, presión de apagado 9 bar).

A So	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de presostato.	Práctica 2
)		Pagina 3/4

- 4.2.4.3 Abra el paso de aire de la unidad de mantenimiento (UM-1) y verificar que en su respectivo manómetro que esté indicando mínimo 7 bares, caso contrario se mostrará el mensaje en la pantalla de F1: *Falta presión de aire en el sistema*. Si es que dicha alarma está presente verificar que no esté accionado el pulsador de emergencia del compresor, si está accionado, hale el pulsador, si el compresor aun no enciende notifique de inmediato al instructor.
- **4.2.4.4** Conectamos a la toma de aire 1 ubicada en la mesa de trabajo el manómetro con acople rápido (MN-01), asegurarse de que esté bien conectado para evitar fugas de aire y así posibles errores en la lectura.
- **4.2.4.5** Conectamos la señal eléctrica proveniente del presostato de prueba al socket etiquetado como presostato.
- **4.2.4.6** En la pantalla principal del HMI presionamos en "Continuar", luego en "Prácticas de Presión", "Calibración de presostato" y "Continuar".
- 4.2.4.7 En la pantalla obtenida nos aparecerá un mensaje "Presión OK" en color verde si la presión de nuestro sistema es correcta ó "Presión NOK" en color rojo si la presión es incorrecta. Si ocurre el último caso revisar los puntos 4.1.4.1, 4.1.4.2 y 4.1.4.3.
- **4.2.4.8** Presionamos el botón de test, en ese momento el sistema automáticamente empezará a subir poco a poco la presión de aire en el sistema.
- **4.2.4.9** El sistema se detendrá cuando el presostato cambie de estado lógico, una indicación cambiará de rojo a verde y se mostrará el valor en el que hubo el cambio.
- **4.2.4.10** Aparecerá los botones para subir o bajar presión en el caso que se requiera hallar otro punto de ajuste.

A So	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de presostato.	Práctica 2 Página 4/4

- **4.2.4.11** Al terminar de hacer el ajuste presionamos el botón "Reset", con esto se despresuriza el sistema de aire.
- **4.2.4.12** Volvemos a presionar test para verificar el nuevo punto ajustado.
- 4.2.4.13 Al término de la práctica, con mucho cuidado retiramos el sistema PS-01 para su posterior entrega al instructor del laboratorio y este a su vez lo deberá guardar en la caja de instrumentos del módulo de pruebas.

Gracias por seguir paso a paso el procedimiento y por cuidar el equipo para que más compañeros puedan seguir aprendiendo.

Ahora continuamos con el desarrollo teórico

A Line	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de transmisor de presión.	Práctica 3 Página 1/5

4.3 PRÁCTICA # 3: Calibración de transmisor de presión

4.3.1 Objetivos:

- Familiarizarse con un instrumento de presión tan utilizado como el transmisor de presión.
- Conocer algunas características técnicas del transmisor de presión, su funcionamiento y aplicaciones.
- Tener el criterio para determinar si el transmisor de presión se encuentra en buenas condiciones o si sencillamente ya cumplió su vida útil.

4.3.2 Materiales:

- Maqueta didáctica.
- PLC Compact Logix 5000 serie L32E
- HMI Panel View Component
- Transmisor de prueba de 0 4 bar (PT-01) con acople de conexión rápida.
- Compresor de aire.
- Válvula proporcional.
- Transmisor de presión patrón.

ALL AND	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de transmisor de presión.	Práctica 3 Página 2/5

4.3.3 Recomendaciones generales.

- **4.3.3.1** Se debe considerar que el banco de prueba está limitado a trabajar con una presión máxima de 9 bares, por lo que no se podrá calibrar instrumentos inferiores a ese rango.
- **4.3.3.2** Solicitar al instructor que dote, al grupo, de los instrumentos requeridos para la ejecución de la práctica 1, estos son: un transmisor de presión Wika de 0-4 bar (PT-01) y una toma rápida de presión de 1/4.
- **4.3.3.3** Solicitar además la hoja de anexo B para toma de datos del instrumento y datos prácticos.
- **4.3.3.4** Tener siempre a la mano pluma o lápiz para la toma de datos y una hoja adicional para anotar cualquier novedad encontrada.
- **4.3.3.5** Es importante mantener el orden y la limpieza en la mesa de trabajo para evitar que cualquier evento inesperado pueda causar daño a los instrumentos de medición.

4.3.4 Inicio de la práctica

- **4.3.4.1** Comprobar que el banco de pruebas y el compresor estén energizados y encendidos, que el botón de paro de emergencia no esté pulsados en ambos y que no muestre ninguna falla en la pantalla táctil del tablero (HMI).
- **4.3.4.2** Una vez encendido el compresor, la presión debe comenzar a elevar en el sistema hasta un máximo de 9bares y el compresor debe apagar (presión de encendido del compresor 7 bares, presión de apagado 9 bar).

A	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de transmisor de presión.	Práctica 3 Página 3/5

- 4.3.4.3 Abra el paso de aire de la unidad de mantenimiento (UM-1) y verificar que en su respectivo manómetro que esté indicando mínimo 7 bares, caso contrario se mostrará el mensaje en la pantalla de F1: *Falta presión de aire en el sistema*. Si es que dicha alarma está presente verificar que no esté accionado el pulsador de emergencia del compresor, si está accionado, hale el pulsador, si el compresor aun no enciende notifique de al instructor.
- 4.3.4.4 Conectamos a la toma de aire 1 ubicada en la mesa de trabajo el transmisor de presión con acople rápido (PT-01), asegurarse de que esté bien conectado para evitar fugas de aire y así posibles errores en la lectura.
- **4.3.4.5** En la pantalla principal del HMI presionamos en "Continuar", luego en "Prácticas de Presión", "Calibración de transmisor de presión" y "Continuar".
- 4.3.4.6 En la pantalla obtenida nos aparecerá un mensaje "Presión OK" en color verde si la presión de nuestro sistema es correcta ó "Presión NOK" en color rojo si la presión es incorrecta. Si ocurre el último caso revisar los puntos 4.3.4.1, 4.3.4.2 y 4.3.4.3.
- **4.3.4.7** Adicional nos pedirá ingresar datos obligatorios para la realización de la práctica, y entre ellos tenemos:
 - Número de repeticiones (Corresponde al número de ciclos ascendente y descendente que se deseen realizar, mínimo 1, máximo dos ciclos).
 - Unidad de medida (1 si es en PSI, 2 si es en Bar).
 - Valor del LEP (Corresponde al error máximo permitido en el manómetro a calibrar)
 - Rango mínimo del transmisor de presión a calibrar (en nuestro caso colocaremos 0 bar).

A	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de transmisor de presión.	Práctica 3
		Página 4/5

• Rango máximo del transmisor a calibrar (en nuestro caso colocaremos 4 ya que nuestro instrumento es de 0 a 4 bares)

4.3.4.8 Una vez ingresados aparecerá el botón "Continuar" el cual lo presionamos.

- **4.3.4.9** En la siguiente pantalla se definirán automáticamente 5 puntos de calibración simétricos que nos servirá de guía para todo el proceso de calibración.
- **4.3.4.10** En la parte superior derecha se muestra el valor de presión de nuestro transmisor patrón. Junto a él se encuentran flechas indicadoras las cuales hacia la izquierda simbolizan bajar presión y hacia la derecha subir presión.
- **4.3.4.11** Debemos determinar el la hoja de toma de datos (anexo B) los 5 puntos a calibrar y anotarlos en la plantilla "puntos de calibración" de la pantalla del HMI.
- **4.3.4.12** Junto a cada punto se observa un recuadro azul, un recuadro verde y un botón de color azul. El primero es el valor numérico del transmisor de presión de la práctica, el segundo es el valor escrito en el PLC y el botón azul con la letra "S" nos permite salvar el dato, es decir una vez que lo pulsemos, se grabará el dato leído previamente.
- **4.3.4.13** Una vez anotados los 5 puntos de calibración, tanto en la hoja como en la pantalla, comenzamos validando nuestro primer punto de calibración, en nuestro caso 0 bar, presionamos el botón "S", con esto se graba el primer dato leído en el patrón.
- **4.3.4.14** Incrementamos la presión en el sistema desde el botón de "flecha hacia la derecha, incremento de presión" hasta que la lectura del transmisor patrón sea igual a nuestro segundo punto, es decir, 1 bar.

A	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de transmisor de presión.	Práctica 3 Página 5/5

presionamos la siguiente "S" y se grabará en el PLC el valor actual leído por el transmisor de presión

- **4.3.4.15** Cada vez que salvemos el dato aparecerá una indicación color verde que nos confirmará que el dato ha sigo guardado.
- **4.3.4.16** Luego de realizar las mediciones en el ciclo de subida, repetimos el proceso para el ciclo de bajada. Es decir, tomamos la primera lectura del punto máximo y vamos decrementando la presión hasta llegar al punto que deseamos medir, así hasta completar los 5 puntos de medición.
- **4.3.4.17** Una vez salvado el último dato, se habilitará un botón de Ciclo 2 (en caso que hayamos seleccionado 2 ciclos) o "Resultados" si se seleccionó 1 ciclo.
- **4.3.4.18** Una vez finalizado el procedimiento se mostrará la tabla de errores de cada punto donde es estudiante emitirá un criterio en base a los resultados obtenidos.
- **4.3.4.19** Presionamos el botón Reset para que el sistema se encere y se despresurice.
- 4.3.4.20 Al término de la práctica, con mucho cuidado retiramos el sistema PT-01 para su posterior entrega al instructor del laboratorio y este a su vez lo deberá guardar en la caja de instrumentos del módulo de pruebas.

Gracias por seguir paso a paso el procedimiento y por cuidar el equipo para que más compañeros puedan seguir aprendiendo.

Ahora continuamos con el desarrollo teórico

A Solution	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de termómetro.	Práctica 4 Página 1/5

4.4 PRÁCTICA # 4: Calibración de termómetro

4.4.1 Objetivos:

- Familiarizarse con un instrumento de temperatura tan utilizado como el termómetro.
- Conocer algunas características técnicas del termómetro, su funcionamiento y aplicaciones.
- Tener el criterio para determinar si el termómetro se encuentra en buenas condiciones o si sencillamente ya cumplió su vida útil.

4.4.2 Materiales:

- Maqueta didáctica.
- PLC Compact Logix 5000 serie L32E
- HMI Panel View Component
- Termómetro de 0 100 °C. (TI-01).
- Bloque seco.

4.4.3 Recomendaciones generales.

4.4.3.1 Se debe considerar que el banco de prueba está limitado a trabajar con una temperatura de 30 – 150 °C., por lo que no se podrá calibrar instrumentos inferiores ni superiores a ese rango.

A So	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de termómetro	Práctica 4
		Página 2/4

- 4.4.3.2 Solicitar al instructor que dote, al grupo, de los instrumentos requeridos para la ejecución de la práctica 4, estos son: un termómetro Reotemp de 0 100 °C. (TT-01) y un insert para colocarlo en el bloque seco.
- **4.4.3.3** Solicitar además la hoja de anexo B para toma de datos del instrumento y datos prácticos.
- **4.4.3.4** Tener siempre a la mano pluma o lápiz para la toma de datos y una hoja adicional para anotar cualquier novedad encontrada.
- **4.4.3.5** Es importante mantener el orden y la limpieza en la mesa de trabajo para evitar que cualquier evento inesperado pueda causar daño a los instrumentos de medición.

4.4.4 Inicio de la práctica

- **4.4.4.1** Comprobar que el banco de pruebas y el bloque estén energizados y encendidos, que el botón de paro de emergencia no esté pulsados en ambos y que no muestre ninguna falla en la pantalla táctil del tablero (HMI).
- 4.4.4.2 Una vez encendido el bloque seco, colocamos manualmente desde su propio controlador la temperatura de 30 ° C. Mientras estabiliza la temperatura colocamos el termómetro de 0 100°C junto con su respectivo insert en la toma del bloque.
- **4.4.4.3** En la pantalla principal del HMI presionamos en "Continuar", luego en "Prácticas de temperatura", "Calibración de termómetro" y "Continuar".

A Solution	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de termómetro.	Práctica 4 Página ¾

4.4.4. Nos pedirá ingresar datos obligatorios para la realización de la práctica, y entre ellos tenemos:

- Valor del LEP (Corresponde al error máximo permitido en el termómetro a calibrar)
- Rango mínimo del termómetro a calibrar (en nuestro caso colocaremos 30 ° C.).
- Rango máximo del termómetro a calibrar (en nuestro caso colocaremos 100 ° C.).
- **4.4.4.5** Una vez ingresados aparecerá el botón "Continuar" el cual lo presionamos.
- **4.4.4.6** En la siguiente pantalla se definirán automáticamente 3 puntos de calibración simétricos que nos servirá de guía para todo el proceso.
- 4.4.4.7 Debemos determinar el la hoja de toma de datos (anexo B) los 3 puntos a calibrar y anotarlos en la plantilla "puntos de calibración" de la pantalla del HMI.
- 4.4.4.8 Junto a cada punto se observa un recuadro azul, un recuadro verde y un botón de color azul. El primero es el valor numérico del termómetro de la práctica, el segundo es el valor escrito en el PLC y el botón azul con la letra "S" nos permite salvar el dato, es decir una vez que lo pulsemos, se grabará el dato leído previamente.
- 4.4.4.9 En el controlador del bloque seco seteamos el primer valor de nuestra tabla, esperamos un promedio de 5 minutos a partir que la temperatura está llegando a su referencia. Una vez estabilizada la lectura observamos el valor que muestra el termómetro, lo ingresamos en el HMI y presionamos el botón "S", con esto se graba el primer dato leído en el patrón.

A So	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de termómetro	Práctica 4 Página 4/4

- **4.4.4.10** Cada vez que salvemos el dato aparecerá una indicación color verde que nos confirmará que el dato ha sigo guardado.
- **4.4.4.11** Luego de realizar las mediciones en el ciclo de subida, repetimos el proceso para el ciclo de bajada. Es decir, tomamos la primera lectura del punto máximo y vamos decrementando la temperatura hasta llegar al punto que deseamos medir, así hasta completar los 3 puntos de medición.
- **4.4.4.12** Una vez salvado el último dato, se habilitará un botón "Resultados".
- **4.4.4.13** Una vez finalizado el procedimiento se mostrará la tabla de errores de cada punto donde es estudiante emitirá un criterio en base a los resultados obtenidos.
- **4.4.4.14** Presionamos el botón Reset para que el sistema se encere y se despresurice.
- 4.4.4.15 Al término de la práctica, con mucho cuidado retiramos el sistema TI-01 para su posterior entrega al instructor del laboratorio y este a su vez lo deberá guardar en la caja de instrumentos del módulo de pruebas.

Gracias por seguir paso a paso el procedimiento y por cuidar el equipo para que más compañeros puedan seguir aprendiendo.

Ahora continuamos con el desarrollo teórico

A Solution	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de termostato.	Práctica 5 Página 1/3

4.5 PRÁCTICA # 5: Calibración de termostato

4.5.1 Objetivos:

- Familiarizarse con un instrumento de conmutación por temperatura tan utilizado como el termostato.
- Conocer algunas características técnicas del termostato, su funcionamiento y aplicaciones.
- Tener el criterio para determinar si el termostato se encuentra en buenas condiciones, o si sencillamente ya cumplió su vida útil.

4.5.2 Materiales:

- Maqueta didáctica.
- PLC Compact Logix 5000 serie L32E
- HMI Panel View Component
- Termostato de prueba (TS-01)
- Insert de conexión
- Válvula proporcional.
- Bloque seco.

	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de termostato.	Práctica 5 Página 2/3

4.5.3 Recomendaciones generales.

- **4.5.3.1** Se debe considerar que el banco de prueba está limitado a trabajar con una temperatura de 30 a 150 ° C.
- 4.5.3.2 Solicitar al instructor que dote, al grupo, de los instrumentos requeridos para la ejecución de la práctica 1, estos son: un termostato marca Danfoss (TS-01) con el insert apropiado para el bloque seco
- **4.5.3.3** Solicitar además la hoja de anexo B para toma de datos del instrumento y datos prácticos.
- **4.5.3.4** Tener siempre a la mano pluma o lápiz para la toma de datos y una hoja adicional para anotar cualquier novedad encontrada.
- **4.5.3.5** Es importante mantener el orden y la limpieza en la mesa de trabajo para evitar que cualquier evento inesperado pueda causar daño a los instrumentos de medición.

4.5.4 Inicio de la práctica

- **4.5.4.1** Comprobar que el banco de pruebas y el bloque seco estén energizados y encendidos, que el botón de paro de emergencia no esté pulsados en ambos y que no muestre ninguna falla en la pantalla táctil del tablero (HMI).
- **4.5.4.2** Conectamos la señal eléctrica proveniente del termostato de prueba (TS01) al socket etiquetado como termostato.
- 4.5.4.3 En la pantalla principal del HMI presionamos en "Continuar", luego en "Prácticas de Presión", "Calibración de termostato" y "Continuar".

A	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de termostato.	Práctica 5
Le la		Página 3/3

- **4.5.4.4** Empezamos a subir de 10 en 10°C desde 30 ° como punto inicial, esperamos que la temperatura se estabilice.
- **4.5.4.5** Si no se activa el contacto del termostato, subimos 10°C más y volvemos a esperar a que la temperatura se estabilice.
- **4.5.4.6** Este procedimiento lo realizamos hasta que en la pantalla del HMI cambie el estado de rojo a verde el cual indica que ha cambiado de estado lógico el instrumento.
- **4.5.4.7** En la misma pantalla se observará el valor en ° C en el que activó.
- **4.5.4.8** Podemos ajustar el set point en otro valor, ajustando con la perilla superior que posee el termostato y repetimos el procedimiento anterior
- **4.5.4.9** Al término de la práctica, con mucho cuidado retiramos el sistema PS-01 para su posterior entrega al instructor del laboratorio y este a su vez lo deberá guardar en la caja de instrumentos del módulo de pruebas.

Gracias por seguir paso a paso el procedimiento y por cuidar el equipo para que más compañeros puedan seguir aprendiendo.

Ahora continuamos con el desarrollo teórico

A Start	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de transmisor de temperatura.	Práctica 6 Página 1/4

4.6 PRÁCTICA # 6: Calibración de transmisor de temperatura

4.6.1 Objetivos:

- Familiarizarse con un instrumento de temperatura tan utilizado como el transmisor de temperatura.
- Conocer algunas características técnicas del transmisor de temperatura, su funcionamiento y aplicaciones.
- Tener el criterio para determinar si el transmisor de temperatura se encuentra en buenas condiciones o si sencillamente ya cumplió su vida útil.

4.6.2 Materiales:

- Maqueta didáctica.
- PLC Compact Logix 5000 serie L32E
- HMI Panel View Component
- Transmisor de temperatura de 0 100 °C. (TT-01).
- Bloque seco.
- PT100

4.6.3 Recomendaciones generales.

4.6.3.1 Se debe considerar que el banco de prueba está limitado a trabajar con una temperatura de 30 – 150 °C.s, por lo que no se podrá calibrar instrumentos inferiores ni superiores a ese rango.

A Sol	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de transmisor de temperatura	Práctica 6
		Pagina 2/4

- 4.6.3.2 Solicitar al instructor que dote, al grupo, de los instrumentos requeridos para la ejecución de la práctica 5, estos son: una PT100 con un transmisor de temperatura de 0 − 100 °C (TT-01) y un insert de medida apropiada para el bloque seco.
- **4.6.3.3** Solicitar además la hoja de anexo B para toma de datos del instrumento y datos prácticos.
- **4.6.3.4** Tener siempre a la mano pluma o lápiz para la toma de datos y una hoja adicional para anotar cualquier novedad encontrada.
- **4.6.3.5** Es importante mantener el orden y la limpieza en la mesa de trabajo para evitar que cualquier evento inesperado pueda causar daño a los instrumentos de medición.

4.6.4 Inicio de la práctica

- **4.6.4.1** Comprobar que el banco de pruebas y el bloque seco estén energizados y encendidos, que el botón de paro de emergencia no esté pulsados en ambos y que no muestre ninguna falla en la pantalla táctil del tablero (HMI).
- 4.6.4.2 Una vez encendido el bloque seco, colocamos manualmente desde su propio controlador la temperatura de 30 ° C. Mientras estabiliza la temperatura colocamos la PT100 con el transmisor de temperatura de 0 100°C junto con su respectivo insert en la toma del bloque. Adicional a esto conectamos el terminal eléctrico donde está etiquetado como "Transmisor de temperatura".

AL	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de transmisor de temperatura.	Práctica 6 Página ¾

- 4.6.4.3 En la pantalla principal del HMI presionamos en "Continuar", luego en "Prácticas de temperatura", "Calibración de transmisor de temperatura" y "Continuar".
- **4.6.4.4** Nos pedirá ingresar datos obligatorios para la realización de la práctica, y entre ellos tenemos:
 - Valor del LEP (Corresponde al error máximo permitido en el termómetro a calibrar)
 - Rango mínimo del transmisor (en nuestro caso colocaremos 0 ° C.).
 - Rango máximo del transmisor (en nuestro caso colocaremos 100 ° C.).
 - Rango mínimo a calibrar (en nuestro caso colocaremos 30 ° C.).
 - Rango máximo a calibrar (en nuestro caso colocaremos 100 ° C.).
- 4.6.4.5 Una vez ingresados aparecerá el botón "Continuar" el cual lo presionamos.
- **4.6.4.6** En la siguiente pantalla se definirán automáticamente 3 puntos de calibración simétricos que nos servirá de guía para todo el proceso.
- **4.6.4.7** Debemos determinar el la hoja de toma de datos (anexo B) los 3 puntos a calibrar y anotarlos en la plantilla "puntos de calibración" de la pantalla del HMI.
- **4.6.4.8** Junto a cada punto se observa un recuadro azul, un recuadro verde y un botón de color azul. El primero es el valor de lectura del transmisor de temperatura de la práctica, el segundo es el valor escrito en el PLC y el botón azul con la letra "S" nos permite salvar el dato, es decir una vez que lo pulsemos, se grabará el dato leído previamente.

A	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de calibración de transmisor de temperatura	Práctica 6 Página 4/4

- 4.6.4.9 En el controlador del bloque seco seteamos el primer valor de nuestra tabla, esperamos un promedio de 5 minutos a partir que la temperatura está llegando a su referencia. Una vez estabilizada la lectura observamos el valor que muestra el termómetro y presionamos el botón "S", con esto se graba el primer dato leído en el patrón.
- **4.6.4.10** Cada vez que salvemos el dato aparecerá una indicación color verde que nos confirmará que el dato ha sigo guardado.
- **4.6.4.11** Luego de realizar las mediciones en el ciclo de subida, repetimos el proceso para el ciclo de bajada. Es decir, tomamos la primera lectura del punto máximo y vamos decrementando la temperatura hasta llegar al punto que deseamos medir, así hasta completar los 3 puntos de medición.
- **4.6.4.12** Una vez salvado el último dato, se habilitará un botón "Resultados".
- **4.6.4.13** Una vez finalizado el procedimiento se mostrará la tabla de errores de cada punto donde es estudiante emitirá un criterio en base a los resultados obtenidos.
- **4.6.4.14** Presionamos el botón Reset para que el sistema se encere.
- 4.6.4.15 Al término de la práctica, con mucho cuidado retiramos el sistema TT01 para su posterior entrega al instructor del laboratorio y este a su vez lo deberá guardar en la caja de instrumentos del módulo de pruebas.

Gracias por seguir paso a paso el procedimiento y por cuidar el equipo para que más compañeros puedan seguir aprendiendo.

Ahora continuamos con el desarrollo teórico.

A Solution	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de control de nivel con PID	Práctica 7A Página 1/3

4.7 PRÁCTICA # 7A: Control de nivel con PID

4.7.1 Objetivos:

- Realizar cálculos teóricos para el cálculo de los valores PID para controlar el nivel de un tanque
- Aplicar conocimientos adquiridos en prácticas anteriores

4.7.2 Materiales:

- Maqueta didáctica.
- PLC Compact Logix 5000 serie L32E
- HMI Panel View Component
- Transmisor de nivel Krones
- Bomba M001
- Variador Sinamics G110
- Bomba M002
- Mirilla

4.7.3 Recomendaciones generales.

4.7.3.1 Tener cuidado ya que en esta práctica habrá circulación de líquido con presión lo que podría causar un accidente en caso de no tomar las debidas precauciones.
A	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de control de nivel con PID	Práctica 7A Página 2/3

- **4.7.3.2** Solicitar además la hoja de anexo B para toma de datos del instrumento y datos prácticos.
- **4.7.3.3** Tener siempre a la mano pluma o lápiz para la toma de datos y una hoja adicional para anotar cualquier novedad encontrada.
- **4.7.3.4** Es importante mantener el orden y la limpieza en la mesa de trabajo para evitar que cualquier evento inesperado pueda causar daño a los instrumentos de medición.

4.7.4 Inicio de la práctica

- **4.7.4.1** Verificar que el tanque pulmón (tanque 2) está lleno en un 90%.
- 4.7.4.2 Verificar a través de la mirilla que el nivel en el tanque 1 esté vacío
- **4.7.4.3** Verificar que las válvulas manuales de salida del tanque 2 y la de entrada al tanque 1 estén abiertas.
- **4.7.4.4** En la pantalla principal presionamos "Práctica General" y luego "PID Nivel", con esto iremos a la página de la práctica.
- **4.7.4.5** Tendremos que ingresar varios datos como Set Point de nivel que queremos obtener, valor para nuestro PID, es decir Proporcional, integral y derivativo.
- **4.7.4.6** Una vez ingresados los datos presionamos "Habilitar Práctica", con esto arrancará nuestro sistema, el variador empezará a subir la frecuencia la cual se la observará en el HMI (adicional se grafica) y por ende a subir el nivel en el tanque 1.
- **4.7.4.7** El valor del nivel también se graficará con respecto al tiempo.
- **4.7.4.8** Cuando falten 10 litros para que el nivel llegue a nuestro set point, presionamos en el hmi "Encender Bomba M002".

A A A	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de control de nivel con PID.	Práctica 7A Página 3/3

- **4.7.4.9** Una vez arrancada ubicamos la válvula de perturbación que está ubicada en la parte posterior del tanque 2 hasta que en el manómetro indique una presión de 30 PSI.
- **4.7.4.10** El variador de frecuencia empezará a modular para tratar de mantener el set point ingresado inicialmente.
- **4.7.4.11** Podemos realizar algunas pruebas variando los valores de P, I, o D.
- **4.7.4.12** Anotemos las observaciones al realizar los cambios.
- **4.7.4.13** Presionamos el botón "Fin Práctica" para que se apague la instrumentación utilizada en éstas pruebas
- **4.7.4.14** Al término, con mucho cuidado realizamos la limpieza general del sistema

Gracias por seguir paso a paso el procedimiento y por cuidar el equipo para que más compañeros puedan seguir aprendiendo.

Ahora continuamos con el desarrollo teórico.

	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de control de temperatura con PID	Práctica 7B Página 1/3

4.8 PRÁCTICA # 7B: Control de temperatura con PID

4.8.1 Objetivos:

- Realizar cálculos teóricos para el cálculo de los valores PID para controlar la temperatura en un tanque
- Aplicar conocimientos adquiridos en prácticas anteriores

4.8.2 Materiales:

- Maqueta didáctica.
- PLC Compact Logix 5000 serie L32E
- HMI Panel View Component
- Transmisor de nivel Krones
- Bomba M001
- Variador Sinamics G110
- Bomba M002
- Transmisor de temperatura de práctica.
- Resistencias de calentamiento.

4.8.3 Recomendaciones generales.

4.8.3.1 Tener cuidado ya que en esta práctica habrá circulación de líquido con presión lo que podría causar un accidente en caso de no tomar las debidas precauciones.

SET DE	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de control de temperatura con PID	Práctica 7B Página 2/3

- **4.8.3.2** Tener cuidado con la temperatura que se generará en el tanque por el efecto de activación de las resistencias de calentamiento.
- **4.8.3.3** Solicitar además la hoja de anexo B para toma de datos del instrumento y datos prácticos.
- **4.8.3.4** Tener siempre a la mano pluma o lápiz para la toma de datos y una hoja adicional para anotar cualquier novedad encontrada.
- **4.8.3.5** Es importante mantener el orden y la limpieza en la mesa de trabajo para evitar que cualquier evento inesperado pueda causar daño a los instrumentos de medición.

4.8.4 Inicio de la práctica

- **4.8.4.1** Verificar que el tanque pulmón (tanque 2) está lleno en un 90%.
- **4.8.4.2** Verificar a través de la mirilla que el nivel en el tanque 1 esté vacío
- **4.8.4.3** Verificar que las válvulas manuales de salida del tanque 2 y la de entrada al tanque 1 estén abiertas.
- **4.8.4.4** En la pantalla principal presionamos "Práctica General" y luego "PID Temperatura", con esto iremos a la página de la práctica.
- **4.8.4.5** Tendremos que ingresar varios datos como Set Point de temperatura que queremos obtener, valor para nuestro PID, es decir Proporcional, integral y derivativo.
- **4.8.4.6** Una vez ingresados los datos presionamos "Habilitar Práctica", con esto arrancará nuestro sistema, el variador empezará a subir la frecuencia la cual se la observará en el HMI (adicional se grafica) y por ende a subir el nivel en

SET DE	Práctica de metrología	Documento Anexo
UPS	Instructivo para práctica de control de temperatura con PID.	Práctica 7B Página 3/3

- **4.8.4.7** el tanque 1 hasta un nivel de 30 litros, se escoge dicho valor para el tiempo de calentamiento sea menor que si se tuviera el tanque lleno.
- **4.8.4.8** El valor del nivel también se graficará con respecto al tiempo.
- **4.8.4.9** Luego se observará en la pantalla del HMI un indicador de que las resistencias estén activadas.
- **4.8.4.10** Observamos el comportamiento de la curva verificando que la temperatura llegue al set point que le hayamos colocado
- **4.8.4.11** Podemos realizar algunas pruebas variando los valores de P, I, o D.
- **4.8.4.12** Anotemos las observaciones al realizar los cambios.
- **4.8.4.13** Presionamos el botón "Fin Práctica" para que se apague la instrumentación utilizada en éstas pruebas
- **4.8.4.14** Al término, con mucho cuidado realizamos la limpieza general del sistema

Gracias por seguir paso a paso el procedimiento y por cuidar el equipo para que más compañeros puedan seguir aprendiendo.

Ahora continuamos con el desarrollo teórico.

Capítulo V ANEXOS

A.1 Especificaciones técnicas de Bomba 1 Paolo.



Figura A.1 Bomba de Agua Paolo Fuente / Autores

Voltaje de Alimentación: 115/ 230 VAC monofásico Frecuencia de funcionamiento: 60 Hz RPM: 3400 Flujo de salida: 40 litros / hora Capacitor: 18 uf / 400 V Fases: 1 Altura máxima: 40 metros Potencia: 0,37 Kw HP: 1/2

A.2 Especificaciones técnicas de Bomba 2 Marca Paolo.



FiguraA.2 Bomba de Agua Paolo Fuente / Autores Voltaje de Alimentación: 115/ 230 VAC monofásico Frecuencia de funcionamiento: 60 Hz RPM: 3400 Flujo de salida: 50 litros / hora Capacitor: 40 uf / 400 V Fases: 1 Altura máxima: 40 metros Potencia: 0,37 Kw HP: 1/2

A.3 Especificaciones técnicasválvula solenoide Granzow



Figura. A.3 Válvula Solenoide Fuente / Autores

Marca:Granzow Serie: E Tipo: Multipropósito Alimentación: de 24 VDC Conexión: 1/2" Potencia de consumo = 14 W. Presión de Operación: 2 – 300 PSI A.4 Especificaciones técnicas Válvula Proporcional Marca Norgren modelo VP5008BJ411H00



Figura A.4: Válvula Proporcional Norgren Modelo VP50 Fuente: Los Autores

A.4.1 Características

Válvula de control de presión de aire en circuito cerrado con pilotado proporcional.

Gran caudal.

Características de rendimiento excelentes.

Rápido tiempo de respuesta.

Ganancia ajustable y rango de presión.

Bajo consumo de energía.

Señal de realimentación

Medio: Aire comprimido seco y libre de aceite filtrada a 5 micras.

Funcionamiento: Aire pilotado con válvula de carrete electrónico integrado control de presión

De salida (nominal) presión:0 ... 2 bar (0 ... 30 psi); 0 ... 6 bar (0 ... 90 psi); 0 ... 10 bar (0 ... 150 psi) **Presión de suministro:** Mínimo 2 bar por encima del máximo Salida Obligatorio, 12 bar max.

Sensibilidad de suministro de aire: Mejor que 0,75% en el rango de salida cambiar por suministro bar cambio de presión

Flujo: Hasta 1400 N l / min

Consumo de aire:<5 N l / min

Fluid / Temperatura ambiente:0 ... 50 ° C

El aire suministrado debe estar suficientemente seco para evitar la formación de hielo a temperaturas inferiores a +2 ° C.

Sensibilidad a la temperatura: Por lo general mejor que 0,03% del span / ° C

Grado de protección:

IP65 en el funcionamiento normal (Agotar y confundir a proteger la entrada de agua en temperaturas <5 ° C)

Linealidad:<1%

Histéresis y la banda muerta:<1%

Tiempo de respuesta:

<80 ms (de 10 ... 90% de la producción presión en una carga de 0,1 litros).

Vibración y choque inmunidad:

<3% del span 0,75 m / s², 5 ... 150Hz, 1 m / s², 5 ... 150Hz

Materiales

Cuerpo: Aluminio Tapa: Zinc fundido Tapa y Front End cap: Nylon

Mantenimiento:

No requiere mantenimiento

Calibración: Ganancia, Span, Zero

Detalles eléctricos

Compatibilidad electromagnética

Cumple con las exigencias de la CE EN 50081-2 (1994) y EN 50082-2 (1995)

Señal de entrada analógica

4 ... 20 mA o 0 ... 10 V ajustada en fábrica

Entrada de alimentación eléctrica

24 V CC \pm 25%, (el consumo de energía <1 W)

Señal de retroalimentación

0 ... 10 gama V, <± 1% Precisión

Conexiones

M12x1, 5 pines

Pin conector eléctrico ubicadoen el extremo del instrumento



Figura A.5: Gráfica de terminales de conexión Fuente: Los Autores

Pin-No.	Función
1	24 V Corriente continua
2	0 10 V retroalimentación
3	Señal de control (+ VE)
4	Común (señal de impulsión y retorno de retroalimentación)
5	Chasis

Option selector		VP50★★★★★11H00	
Control signal	Substitute <		➤ Input signal
0 2 bar/30 psi	02		0 10 V
0 6 bar/90 psi	06		4 20 mA
0 10 bar/150 psi	10		> Port size
Unit for pressure	Substitute <		G 1/4
bar	В		NPT 1/4
psi	Ρ		Manifold

Figura A.6 Reconocimiento del tipo de válvula Fuente: Manual técnico de válvulas proporcionales Norgren

A.5 Ficha técnica Transmisor de Temperatura Endress + Haussermodelo.



Figura. A.7 Transmisor de temperatura marca Wika T19.30.1P0-1 Fuente / Hoja técnica Wika TE 24.01

Entre sus características tenemos:

- Procesamiento de señales analógicos, óptimo para sistemas múltiplex.
- Configurable con Windows PC, no requiere simulación del sensor.
- Señalización de rotura según NAMUR NE43.

• Transmisor para Pt100 con conexionado de 2 o 3 hilos con salida de 4-20 miliamperios analógica (técnica de 2 hilos alimentado por bucle).

A.5.1 Conexión del transmisor de temperatura con la PT100.



Figura. A.8 Conexión del transmisor de Temperatura (PT-100) Fuente / Autores

Los tornillos que tienen etiquetado + y - no son como conectar un elemento convencional que es +24VDC en el terminal + y 0V en el terminal -; en este caso si se alimenta por el terminal + pero el terminal – es la salida, es la que proporciona un amperaje de 4 a 20 mA que pueden ir a cualquier entrada analógica de equipos lectores en este caso el PLC.

El cabezal se comporta como una fuente de corriente, por lo cual su carga seria cualquier dispositivo que requiera una señal de 4-20mA como los PLC, Controladores o visores para procesos.



Figura. A.9 PT-100 Fuente: Autores

A.6 Ficha técnica Relé de estado sólido



Figura. A.10 Relé de estado sólido Fuente: Autores

Rango de entrada para conmutación: 2 – 32 VDC Corriente máxima de carga: 40 A Rango de tensión en la carga: 40 – 480 VAC

A.7 Ficha técnica Calibrador de Temperatura Termoworks



Figura A.11 Calibrador de Temperatura DryWell 3004 Fuente: Los autores

Las especificaciones técnicas de este calibrador de temperatura de bloque seco son las siguientes:

Alcance	91,4 a 572 ° F (33-300 ° C)
Precisión	\pm 0.9 ° F (91,4 a 391,8 ° F) y \pm 1,8 ° F (392-572 ° F) \pm 0.5 ° C (33-199 ° C) y \pm 1 ° C (200-300 ° C)
Resolución	0.1 ° C / F
Estabilidad	\pm 0.5 ° C
Tiempo de calentamiento	ambiente a 572 ° F (300 ° C) después de 10 minutos
Tiempo de enfriamiento	572 ° F (300 ° C) a 212 ° F (100 ° C) después de 10 minutos
Estabilización	5 minutos
Profundidad del pozo	4 "(100 mm)
Configuraciones Hole	1x 1/8 "(3,3 mm), 0.51" (13 mm) inserto de latón desmontable Insertos de latón disponibles: 1/8 "(3,3 mm), 5/32" (4,1 mm), 3/16 "(4.8 mm), 1/4" (6,4 mm), 3/8 "(9,6 mm)

Mostrar	0,4 "(10 mm) LED de 4 dígitos
Potencia	230/115 voltios
Dimensiones	2.25 "x 5" x 6.25 "(57 x 125 x 158mm)
Peso	2 libras. (900 g.)

A.8 Ficha técnica Transmisor de Presión E + H Modelo CERABAR PMC 631



Figura A.12 Transmisor de Presión Endress + Hausser PMC 631 Fuente: Los Autores

A8.1 Descripción

El transmisor CERABAR S mide con precisión la presión de gases, vapores y líquidos y se puede utilizar en todas las áreas de proceso químico e Ingeniería. Generalmente utilizado en conjunción con un sello de diafragma, que es resistente a la sobrecarga y puede ser utilizado con protocolos HART o PROFIBUS-PA.

A.8.2 Componentes de un sistema medidor de presión:

El medidor de presión CERABAR S consta de:

- ✓ Señal de salida de corriente de 4 20 mA
- ✓ Fuente de alimentación: 11,5 hasta 45 Vdc





Fuente: Guía de UsiuarioEndress + Hausser

A.8.3 Principio de funcionamiento

La presión de proceso desvía lamembrana de separación con un fluido de llenadotransmitiendo la presión a una resistenciapuente.La tensión de salida del puente,que es proporcional a la presión, es luegomedida y procesada



Figura A.14: Funcionamiento de transmisor de presión Fuente: Manual de operación Endress + Hausser

A.8.4 Operación de las teclas del instrumento

El CERABAR S se calibra a través de cuatroteclas del instrumento directamente en ellugar de instalación.La presión de Salida para 4 mA o 20 mA puede sertomada directamente de la presión del sistemao bien calibrado sin referenciapresión.

Un desplazamiento del punto cero debido a la orientacióndel instrumento también se puede corregirel uso de estas teclas, así como para bloqueary desbloquear el punto de medición.

- ✓ Inferior del rango del valor: + Z y Z -
- ✓ Superior del rango de valor: S + y S-



Figura A.15: Uso de teclas de ajuste Fuente: Manual de operación Endress + Hausser

A.8.5 Instalación

El CERABAR S está montado de la misma manera como un manómetro. Su posición depende de la aplicación:

Gases: Montar encima del punto de la toma.

Líquidos: Montar debajo o al mismo nivel que del punto de la toma.

Vapor / vapor: Montar con un cable flexible por debajo de la tapping punto.



Figura A.16: Modo de instalar Transmisor de Presión en gases Fuente: Manual de operación Endress + Hausser







Figura A.18: Modo de instalar Transmisor de Presión en vapor Fuente: Manual de operación Endress + Hausser





Rotación de la base

Simplemente aflojando el tornillo de sujeción, la carcasa puede girarse max. 270 °y aún así permanecer por encima del proceso deconexión, incluso cuando un instrumento esEnchufado

Limpieza

El metal de la membrana de separaciónCerabar S PMP 631 K no debe estarpresionado en o limpiado con puntas u objetos duros.



Figura A.20: Rotación de la base Fuente: Manual de operación Endress + Hausser

A.8.6 Conexión Eléctrica

A8.6.1 Cableado de 4 a 20 mA

El cable de dos hilos está conectado a terminales de tornillo (sección del cable 0,5 ...

2,5 mm 2 / AWG 20 ... 13) en el compartimento.

Tensión de alimentación: 11,5 ... 45 V DC

Circuitos internos de protección contra polaridad inversa, interferencias de alta frecuencia y picos de sobretensión

Señal de prueba: La corriente de salida se puede medir entre el terminal 1 y 3 sin interrumpir el proceso de medición.



Figura A.21: Instalación Eléctrica en Transmisor de Presión Cerabar S Fuente: Manual de operación Endress + Hausser

A.9Presostato FESTO modelo 175250



Figura A.22: Presostato Festo modelo 175250 Fuente: Los Autores

A.8.1 Funcionamiento y utilización

El presostato PEV-... abre o cierra un circuito eléctrico cuando se alcanza un valor de presión determinado (función de contacto conmutador). A medida que sube la presión, el diafragma se desplaza.La flexión del diafragma depende de la fuerza de la presión y de la tensión del muelle regulable. A una determinada flexión del diafragma, se acciona un microswitch y se invierte el contacto de salida.

A.8.2 Condiciones de seguridad

- Para una utilización correcta y segura del producto, deben observarse en todo momento estas condiciones generales.
- Observar los límites especificados (p.ej. presiones, fuerzas, pares, masas, velocidades, temperaturas).
- Tener en cuenta las condiciones ambientales imperantes.
- Observar las directrices y normas de seguridad nacionales y locales establecidas.
- Retirar todos los elementos auxiliares de transporte tales como ceras protectoras, láminas, caperuzas.
- Los componentes reciclables deben depositarse en contenedores adecuados.

A.8.3 Cableado con conector acodado

El presostatoFesto cuenta con un conector acodado de cuatro pines de acuerdo a la figura mostrada a continuación.



Figura A.23: No. Conector acodado

Fuente: Manual técnico presotatoFesto

A.8.4 Puesta a punto de presostato



Fig. 11





Fig. 14



Puesta a punto

 Observar que el tornillo de ajuste tiene un tope solamente cuando se gira en sentido antihorario.

Ajuste del **punto de conmutación** del PEV-1/4-B(-OD):

- Retirar la tapa de protección ①.
- Girar los elementos de ajuste como sigue (ajuste básico):
 - Girar el tornillo de ajuste 3 en sentido antihorario
 - Girar el tornillo de ajuste G en sentido horario [E/C11] hasta su tope.

Datos de la Fig. 12: Reacción de conmutación de un presostato

Presión de conmutación superior : po Presión de conmutación inferior : pu Histéresis : Hy

 Girar el tornillo de ajuste S en sentido antihorario hasta que el PEV-... conmute (alcance el punto de conmutación inferior). La indicación cambia como sigue:

Zócalo acodado	Zócolo acodado
PEV-WD	MSSD
Luce el LED verde	El multímetro in- dica continuidad

Ajuste de la histéresis:

 Aplicar el punto de conmutación superior p_o al PEV-... (punto de conmutación superior p_u más la histéresis deseada Hy [véase el diagrama de la Fig. 15])

La indicación no cambia.



Fig. 16

7. Girar el tornillo (E/C 11) en sentido antihorario hasta que el PEV-... conmute (histéresis ajustada).

La indicación cambia como sigue:

Zócalo acodado	Zócalo acodado
PEV-WD	MSSD
Luce el LED amarillo	El multímetro indi- ca discontinuidad

Si debe corregirse el punto de conmutación

- 8. Repetir los siguientes pasos hasta establecer la presión de conmutación inferior y superior:
 - primero la presión inferior con el tornillo Ø, después
 - la presión superior con el tornillo 0.

De esta forma puede establecerse con precisión el punto de conmutación y la histéresis paso a paso.

9. Fijar la tapa de protección 0.

Ajuste del punto de conmutación del PEV-1/4-SC-OD:

Girar el tornillo 3 hasta que se obtenga el punto de conmutación superior deseado [ver escala de ajuste 2]. El ajuste debe verificarse bajo presión.

A.8.5 Funcionamiento:

Con fluctuaciones en la temperatura del fluido:

Observar que el punto de conmutación se verá ligeramente afectado. A una temperatura del fluido < 1 °C:

Evitar alcanzar el punto de rocío. Si se alcanza el punto de rocío, se formará hielo en el diafragma. Esto afectará a los valores característicos del presostato.

Solución: usar aire comprimido previamente secado.

A.8.6 Desmontaje y reparaciones

Si es necesario, limpiar la parte exterior del PEV-... con un paño suave.



Se permite cualquier agente limpiador no abrasivo.

Compensación de desviaciones en los puntos de conmutación con ciclos de conmutación frecuentes

Repetir el ajuste del punto de conmutación (véase "Puesta a punto").

A8.7 Eliminación de fallos

Fallo	Causa posible	Solución
El PEV no conmuta	Punto de conmuta- ción demasiado alto	Modificar el punto de conmutación (véase Puesta a Punto)
	Histéresis demasiado grande	Modificar la Histéresis (véase Puesta a Punto)
	Interruptor defectuoso	Devolver el PEV a Festo
El interruptor no da señal de salida	Error de conexionado	Comprobar las conexiones eléctricas del PEV

A.9 Transmisor de nivel KRONES



Figura A.24 Transmisor de nivel Krones Fuente: Los autores

A.9.1 Descripción

Es un transmisor de nivel por principio hidrostático en el cual la presión ejercida por la columna deforma la membrana del instrumento generando una corriente de salida standard de 4 - 20 mA ya que cual irá colocada a nuestra unidad de control, en este caso a la entrada análoga previamente configurada del PLC.

A.9.2 Características técnicas

Rango de medición: 0 – 160 mbar Salida de corriente: 4 – 20 mA Alimentación: 9 – 32 VDC Conexión: 1" macho NPT

A.9.3 Instalación

Se recomienda instalar todo sensor o transmisor de nivel por principio hidrostático en la parte inferior del tanque o recipiente a medir para garantizar en se tenga un nivel de cero.



Figura A.25 Instalación de transmisor de presión hidrostática Fuente: <u>http://www.inele.ufro.cl/apuntes/Instrumentacion_y_Control</u>

A.10 Resistencia eléctrica tubular sumergible.



Fig. A.26 Resistencia Tubular Fuente: http://www.google.com.ec/search?hl=es&q=resistencia+tubulara

Este tipo de resistencias tienen la ventaja de trabajar en recipientes poco profundos y brindar una extensa zona caliente. Es ideal para calentar líquidos en los cuales es difícil tener un buen control del nivel.

Tubulares acoplados a tapón NPT. Este tipo de resistencias se distinguen de las demás por su modo de sujeción, que forma un sellado perfecto entre el material que va a calentar y el exterior. Otra ventaja es la gran variedad de posiciones que puede adoptar, pues el sistema con el que cuenta, le permite atornillarse a los recipientes.

Los calentadores con brida, le permiten ampliar la capacidad de calentamiento en forma casi ilimitada y además proporciona un sellado al recipiente de muy alta calidad y a prueba de presiones excesivas. Las bridas se pueden proporcionar en Acero al carbón o Acero inoxidable y para presiones de trabajo de 150 a 600 lb/plg².

A.11 PLC Compact Logic 5000 Serie L32E Allen Bradley.

El controlador Flex Logix1533 tiene la gama de funcionalidades necesaria para cubrir diversas aplicaciones. El controlador usa los siguientes tipos de instrucciones:

- Instrucciones básicas (examinar si está cerrado, examinar si está abierto)
- Instrucciones de comparación de datos (igual que, mayor o igual que, menor o igual que)
- Instrucciones de manejo de datos (copiar, mover)
- Instrucciones matemáticas (suma, resta, multiplicación)
- Instrucciones de control de flujo del programa (saltos, subrutinas)
- Instrucciones específicas de la aplicación (es decir, interruptor de final de carrera programable, secuenciador)
- Instrucción del contador de alta velocidad
- Instrucciones de PTO (salida de tren de impulsos) de alta velocidad y PWM (modulada por ancho de impulso)
- Instrucción de control PID
- Instrucción de comunicación



Figura A.27 PLC Compact Logic L32E Allen Bradley Fuente: http://www.automation-drive.com/allen-bradley-compactlogix-l32e

A11.1 Descripción

Es un PLC de gama alta que permite conectar hasta 16 módulo de entradas – salidas, posee una fuente de poder independiente de 220 / 110 a 24 VDC.Posee indicador luminoso cuando el sistema está en modo run y otro en modo de falla.

Para poder realizar la descarga y comunicación del PLC Compact Logic L32E con un computador se tiene la posibilidad de trabajar con el cable RS 232 o con un cable Ethernet cruzado. Adicional posee una ranura en la CPU para instalación de una tarjeta de memoria externa.



Fig. A.28 Conexión Cable RS-232 Fuente: Manual Compact Logic L32E

En la figura se muestra la conexión para un cable RS 232 Y la conexión para un cable Ethernet FLEX I/O es un sistema de E/S flexible, económico y modular para aplicaciones distribuidas que ofrece todas las funciones de los sistemas de E/S basados en rack de mayor tamaño, sin los requisitos de espacio. Con FLEX I/O, usted puede seleccionar independientemente el tipo de E/S y red para satisfacer las necesidades de su aplicación.

Al seleccionar los módulos 1769 COMPACT I/O, usted selecciona también un módulo adaptador, la base, el riel DIN, la fuente de alimentación eléctrica y los componentes de cableado del adaptador. Es importante anotar que puede usar hasta 16 bases por módulo adaptador. Ello permite un máximo de cualquiera de los siguientes:

- 256 E/S digitales
- 64 entradas analógicas
- 32 salidas analógicas

Al colocar los módulos de E/S 1769, se los montan a la derecha del módulo adaptador.

A.11.2 Ventajas PLC Compact Logix L32E Allen Bradley

- Ahorros en el cableado
- Se distribuye fácilmente
- Reduce las terminaciones a 4 por dispositivo de E/S

1. Fácil de usar

- Combina múltiples E/S con múltiples dispositivos
- Funcionalidad Plug-n-Play

2. Económico

- Desmontaje e inserción con la alimentación eléctrica conectada (RIUP)
- Flexibilidad en el control, la comunicación, las E/S y las terminaciones

• Ahorro de espacio en el tamaño del panel

3. Tipos de E/S

• Digitales, analógicas, temperatura, relé, contadores.

4. Conectividad de red

- E/S remotas universales
- Red Control Net
- Red Device Net

Cuando coloque los módulos de E/S 1769, los módulos se montan a la derecha del módulo adaptador. Si está usando un módulo de fuente de alimentación eléctrica (1769-PS13), coloque la fuente de alimentación eléctrica a la izquierda del módulo, tal como se muestra a continuación.

Hasta 8

	_						
Fuente de alimentación eléctrica	Modulo adaptador 1794	Módulo de E/S 1794	Modulo de E/S 1794	Módulo de E/S 1794	Modulode E/S 1794	Modulo de E/S 1794	41756

Fig. A.29 Colocación de Módulos

Fuente: Manual CompactLogix L32E

A.12 Módulos a Utilizar

Para la ejecución de este proyecto de tesis se utilizó los siguientes módulos.

- 1769-L32E, CPU
- 1769-IQ16/A, módulo de 16 entradas digitales.
- 1769-OB16/B, módulo de 16 salidas digitales.
- 1769-IF4/B, módulo de 4 entradas analógicas.
- 1769-OF2/B, módulo de 2 salidas análogas de voltaje y 2 de corriente.
- 1769-IF4XOF2, módulo de 2 entradas y 2 salidas análogas configurables.

Deriva de precisión con temperatura Terminal de voltaje Terminal de corriente	0.0045% escala total/°C 0.0069% escala total/°C
Calibración	No se requiere
Voltaje de aislamiento	Probado a 850 VCC durante 1 s entre usua- rio y sistema Sin aislamiento entre canales individuales
Indicadores	1 indicador verde de encendido
Corriente de bus	20 mA @ 5 VCC
Disipación de potencia	Máximo 4.5W @ 31.2 VCC
Disipación térmica	Máximo 15.3 BTU/hr @ 31.2 VCC
Posición del interruptor de llave	4

Tabla:

Fuente: Manual PDF, 1794- td001-es-p[1] cableado, Allen Bradley

A13 PanelView Component C600

Los terminales PanelView Component son dispositivos de interface para el monitoreo y control de máquinas y procesos industriales automatizados mediante controladores lógico programables. El HMI PanelView Component C600 cuenta con puertos de comunicación en serie y Ethernet para la transferencia de programas y archivos para su puesta en funcionamiento.

Entre sus características, se encuentra la comunicación con controladores MicroLogix y SLC mediante redes en serie (RS232 / RS482 / RS485); así como también con comunicación Ethernet y USB.



Fig. A.30 Descripción de componentes PaneView C600 Fuente: Manual PanelView Component

Item	Descripción
1	Pantalla táctil
2	Entrada 24 VDC
3	10/100 Mbit Puerto Ethernet
4	Puerto RS482 / RS485
5	Slots de Montaje
6	Puerto RS232
7	Puerto USB
8	Indicador de estado de diagnóstico
9	Batería de alimentación
10	Puerto USB secundario
11	Slot de memoria SD

Tabla Descripción física del HMI PanelView Component C600

Fuente: <u>http://www.docentes.utonet.edu.bo/xtapiag/wp-</u> content/uploads/LABORATORIO_5_ELT3992-2-2012.pdf

A.14 Certificado de calibración Transmisor de nivel



Min Carlos Ever Calao Director Técnico de Laboratorio

 PBX: 2280632 Ext.
 c: 2440938 • Ecuador Telefact: mail: laboratorio@sertsm maador - Telefond: 2920000 -Vengedor - Teléforo: www.sertam.com PB · E-411 y 66 Ŷ -5/Local/

Sun Jorgo

Owner y Av.

8

Kennedy

g

CULAYAQUIL:

2280631

109 y 111 - Faxee: 2287803,

A.15 Certificado de calibración Transmisor de presión patrón

DOM: NAME TO DOM:	ALCOCHA						
OC NETHON							
			Certificado	de Calibración			
			N' CC P	2014-1006			
	tsta calibración	ha sido realizada	a cumpliendo kas r	requerimientos de	e la Norma Intern	icional ISO 17025.	
DATOS DE CLIENT	n			DESCRIPC	CIÓN DEL INSTRUM	IENTO Y/O EQUIP	0
8788388330 273		8935					
Nombre:		Luis Romena	-	Equipa:		Transmisor de	e presión
Clarked v Provincia	- S	Supratul, Supra	Champers	Marca:		Choreas Plauso	Her .
Facha de Calibraci	ión:	17/02/2014	>	Unidad		Bar	
				Serie:		FDY0212	
DESCRIPCIÓN DE S	PADRONES UTI	LIZADOS					
Para sua litar la cal	Ibracido dal ite	mindicado rauti	Bracos los sisuios	tet extenses de s	eferencia las estres	one can pertin calif.	ender a constant
nacionales e Interr	nacionales reco	nocidos:	and the second	and periodica de n	station and real main	no speciation callo	and a handled
→ Calibra 17062	idor de Presión	, marca Ashcroft,	modelo ATE100,	serie 6541, mod	ulo de presión mo	delo AQS-2, rango	0/500 PSI, serie
		and the second second second	and the second sec	with a state of the state of the	contraction and the second second	Nacional de Metro	Contractory of the second
Los Instrumentos o	de referencia u	carrados en el pre	isente trabajo de	calibración son tra	acabries al Instituto		solar dessence
Los instrumentos e e Tecnología de Br	de referencia u razil INMETRO,	a través del certif	icado de calibraci	ón ¥ 61600.	abletes al insoluto		solar dessence
Los instrumentos (e Tecnología de Br CONDICIONES AM	de referencia u razil INMETRO, ABIENTALES DU	a través del certif	isente tracajo de Icado de calibraci KACIÓN	danaración son tra ón ¥ 61600.	ecolores al insoluto		rope, universe
Los Instrumentos - e Tecnología de Br CONDICIONES AM Temperatura ambi	de referencia u razil INMETRO, ABIENTALES DU Sente:	a través del certif RANTE LA CALIBI 20.8 ± 6 °C	serre trabajo de Icado de calibraci RACIÓN	ón # 61620. Humedad	reatores al instituto	50.6 ± 23 %	rope, dansered
Los instrumentos - e Tecnologia de Br CONDICIONES ANI Temperatura ambi INCERTIDUMBRE I La incertidumbre -	de referencia u rază IMMETRO, MBIENTALES DU Rente: 3 DE MEDICIÓN expanditia indu	a travis del cartif RANTE LA CAUBI 20.8 ± 6 °C ye la calibración (isente inazago de Isado de calibraci KACIÓN de los instrument	calificación son tra ón # 61600. Humedad	nables al Instituto Relativa del aire: Niciados y del esu	50.6 ± 23 %	ertő raikulada de
Las Instrumentos - e Tecnología de Sr CONDICIONES AM Temperatura ambi INCERTIDUMBRE I La Incertidumbre - acuerdo a DAE "G RESULTADOS DE L	de referencia u navil IMMETRO, MBIENTALES DU REFERE: DE MEDICIÓN REPARTICIÓN REPARTICIÓN REPARTICIÓN REPARTICIÓN	a través del certif RANTE LA CALIBR 20.8 ± 6 °C 1991 la calibración cuión de la incort N	sente tratago de Isado de calibraci RACIÓN de los Instrument idumbre de medu	calibración solo tra en la GEBEOL Humediad tos de referencia u de en las collibracio	rikebetka del aire: fikebetka del aire: fikados y del equi ones" ONE GO2 Roc	50.6 ± 23 % po bajo grueba y versión 2008-05.	esta calculada de
Los Instrumentos e e Tecnología de Br CONDECIONES AM Temperatura amb INCERTIDUMBRE I La Incertidumbre e acuerdo a OAE "G RESULTADOS DE L Valores	de referencia u navil IMMETRO, MEIENTALES DU Rente: 1 DE MEDICIÓN expandida inclu- sió para la expr LA CALIBRACIO i de	n través del certif RANTE LA CALIBR 20.8 ± 6 °C syst la calibración esión de la incert N	sente tratago de Isado de calibraci NACIÓN de los Instrument idumbre de medu	calibración sole tra en la GEBEOL Humedad os de referencia u da en las calibracia Instrumen	riliebelika del aire: nilizados y del equ ones" ONE GO2 Roc	50.6 ± 23 % po bajo prveba y o versión 2008-05.	está calexiada de
Los Instrumentos e e Tecnología de Br CONDECIONES AM Temperatura amb INCERTIDUMBRE I La Incertidumbre e acuerdo a DAE "Gr RESULTADOS DE L Valores Referen MPa	de referencia u rază IMMETRO, MENENTALES DU Rente: 1 DE MEDICIÓN expandida India sito para la expr LA CALIBRACIO I de nola Rer	RANTE LA CALIBR RANTE LA CALIBR 20.8 ± 6 °C syst in calibración existe de la incert N	sente tratago de Isado de calibraci NACIÓN de los Instrument idumbre de medu	Alleración sole tri en le 65620. Humedad to: de referencia u da en las calibracia Instrumen Calida 3	r Rebelia del aire: militados y del equ ones" ONE GO2 Roc to en prueba do 2 actuala 3	50.6 ± 23 % po bajo prueba y s o versión 2008-05. Veller Fromadia	está caleulada de Error
Los Instrumentos e e Tecnología de Br CONDICIONES ANI Temperatura ambi INCERTIDUMBRE I La Incertidumbre e acuerdo a QNE "Gr RESULTADOS DE L Valeres Referen MPa 0.00	de referencia u rauă IMMETRO, ABIENTALES DU RENTALES D	RANTE LA CAUBI RANTE LA CAUBI 20.8 ± 6 °C yei la calibración i esión de la incori N <u>Subida 1</u> 0.0	tado de calibraci kación kación de los instrument iduritor de medu de <u>1</u> Bajeda 1 0.00	Humedad Humedad os de referencia u Instrumen Subida 2 0.00	Filebéha del aire: filebéha del aire: fileados y del equi nes ^{ci} OAE GO2 Ro to en prueba do 2 Bajario 2 0.00	50.6 ± 23 % po bajo prueba y versión 2008-05. Valor Promedia 0.00	etă calculada de Error PSI 000
Las Instrumentos (e Tecnología de Sr CONDICIONES ANI Temperatura amb INCERTIDUMBRE (La Incertidumbre (acuerdo a DAE "G) RESULTADOS DE L Valeres Referen MPa 0.00 0.25	de referencia u rauă IMMETRO, ABIENTALES DU iente: 2 DE MEDICIÓN expandida inclu silo para la expr LA CALIBRACION I de nola Bar 0.00 2.50	RANTE LA CAUBI RANTE LA CAUBI 20.8 ± 6 °C yei la calibración / eidén de la incerti N Subida 1 0.00 2.50	de los instrument iduario de calibraci RACIÓN de los instrument iduaritare de media de los instrument de los instrument de los instrument	Humedad Humedad os de referencia u da en las colónicas Instrumen Subida 2 0,00 2,50	Filebolika del alre: Tilicados y del equi nes" ONE GO2 Roc to en prueba cle 2 Bajada 2 0.00 2.50	50.6 ± 23 % po bajo prueba y versión 2008-05. Valor Promedia 0.00 2.50	esté calculada de Error PSi 0.000 0.000
Los Instrumentos e e Tecnología de Sr CONOCIONES ANY Temperatura amb INCERTIDUMBRE (La Incertidumbre e acuerdo a DAE "Gr RESULTADOS DE L Valores Referen MPa 0.05 0.50	de referencia u rază IMMETRO, MEIENTALES DU iente: 2 DE MEDICIÓN expandida Indu ulo para la expr LA CALIBRACIO I de Bar 0.06 3.00	A través del certif RANTE LA CALIBR 20.8 ± 6 °C esión de la incert N Subida 1 0.00 2.50 5.01	de las instrument idantine de meda de las instrument idantine de meda de 1 Bajada 1 0.00 2.50 5.01	Instrument Isstance Isst	I Rebelus del aire I Rebelus del aire I Rebelus del aire I Rebelus del agu I Rebelus del agu I Rebelus del agu I Rebelus del agu I Rebelus del aire I Rebelus del air	S0.6 ± 23 % po bajo prueba y 4 versión 2008-05. Valior Promedia 0.00 2.500 5.03	Error 0.000 0.000 0.000
Los Instrumentos e e Tecnología de Br CONDEDONES ANY Temperatura amb INCERTIDUMBRE (La Incertidumbre e acuerdo a DAE "Gr RESULTADOS DE L Valeres Referen MPa 0.05 0.50 0.75 0.00	de referencia u read IMMETRO, MEIENTALES DU iente: 2 DE MEDICIÓN espandida Inclu sió para la expr LA CALIBRACIÓN i de nola Bar 0.00 2.50 5.00 7.50 1000	A través del certif RANTE LA CÁLIBR 20.8 ± 6 °C esión de la incort N Subida 1 0.00 2.50 5.01 7.51	de los instrument de los instrument de los instrument durbe 1 Bajoda 1 0.00 2.50 7.51	Humedad Humedad Do de referencia u da en las calibracia Instrumen Gi Subida 2 0,00 2,50 2,50 2,50	I Rebatika del alres I Rebatik	50.6 ± 23 % po bajo prueba y 4 versión 2008-05. Valor Promedia 0.00 2.50 5.01 7.51	Error PS 0.000 0.000 0.010
Los Instrumentos e e Tecnología de Br CONDECIONES ANN Temperatura amb INCERTIDUMBRE (La Incertidumbre s acuerdo a OAE "Gr RESULTADOS DE L Valores Referen MPa 0.20 0.20 0.25 0.30 0.75 3.00	de referencia u raud IMMETRO, MEIENTALES DU Hente: 1 DE MEDICIÓN expandida Indu sis para la expr LA CALIBRACION a de nda Bar 0.00 2.50 2.50 7.50 10.00 b fobdueros	A través del certif RANTE LA CALIBR 20.8 ± 6 °C esión de la incort N Subida 3 0.00 2.50 7.51 10.00	de los instrument de los instrument durbre de meda de los instrument durbre de meda 0.00 2.50 7.51 30.00	Humedad Humedad Do de referencia u da en las calibracia Instrumen Gasubida 2 0.00 2.50 2.50 7.51 10.00	1 Rebatika del alres 1 Rebatika 1 Rebatika del alres 1 Rebatika del alre	50.6 ± 23 % po bajo prueba y 4 versión 2008-05. Valor Promesia 0.00 2.50 2.50 3.01 7.51 10.00	Error PSI 0.000 0.000 0.010 0.010 0.000
Los Instrumentos - e Tecnología de Br CONDICIONES ANI Temperatura ambi INCERTIDUMBRE I La Incertidumbre - acuerdo a QAE "Gr RESULTADOS DE L Valeres Referen MPa 0.00 0.25 0.50 0.75 1.00 Especificaciones d a DOBIN main ANALISIS DE INCER	de referencia u rază IMMETRO, ABIENTALES DU Rente: 2 DE MEDICIÓN expandită Indu rajă para la expr LA CALIBRACIÓN I de nela Bar 0.00 2.50 3.00 7.50 10.00 Reference: mp	A través del certif RANTE LA CALIBR 20.8 ± 6 °C esión de la incertí N Subirs de la incertí N Subirs 1 2.50 5.01 7.51 10.00	de los instrument idumbre de meda de los instrument idumbre de meda logista 1 0.00 2.50 5.01 7.51 20.00	Instrument Subida 2 0.00 Subida 2 0.00 2.50 5.01 10.00 Parämetr Napethélé Hutnedad	filebelia del aire: filebelia	50.6 ± 23 % po bajo prueba y o versión 2008-05. Velor Fromadia 0.000 2.500 5.01 7.55 10.00	Error PSI 0.000 0.0310 0.000
Los Instrumentos e e Tecnología de Br CONDICIONES AM Temperatura ambi- INCERTIOUMBRE I La incertidumbre e acuerdo a OAE "Gr RESULTADOS DE L Valeres Referen MPa 0.00 0.25 0.50 0.75 0.50 0.75 3.00 Es polítices torte el ra e DORE maur ANALISIS DE INCER-	de referencia u rază IMMETRO, ABIENTALES DU REFERE 2 DE MEDICIÓN expandită Indu silo para la expr LA CALIBRACIO A CALIBRACIO I de nole Bar 0.00 2.50 3.00 7.55 10.00 Reference RIDUMBRE rodence	RANTE LA CALIBR RANTE LA CALIBR 20.8 ± 6 °C esión de la incert N Subista 3 0.00 2.50 5.01 7.51 10.00	de los instrument de los instrument dumbre de media de los instrument dumbre de media 0.00 2.50 7.51 7.51 7.51	Instrument da e disco. Humedad os de referencia u da en las calibracia (instrument da en las calibracia (instrument)	Filebelia del aire: filebelia	50.6 ± 23 % po bajo prueba y 4 o versión 2008-05. Vialor Promesila 0.00 2.50 5.03 7.55 10.00	Error P5 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
Los Instrumentos - e Tecnología de Br CONDICIONES ANI Temperatura ambi- INCERTIDUMBRE I La Incertidumbre e acuerdo a QAE "Gr RESULTADOS DE L Valeres Referen MPa 0.00 0.25 0.50 0.75 1.00 Específicacienes de 8 DOSM en todo etra 8 DOSM en todo et	de referencia u rază IMMETRO, ABIENTALES DU Rente: 1 DE MEDICIÓN expandită inclu expandită inc	A través del certif RANTE LA CALIBR 20.8 ± 6 °C esión de la incert N Subida 1 0.00 2.50 3.01 7.51 10.00	de los instrument iduritor de medu de los instrument iduritore de medu 250 5.01 7.51 20.00	Instrument da e disco. Humedad to de referencia u da en las calibracia Subida 2 Subida 2 0.00 2.50 5.01 7.51 10.00 Parámetr Repetida Instrument	Filebelia del aire: filebelia	50.6 ± 23 % po bajo prueba y 4 o versión 2008-05. Velor Promesia 2.50 3.01 3.51 10.00	está caleulada de Error PS 0.0000 0.000000 0.0000 0.0000000 0.0000 0.0000 0.0000 00
Los Instrumentos e e Tecnología de Sr CDNDHODNES ANY Temperatura ambi- INCERTIDUMBRE I La Incertidumbre e acuerdo a QAE "Gr RESULTADOS DE L Valeres Referen MPa 0.00 0.25 0.50 0.75 3.00 Específicaciones d a DOSNe albo el INCEP Incertidumbre dol Incertidumbre dol Incertidumbre dol Incertidumbre dol Incertidumbre dol Incertidumbre dol Incertidumbre dol Incertidumbre dol Incertidumbre dol	de referencia u rază IMMETRO, ABIENTALES DU Rente: 1 DE MEDICIÓN expandită Indu ală para la expr LA CALIBRACIÓN i de nola Bar 0.00 2.50 3.00 7.55 10.00 Reference: Ingo RTDUMBRE patrón: históresis: ca de mesica (c	A través del certif RANTE LA CALIBR 20.8 ± 6 °C esión de la incert N Subida 1 0.00 2.50 3.01 7.51 10.00	de los instrument iduritor de medu de los instrument iduritore de medu 250 5.01 7.51 20.00 0.0018 0.0051 0.0258	Instrument Instrument Instrument Instrument Subida 2 Subida 2	Filebelia del aire: filebelia	50.6 ± 23 % po bajo prueba y 4 o versión 2008-05. Velor Promesia 2.50 3.51 3.51 10.00	está caleulada de Error PS 0.0000 0.000000 0.0000 0.0000000 0.0000 0.0000 0.0000 00
Los Instrumentos - e Tecnología de Sr CONDECIONES ANY Temperatura ambi- INCERTIDUMBRE I La Incertidumbre e acuerdo a QNE "Gr RESULTADOS DE L Valeres Referen MPa 0.00 0.25 0.25 0.50 0.75 3.00 EspECINea todo estr a DEPEN MAN ANALISIS DE INCEP Incertidumbre del Incertidumbre del	de referencia u rază IMMETRO, ABIENTALES DU RENTALES DU RENTALES DU RENTALES DU RENTALES DU RENTALES DU RENTALES DU RENTALES DU RENTALES R	A travels del certif RANTE LA CÀLIBR RANTE LA CÀLIBR 20.8 ± 6 °C stille calibración i esión de la incortí N Subida 3 0.00 2.50 7.51 10.00 Con binada): The documenta pen po de este docan o. Sin embraga, do	de los instrument de los instrument de los instrument dumbre de media 0.00 2.50 7.51 7.51 7.51 7.51 7.51 0.00 2.50 0.0258 0.0258 0.0258 berecet incernetia to recomediado y	Instrument Instru	Filebolica del alres filebolica del alres filebolica del alres filebolica del alres filebolica del alres to en prueba to en prueba do 2 Bajada 2 0.00 2.50 3.50 0.00 0.	50.6 ± 23 % po bajo prueba y 4 versión 2008-05. Valor Promedia 0.00 2.50 5.03 7.51 10.00 n: 0.0 0.0 bio caneliciones india who calendario desp de caleded aplicade.	Error P55 0.0000 0.0000 0.000000

A.16 Certificado de calibración Bloque seco

RVICIO LATINOAMERIC DE METROLOGIA	AND			
	2			
	Equip	ertificado de Calibración los padrones de temperatura		
		N' CC P 2014-1003		
Exta calib	eración ha sido realizada cumpl	iendo los requerimientos de	la Norma internacio	nal ISO 17025.
ATOS DE CLIENTE		DESCRIPCI	ÓN DEL INSTRUMEN	TO Y/O EQUIPO
ambre	Luis Romero	Equipe:		Bloque Seco de temperatura
receiden	Domineo Comin y Chamb	Marca:		Dry Well
udad y Provincia:	Gunyagul, Gunyas	Rango		30 - 300
cha de Calibración:	17/02/2014	Unidad:		*
		Serie:		009230529
SCRIPCIÓN DE PADRON	IES UTILIZADOS			
the station is calibration	del face lestrado, se stillesses	ter else de star sustantes de su	for sector	
 Inticador da te 	manatura marca infra modelo	CTL-10004, partie 55589-000	Ti .con anoda da tem	centure setrios 970 tios Pt100
de 4 hilos, man	ca Jofra, modelo STS1004901, Po	ara la calibración se utilizo al	carmel 41.	
s equipos patrones util	laados, han sido calibrados po	or el instituto Ecuatoriano o	e Nomalización IN	EN, a través del certificado de
libratión UPC-T-2012-04	4.			
INDICIONES AMBIENTA	LES DURANTE LA CAUBRACIÓN			
monter militare	20.04510			
	20.010	Hurnedad	Relative delaire:	50.6 + 23 %
CENTIOUMERE DE MED	ición la incluye la calibración de los in	Humedad	Relativa del aire: Finados y del equipo	50.6 s 23 % bajo prueba y está calculada de
CENTIOUMBRE DE MED L'INCETTIOUTIONE expandik cuerdo a CAZ "Gula pan Rientura utilizado es K=2 ESULTADOS DE LA CALIB	cuón to incluye la calibración de los in la expresión de la incertidural RACIÓN	Humedad Istrumentos de referencia ut bre de medida en las calibra	Relativa del aine: Bluados y del equipo Islomes ^e OAE GO2 Ro	50.6 e 23 % bajo prueba y está calculada de o versión 2008-05, el factor de
CENTIOLIMBRE DE MED Incerticiantiare expandio serdo a OAE "Guia pan bertura utilizado es K-2. ISULTADOS DE LA CALIB Rem en	cuón la incluye la calibración de los in la expresión de la incertidural RACION	Humedad Istrumentos de referencia ut bre de metida en las calibra - Patrón (Valor media)	Relativa del aine: Silvados y del equipo silomes" OAE 002 Ro Ernor	50.6 e 23 % bajo prueba y está calculada de o versión 2008-05, el factor de Incertidumine (K-2)
CENTIOUMBRE DE MED Incertiduntere expandie uerde a CAE "Gula part bertura utilizado es K-2 SULTADOS DE LA CALIB Ram en K	cuón to incluye la calibración de los in la expresión de la incertidural RACION prosibia 70	Humedad Istrumentos de referencia ut bre de medida en las calibra - - Patridn (Valor medio) - 	Relativa del aine: Stractos y del equipo siornes" OAE 002 Ro Error 10	50.6 e 23 % bajo prueba y está calculada de o versión 2008-05, el factor de Incertidumiare (K-2) °C
CENTIQUIMBRE DE MED Incertiduntine expandic serio a CAE "Sola pan bertura utilizado es K-2 SULTADOS DE LA CALIB Rem en K 303.150 199.150	Indușe la calibración de los in la indușe la calibración de los in la expresión de la incertidural RACIÓN prueba 10.0 10.0	Hurredad Istrumentos de referencia ut bre de medida en las calibra - Patrón (Valor medio) - - - 80.015	Relativa del aine: Elizados y del equipo islories" OAE 002 Ro Error 	50.6 e 23 % bajo prueba y está calociada de o versión 2008-05, el factor de Incertidumbre (K-2) C 20.50
CENTIOLIMBRE DE MED Incerticiumbre expandic uerdo a CAL "Scula pan bertura utilizado es K-2 sultados de LA CALIB Rem en K 303.150 323.150 323.150	EXAMPLE C Isolow Is incluye la calibración de los in Is la expresión de lo incertidural RACION Privelia 10.0 50.0 100.0	Harredad totumentos de referencia ut bre de medida en los calibra Patrón (Valor medio)	Relativa del aire: Elmados y del equipo cisiones" GAE 602 % <u>Ermar</u> <u>40</u> -0.015 -0.021	50.6 s 23 % bajo prueba y está calculada de o versión 2008-05, el factor de incertidumiare (X-2) % 90.00 90.00 90.00
CENTIOLIMBRE DE MED Incertificantiere expandik aerdo a OAE "Gula pan bertura utilizado es K-2. SULTADOS OF LA CALIB Rem es K 303.150 373.150 473.150	code code la incluye la calibración de los in la expresión de la incertidural RACION prueba <u>10.0</u> 50.0 100.0 200.0	Hurredad strumentos de referencia ut bre de medida en las calibra Patrón (valor medio) - 20.015 50.021 200.033	Enartiva del aire: Elizados y del equipo clones" GAE 602 % Error "C -0.015 -0.021 -0.022 -0.038	50.6 s 23 % bajo prueba y está calculada de o versión 2008-05, el factor de <u>Incertidumiare (K-2)</u> <u>°C</u> <u>40.50</u> <u>40.50</u> <u>90.50</u>
CENTIOUMBRE DE MED Incertifiumbre expandié aerdo a CAZ "Guia part bertura utilizado es K=2. SULTADOS DE LA CALIB Nom en K 303.150 323.150 373.150 573.150	cubro C cubro C la incluye la calibración de los ir la expresión de la incertidural RACION 2000 200 2000 2	Humedad Istrumentos de referencia ut bre de medida en las calibra - "C 30.015 50.021 100.032 200.033 300.034	Estuarios y del arte: Elmados y del equipo clones" GAE 602 % 6 0.015 -0.021 -0.021 -0.024 -0.038 -0.024	50.6 s 23 % tago prueba y está calculada de o versión 2008-05, el factor de <u>Incertidumbre (K-2)</u> <u>°C</u> <u>90.10</u> <u>90.10</u> <u>10.10</u>
CENTIQUIMBRE DE MED Incertidumbre expandie aerdo a OAE "Gula part bertura utilizado es K-2. BUETADOS DE LA CALIB Rem en K 503.150 323.150 373.150 573.150	cuón cuón ta incluye la calibración de los in la expresión de la incertidural RACION prueba 7C 30.0 50.0 100.0 200.0 200.0 200.0 200.0	Hurredad Istrumentos de referencia ut bre de medida en las calibra "C 20.015 50.021 100.032 200.033 300.024	Enlarika del aire: Elnaidos y del equipo clones" QAE 602 % Const 0.015 -0.021 -0.022 -0.033 -0.024	50.6 s 23 % bajo prueba y está calculada de o versión 2008-05, el factor de <u>incertidumbre (X-2)</u> <u>YC</u> <u>90.10</u> <u>90.10</u> <u>90.10</u>
CENTIQUIMBRE DE MED Incertidumbre expandik serdo a OAE "Guia part bertura utilizado es K-2. SULTADOS DE LA CALIB Rem en K 303.150 373.150 373.150 573.150	cuón cuón ta incluye la calibración de los in la expresión de la incertidural RACION prosibis 10.0 100.0 100.0 200.0 Uniformidad Uniformidad	Hurreetad Istrumentos de referencia ut bre de medida en las calibra - - 20.015 50.021 100.032 200.034 300.034	Entartika del aire: Sinaidos y del equipo dones" OAE 002 % 0.015 0.021 0.022 0.033 0.024 Establida	50.6 s 23 % bajo prueba y está calculada de o versión 2008-05, el factor de <u>10.00</u> <u>20.10</u> <u>20.10</u> <u>20.10</u> <u>20.10</u> <u>20.10</u> <u>20.10</u> <u>20.10</u>
CENTIOUMBRE DE MED Incertidumbre expandik serdo a QAE "Sola pan bertura utilizado es K=2 sutrados de LA CALIB Rem en K 303.150 323.150 323.150 473.150 573.150	code code la incluye la calibración de los in la expresión de lo incertidural RACION prueba 'C 30.0 50.0 100.0 200.0 200.0 Uniformidad ±0.20 'C	Harreedad Instrumentos de referencia at bre de medida en los calibra - - 76 30.015 50.021 200.032 200.033 300.034	Relativa del aire: Filmados y del equipo cisories" GAE GO2 No Const Cons	50.6 s 23 % bajo prueba y está calculada de o versión 2008-05, el factor de incertidumiare (K-2) 0.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00
CERTIOUMBRE DE MED Incertiduntine expandie serdo a OAE "Guia part bertura utilizado es K-2. ISULTADOS DE LA CALIA Rem en K 503.150 323.150 323.150 373.150 573.150 tre: Los veienes de la calure DTHICADORES IMPORT Los resultados	cuón cuón ta incluye la calibración de los in la expresión de la incertidural RACION prueba 'C 30.0 50.0 100.0 200.0 200.0 Uniformidad 40.00 'C a "Pardo tualor medial", son obres ANTES conteridos en el presente doc	Hurreetad strumentos de referencia ut bre de medida en las calibra - Patrón (valor medio)	Relativa del aire: Finaidos y del equipo ciones" GAE 602 % Const -0.021 -0.021 -0.022 -0.033 -0.024 Establid -0.024	50.6 s 23 % tajo prueba y está calculada de o versión 2008-05, el factor de tecertidumiare (K-2) C 10.10 10.1
ACENTICUMBRE DE MED Incertificantore expandié cuerto a CAE "Guis pan obertura utilizado es K=2 ESULTADOS DE LA CALIA Rem en K 303.150 323.150 373.150 373.150 573.150 ete: Los veleves de la calune OTHICACIONES IMPORT Los resultados condiciones ind Recomentación centificado. Sin Esté certificado sin sello de alto	CLON Con Con Con Con Con Con Con Co	Hurreetad Instrumentos de referencia ut bre de medida en las calibra Patrón (Valor medio) C 30.015 50.021 500.032 200.033 300.024 Hos opartir de ana serte de 4 me bamento pertenecen únicam fas por el mal aco del equipo n el, de 3 año calendario de puede quedar sin efecto por i n gardalmente, a menco o	Relativa del aire: Elmados y del equipo clores" GAE 602 % C C C C C C C C C C C C C C C C C C C	50.6 s 23 % tajo prueba y está calculada de ta versión 2008-05, el factor de trocertidumbre (K-2) troceritdumbre (K-2) trocertidumbre (K-2) trocertidumbre (

Cirros Dize Ciuo Director Técnica de Laboratorio

A.17 Certificado de calibración Transmisor de temperatura

Certificado de Calibración Esupipis partiones de temperatura N° CC P 2034-3004 Liste calibración ha sido realizado cumpliendo los requerimientos de la Norma Internacional ISO 17625. DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO Y/O EQUIPO Nombre: Luis Romero Equipo: Transmisor de Temperatura Protocióni Descripción DEL INSTRUMENTO Y/O EQUIPO Nombre: Luis Romero Equipo: Transmisor de Temperatura Protocióni Orningo Comin y Chambers Marcai Pyromation O Recha de Calibración: 0.700/2014 Weided: *C *C Servie: 441 DESCRIPCIÓN DE PADRONES UTILIZADOS Para realizar la calibración del Item Indicado, se utilizaron los siguientes patrones de referencia: * indicador dei temperatura patrón RTD tipo P10 de 4 hilos, marco Jofra, modelo DTI-30009, seria S35878-00011 con xanda de temperatura patrón RTD tipo P10 de 4 hilos, marco Jofra, modelo DTI-30009, seria S35878-00012 con xanda de temperatura patrón RTD tipo P10 de 4 hilos, marco Jofra, modelo DTI-30009, seria S35878-00012 con xanda de temperatura patrón RTD tipo P10 de 4 hilos, marco Jofra, modelo DTI-30009, seria S35878-00012 con xanda de temperatura patrón RTD tipo P10 de 4 hilos, marco Jofra, modelo DTI-30009, seria S35878-00012 con xanda de temperatura patrón RTD tipo P10 de 4 hilos, marco Jofra, modelo DTI-30009, Para la calibración se utilizo el cannel M2. Los esupes patrones utilizados, han sido calibrados por el instituto de camot M2. toavés del c
Certificado de Calibración Españos padrones de temperatura N° CC P 2034-3004 Esta calibración ha sido realizada campilendo los requerimientos de la Norma internacional ISO 17625. DATOS DE CUENTE DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO Y/O EQUIPO Nombre: Lais Romero Equipor Transmisor de Temperatura Direccióni Domingo Comin y Chambers Marcai Prometion Colspan="2">Coloparativo de Temperatura Direccióni Direccióni Domingo Comin y Chambers Marcai Prometion Colspan="2">Coloparativo de Temperatura Prometion Conded y Previncia: Guayaqui, Guayas Rago: 0 - 200 - 200 Recha de Calibración: 17/02/2034 Unidad: *C - 200 BESCRIPCIÓN DE PADIONES UTILIZADOS Escrite: 441 - 200 - 200 Para recellara la calibración del fiem indicado, se utilizaron los siguientes potrones de referencia: - indicador de temperatura marca Jofra, modelo DTI-30004, seria S2588-00211 con sons de temperatura patrón RTD tipo P13 de 4 hilos, marca Jofra, modelo DTI-30004, seria S2588-00211 con sons de temperatura patrón RTD tipo P13 de 4 hilos, marca Jofra, modelo DTI-30004, seria S2588-00211 con sons de temperatura patrón RTD tipo P13 de 4 hilos, marca Jofra, modelo DTI-30004, seria S2588-00211 con seria seria H3. Los equalos patrones utilizados, han sido calibracios por el instituto
Equipos padrones de temperatura N° CC P 2034-3004 Esta calibración ha sido realizada cumpliendo los requerimientos de la Norma Internacional ISO 17625. DATOS DE CUENTE DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO Y/O EQUIPO Nombre: Luis Romero Equipos Transmisor de Temperatura Direccióni Domingo Contin y Chambers Marcai Pyromation de Temperatura Direccióni I 17/02/2024 Unidad: "C Serie: 441. DESCRIPCIÓN DE PADRIDNES UTILIZADOS Para realizar la calibración del fami indicado, se utilizaron los siguientes patrones de referencia:
Esta calibración ha sido realizada cumpliendo los requerimientos de la Norma Internacional ISO 17825. DATOS DE CUENTE DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO Y/O EQUIPO Nombre: Luis Romero Equipo: Transmisor de Temperatura Dirección Domingo Contin y Chambers: Marca: Pyromation . Cludad y Previnda: Guayaquí, Guayas Range: 0-300 fecha de Calibración: 17/02/2024 Unidad: "C Servie: 441. DESCRIPCIÓN DE PADRIDNES UTILIZADOS Para realizar la calibración del fam indicado, se utilizaron los siguientes patrones de referenda:
DATOS DE CUENTE DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO Y/O EQUIPO Nombre: Luis Romero Equipor Transmisor de Temperatura Direccióni Domingo Comin y Chambers Mantai Pyromation Comperatura Direccióni E Guayago: 0-300 0-300 Fecha de Calibración: 17/02/2034 Unidad: *C Serie: 441 0 0 DESCRIPCIÓN DE PADRIONES UTILIZADOS Para negliar la culturación del fiem indicado, se utilizaron los siguientes patrones de referenda: * Indicador de tempenatura manta Jofra, modelo DTI-3000f, serie S3588-00311 con sonada de tempenatura patrón RTD tipo P13 de 4 hilos, manto Jofra, modelo DTS100A902. Para la calibración se utilizo el cannol #1. Los equipos portones utilizados, hun sido calibrados por el instituto Ecuatoriano de Normalizacións INEN, a través del certificado calibración LPC-T-2022-044. CONDICIONES ANRIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN
Nambre: Luis Romero Equipo: Transmisor de Temperatura Direccióni Domingo Comin y Chambers Marcai Pyromation , Chudad y Provincia: Guayaquil, Guayas Rango: 0 - 300 fecha de Calibración: 17/02/2014 Unidad: "C Series 441. DESCRIPCIÓN DE PADRONES UTILIZADOS Para realizar la calibración del Rem indicado, se utilizaron los siguientes patrones de referencia: → Indicador de temperatura marca Jofra, modelo DTI-30004, serie S558/3-00171 con sanda de temperatura patrón RTD tipo P13 de 4 hilos, marca Jofra, modelo STS1004903. Para la calibración se utilizaron de Normalización INEN, a través del certificado calibración LPC-T-2012-D44. CONDECIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN
Dirección: Domingo Comin y Chambers: Mansa: Pyromation Cludad y Previndia: Guayaqué, Guayaa Rango: 0 - 300 Pecha de Calibración: 17/02/2014 Unidad: *C Serie: 441 DESCRIPCIÓN DE PADRONES UTILIZADOS Para realizar la calibración del Item indicado, se utilizaron los siguientes patrones de referenda:
Dudid y Previndia: Guayaqui, Guayaq
Fecha de Calibración: 17/02/2014 Unidad: *C Serie: 441. DESCRIPCIÓN DE PADRONES UTILIZADOS Para realizar la calibración del Item indicado, se utilizaron los siguientes patrones de referenda: Indicador de temperatura patrón RTD tipo P13 de 4 hilos, marcia Jafra, modelo DT-10004, serie SS589-00171 con sonda de temperatura patrón RTD tipo P13 de 4 hilos, marcia Jafra, modelo STS1004901. Para la calibración se utilizados, los uniferación enter 41. Los equipos patrones utilizados, han sido calibrados por el instituto Ecustoriano de Normalización INEN, a través del certificado calibración LPC-7-2022-044.
serve: x41. DESCRIPCIÓN DE PADRONES UTILIZADOS Para realizar la calibración del frem indicado, se utilizaron los siguientes potrones de referenda: Indicador de temperatura marca Jofra, modelo DTI-30004, serie SS588-30211 con xonda de temperatura patrón RTD tipo P13 de 4 hilos, marca Jofra, modelo STS1004902. Para la calibración se utilizo el carnel #1. Ios equipos patrones utilizados, han sido calibrados por el instituto Ecustoriano de Normalización INEN, a través del certificado calibración LPC-7-2022-044. CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN
DESCRIPCIÓN DE PADÁDRES UTILIZADOS Para realizar la calibración del Item Indicado, se utilizaron los siguientes potrones de referenda: Indicador de temperatura patrón RTD tipo P13 de 4 hilos, marta Jafra, modelo STS1004903. Para la calibración se utilizo el cannel #1. ios equipos patrones utilizados, han sido calibrados por el instituto Ecustoriano de Normalización INEN, a través del certificado alteración LPC-7-2022-044. CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN
Para realizar la calibración del hem indicado, se utilizaron los siguientes patrones de referenda: → Indicador de temperatura marca Joha, modelo DTI-30004, serie 55588-00011 con xonda de temperatura patrón RTD tipo P10 de 4 hilos, marca Joha, modelo STS1004903. Para la calibración se utilizo el cannel 41. Los equipos patrones utilizados, han sido calibrados por el instituto Ecustoriano de Normalización INEN, a través del certificado calibración LPC-7-2012-044. CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN
Indicador de temperatura marca Jofra, modelo DTI-30004, serie 55589-00171 con xonda de temperatura patrón RTD tipo P13 de 4 hilos, marca Jofra, modelo STS1004903. Para la calibración se utilizo el cannel V1. Los equipos patrones utilizados, han sido calibrados por el instituno Ecustoriano de Normalización INEN, a través del certificado calibración LPC-T-2012-D44. CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN
de 4 hilos, marca Jofra, modelo STS1004903. Para la calibración se utilizo el cannel VI. Los equipos potrones utilizados, han sido calibrados por el instituto Ecustoriano de Normalización INEN, a través del certificado calibración LPC-T-2012-DE4.
Los equipos potrones utilizados, han sido calibrados por el instituto Ecustoriano de Normalización INEN, a través del certificado calibración LPC-T-2012-DEA. CONDICIONES AMBRIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN
CONDICIONES AMRIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN
No. 2012 No.
La incertidumbre expandida incluye la calibración de los instrumentos de referencia utilizados y del equipo bajo prueba y está calculada acuerdo a OAE "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida en las calibraciones" OAE 002 Roo versión 2008-05, el factor cobertura utilizado es K=2.
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN hers en prueba Patrón (Valor medio) Error Incertidumbre (K-2) K 'C 'C 'C 'C 'C 'C
RESULTADOS DE LA CALIBRACION Resultados prueba Patrón (Valor medio) Error Incentidumbre (K-2) K 'C
RESULTADOS DE LA CALIBRACION Patrón (Valor medio) Error Incentidumbre (K-2) K *C *
Kesutrados de La Calieración Patrón (Valor medio) Error Incertidumbre (K-2) K *C *
K 'C 'C </th
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Res es prueba Patrón (Valor medio) Error Iscertidumbre (K-2) R 'C 'C 'C 'C 'C 273.150 0.0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.010 258.150 25.0 25.10 -0.100 0.11 333.150 50.0 50.10 -0.100 0.11 348.150 75.0 75.20 -0.200 0.12 373.350 100.0 100.25 -0.200 0.12
K °C °C </th
PT-1002947-0021
ESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Patrón (Valor medio) Error Incentidumbre (K-2) K *C
Item on prueba Patrón (Valor medio) Error Incentidumbre (K-2) K *C
K 'C 'C </th
K 'C 'C </th
A.18 Presupuesto del proyecto.

La tabla que se presentan a continuación muestran los gastos realizados en compras de equipos, instrumentos, accesorios y montaje de la estructura metálica.

Este proyecto tiene equipos de reconocidas marcas al nivel industrial, para brindar al estudiante la garantía y fiabilidad al momento de realizar las respectivas prácticas.

Cantidad	Materiales	Marca	Co	osto unit.	Co	sto total
			\$		\$	
1	PLC Compact Logic L32E	Allen Bradley	\$	1.300,00	\$	1.300,00
1	Módulo 16 DI x 24vdc.	Allen Bradley	\$	250,00	\$	250,00
1	Módulo 16 DO x 24vdc.	Allen Bradley	\$	250,00	\$	250,00
1	Módulo 4 AI	Allen Bradley	\$	450,00	\$	450,00
1	Módulo 4 AO	Allen Bradley	\$	580,00	\$	580,00
1	Módulo 2 I/ 2 O	Allen Bradley	\$	200,00	\$	200,00
1	Fuente de 220v a 24vdc	Siemens	\$	200,00	\$	200,00
1	Variador de Frecuencia.	Siemens	\$	180,00	\$	180,00
1	Bombas Monofásicas	Paolo	\$	40,00	\$	40,00
1	Manómetros	Reotemp	\$	50,00	\$	240,00
4	Válvulas Solenoides	Granzow	\$	100,00	\$	400,00
1	Válvula proporcional	Norgren	\$	850,00	\$	850,00
1	Transmisores de presión	Wika	\$	350,00	\$	350,00
1	Transmisor de nivel	Krones	\$	700,00	\$	700,00
2	Resistencia	Siemens	\$	100,00	\$	200,00
3	Luces pilotos a 24 Vdc	Siemens	\$	9,00	\$	18,00
1	Pulsante tipo hongo	Telemecanique	\$	15,00	\$	15,00
2	Rollos de cable de control #18	Incable	\$	22,00	\$	44,00
20	Metros de cable #14	Incable	\$	0,30	\$	9,00
3	Fundas de terminales de punta	Camsco	\$	2,80	\$	8,40
1	Plancha galvanizados	Sin marca	\$	25,00	\$	25,00
1	Accesorios Hierro negro	Sin marca	\$	50,00	\$	50,00
2	Tuberías agua caliente.	Sin marca	\$	12,50	\$	25,00
1	Accesorios tuberías, codos, uniones universales, neplos	Plastigama	\$	50,00	\$	50,00
5	Relés 24 VDC.	Siemens	\$	20,00	\$	100,00
2	Relé de estado sólido 50 AMP.	Siemens	\$	25,00	\$	25,00
1	Panel de control 42x20cm.	Siemens	\$	45,50	\$	45,00
1	Construcción de maqueta didáctica	S/M	\$	400,00	\$	400,00
1	Construcción de tanques	S/M	\$	200,00	\$	200,00
1	Presostato	Festo	\$	175,00	\$	175,00
1	PT-100	Wica	\$	90,00	\$	90,00
1	Bloque seco	Termoworks	\$	1000,00	\$	1000,00

1	HMI Panel View Component	Allen Bradley	\$ 900,00	\$ 900,00
1	Racores varios	Festo	\$ 100,00	\$ 100,00
1	Borneras varios tipo	Varios	\$ 150,00	\$ 150,00
4	Canaletas ranuradas 40x40cm.	Telemecanique	\$ 7,00	\$ 28,00
30	Metros de cable concéntrico apantallado 3x16.	Electrocable	\$ 1,20	\$ 36,00
1	Cable de comunicación ethernet	S/M	\$ 3,00	\$ 20,00
TOTAL	\$ 9.013,40			

Tab.A.1 Presupuesto del proyecto

Fuente: Autores

A.19 Planos eléctricos

Plano eléctrico de proyecto de tesis:

Diseño e implementación de un Entrenador Industrial en las magnitudes de temperatura, presión y nivel

Identi f icación del documento.

Este documento tiene como f i n, demostrar todas las conexiones realizadas en el tablero eléctrico del proyecto.

Remitase a ver el número del terminal que desea buscar:

-Número de marca y número de página de este documento.

							-						
			D: 7	E. QUEVEDO.	Observaciones:			Diseño elabor	ación e implementación	de			
VERSIÓN	1.0		Diseno	L. ROMERO.				un entrenador industrial en las magnitudes					HOJA 1
1		15.02.14	Revisó	ING. LUIS NERIA.				de presión, ten	nperatura v nivel.				1/18
Revisión	Nota	Fecha	Aprobó	ING. LUIS NEIRA.									
	1			2	3	4		5	6		7	8	

219

F 220	A B C D	revisión	página 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	Lista de contenido contenido Distribución de borneras Distribución principal de e Motores PanelViewC600 Plc Rockwell Entradas digitales A001 Salidas digitales A002 Entradas Analógicas A004 Entradas y sallidas Analóg Elementos de salida 1 Elementos de salida 2	nergía gicas A005		
Diseño Di	F			220			F









	. 1	2	3	4	5	6	7	8
A								A
в			24\/(+)					В
			/1.C1		 ↓ PE			
С				+ - P	E ETH			С
			(F N	C600 PANEL /IEW				
D								D
			ETH /1.F5					
E								E
F	VERSIÓN 1.0	Diseño E. QUEVEDO. L. ROMERO.	Observaciones:	22	5 Diseño, e un entren de presió	laboración e implementacio ador industrial en las magni , temperatura v nivel.	n de tudes	F HOJA 7
	Revisión Nota Fecha	Aprobó ING. LUIS NEIRA.				,	PanelV	iew C600
	1	2	3	4	5	6	7	8





	1 2	3	4		5	6	7	8
A	E			A 0.04	0			
				A00.	2			
В								
			ut 1 ut 2 ut 3 ut 4	out 5 out 6 out 7	out 8 out 9	out 11 out 11 out 13	out 14 out 11	
			0 0 0 0	0 0 0	0 0			
			┘│││			$\stackrel{\wedge}{\uparrow} \stackrel{\wedge}{\uparrow} \stackrel{\wedge}{\uparrow} \stackrel{\wedge}{\downarrow}$	\uparrow \uparrow \uparrow	
D	A1 A1	A1	A1 A1	A1	A1	A1		
			R5 R6					
	A2 A2	A2	A2 A2	A2	A 2	A2		
E	0Vdc							15
			encias à					
\mid			er resist					
F			Encende					
	ERSIÓN 1.0 Diseño E. QUEVE	DO. Observaciones:		220	Diseño, elaboi un entrenador	ación e implementacion industrial en las magnit	n de tudes	HOJA 10
R	1 15.02.14 Revisó ING. LUIS avisión Nota Fecha Aprobó ING. LUIS	NERIA.		220	de presión, ter	nperatura y nivel.	Salidas digi	tales A002
	1 2	3	4		5	6	7	8





A										Α
в		ОИТРИТ		A	006 Alog					В
с					126	127 128 129		134		с
D			↓ ↓	,				↓ ↓		D
F										
										E
F	VERSIÓN 1.0 IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	Diseño E. QUEVEDO. L. ROMERO. Revisó ING. LUIS NERIA. Aprobó ING. LUIS NEIRA. 2	Observaciones:	4	231	Diseño, elabora un entrenador i de presión, ten 5	ación e implementacion de industrial en las magnitudes peratura y nivel. 6	s Entradas A 7	Analogicas A004	F HOJA 12 12/18





A.20 Bibliografía

SOLÉ, Antonio Creus, *Instrumentación Industrial*, 6ta Edición, Editorial Marcombo Barcelona-España, 1997.

MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación y control de Procesos, Edición 28/04/2005.

ALLEN BRADLEY, Guía práctica de programación FlexLogix,

ALLEN BRADLEY, Instrucciones Logix 5000.

ALLEN BRADLEY, Instrucciones para los variadores y control de proceso de los controladores Logix 5000.

SITIOS WEB DE CONSULTA.

www.sapiensman.com/neumatica/images/Bourdon1

http://mx.magnetrol.com/Images/Products/T20

http://depa.pquim.unam.mx/IQ/iq/practica6n.htm

www.frielectric.com/images/Presostato

http://www.fing.edu.uy

http://www.sindyauto.com/wika/datasheet/TE1902.pdf