UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍAS



CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: INGENIERO ELECTRÓNICO MENCIÓN SISTEMAS INDUSTRIALES

TEMA:

MÓDULO DIDÁCTICO PARA CONTROL Y MONITOREO DE 3 VARIABLES NIVEL, TEMPERATURA, PRESIÓN, IMPLEMENTADO CON SENSORES, PLC FLEXLOGIX Y SCADA FACTORY TALK (ALLEN BRADLEY).

AUTORES:

JULIO CÉSAR LEMA RICHARD SÁNCHEZ POZO MICHAEL ESCUDERO CRUZ

DIRECTOR DEL PROYECTO: ING. LUIS NEIRA

Guayaquil, Abril del 2012

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, investigaciones realizadas, prácticas elaboradas, análisis y conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Autores:

JULIO CÉSAR LEMA P

RICHARD SANCHEZ POZO

MICHAEL ESCUDERO CRUZ

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis de ingeniería, si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación por parte de los autores y su director de tesis, no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que a continuación citaremos.

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.

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico a mis padres por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre. Les doy gracias por sus enseñanzas por su amor único y desinteresado y por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona, estudiante y profesional.

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.

, Julio César Lema Pando

DEDICATORIA

.

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y Amor.

A mis padres, quienes me motivaron a seguir adelante dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes hoy puedo ver alcanzada mi meta ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos mas difíciles de mi carrera.

Va por ustedes por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mi hija y esposa que han sido mi fuerza para no desmayar en este sueño que hoy culmina, por cada beso por cada palabra de aliento a ellas que son mi nueva meta.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos más difíciles. A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Richard Sánchez Pozo

DEDICATORIA

Agradezco principalmente a dios por dejarme vivir cada día y darme fuerza en los días malos.

A mis padres por darme su apoyo y por creer en mí dándome ejemplos de superación y entrega, por ellos que siempre han estado en toda mi etapa de mi vida, los quiero con todo mi corazón.

A mis hermanos, tíos, primos, abuelos y amigos.

Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Michael Escudero Cruz.

AÑO	TÍTULO	ALUMNOS	DIRECTOR	TEMA DE TESIS
			DE TESIS	
Abril del	Ingeniero	Julio Lema	Ing. Luis Neira	MÓDULO DIDÁCTICO
2012.	Electrónico	Richard Sánchez		PARA CONTROL Y
	Mención	Michael Escudero		MONITOREO DE 3
	Sistemas			VARIABLES NIVEL,
	Industriales.			TEMPERATURA, PRESIÓN,
				IMPLEMENTADO CON
				SENSORES, PLC FLEX
				LOGIX Y SCADA FACTORY
				TALK (ALLEN BRADLEY)

ABSTRACT

MÓDULO DIDÁCTICO PARA CONTROL Y MONITOREO DE 3 VARIABLES NIVEL, TEMPERATURA, PRESIÓN, IMPLEMENTADO CON SENSORES, PLC FLEX LOGIX Y SCADA FACTORY TALK (ALLEN BRADLEY), equipo de entrenamiento, en el cual se puede realizar prácticas orientadas a la instrumentación, automatización, control automático etc.

Está integrado por un PLC Flex Logix 5433, módulos de IN/OUT digitales y analógicas, botoneras, relés, válvulas, variador de velocidad, motores, transmisores de presión, transmisores de temperatura, PT100, etc.

Este proyecto se creó con la finalidad de controlar y monitorear variables como son el nivel la temperatura, la presión, muy utilizadas en la industria, y que mediante la maqueta didáctica permite que el estudiante o lector realice diferentes prácticas y se adiestre con los diversos elementos del módulo.

Para el control y monitoreo de las variables se carga en una PC el Scada (Sistema de control y adquisición de datos) Factory Talk de Allen Bradley, en ella se puede dar uso a cualquiera de las prácticas, configuración de tendencias, y alarmas etc.

La conexión entre la PC y el PLC, es mediante la red RS-232, la comunicación se la hace con el programa RSlinx.

La ventaja de programar en este PLC es que permite hacer cambios en línea, posee escalizadores, para evitar hacer conversiones en el programa, 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.

Palabras Claves.

- ✓ Control y monitoreo de variables, nivel, temperatura, presión.
- ✓ Scada (Factory Talk de Allen Bradley).
- ✓ Comunicación RS-232.
- ✓ PLC Flex Logix 5433
- ✓ Hacer cambios en línea.
- ✓ Instrucción de control PID.



Fuente: Autores INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la universidad no cuenta con un módulo didáctico industrial para control de diferentes variables implementado con SENSORES, PLC ALLEN BRADLEY Y SCADA FACTORY TALK.

Debido a este problema encontrado, hemos propuesto iniciar con la implementación de esta maqueta en donde el estudiante junto al profesor guía, puedan fomentar el desarrollo y la investigación en el área de automatización e instrumentación.

Con este módulo los estudiantes podrán realizar prácticas de automatización con la prestigiosa marca Allen Bradley esto afianzará sus conocimientos y le brindará un mejor creciendo profesionalmente con más oportunidades de trabajo al nivel industrial.

DELIMITACIÓN

Se realizará el estudio de instrumentación industrial y automatización en la Facultad de Ingenierías de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, en el ciclo lectivo del año 2012.

OBJETIVOS:

Objetivo General

Analizar e implementar la maqueta didáctica industrial para control de diferentes lazos de control, innovando a la universidad la parte de automatización con equipos de diferentes marcas.

Objetivos Específicos.

- Conocer los diferentes equipos que forman parte del módulo.
- Diseñar e implementar un módulo didáctico industrial con fines docentes y de investigación.
- Conocer los diferentes lenguajes de programación del programa RSlogix 5000.
- Implementar diferentes lazos de control Pid.
- Interactuar desde el HMI con los diferentes equipos de la maqueta.
- Diseñar una guía de prácticas en la cual el estudiante podrá dar un buen uso de la maqueta implementado la parte teórica y demostrándolo en el campo industrial.

JUSTIFICACIÓN

El fin de esta tesis es implementar al sistema universitario un módulo didáctico industrial para controlar y monitorear diferentes variables como la Temperatura, el Nivel, la Presión.

Este módulo permitirá al estudiante realizar diversas prácticas, donde podrá interactuar con sensores, válvula de control, variador de velocidad, bombas monofásicas, y trifásica, PLC, elementos de control, etc.

Lo innovador de esta tesis es que se trabaja con la familia de Rockell Automation (Allen Bradley) tanto para la parte de programación como para el monitoreo a través del Scada Factory Talk.

ÍNDICE

<u>CAPÍTULO I:</u>

TEORÌA FUNDAMENTAL DEL PROYECTO

1.1	Variables de control de procesos	25
1.2	Clasificación de los instrumentos	26
1.2.1	Elementos primarios	26
1.2.2	Transmisores	27
1.2.3	Indicadores Locales	27
1.2.4	Convertidores	27
1.3	Medidas de Presión	27
1.3.1	Indicadores locales de Presión	28
1.3.2	Interruptores de Presión	29
1.3.3	Transmisores de Presión	30
1.3.3.1	Transmisores de Presión Capacitivos	30
1.3.3.2	Transmisores de Presión Resistivos	30
1.3.3.3	Transmisores de Presión Piezo eléctricos	30
1.3.3.4	Transmisores de Presión Piezoresistivos o "Strain Gage	31
1.3.3.5	Transmisores de Presión Equilibrio de Fuerzas	31
1.4	Medidas de Temperatura	32
1.4.1	Indicadores locales de Temperatura (termómetros)	33
1.4.2	Elementos Primarios de Temperatura	34
1.4.3	Termopares	34
1.4.4	Termorresistencias	35
1.4.5	Termopares o Termorresistencias	36
1.4.6	Convertidores o Transmisores de Temperatura	37
1.4.7	Interruptores de Temperatura o Termostatos	38
1.5	Medidas de Nivel	38
1.5.1	Indicadores de Nivel de Vidrio	38
1.5.2	Indicadores de Nivel Magnéticos	39

1.5.3	Indicadores de Nivel con Manómetros	40
1.5.4	Indicadores de Nivel de Cinta, regleta o flotador/ cuerda	40
1.5.5	Interruptores de Nivel por Flotador	40
1.5.6	Interruptor de Nivel por Láminas Vibrantes	41
1.5.7	Transmisor de Nivel por Desplazador	42
1.5.8	Transmisores de Nivel por Servomotor	42
1.5.9	Transmisores de Nivel por Presión Hidrostática y Diferencial	43
1.5.10	Transmisores de Nivel Capacitivos	43
1.5.11	Transmisores de Nivel Ultrasónicos	44
1.6	Propiedades Físicas relacionados con bombas	45
1.7	Sistemas de Medidas	45
1.7.1	Sistema Inglés	45
1.7.2	Sistema Internacional (SI)	46
1.8	Presión	47
1.8.1	Presión Atmosférica	47
1.8.2	Vacío	48
1.8.3	Tipos de manómetros	48
1.9	Caudal	49
1.10	Temperatura	49
1.11	Densidad	50
1.12	Potencia	51
1.13	Bombas	51
1.13.1	Clasificación de las Bombas	51
1.13.1.1	Bombas Roto dinámicos o centrifugas	52
1.13.1.1.1	Clasificación de las Bombas Rotodinámicas	53
1.13.1.2	Bombas por desplazamiento positivo	53
1.13.2	Límites de una bomba	54
1.13.3	Componentes básicos	54
1.13.4	Perdidas de potencia en las bombas	54
1.13.5	Bombas en serie	55
1.13.6	Bombas en paralelo	56
1.13.7	Bombas de varias etapas	56
1.13.8	Cavitación y Golpe de Ariete	56

1.13.8.1	Cavitación	57
1.13.8.2	Golpe de Ariete	58
1.13.9	Instalación, operación y mantenimiento de las bombas centrífugas	58
1.14	Introducción al Controlador PID	60
1.14.1	Descripción del Funcionamiento del bloque PID	61
1.14.1.1	Proporcional	63
1.14.1.2	Integral	64
1.14.1.3	Derivativo	66
1.14.2	Significado de las constantes	67
1.14.3	Bloque de función PID (PIDE)	68
1.14.4	Ecuación del Bloque de función PIDE	69
1.14.5	Algoritmo PIDE	70
1.14.6	Representación del Bloque de función PIDE	71
1.14.7	Parametrización del Regulador PID	74
1.14.8	Parámetros del Bloque PIDE	75

CAPÍTULO II:

INTRODUCCIÓN A LOS SOFTWARES DE PROGRAMACIÓN

2.1	Introducción	78
2.2	Introducción al Rslinx	78
2.2.1	Iniciando el software de Programación Rslinx	78
2.3	Pasos para la comunicación	79
2.4	Introducción al Rslogix 5000	83
2.4.1	Iniciando el software de programación Rslogix 5000	84
2.5	Creando un nuevo proyecto con el controlador	84
2.6	Configuración del módulo de entradas	86
2.7	I/O Configuración	87
2.8	Agregar un nuevo Módulo	87
2.8.1	Características del Módulo seleccionado	88
2.9	Propiedad Generales del Módulo	88

2.9.1	Descripción de los comandos de la Fig. 2.19	89
2.10	Propiedades de conexión del módulo	89
2.11	Configuración del módulo de salidas	90
2.12	Base de datos de los tags del controlador	93
2.13	Creación de alias en el software Rslogix 5000	96
2.14	Creación de lenguaje Ladder	98
2.15	Grabar el programa	99
2.16	Descarga del proyecto Rslogix 5000 al controlador	99
2.17	Introducción al Factory Talk View SE	102
2.18	Conceptos Básicos del paquete Factory Talk	103
2.19	Iniciando el Software de Supervisión Factory Talk View Studio	104
2.20	Creando una nueva aplicación en el Factory Talk View Studio	104
2.21	Creación HMI tags	108
2.22	Creación de una pantalla con un objeto vinculado a un tag de un	110
	controlador	
2.23	Creación de un botón	115
2.24	Animación de un objeto	116
2.25	Configuración de tendencias	118
2.25.1	Configuración de Pens	120
2.26	Configuración de Históricos	122
2.27	Creación de un archivo de configuración de cliente SE	128

CAPÍTULO III:

IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS

3.1	Estructura del proyecto	136
3.2	Rockwell Automation	136
3.2.1	Software Rslinx	136
3.2.2	Software Rslogix 5000	137
3.2.2.1	Ventajas del Programa Rslogix 5000	137
3.2.3	Software Factory Talk	137

3.4	Protocolos de comunicación del sistema	138
3.5	Principio de funcionamiento	138
3.6	Prácticas Didácticas	139
3.7	Dimensiones del Banco de Pruebas	142
3.8	Dimensiones de los tanques de la Maqueta Didáctica	143
3.9	Montaje de los equipos	144

CAPÍTULO IV:

PRÁCTICAS DIDÁCTICAS

4.1	Tips para desarrollar las prácticas del Módulo Didáctico	150
4.2	Rutinas principales del programa	150
4.3	Ventajas de programar con Subrutinas	150
4.4	Programación de las prácticas	151
4.5	Descripción de Tags	158
4.6	Práctica #1, Reconocimiento de equipos y descripciones	160
4.7	Práctica #2, Prueba de equipos	165
4.8	Práctica #3, Generador de onda cuadrada	168
4.9	Práctica #4, Control de nivel por presión Hidrostática	173
4.10	Práctica #5, Control de temperatura por Histérisis	182
4.11	Práctica #6, control de nivel por presión constante (PID)	191

<u>ANEXO</u>

A.1	Elementos que intervienen en la maqueta didáctica	201
A.2	Bombas utilizadas en el proceso de la maqueta didáctica	201
A.2.1	Especificaciones de la bomba Paolo	201
A.3	Sistema variador de velocidad bomba trifásica	202
A.4	Variador de frecuencia	203

Tuberías	204
Tubos	204
Clasificación de los tubos de acuerdo a diferente factores	205
Designación del espesor	205
Accesorios	205
Válvulas	205
Válvula de bola	207
Válvula solenoide	208
Características Válvula solenoide	208
Aplicaciones Válvula Solenoide	208
Válvula Proporcional	209
Transmisor de presión	210
Transmisor de temperatura Wica	211
PT100	212
Breakers	213
Definición de un relé de estado sólido	214
Definición de Guardamotor	215
Definición de Relé	215
PLC Flex logix 5433 Allen Bradley	217
Ventajas PLC Flex Logix Allen Bradley	218
Módulos a utilizar	220
Hoja técnica de PLC Flex Logix 5433	220
Información sobre el sistema Flex I/O	221
Unidad base 1794 TB3	222
Módulo combinado 10 entradas, 6 salidas, IB10XOB6	223
Módulo 1794-OB16	226
Módulo 1794-IE8	227
Módulo 1794-OB4	228
Variador de frecuencia ATV11HU09M2E	230
Válvula proporcional Danfoss EV260B	242
Transmisor de presión Winters	243
Especificaciones del transmisor de presión Winters	244
Especificaciones de la Válvula Solenoide VZWM-L M22C	244
	Tuberías. Tubos. Clasificación de los tubos de acuerdo a diferente factores. Designación del espesor. Accesorios. Válvulas. Válvulas. Válvulas. Válvula de bola. Válvula solenoide. Características Válvula solenoide. Aplicaciones Válvula Solenoide. Válvula Proporcional. Transmisor de presión. Transmisor de presión. Transmisor de temperatura Wica. PT100. Breakers. Definición de un relé de estado sólido. Definición de Guardamotor. Definición de Relé. PLC Flex logix 5433 Allen Bradley. Ventajas PLC Flex Logix Allen Bradley. Módulos a utilizar. Hoja técnica de PLC Flex Logix 5433. Información sobre el sistema Flex I/O. Unidad base 1794 TB3. Módulo 1794-OB16. Módulo 1794-OB16. Módulo 1794-OB4. Variador de frecuencia ATV11HU09M2E. Válvula proporcional Danfoss EV260B. Transmisor de presión Winters. Especificaciones de la Válvula Solenoide VZWM-L M22C

A.29	Resistencia Eléctrica tubular sumergible	245
A.30	Características Estáticas	246
A.31	Presupuesto del Proyecto	249

PLANOS ELÉCTRICOS

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1	Control de Procesos en forma manual	26
Fig. 1.2	Tubo de Bourdon	28
Fig. 1.3	Manómetros de Diafragma	29
Fig. 1.4	Presostato	29
Fig. 1.5	Transmisor de Presión	32
Fig. 1.6	Indicador de Nivel Magnético	39
Fig. 1.7	Interruptor de Nivel Flotador	41
Fig. 1.8	Transmisor de Nivel Ultrasónico	44
Fig.1.9	Manómetros tipo Bourdon	49
Fig.1.10	Ubicación de las bombas como máquinas	52
Fig. 1.11	Clasificación de las bombas	52
Fig.1.12	Clasificación de las bombas Rotodinámicas	53
Fig.1.13	Pérdidas de una bomba	55
Fig.1.14	Bombas en serie	55
Fig.1.15	Bombas en paralelo	56
Fig. 1.16	Lazo cerrado de control PID	61
Fig. 1.17	Comportamiento Proporcional	64
Fig. 1.18	Comportamiento Integral	65
Fig. 1.19	Bloque de función PID	71
Fig 1.20	Ventana de propiedades del bloque PIDE	76
Fig. 2.1	Ventana Principal de la aplicación Rslinx	78

Fig. 2.2	Convertidor USB-DB9	79
Fig. 2.3	Pantalla de inicio a Rslinx	79
Fig. 2.4	Barra principal Rslinx	80
Fig. 2.5	Ventana Configure Drivers	80
Fig. 2.6	Ventana Available Driver Types	81
Fig. 2.7	Ventana Add New RSlinx Driver	81
Fig. 2.8	Ventana Configure RS-232 DF1 Devices	82
Fig. 2.9	Ventana Conflicto en el Puerto Serial	83
Fig. 2.10	Configure Drivers	83
Fig. 2.11	Ventana Principal de la aplicación RSlogix 5000	84
Fig. 2.12	Iniciando el Software de programación RSlogix 5000	84
Fig. 2.13	Creando un nuevo proyecto en el Controlador	84
Fig. 2.14	Selección del tipo de controlador	85
Fig. 2.15	Proyecto Nuevo	86
Fig. 2.16	Ventana I/0 Configuración	87
Fig. 2.17	Agregar un nuevo módulo	87
Fig. 2.18	Selección del tipo de Módulo	88
Fig. 2.19	Ventana Módulo Propiedades General	88
Fig. 2.20	Ventana de Módulo Propiedades Conexión	89
Fig. 2.21	Configuración del módulo de salidas	91
Fig. 2.22	Ventana Flex Bus Local	91
Fig. 2.23	Selección del tipo de módulo analógico	92
Fig. 2.24	Descripción del módulo analógico	93
Fig. 2.25	Ventana conexión del módulo	93
Fig. 2.26	Tipo de señal de entrada	94
Fig. 2.27	Control de Tags	94
Fig. 2.28	Local tags	95
Fig. 2.29	Configuración del módulo	95
Fig. 2.30	Localización Slot	96
Fig. 2.31	Creación de Nuevo Tag	97
Fig. 2.32	Descripción de Nuevo Tag	98
Fig. 2.33	Crear alias de un tag	98
Fig. 2.34	Main Routime	99

Fig. 2.35	Lógica escalera	99
Fig. 2.36	Descarga del proyecto Rslogix 5000 al controlador	99
Fig. 2.37	Descarga del proyecto	100
Fig. 2.38	Ventana 1 Descarga del proyecto al controlador	100
Fig. 2.39	Ventana 2 Descarga del proyecto al controlador	101
Fig. 2.40	Procesador en Run	101
Fig. 2.41	Ventana Factory Talk View Studio	102
Fig. 2.42	Ventana Site Edition (Local)	104
Fig. 2.43	Nueva Aplicación	104
Fig. 2.44	Nueva Aplicación Site Edition	105
Fig. 2.45	Agregar Displays	105
Fig. 2.46	Selección de displays	106
Fig. 2.47	Servidor de datos y HMI	106
Fig. 2.48	Nuevo servidor Rockwell	107
Fig. 2.49	Pantalla Rslinx Enterprice	107
Fig. 2.50	Presentación en la barra explorer	108
Fig. 2.51	Creación de HMI tags	108
Fig. 2.52	Creación de HMI tags, open	109
Fig. 2.53	Tags proyecto Tesis	109
Fig. 2.54	Nuevo Tag HMI	110
Fig. 2.55	Creación de una variable	110
Fig. 2.56	Creación de una pantalla	111
Fig. 2.57	Pantalla Numérica	111
Fig. 2.58	Creación de una imagen en la pantalla	112
Fig. 2.59	Cuadro de díalogo propiedades	112
Fig. 2.60	Buscador de Tags	113
Fig. 2.61	Descripción de tags en la expresión	113
Fig. 2.62	Configuración del display numerico	114
Fig. 2.63	Pantalla propiedades del Texto	114
Fig. 2.64	Creación de un botón	115
Fig. 2.65	Direccionamiento de un Tag	115
Fig. 2.66	Animación de un objeto	116
Fig. 2.67	Copiar objeto al Display	116

Fig. 2.68	Pantalla de programación	117
Fig. 2.69	Simulación de la Bomba en estado ON	117
Fig. 2.70	Simulación de la Bomba en estado OFF	118
Fig. 2.71	Configuración de las tendencias	118
Fig. 2.72	Configuración de Pens	120
Fig. 2.73	Tag Browser Online	120
Fig. 2.74	Propiedades de las tendencias, Colores	121
Fig. 2.75	Propiedades de las tendencias, elección de colores	121
Fig. 2.76	Configuración de Históricos	122
Fig. 2.77	Crear un nuevo Histórico	123
Fig. 2.78	Descripción Data Logs Model	123
Fig. 2.79	Pantalla adicionar Tags	124
Fig. 2.80	Pantalla adicionar Tags	124
Fig. 2.81	Set Point de temperatura y nivel	125
Fig. 2.82	Relación de variables de Set Point de temperatura y nivel	125
Fig. 2.83	Agregar tags a la lista	126
Fig. 2.84	Pantalla Data Log Model	126
Fig. 2.85	Pantalla de Salvar la configuración	127
Fig. 2.86	Datos Históricos	127
Fig. 2.87	Empezar cliente SE	128
Fig. 2.88	Selección de configuración Factory Talk View SE	128
Fig. 2.89	Empezar cliente SE desde el Menú	129
Fig. 2.90	Asistente del cliente SE	129
Fig. 2.91	Asistente del cliente configuración del nombre	130
Fig. 2.92	Nombre para el archivo de configuración	130
Fig. 2.93	Tipo de cliente SE	131
Fig. 2.94	Selección del nombre de la aplicación	131
Fig. 2.95	Configuración predeterminada SE	132
Fig. 2.96	Componentes del cliente Factory Talk SE	132
Fig. 2.97	Propiedades de la ventana SE	133
Fig. 2.98	Propiedades de la ventana Factory Talk SE	133
Fig. 2.99	Ventana Auto Logout	134
Fig. 2.100	Guardar Configuración SE	134

Fig. 3.1	Pantalla principal de las prácticas	139
Fig. 3.2	Práctica #1 Reconocimiento de equipos	139
Fig. 3.3	Práctica #2 Prueba de equipos	140
Fig. 3.4	Práctica #3 Generador de onda cuadrada	140
Fig. 3.5	Práctica # 4 Control de nivel por presión Constante	141
Fig. 3.6	Práctica # 5 Control de temperatura por Histéresis	142
Fig. 3.7	Práctica # 6 Control de nivel por Presión Constante	142
Fig. 3.8	Banco de pruebas Maqueta Didáctica	142
Fig. 3.9	Dimensiones de los tanques Maqueta didáctica	143
Fig. 3.10	Tanques maqueta didáctica	144
Fig. 3.11	Ubicación de los equipos I	144
Fig. 3.12	Ubicación de los equipos II	145
Fig. 3.13	Fijación de los equipos	145
Fig. 3.14	Ubicación de los equipos	146
Fig. 3.15	Montaje de las válvulas	147
Fig. 3.16	Equipos de control	147
Fig. 3.17	Actuadores y Sensores	148
Fig. 3.18	Vista lateral de la maqueta	148
Fig. 4.1	Descripción d equipos Práctica 1	161
Fig. 4.2	Prueba de equipos Práctica 2	166
Fig. 4.3	Bosquejo de la práctica 3	169
Fig. 4.4	Generador de onda Cuadrada Práctica 3	170
Fig. 4.5	Bloque de función SCL	175
Fig. 4-6	Curva característica del transmisor	176
Fig. 4.7	Curva característica Máxima en el tanque	177
Fig. 4.8	Control de nivel por Presión	178
Fig. 4.9	Histéresis	182
Fig. 4.10	Control y monitoreo de la práctica 5 desde el Scada	183
Fig. 4.11	Set Point de temperatura	184
Fig. 4.12	Tendencia de Histéresis	184
Fig. 4.13	Propiedades PID	192
Fig. 4.14	Pantalla Arquite	193
Fig. 4.15	Pantalla tipo de proceso	193

Fig. 4.16	Pantalla Autotune	194
Fig. 4.17	Pantalla principal de control de Nivel	194
Fig. 4.18	Pantalla Start de autosincronización	195
Fig. 4.19	Pantalla de datos obtenidos para el lazo de control	195
Fig. 4.20	Control y monitoreo Practica 6	196
Fig. B5	Tendencia de Temperatura por PID	195
Fig. C5	Ventana de propiedades del bloque PIDE	197
Fig. A6	Control y monitoreo de la práctica 6	196
Fig. B6	Tendencia de Control de nivel por Presión Constante	202
Fig A.1	Bomba de agua Paolo	201
Fig A.2	Bomba Trifásica Thebe	202
Fig A.3	Variador de velocidad Altivar 11	204
Fig A.4	Válvula de Bola	207
Fig A.5	Válvula solenoide	208
Fig A.6	Válvula Proporcional	209
Fig A.7	Transmisor de Presión Winters	210
Fig A.8	Rango de operaciones del transmisor de Presión Winters PT-15	211
Fig A.9	Transmisor de temperatura marca Wica T19.30.1P0-1	211
Fig A.10	Conexión del transmisor de Temperatura (PT-100)	212
Fig A.11	PT-100	213
Fig A.12	Breakers de protección	213
Fig A.13	Contactor Siemens	214
Fig A.14	Guardamotor Siemens	215
Fig A.15	Relé	217
Fig A.16	PLC Flex Logix 5433 (Allen Bradley)	217
Fig A.17	Conexión Cable RS232	218
Fig A.18	Colocación de Módulos	219
Fig A.19	Válvula solenoide Festo VZ WM-L-M22	244
Fig A.20	Resistencia Tubular	245

ÍNDICE DE TABLAS

Tab. 1.1	Tabla de termopares	35
Tab. 1.2	Termorresistencias	36
Tab. 1.3	Rtd de platino vs Termopar	37
Tab. 1.4	Unidades de medidas inglesas	45
Tab. 1.5	Sistema Internacional (SI)	46
Tab. 1.6	Aproximaciones de presión más comunes	47
Tab. 1.7	Ejemplo de pérdidas de presión	57
Tab. 1.8	Variable de entrada de bloque PIDE	73
Tab. 1.9	Variable de salida del bloque PIDE	74
Tab. 3.1	Dimensiones y Capacidades de los Tanques del módulo	143
Tab. 4.1	Descripción de Tags	159
Tab. 4.2	Ficha Técnica de los equipos	163
Tab. 4.3	Comparación, Altura, Presión	179
Tab. 4.4	Comparación, Altura, Corriente	179
Tab. A6	Presupuesto del proyecto	251

CAPÍTULO I

TEORÍA FUNDAMENTAL DEL PROYECTO

CAPÍTULO I TEORÍA FUNDAMENTAL DEL PROYECTO

1.1 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, el pH, la conductividad, la velocidad, la humedad, el punto de rocío, 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. 1.1 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 y las variables de procesos como es Presión, Nivel y Temperatura.

1.2 Clasificación de los instrumentos

1.2.1 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 los 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 instrumento.¹

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

1.2.2 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 (Fieldbus Foundation, 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

1.2.3 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

1.2.4 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

1.3 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

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

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

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

- 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

1.3.1 Indicadores Locales de Presión

Los indicadores de presión o manómetros mas 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



Fig. 1.2 Tubo de Bourdon

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

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

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

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

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 presiones.⁸



Fig. 1.3 Manómetro de Diafragma Fuente: Internet / www. Manómetro tipo diafragma

1.3.2 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



Fig. 1.4 Presostato Fuente: Internet / www.frielectric.com/images/Presostato

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

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

1.3.3 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.

1.3.3.1 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).

1.3.3.2 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. 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

1.3.3.3 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

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

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

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

construcción robusta. Son sensibles a los cambios de temperatura y requieren de amplificadores de señal. La estabilidad en el tiempo es bastante pobre.¹³

1.3.3.4 Transmisores de Presión Piezoresistivos o "Strain Gage"

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

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

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

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

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



Fig. 1.5 Transmisor de Presión

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

1.4 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);
- Intensidad de la radiación total emitida por el cuerpo (pirómetros de radiación);

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

• 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

1.4.1 Indicadores locales de Temperatura (termómetros).

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 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

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

¹⁸ MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.22.

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

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

1.4.2 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

1.4.3 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.

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

Cada uno de los anteriores tiene características particulares tales como rango, linealidad, sensibilidad, etc.

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

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

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

Termopar Tipo	Aleación	Rango	IEC 584	ANSI 43710
к	Niquel-Cromo Niquel-Aluminio	-150 a 1100⁰C		
J	Hierro Cobre-Niquel	-40 a 700ºC		
т	Cobre Cobre-Niquel	-200 a 350ºC		
E	Niquel-Cromo Cobre-Niquel	-150 a 800°C		
N	Niquel-Cromo Niquel-Silicio	-150 a 1100ºC		
s	Platino Platino-Rodio10%	0 a 1550°C		
R	Platino Platino-Rodio13%	0 a 1600°C		
В	Platino-Rodio6% Platino-Rodio30%	0 a 1700ºC		



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

1.4.4 Termoresistencias.

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 termoresistencias, 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 termoresistencia 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 resistencia más elevada con una mayor variación por grado, sin

²⁴ MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.41.
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. 1.2 TermoresistenciasFuente: http://sistemasdemedidasycontrol.blogspot.com

1.4.5 Termopares o Termoresistencias.

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

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.

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

²⁶ MARAÑA, 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

1.4.6 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 termoresistencia a una señal de salida de 4-20 m A.

²⁷ MARAÑA, 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

1.4.7 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 Medidas de Nivel

La medición de nivel quizás sea la que mas tecnología disponen para su medición, y al contrario que el resto de las variables de proceso, existen en el mercado diversos sistemas de medición para las mismas aplicaciones.

Es por ello que también la compilación que tienen los usuarios finales para poder seleccionar un sistema de medición. La forma de seleccionar la tecnología 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.

1.5.1 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

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

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

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.

1.5.2 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. 1.6 Indicador de Nivel Magnético

Fuente: Internet / http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/indicador-denivel-magnetico

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

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

1.5.3 Indicadores de nivel con Manómetros.

Es una medición de nivel sencilla, que 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. El depósito requiere de una sola conexión para conectar el manómetro.

Ventajas: sencillo de instalar y muy barato.

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

1.5.4 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.

1.5.5 Interruptor de Nivel por Flotador

Es una medición de nivel sencilla y utilizada cuando se requiere detectar un límite de nivel (alto, bajo, para realizar un permisivo o enclavamiento, etc.). La señal de salida es un contacto que cambia de estado cuando el líquido llega al punto donde se ha calibrado el flotador y no se tiene indicación local ni continua. El método consiste en un flotador, boya o cuerpo flotante montando sobre un brazo móvil y acoplado magnéticamente a un micro interruptor (externo al

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

proceso). También hay versiones que consisten en un flotador redondo con un pequeño imán que sube a lo largo del tubo. En un tubo hay uno o varios relés de láminas, que harán conmutar el relé a medida que el flotador (imán) pase. En los interruptores de nivel se debe tener especial cuidado en el cableado del contacto en función de la detección de nivel que queramos hacer (alto, bajo, condición, etc.).³³

Ventajas: sencillo de instalar, adecuado para muchos productos y baratos.

Inconvenientes: mal funcionamiento con productos viscosos, adherentes, etc. y requiere de una instalación directa al tanque, o a través de una derivación del mismo.



Fig. 1.7 Interruptor de Nivel Flotador. Fuente: Internet / http://mx.magnetrol.com/Images/Products/T20

1.5.6 Interruptor de Nivel por Láminas Vibrantes.

Es una medición de nivel sencilla y, al igual que los anteriores, es utilizada cuando se requiere detectar un límite de nivel (alto, bajo, para realizar un permisivo o enclavamiento, etc.). La señal de salida es un contacto que cambia de estado cuando el líquido llega al punto donde se ha calibrado. El método consiste en una horquilla oscilante preparada para que oscile en el aire a una resonancia determinada. Si la horquilla se recubre del líquido a detectar, la frecuencia de resonancia se reduce o amortigua completamente, transmitiéndose como una señal de salida. El tipo de horquilla y la frecuencia de resonancia serán seleccionados en función del líquido a detectar. Las aplicaciones más habituales son en medidas de sólidos y líquidos, y su utilización suele ser decisión del técnico competente.³⁴

Ventajas: sistemas de aplicación universal, no requiere ajustes, montaje sencillo y relativamente barato.

³³ MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.46.

³⁴ MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.47.

Inconvenientes: mal funcionamiento con sólidos de un determinado tamaño de grano, ya que los gránulos se pueden quedar atrapados entre las horquillas.

1.5.7 Transmisor de Nivel por Desplazador.

Es una medición de nivel sencilla en cuanto a tecnología, y el método consiste por desplazamiento de un flotador, boya o cuerpo flotante, y basado en la diferencia entre el peso del flotador y la fuerza de flotación hacia arriba que el medio ejerce sobre el cuerpo de desplazamiento. La fuerza de flotación hacia arriba depende del volumen del cuerpo de desplazamiento, la densidad relativa y el nivel del medio.³⁵

Obviamente para que el cuerpo se desplace, debe ser más pesado que el medio. La fuerza diferencial se transmite a un medio de transmisión basado en un sistema de barra de torsión, acoplado a un transductor que transforma la fuerza en una señal acondicionada y estándar, siendo esta habitualmente 4-20 m A. Lo más habitual es montar el desplazador en un tubo portante, y colocarlo externamente al tanque, con el fin de mejorar las condiciones de mantenimiento, calibración y estabilidad del producto.³⁶

Ventajas: sistema bastante preciso.

Inconvenientes: sistema que depende de la densidad del producto y el método de instalación requiere equipamiento mecánico.

1.5.8 Transmisor de Nivel por Servomotor.

Es una medición de transmisión de nivel cuyo sistema consiste en que la parte superior del depósito o silo, un tambor impulsado por un motor eléctrico hace descender un fleje sonda lastrado por un peso en un extremo. Una rueda de medición e interruptores de proximidad generan pulsos en lo que está descendiendo el fleje. Cuando el peso llega al producto, el fleje se destensa y el motor invierte el sentido de giro y devuelven al peso a su posición de reposo. El número de pulsos medido durante el descenso se resta de la altura total del depósito mediante un controlador previamente puesto a cero. Los pulsos

³⁵ MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.48.

³⁶ MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.48.

pueden ser enviados directamente al sistema de control o por medio de un convertidor, pasarles a 4-20 m A.³⁷

Ventajas: sistema adecuado para depósitos / silos altos, buena precisión y valido para diversos productos.

Inconvenientes: requiere bastante mantenimiento y tienen consumo eléctrico.

1.5.9 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.³⁸

Ventajas: sistema bastante sencillo y buena precisión.

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

1.5.10 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

³⁷ MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.49.

³⁸ MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.50.

*que se pueda producir una interface de productos (agua-lodo, aceiteagua, etc.) es una tecnología bastante utilizada.*³⁹

Ventajas: adecuada para productos corrosivos.

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

1.5.11 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.⁴⁰

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.⁴¹



Fig. 1.8 Transmisores de Nivel Ultrasónico Fuente:http://www.koboldmessring.com/fileadmin/koboldfiles/media/medidor_c ontador_de_flujo_tipo_ultrasonico

³⁹ MARAÑA, Juan Carlos, Instrumentación Y Control De Procesos, Cap. III, 28/04/2005, pag.51.

⁴⁰ MARAÑA, Juan Carlos, *Instrumentación Y Control De Procesos*, Cap. III, 28/04/2005, pag.51.

1.6 Propiedades Físicas relacionadas con Bombas.

Antes de entrar en el estudio de las bombas conviene revisar algunos conceptos y propiedades físicas que se relacionan con las bombas.

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 por mucho tiempo sobre todo durante la era de la revolución industrial, tenia como referencia partes del cuerpo humano o cosas que habían en la naturaleza, así por ejemplo, la unidad para las medidas de longitud es la pulgada, para las medidas de peso es la libra, para las medidas 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 estereoradián.

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	Р	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	guno	Unidad		1	
1000 ^{-1/3}	10 ⁻¹	deci	d	Décimo		0.1	1795
1000 ^{-2/3}	10 ⁻²	centi	с	Centésimo		0.01	1795
1000 ⁻¹	10 ⁻³	mili	m	Milésimo		0.001	1795
1000-2	10 ⁻⁶	micro	μ	Millonésimo		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.wikipedia.org/wiki/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. 1.9 Manómetro Tipo Bourdon Fuente: Autores

1.9 Caudal.

Es el volumen que atraviesa una sección dada en un tiempo determinado. Hay medidores de caudal de dirección directa tales como: los medidores de consumo de agua potable o los medidores de medición indirecta en donde se miden presiones y en base a ecuaciones que gobiernan principios físicos los convierten en lectura de caudal.

Ejemplo: Tubos de Venturi y tubos de Pitot.

Q = V/t

Donde:

Q = Caudal V= Volumen t= tiempo

1.10 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:

 $^{\circ}C = 5 / 9 (^{\circ}F- 32)$

 $^{\circ}F=9 / 5 \ ^{\circ}C + 32$

1.11 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.

1.12 Potencia.

Si bien es verdad, que por Física la potencia es una relación entre trabajo y tiempo, para el caso de bombas, la potencia fácilmente se la puede convertir a la siguiente expresión.

Pot = Q x Δp

Pot = potencia (HP o en Kw) Q = caudal $\Delta p = incremento de presión por la bomba.$

1.13 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.

1.13.1 Clasificación de las bombas.

El siguiente cuadro muestra la ubicación de las bombas como máquinas transformadoras de energía desde el punto de vista de fluidos.





Según el cuadro anterior, a las bombas se las podría clasificar en bombas Rotodinámicas y bombas por Desplazamiento Positivo.



Fig.1.11 Clasificación de las bombas Fuente: Autores

1.13.1.1 Bombas Rotodinámicas o Centrífugas.

Las bombas Rotodinámicas pertenecen al grupo de la turbo máquinas, el elemento que transmite energía al fluido es el rodete o impulsor y debido a que el paso entre los álabes es abierto entre la salida y la entrada del impulsor, se logra producir caudal y elevar presión al fluido haciendo girar el impulsor a gran velocidad, de tal manera que el fluido dentro del mismo, por fuerza centrífuga es transportado hacia la descarga de la bomba.

1.13.1.1.1 Clasificación de Bombas Rotodinámicas.



Fig.1.12 Clasificación de las Bombas Rotodinámicas Fuente: Autores

1.13.1.2 Bombas por desplazamiento positivo

Las bombas de desplazamiento positivo no tienen límite de presión máxima de impulsión, esta presión de salida puede llegar a valores que ponen en peligro la integridad de la bomba si el conducto de escape se cierra completamente.

Para garantizar el funcionamiento seguro de ellas, es necesaria la utilización de alguna válvula de seguridad que derive la salida en caso de obstrucción del conducto. Si el ajuste es apropiado, estas bombas pueden bombear el aire de su interior y con ello, crear la suficiente depresión en el conducto de admisión como para succionar el líquido a bombear desde niveles más bajos que la posición de la bomba, aun cuando estén llenas de aire.

Se caracterizan porque el caudal de bombeo casi no es afectado por la presión de funcionamiento.

Se pueden clasificar en:

- Bombas de émbolo
- Bombas de engranaje
- Bombas de diafragma

• Bombas de paletas

1.13.2 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.

1.13.3 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.)

1.13.4 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.1.13 Pérdidas de una bomba Fuente: Autores

1.13.5 Bombas en Serie.

En ocasiones, la presión entregada por una bomba no es suficiente y se requiere entonces poner mas de una bomba una a continuación de otra. Esta configuración se llama bombas en serie y la sumatoria de las curvas de ambas bombas se representa en la figura adjunta.



Fig.1.14 Bombas en Serie

Fuente: http://cbs.grundfos.com/chile/lexica/SG_Pumps_in_series.html

1.13.6 Bombas en Paralelo.

En otras ocasiones, el caudal entregado por una sola bomba no es suficiente y se requiere poner más de una bomba, de tal manera que todas succionen de la misma fuente y descarguen a la misma tubería. Esta configuración se llama bombas en paralelo y la sumatoria de las curvas de ambas bombas se representa en la figura adjunta.





De la misma forma, varias bombas en paralelo darán una curva característica conjunta en las que se suman los caudales por cada altura.

1.13.7 Bombas de varias etapas.

Existen bombas construidas de tal manera que dentro de la misma, se produce el efecto como si hubiera bombas en serie o en paralelo. A tales equipos se los conoce como bombas de varias etapas.

1.13.8 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.

1.13.8.1 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.1.7 Ejemplo 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.

1.13.8.2 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.

1.13.9 Instalación, operación y mantenimiento de las bombas centrífugas.

La instalación, operación y mantenimiento correcto de las bombas centrífugas varían mucho según el servicio a que se destinen y solo se lograrán buenos resultados en estas áreas si se siguen las instrucciones del fabricante según sea el tamaño y tipo de unidad. Sin embargo hay ciertas consideraciones generales que se deben observar y que rara vez se necesita modificar.

En general la localización seleccionada para la instalación seleccionada para la instalación debe estar lo mas cerca posible de la fuente de fluido, compatible con los requisitos de dejar suficiente espacio libre para permitir el acceso para la operación, inspección y mantenimiento.

La unidad de bombeo se debe montar en una cimentación de suficiente tamaño y rigidez para soportar la unidad misma más el peso del fluido que contendrá durante la operación y para mantener una alineación exacta.

La tubería debe tener soportes independientes y estar anclada para evitar esfuerzos sobre la bomba, la tubería de succión en particular, debe estar diseñada para minimizar las pérdidas por fricción y para presentar un perfil uniforme de velocidad en la entrada a la bomba. Las válvulas de succión y descarga (o de retención) deben ser las adecuadas para las presiones de trabajo y, en el caso de bombas muy grandes, se puede requerir también soportes independientes.

Si la bomba va tener que funcionar en contra de una altura de succión sumergida, muchas veces se necesitará instalar un respiradero. Se debe tener cuidado de asegurar que todas las conexiones auxiliares para agua de sello, enfriamiento, lavado y drenaje, sean las adecuadas según la bomba que se vaya a instalar.

Antes de la operación inicial de una bomba centrífuga hay que asegurarse de:

- De que el impulsor o transmisión esté conectado en la dirección correcta de rotación, cualquiera sea el acoplamiento usado, entre los árboles de la bomba y el motor, éstos deben estar alineados dentro de los límites señalados por el fabricante.
- Los cojinetes deben tener la cantidad adecuada de lubricante.

La secuencia normal para el arranque será.

- Abrir las válvulas en todas las líneas auxiliares, para el agua de sellos, enfriamiento, lavado y derivación.
- Abrir la válvula de succión.
- Cerrar la válvula de descarga para las bombas de baja velocidad específica cuando no tienen válvula de retención instalada después de la bomba.
- Cebar o descargar el aire de la bomba según se requiera.
- Abrir la válvula de descarga si se cerro anteriormente.

Después del arranque y hasta que se haya establecido la operación normal, es aconsejable vigilar la temperatura de los cojinetes, ver si hay fugas por el estopero y otros síntomas en el comportamiento de la bomba.

En el aspecto del mantenimiento de la bomba, una regla fundamental de aceptación generalizada es que, mientras la operación siga siendo normal, no se necesita tocar la bomba. Por tanto, excepto en circunstancias especiales, no se recomienda las revisiones sino las inspecciones periódicas. La cantidad y grado del mantenimiento, se basan, primero, en la naturaleza del servicio a que se destina la bomba y, por lo tanto, el usuario debe establecer las prácticas de mantenimiento como resultado de su propia experiencia.

1.14 Introducción al controlador PID

Un PID (Proporcional Integral Derivativo) es un mecanismo de control por realimentación que se utiliza en sistemas de controles industriales. Un controlador PID corrige el error entre un valor medido y el valor que se quiere obtener calculándolo y luego sacando una acción correctora que puede ajustar al proceso acorde.

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 aproximadamente 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 constantes 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 al 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.



Fig. 1.16 Lazo cerrado de control PID Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo

1.14.1 Descripción de funcionamiento del bloque PID

Para el correcto funcionamiento de un controlador PID que regule un proceso o sistema se necesita, al menos:

Un sensor, que determine el estado del sistema termómetro, caudalímetro, manómetro, etc.

Un controlador, que genere la señal que gobierna al actuador.

Un actuador, que modifique al sistema de manera controlada (resistencia eléctrica, motor, válvula, bomba, etc).

El sensor proporciona una señal analógica o digital al controlador, la cual representa el punto actual en el que se encuentra el proceso o sistema. La señal puede representar ese valor en tensión eléctrica, intensidad de corriente eléctrica o frecuencia. En este último caso la señal es de corriente alterna, a diferencia de los dos anteriores, que son con corriente continua.

El controlador lee una señal externa que representa el valor que se desea alcanzar.

Esta señal recibe el nombre de punto de consigna (o punto de referencia), la cual es de la misma naturaleza y tiene el mismo rango de valores que la señal que proporciona el sensor.

El controlador resta la señal de punto actual a la señal de punto de consigna, obteniendo así la señal de error, que determina en cada instante la diferencia que hay entre el valor deseado (consigna) y el valor medido.

La señal de error es utilizada por cada uno de los 3 componentes del controlador PID. Las 3 señales sumadas, componen la señal de salida que el controlador va a utilizar para gobernar al actuador. La señal resultante de la suma de estas tres se llama variable manipulada y no se aplica directamente sobre el actuador, si no que debe ser transformada para ser compatible con el actuador que usemos.

Las tres componentes de un controlador PID son: parte Proporcional, acción Integral y acción Derivativa. El peso de la influencia que cada una de estas partes tiene en la suma final, viene dado por la constante proporcional, el tiempo integral y el tiempo derivativo, respectivamente. Se pretenderá lograr que el bucle de control corrija eficazmente y en el mínimo tiempo posible los efectos de las perturbaciones.

1.14.1.1 Proporcional.

La parte proporcional consiste en el producto entre la señal de error y la constante proporcional como para que hagan que el error en estado estacionario sea casi nulo, 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 sobre oscilación y, por razones de seguridad, no debe sobrepasar el 30%, aunque es conveniente que la parte proporcional ni siquiera produzca sobre oscilación. Hay una relación lineal continua entre el valor de la variable controlada y la posición del elemento final de 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: $Psal = Kpe(t)^{42}$

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 la una válvula (elemento final de control) proporcionalmente a la desviación de la temperatura (variable) respeto al punto de consigna (valor deseado)

⁴² http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo



Fig. 1.17 Comportamiento Proporcional Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo

1.14.1.2 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 periodo de tiempo determinado; Luego es multiplicado por una constante I. y representa la constante de integración.

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 respeto al punto de consigna) de la banda proporcional.

La fórmula del integral está dada por:

$$I Sal = Ki \int_0^t e(t) dt_{43}$$

Ejemplo:

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



Fig. 1.18 Comportamiento Integral Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo

⁴³ http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo

1.14.1.3 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:
$$D_{\rm sal} = K_d \frac{de}{dt}_{44}$$

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:

⁴⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo

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.

1.14.2 Significado de las constantes.

Constante de proporcionalidad (P): 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.

Constante de integración (I): indica la velocidad con la que se repite la acción proporcional.

Constante de derivación (D): 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 respeto 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 u (t) como la salida del controlador, la forma final del algoritmo del PID es:

$$u(t) = MV(t) = Kpe(t) + Ki \int_0^t e(t)dt + kd \frac{de}{dt} 45$$

Una vez habiendo definido el funcionamiento general de un controlador PID vamos a describir el comportamiento, propiedades y características del bloque de función PID usado en el proyecto.

1.14.3 Bloque de función PID (PIDE)

La instrucción PIDE proporciona capacidades mejoradas de la instrucción PID estándar. Los términos de ganancia se aplican a los cambios en el valor de error E o de la variable de proceso PV, no del valor de error o de PV.

El bloque de función tiene las siguientes propiedades:

- Regulador PID real con ajuste independiente de GAIN, TI, TD.
- Acción de control directa e inversa.
- Modalidades de servicio: Manual, Detenido, Automático y Override.
- Conmutación manual/automático sin brusquedad.
- Limitación de magnitudes de posicionado en la modalidad de servicio Automático.

⁴⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo

- Componentes P, I y D conectables de forma independiente.
- Tiempo de retardo de la componente D definible.
- Componente D conmutable a magnitud de regulación PV o diferencia de regulación ERR.
- Alarmas de desviación High-Low
- Bits indicación de falla de algún parámetro del bloque.

1.14.4 Ecuación del bloque de función PIDE

La ecuación que usa el bloque es la suma de cuatro términos: Proporcional + Integral + Derivativo + Bias.

Se puede elegir entre dos versiones de dicha ecuación:

- ISA (Ganancias Dependientes).
- Ganancias Independientes.

Se debe seleccionar el tipo de ecuación más adecuado a la aplicación o aquel con el que se esté más familiarizado. Con la ecuación de ganancias independientes, los tres términos PID operan de la forma independiente mientras que en la ecuación ISA un cambio en el término proporcional afecta al término integral y al derivativo.

Ganancias Dependientes (ISA estándar)

$$CV = K_C * \left(E + \frac{1}{T_i} \int_{0}^{t} E \partial t + T_d \frac{\partial E}{\partial t} \right) + BIAS$$

Ganancias Independientes

$$CV = K_p E + K_i \int_{0}^{t} E \partial t + K_d \frac{\partial E}{\partial t} + BIAS$$

Donde:

 K_p : Ganancia proporcional (adimensional) $K_p = K_C$.

Ki : Ganancia Integral (1/segundos).

 K_d : Ganancia derivativa (segundos).

 K_C : Ganancia del controlador.

 T_i : Tiempo de reposición (minutos/repetición).

 T_d : Tiempo derivativo (minutos).

CV: Variable de control.

E: Error que puede ser configurado como

E=PV-SP ó E=SP-PV.

 ∂t : Tiempo de muestreo (segundos).

Para convertir los términos Isa en términos de ganancias independientes usar las siguientes ecuaciones:

- $K_C = K_p$
- $K_i = K_C / (60T_i)$
- $K_d = K_C (60 T_d)$

1.14.5 Algoritmo PIDE

El algoritmo de control PIDE calcula el valor de la variable de control CV_n sumando un delta termino proporcional, un delta del término integral y un delta del término derivativo y el valor anterior calculado de la variable de control CV_{n-1} .

$$CV_n = CV_{n-1} + \Delta PTerm + \Delta ITerm + \Delta DTerm$$

Como lo mencionamos anteriormente el bloque PIDE puede ser configurado para trabajar con ecuaciones con ganancias independientes y dependientes, por ello también usa dos algoritmos, uno para cada ecuación, para calcular la el valor de la variable manipulada.

Algoritmo con ganancias Independientes:

$$CV_{n} = CV_{n-1} + K_{p}\Delta E + \frac{K_{i}}{60}E\Delta t + 60K_{d}\frac{E_{n} - 2E_{n-1} + E_{n-2}}{\Delta t}$$

Algoritmo con ganancias Dependientes:

$$CV_{n} = CV_{n-1} + K_{C} \left(\Delta E + \frac{1}{60T_{i}} E\Delta t + 60T_{d} \frac{E_{n} - 2E_{n-1} + E_{n-2}}{\Delta t} \right)$$

1.14.6 Representación del bloque de función PIDE



Fig. 1.19 Bloque de Función PIDE Fuente: Programa Rslogix 5000

PARÁMETRO DE	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
ENTRADA		
PV	REAL	Variable de entrada de proceso
SPOper	REAL	Set Point se establece este valor de forma manual.
CVOper	REAL	Variable de control cuando el bloque esta en modo manual.
PVEUMax	REAL	Es el valor máximo escalado de la
		variable de proceso
----------	------	--
PVEUMin	REAL	Es el valor mínimo escalado de la
		variable de proceso
CVEUMax	TIME	Es el valor máximo escalado de la
		variable de control que corresponde al
		100% de CV
CVEUMin	TIME	Es el valor mínimo escalado de la
		variable de control que corresponde al
		0% de CV.
CVHLimit	REAL	Valor de límite alto de CV. Se usa para
		limitar CV cuando está en el modo Auto
CVLLimit	REAL	Valor de límite bajo de CV. Se usa para
		limitar CV cuando está en el modo Auto
PGain	REAL	Ganancia proporcional. Cuando se
		selecciona el formato independiente del
		algoritmo PID, introduzca la ganancia
		proporcional sin unidades en este valor.
		Cuando se selecciona el algoritmo PID
		dependiente, introduzca la ganancia de
		controlador sin unidades en este valor.
		Introduzca 0 para inhabilitar el control
		proporcional
IGain	REAL	Ganancia integral. Cuando se selecciona
		el formato independiente del algoritmo
		PID, introduzca la ganancia integral en
		unidades de 1/minutos en este valor.
		Cuando se selecciona el algoritmo PID
		dependiente, introduzca la constante de
		tiempo integral en unidades de
		minutos/repetición en este valor.
		Introduzca 0 para inhabilitar el control
		integral.

DGain	REAL	Ganancia derivada. Cuando se
		selecciona el formato independiente del
		algoritmo PID, introduzca la ganancia
		derivada en unidades de minutos en este
		valor. Cuando se usa el algoritmo PID
		dependiente, introduzca la constante de
		tiempo derivada en unidades de minutos
		en este valor. Introduzca 0 para
		inhabilitar el control de derivada.
ControlAction	BOOL	Petición de acción de control. Se
		establece para calcular el error como E =
		PV – SP; se restablece para calcular el
		error como E = SP – PV, la opción
		predeterminada es restablecido.
OperAutoReq	BOOL	Solicitud de modo automático.
OperManualReq	BOOL	Solicitud de modo automático.

Tab. 1.8 Variables de entrada del bloque PIDE

Fuente. Autores

Programa Rslogix 5000

Parámetros	Tipo de datos	Significado
PARÁMETRO DE	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
SALIDA		
EnableOut	BOOL	Habilitación de salida
CVEU	REAL	Salida de variable de control escalada. Se aplica la escala usando CVEUMax y CVEUMin.
CV	REAL	Salida de variable de control. Este valor se expresa como 0 a 100 por ciento. CV está limitado por CVHLimit y CVLLimit.

SP	REAL	Valor actual del punto de ajuste El valor de SP se usa para controlar CV cuando está en el modo Auto.
Auto	BOOL	Indicador del modo Auto. Se establece cuando está en el modo Auto.
Manual	BOOL	Indicador del modo Manual. Se establece cuando está en el modo Manual.
E	REAL	Error de proceso. Diferencia entre SP y PV, escalado en unidades PV.
DeltaT	REAL	Tiempotranscurridoentreactualizaciones.

Tab. 1.9 Variables de salida del bloque PIDE Fuente. Autores Programa Rslogix 5000

1.14.7 Parametrización del regulador PID

El objetivo de los ajustes de los parámetros PID es lograr que el bucle de control corrija eficazmente y en el mínimo tiempo los efectos de las perturbaciones; se tiene que lograr la mínima integral de error.

Si los parámetros del controlador PID (la ganancia del proporcional, integral y derivativo) se eligen incorrectamente, el proceso a controlar puede ser inestable, por ejemplo, que la salida de este varíe, con o sin oscilación, y está limitada solo por saturación o rotura mecánica.

Ajustar un lazo de control significa ajustar los parámetros del sistema de control a los valores óptimos para la respuesta del sistema de control deseada. El comportamiento óptimo ante un cambio del proceso o cambio del "setpoint" varía dependiendo de la aplicación. Generalmente, se requiere estabilidad ante la respuesta dada por el controlador, y este no debe oscilar ante ninguna combinación de las condiciones del proceso y cambio de "setpoints".

Algunos procesos tienen un grado de no-linealidad y algunos parámetros que funcionan bien en condiciones de carga máxima no funcionan cuando el proceso está en estado de "sin carga". Hay varios métodos para ajustar un lazo de PID. El método más efectivo generalmente requiere del desarrollo de alguna forma del modelo del proceso, luego elegir P, I y D basándose en los parámetros del modelo dinámico.

Los métodos de ajuste manual pueden ser muy ineficientes. La elección de un método dependerá de si el lazo puede ser "desconectado" para ajustarlo, y del tiempo de respuesta del sistema.

Si el sistema puede desconectarse, el mejor método de ajuste a menudo es el de ajustar la entrada, midiendo la salida en función del tiempo, y usando esta respuesta para determinar los parámetros de control. Ahora describimos como realizar un ajuste manual.

Si el sistema debe mantenerse online, un método de ajuste consiste en establecer primero los valores de I y D a cero. A continuación, incremente P hasta que la salida del lazo oscile. Luego establezca P a aproximadamente la mitad del valor configurado previamente.

Después incremente I hasta que el proceso se ajuste en el tiempo requerido (aunque subir mucho I puede causar inestabilidad).

Finalmente, incremente D, si se necesita, hasta que el lazo sea lo suficientemente rápido para alcanzar su referencia tras una variación brusca de la carga.

Un lazo de PID muy rápido alcanza su setpoint de manera veloz. Algunos sistemas no son capaces de aceptar este disparo brusco; en estos casos se requiere de otro lazo con un P menor a la mitad del P del sistema de control anterior.

1.14.8 Parámetros de los bloques PIDE

Para acceder a los parámetros del bloque de función PIDE debemos dar doble clic al bloque o apuntar al rectángulo ubicado en la esquina superior derecha del mismo, luego aparecerá la ventana de parámetros del bloque la cual se muestra en la siguiente figura:

Ventana de Propiedades del Bloque PIDE

I EnableIn 1 I ✓ PV 0.04 I ✓ PVFault 00 I ✓ PVEUMax 100.0 I ✓ PVEUMin 0.0 I ✓ SPProg 0.0 I ✓ SPOper 350 I ✓ SPCascade 0.0 I ✓ SPHLimit 100.0	BOOL REAL BOOL REAL REAL REAL REAL	Enable Input. If False, Scaled process variabl PV bad health indicato Maximum scaled value SP Program value, sc
I IV 0.04 I IVFault 00 I PVEUMax 100.0 I PVEUMin 0.0 I PVEUMin 0.0 I SPProg 0.0 I SPOper 35.0 I SPCascade 0.0 I SPH.Limit 100.0	REAL BOOL REAL REAL REAL REAL	Scaled process variabl PV bad health indicato Maximum scaled value Minimum scaled value SP Program value, sc
I F FVFault 00 I F FVEUMax 100.00 I F FVEUMin 0.00 I F SPProg 0.00 I F SPOper 35.0 I F SPCascade 0.00 I F SPLLimit 100.00 I F SPLLimit 0.00	BOOL REAL REAL REAL REAL	PV bad health indicato Maximum scaled value Minimum scaled value SP Program value, sc
I F FVEUMax 100.0 I F FVEUMin 0.0 I F SPProg 0.0 I F SPOper 35.0 I F SPCascade 0.0 I F SPLimit 100.0 I F SPLLimit 0.0	REAL REAL REAL REAL	Maximum scaled value Minimum scaled value SP Program value, sc
I	REAL REAL REAL	Minimum scaled value SP Program value, sc
I □ SPProg 0.0 I ☑ SPOper 35.0 I □ SPCascade 0.0 I □ SPHLimit 100.0 I □ SPLLimit 0.0	REAL REAL	SP Program value, sc
I I I SPOper 35.0 I I SPCascade 0.0 I I SPHLimit 100.0 I I SPLLimit 0.0	REAL	
I ☐ SPCascade 0.0 I ☐ SPHLimit 100.0 I ☐ SPLLimit 0.0	DEAL	SP Uperator value, sc
I □ SPHLimit 100.0 I □ SPLLimit 0.0	REAL	SP Cascade value, sc
SPLLimit 0.0	REAL	SP high limit value, sc
	REAL	SP low limit value, scal
📙 🗖 UseRatio 0	BOOL	Allow Ratio control per
I 🗖 RatioProg 1.0	REAL	Ratio Program multiplie
I 🗖 RatioOper 1.0	REAL	Ratio Operator multipli
📙 🗖 RatioHLimit 1.0	REAL	🔹 Ratio high limit value,
10 Deticil init 10	DEAL	Potio lour limit volue, n
itus: ΩK		

Fig.1.20 Ventana de Propiedades del Bloque PIDE Fuente: Programa Rslogix 5000

En esta ventana se configura los parámetros que van a definir el funcionamiento del bloque como ganancias, tipo de ecuación (independiente o dependiente), la acción de control (inversa o directa), el escalamiento de las variables, alarmas, parámetros que se desean mostrar en el bloque, etc.

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. A continuación se detalla cada uno de los softwares.

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 FlexLogix, 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 laptons 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

🌯 RSLinx	Lite						- 🗆 X
File View	Communications	Station	DDE/OPC	Security	Window	Help	
쁆 \$	•						
For Help, pre	ss F1					11/16/10	10:49 PM

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.

onfigure Drivers		?
Available Driver Types:	Add New	Close Help
Configured Drivers:		-
Name and Description AB_DF1-1 DF1 Sta: 0 COM3:PORT CONFLICT AB_DF1-2 DF1 Sta: 0 COM3:PORT CONFLICT	Status Running Running	Configure
		Startup
		Start
		Stop
		Delete



- 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.

- vailable Driver Types: RS-232 DF1 devices	▼ Add New	Close
onfigured Drivers: Name and Description	Status	Configure
		Startup
		Start
		Stop
		Delete

Fig. 2.6 Ventana Available Driver Types Fuente: Programa RSlinx Profesional

 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 RSlinx Profesional

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), *Device* (Muestra el modelo del PLC.), *Station Number:* (00). Enseguida de un clic en el botón *Auto-Configure* y entonces aparecerá el mensaje final *Auto-Configuaration was Successful*.

onfigure RS-232 DF1 Devices
Device Name: AB_DF1-2
Comm Port: COM3 Device: Logix 5550 / CompactLogix
Baud Rate: 19200 Station Number: (Decimal)
Parity: None
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 RSlinx Profesional

- h) Si la auto configuración no es exitosa podría aparecer los siguientes mensajes:
 - 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!) Check all 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 Rslinx Profesional

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

RSLinx Professional - (RSWho - 1)	ecurity Window Help	- 0 ×
2 A 3 8 8 8 10 N?		
Autobrowse Flictury Browsing - no	de 4 found	
B Workinstein, DESCIDP S Lin (General, Deneral AL, Dr12, Dr1 B A, Dr12, Dr1 B A, Dr12, Dr1 B B, Dr22, Dr22	00 04 PeccopicL. REPOUS _ REPOUS _	
j For Help, press F1	1 10/31	/10 09:56 AM



2.4 Introducción al RSlogix 5000

El RSlogix 5000 es el software que permite configurar, programar y supervisar el funcionamiento del autómata FlexLogix. 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 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		191	•		alal
Open Close	Ctrl+O			ath: <none></none>		- 8
Save Save As	cul+s					Þ
New Compone	int	•		Favorites A Ell A	Timer/Counter 👗 Input/Output 👗 Co	ompare
Complect						
Print Print Options.	Ctrl+P'					
Recent File						
Exit						

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:

Chassis Type: 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.





4. Ahora tenemos un proyecto para el FlexLogix 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 mas 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/O Configuration* y despliegue las opciones para abrir el bus disponible.



Fig. 2.16 Ventana I/O Configuración. Fuente: Programa Rslogix5000

2.8 Agregar un nuevo módulo

Haga clic con el botón derecho del mouse en la carpeta *FlexBus Local* y 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 1794-IB10XOB6 este módulo consta de 10 entradas y 6 salidas digitales.

Select Module Type		×			
Туре:	Major Revision:				
1794-IB10×0B6/A	1				
Туре	Description				
1794-IA16/A	16 Point 120V AC Input				
1794-IA8/A	8 Point 120V AC Input				
1794-IA8I/A	8 Point 120V AC Isolated Input				
1794-IB10X0B6/A	10 Input/6 Output 24V DC, Sink/Source				
1794-IB16/A	16 Point 24V DC Input, Sink				
1794-IB16X0B16P/A	16 Input/16 Output 24V DC, Sink/Protected Source				
1794-IB32/A	32 Point 24V DC Input, Sink				
1794-IB8/A	8 Point 24V DC Input, Sink				
1794-IB8S/A	8 Point 24V DC Sensor Input				
1794-IC16/A	16 Point 48V DC Input, Sink				
1794-ID2/B	2 Channel 24V DC Incremental Encoder				
1794-IE4X0E2/B	4 Input/2 Output 24V DC Non-Isolated Analog				
Show					
Vendor: All	▼ V Other V Specialty I/O Select	st All			
🔽 Analog 🔽 Digi	tal 🔽 Communication 🔽 Motion 🔽 Controller 🛛 Clea	r All			
	OK Cancel He	lp			

Fig. 2.18 Selección del tipo de módulo Fuente: Programa Rslogix5000

2.9 Propiedades generales del módulo.

Configurar el módulo, para nuestro ejemplo en *Name* colocamos in_out_digitales, seleccionamos el número de slot en el que se encuentra conectado.

Module Properties - Local: 0 (1794-IB10X0B6/A 1.1)					
Type: Vendor:	1794-IB10XOB6/A 10 Input/6 Output 24/ DC, Sink/Source Allen-Bradley				
Parent: Na <u>m</u> e:	in_out_digitales Sigt 0 +				
Descri <u>p</u> tion:	entradas y salidas digitales				
Comm <u>F</u> ormat: <u>R</u> evision:	Image: Provide the second se				
Status: Offline	OK Cancel Apply Help				

Fig. 2.19 Ventana Módulo Propiedades General.

Fuente: Programa Rslogix5000

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

- *Electronic Keying.-* 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 Modulo.* Los parámetros *Type, Catalog Number y Major Revision* deben coincidir. La menor revisión del módulo puede ser superior o igual al especificado en el módulo.
- Disable Keying.- Desactivado.

2.10 Propiedades de la conexión del módulo.

Vaya a la ventana de *Connection* y establezca un RPI (*Request Packet Interval*), dar 5ms y desmarque "*Major Fault on Controller if Connection Fails While in Run Mode*". Al desmarcar esta característica se evita que el controlador entre en fallo mayor si el módulo se desconecta del bastidor.

Module Properties - Local:0 (1794-1B10X0B6/A 1.1)
General Connection Module Info Fault/Idle Action Configuration
Requested Packet Interval (RPI): 5.0 🚖 ms (2.0 - 750.0 ms)
🗖 Inhibit Module
Major Fault On Controller If Connection Fails While in Run Mode
Module Fault
Status: Offine OK Cancel Apply Help

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

Para su información:

- Requested Packet Interval (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.
- *Major Fault on Controller if Connection Fails:* 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 1794 y para el adaptador virtual del bastidor.
- Seleccionamos *OK* para cerrar la ventana de configuración.

2.11 Configuración del módulo de salidas.

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 1794-L33) y obtener por inspección el slot que ocupa dentro del backplane.

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



Fig. 2.21 Configuración de módulo de salidas.

Fuente: Programa RSlogix5000

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



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

c) Haga doble clic en 1794-IE8 este módulo consta de 8 entradas analógicas.

Select Module Type		×		
Туре:	Major Revision:			
1794-IE8/B	2			
Туре	Description			
1794-ID2/B	2 Channel 24V DC Incremental Encoder	-		
1794-IE4X0E2/B	4 Input/2 Output 24V DC Non-Isolated Analog			
1794-IE8/B	8 Channel 24V DC Non-Isolated Voltage/Current Analog Input			
1794-IF2X0F2I/A	2 Input/2 Output 24V DC Isolated Analog			
1794-IF4I/A	4 Channel 24V DC Isolated Analog Input			
1794-IJ2/A	2 Input Frequency Module			
1794-IM8/A	8 Point 220V AC Input			
1794-IP4/B	4 Channel 24V DC Frequency Counter			
1794-IR8/A	8 Channel 24V DC RTD Analog Input			
1794-IRT8	8 Channel 24V DC RTD/Thermocouple Analog Input			
1794-IT8/A	8 Channel 24V DC Thermocouple/mV Analog Input			
1794-IV16/A	16 Point 24V DC Input, Source			
- Show				
Vendor: All	▼ Other ▼ Specialty I/O Select All			
🔽 Analog 🔽 Digita	Clear All			
	OK Cancel Help			

Fig. 2.23 Selección del tipo de módulo Analógico.

Fuente: Programa Rslogix5000 - 91 -

d) Configure el módulo llamándolo "*in_analógica*", seleccionando el número de slot en el que se encuentra conectado.

Slot 1
Sl <u>o</u> t: 1 📫
28
_
Electronic Keying: Disable Keying

Fig. 2.24 Descripción del módulo Analógico. Fuente: Programa Rslogix5000

Fuente. I logi anna Ksiogix5

Para su información

Electronic Keying: 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 Minor Revision del módulo puede ser superior o igual al especificado en el modulo.

Disable Keying – Desactivado.

e) Vaya a la ventana de *Connection* y establezca un RPI (*Request Packet Interval*) de 5ms y desmarque "*Major Fault on Controller if Connection Fails While in Run Mode*". 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)
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
Status: Offine OK Cancel Apply Help

Fig. 2.25 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.

Input	Voltage/Current				
Channel	Range				
0	4 to 20 mA	-			
1	4 to 20 mA	-			
2	4 to 20 mA	-			
3	4 to 20 mA	-			
4	(0 to 10 V) / (0 to 20 mA)	-			
5	4 to 20 mA	-			
6	(0 to 10 V) / (0 to 20 mA)	-			
7	(0 to 10 V) / (0 to 20 mA)	-			



g) Seleccionamos OK para cerrar la ventana de configuración.

2.12 Base de datos de tags del controlador

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



Fig. 2.27 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. 2.28 Local tags Fuente: Programa Rslogix5000

Contract of the sector of	Data Type AB:1734, DIRC:0 AB:1734, DIRC:0 AB:1734, DOB0:1 AB:1734, DIRC:0 AB:1734, DIRC:0 AB:1	Novel.opcm	Description	
Image: Section of the sectio	A Comparation (1) AB:1734_018C0 AB:1734_018C1 AB:1734_0080000000000000000000000000000000000		Description	
Diffuence 1 Finite 1 Finite 1 Diffuence 1 1 Finite 1 1 Diffuence 1 1 1 1 1 Diffuence 1 1 1 1 1 1 Diffuence 1 1 1 1 1 1 1 1 Diffuence 1 1 1 1 1 1 1 1 Diffuence 1 1 1 1 1 1 1 1 Diffuence 1 1 1 1 <th>Data Type A8:1734_018:00 A8:1734_018:00 A8:1734_008:00 A8:1734_008:00 A8:1734_008:00 A8:1734_008:00 A8:1734_008:00</th> <th>59/m</th> <th>Description</th> <th></th>	Data Type A8:1734_018:00 A8:1734_018:00 A8:1734_008:00 A8:1734_008:00 A8:1734_008:00 A8:1734_008:00 A8:1734_008:00	59/m	Description	
Informed	A ComputerMeth A AB-1734_DIBCO AB-1734_DIBCO AB-1734_DOBD1 AB-1734_DOBD1 AB-1734_DOBD1 AB-1734_DOBD1 AB-1734_DDB1	3tyle	Description	
The fair is a second se	A Conscionaria A Abit734,01800 Abit734,01800 Abit734,00840 Abit734,00840 Abit734,00800 Abit734,00800 Abit734,00800	39/e	Description	
Control Control Part 1 Control Control	AB-1734_00840 AB-1734_018-00 AB-1734_018-00 AB-1734_00840 AB-1734_00840 AB-1734_00800 AB-1734_00800	Style	Description	
Description Stand J Control of local 1/2000 Test Test J Description Control of local 1/2000	Data Type A8:1734_DI8:C0 A8:1734_DI8:C0 A8:1734_D08:4 C A8:1734_D08:01 A8:1734_D08:01 A8:1734_D08:01 A8:1734_D08:01	Style	Description	
Image: Control Transformer Image: Control Transformer <th< td=""><td>Data Type A8:1734_DI8:C:0 A8:1734_DI8:C:0 A8:1734_D08:1:0 A8:1734_D08:1:1 A8:1734_D08:0:0 A8:1734_D08:0:0</td><td>5kyle 0</td><td>Description</td><td></td></th<>	Data Type A8:1734_DI8:C:0 A8:1734_DI8:C:0 A8:1734_D08:1:0 A8:1734_D08:1:1 A8:1734_D08:0:0 A8:1734_D08:0:0	5kyle 0	Description	
Description Description Description Description Preve Description Description Description Description Preve Description Description Description Description Description Description Description Descripti	Data Type A8:1734_DI8C.0 A8:1734_DI8C.0 A8:1734_D084.C A8:1734_D080.0 A8:1734_D080.0 A8:1734_D080.0	0	Description	
Thomas & Streder To Status & Streder Image: Streder & Strede	AB:1734_DIRC/0 AB:1734_DIRC/0 AB:1734_DOB10 AB:1734_DOB010 AB:1734_DOB010 AB:1734_E2.C.0	0		
Image: State	AB 1734_00810 AB 1734_0084 C AD 1734_008011 AB 1734_008010 AB 1734_162 C 0	0		
Image: Second	AB 1734_0084.0 AB 1734_008011 AB 1734_0080.0 AB 1734_162.0.0	0		
Construction (Press) Construction Construction (Press) Construction	AB 1734_D0801 AB 1734_D0803 AB 1734_IE2 C 0	0 {		
Product Construction Product Construction W Uncompared and me + Exception Construction	AB:1734_008.0.0 AB:1734_IE2C:0			
Image: Construction	AB 1734 JE2C 0)		
Extension				
10 Extension 11 Following Considy Fires 41 C 20 Extension Forder 4 Following Considy Fires 41 C 20 Extension Forder 4 Foldowing Considy Fires 41 C 20 Extension Forder 4 Foldowing Considy Fires 41 C 20 Extension Forder 4 Foldowing Considy Fires 41 C 20 Extension Forder 4 Foldowing Considy Fires 41 C 20 Extension Forder 4 Foldowing Considy Fires 41 C 20 Extension Forder 4 Foldowing Considy Fires 41 C 20 Extension Forder 4 Foldowing Considy Fires 41 C 20 Extension Forder 4 Foldowing Considy Fires 41 C 20 Extension Forder 4 Foldowing Considy Fires 41 C	AB:1734_IE210			
Bit Under Order H: Obstand_Consid_Face4.1	AB:1734_0E2.C.0	1		
0 Bobbled(Devel, Perel 0 0 Bobbled(Devel, Perel 0 0 Construction 0 Final Activity	AB:1734_0E210			
	AB 1734_0E2:0.0			
	AR Embedded 10			
Trends (# Local2C	AR Enhadded IO			
C DANKES	AP Enhadded 0			
1 III I work 10 Cooline and an	AD Colordand O			
R ConstitutionSt28-OBI System	40.5 horded 0.	-		
Te 1769-1232-001 Demo 123	AS Enceoped_0			
H P 1769423E-Q61 Ethernet Port Local2V8	AB:1769_00.021.	.0)		
B III Compatibus Local	AB:1769_003210	2	-	
E Cost 30	AB:1769_0032:0	0		
f [1] Embedded 1Q16F Discrete_Inputs				
[2] Embedded OB16 Discrete_Outputs				

Fig. 2.29 Configuración de módulo Fuente: Programa Rslogix5000

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 Defined Tag*".

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	C Value Force Mask	Style	Data Type	Description	
E-Local 1:C	() (3	AB Enbedded_IQ.		
E-Local 1:C.FillerGroup0	2#0010_0010	Binary	SINT		
-Local 1:C.Filter00HOr_0	0	Decimal	BOOL.		
-Local1:C.Filter00H0n_1	1	Decimal	BOOL		
Local1:C.Fiter00IfOn_2	0	Decimal	BOOL		
Local1:C.Filter00HDn_3	0	Decimal	BOOL		
-Local 1.C.Filter00n0H_4	0	Decimal	BOOL		
-Local 1 C.Filter00nOII_5	1	Decimal	BOOL		
-Local 1.C.Filter00nOll_6	0	Decimal	BOOL		
-Local1:C.Filter00n0It_7	0	Decimal	BOOL		
+Local 1:C.FilterGroup1	2#0010_0010	Binary	SINT		
Local 1:C.Filter10tt0n_0	0	Decimal	BOOL		
-Local1:C.Filter1080n_1	1	Decimal	BOOL		
Local1:C.Fiter10tt0n_2	0	Decimal	BOOL		
-Local 1:C.Filter10ff0r_3	0	Decimal	BOOL		
-Local1 C.Filler10n0II_4	0	Decimal	BOOL		
-Local 1.C.Filter10n0II_5	1	Decimal	BOOL		
-Local 1:C.Filter10n0#_6	0	Decimal	BOOL		
Local1:C.Fiter10n0#_7	0	Decimal	BOOL		
- Local 1:1	() (3	AB:Embedded_IQ.		
E Local 1:1 Fault	2#0000_000	Binary	DINT		
E Local 1:1Data	2#0000_000	Binary	INT	5 D	
-Local11Data0	0	Decimal	BOOL		
-Local11Data1	0	Decimal	BOOL	1	
-Local11Data2	0	Decimal	BOOL		
-Local 11. Data 3	0	Decimal	BOOL		
Local 11 Data 4	0	Decimal	BOOL		
Local 11 Data 5	0	Decimal	BOOL		
Local11Data.6	0	Decimal	BOOL		
-Local11Data7	0	Decimal	BOOL		
Local11Data8	0	Decimal	BOOL		
-Local 1:1 Data 9	0	Decimal	BOOL.		
Local 11 Data 10	0	Decimal	BOOL		

Fig. 2.30 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.

2.13 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 esta 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 *"Controller Tags"* desde el Organizador del controlador y seleccione *"New Tag..."* como se muestra a continuación:



Fig. 2.31 Creación de Nuevo Tag. Fuente: Programa Rslogix5000

La siguiente ventana aparecerá, completamente como se muestra:

New Tag		×
Name:	Start_Machine	ОК
Description:		Cancel
		Help
Usage:	<normal></normal>	
Туре:	Alias Connection	
Alias For:	istributed_Control_Panel:1:1.Data.0	
Data Type:	BOOL	
Scope:	Demo_L23	
Style:	Decimal	
🔲 Open Confi	guration	



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:I.Data. 👻	
Data Tupo:	Tag Name	Data Type
рака туре.	Distributed_Control_Panel:1:C	AB:1734_DI8:C:0
Cooper	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
	1 +0 1 2 3 4 5 6 7 2:C	AB:1734_DOB4:C:0
Upen Conf	Distributed_Control_Panel:2:1	AB:1734_DOB8:1:0
	Distributed Control Depart2:0	104724 00000

Fig. 2.33 Crear alias de un Tag. Fuente: Programa Rslogix5000

2.14 Creación de lenguaje Ladder

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



Fig. 2.34 Main Routime. Fuente: Programa Rslogix5000

En la ventana de programación cree la siguiente lógica:

0	Start_Machine <distributed_control_panel:1:i.data.0>]</distributed_control_panel:1:i.data.0>	Start_Command <distributed_control_panel:2:0.data.0></distributed_control_panel:2:0.data.0>
(End)		

Fig. 2.35 Lógica escalera

Fuente: Programa Rslogix5000

2.15 Grabar el programa.

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

2.16 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*.



Fig. 2.36 Descarga del proyecto Rslogix 5000 al Controlador. Fuente: Programa Rslogix5000

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



Fig. 2.37 Descarga del proyecto Fuente: Programa Rslogix5000

Cuando aparezca el siguiente cuadro de dialogo, pulse *Download*.



Fig. 2.38 Ventana 1 Descarga del proyecto al controlador Fuente: Programa Rslogix5000

Si aparece este dialogo, pulse Download una vez más



Fig. 2.39 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	0.	Program Mode	
No Forces		Controller OK	_¶
No Edits	2	Battery UK	
		- 10 00	

Fig. 2.40 Procesador en Run Fuente: Programa Rslogix5000

2.17 Introducción al Factory Talk View SE.



Fig. 2.41 Ventana Factory Talk View Studio Fuente: Programa Factory Talk View Studio

Las letras SE de FactoryTalk SE hacen referencia a las dos versiones disponibles de Factory Talk View SE. Se trata de Station Edition y Site Edition.

Station Edition es un sistema autónomo de interfaz de operador para la supervisión y control de procesos o líneas individuales. Todos los componentes se ejecutan en un único PC y no se distribuyen entre varios PC.

La Site Edition es una versión distribuida en la que los servidores de interfaz de operador, los servidores de datos, los clientes y los Studio Editors pueden distribuirse en PC independientes. La tecnología de Factory Talk permite que el software distribuido funcione como una única aplicación perfecta, de modo que los programadores y los operadores del sistema no tengan que preocuparse de la distribución física del sistema.

Esta sesión se centra en la Site Edition con el objeto de presentar la distribución de SE y demostrar las ventajas que para el cliente tiene el uso de FactoryTalk.

2.18 Conceptos Básicos del Paquete Factory Talk

Ante la importancia que supone para la industria la obtención de información de los procesos productivos, la empresa **Rockwell Automation** ha creado un paquete de programas llamado **Factory Talk**, que es una evolución del anterior RSBizware, que permite obtener los datos de producción directamente de las máquinas gestionarla y realizar informes.

FactoryTalk, es un paquete integrado de aplicaciones de software para producción de gran rendimiento, altamente escalable, modular y basado en estándares.

FactoryTalk ofrece la integración con la plataforma de control Logix Allen-Bradley de Rockwell Automation, así como una amplia conectividad con sistemas de tecnologías anteriores y de otros fabricantes.

Aprovecha una arquitectura orientada a servicios (SOA), un conjunto de servicios integrados que facilita el intercambio de datos entre varias aplicaciones de software de automatización.

El sistema actualmente incluye funciones de seguridad, diagnósticos, auditoria, modelo de datos, otorgamiento de licencia, datos en tiempo real, datos históricos, 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.

Las aplicaciones FactoryTalk abordan una amplia gama de funciones y procesos típicos de producción, agrupados por Rockwell Automation en siete "disciplinas de producción" primarias:

2.19 Iniciando el software de Supervisión Factory Talk View Studio.

- Haga doble clic en el icono Factory View Studio que se encuentra en el escritorio o en el menú de programas, Inicio luego Todos los programas, clic en Rockwell Software clic en Factory Talk View Studio y después en clic en Site Edition (Local).
- Clic en continue.

Application Ty	pe Selection				×
		Factory	Y Talk * View _{Studio}		
Select the type	of application you	u would like to	configure:		
Site Edition (Network)	Site Edition (Local)	Machine Edition			
1			Continue	Exit	

Fig. 2.42 Ventana Site Edition (Local) Fuente: Programa Factory Talk View Studio

2.20 Creando una nueva aplicación en el Factory Talk View Studio.

New/Open Site Edition	(Local) Application	×
New Existing		
Application name:		
Description:		
Language:	Español (alfabetización internacional), es-ES	
	Create	ır

Fig. 2.43 Nueva Aplicación.

Fuente: Programa Factory Talk View Studio

- En *Application name* colocamos el nombre del proyecto para este tema lo llamaremos (Proyecto tesis)
- En descripción colocamos algún comentario del proyecto
- Clic en create.

New/Open Site Edition (Local) Application		
New Existing		
Application name:	Proyecto Tesis	
Description:	Control y monitoreo de 3 variables.	
Language:	Español (alfabetización internacional), es-ES	
	Create Cancelar	

Fig. 2.44 Nueva Aplicación Site Edition Fuente: Programa Factory Talk View Studio

• A continuación la siguiente pantalla que permite agregar displays al proyecto, lo cual es opcional su utilización.



Fig. 2.45 Agregar Displays. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

- Para la ejecución de este proyecto de tesis se quita los vistos y se crea nuevos displays.
- Clic en Ok.



Fig. 2.46 Selección de Displays. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

• En el explorador encontramos la estructura de esta Aplicación, la cual contiene el Servidor de Datos, Servidor HMI. y configuraciones del sistema.



Fig. 2.47 Servidor de datos y HMI Fuente: Programa Factory Talk View Studio

- Adherir un servidor de datos.
- Damos clic derecho en Proyecto Tesis-Add New Server, y escogemos Rockwell Automation Device Server (Rslinx Enterprise).
- Elegimos Rockwell Automation Device Server por que el PLC que estamos trabajando pertenece a la misma familia.



Fig. 2.48 Nuevo Servidor Rockwell. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

En la pantalla *Rslinx Enterprice Server Properties*, damos clic en aceptar.



Fig. 2.49 Pantalla RSlinx Enterprice. Fuente: Programa Factory Talk View Studio
• Presentación de la pantalla en la barra Explorer.



Fig. 2.50 Presentación en la barra explorer. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

2.21 Creación HMI tags.



Fig. 2.51 Creación de HMI tags. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

- Haga clic dos veces en **HMI**
- Tags (*tags de interfaz de operador*) para acceder a Tags Editor (*editor de tags*).
- Clic en Open.



Fig. 2.52 Creación de HMI tags, open. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

• Agregue una carpeta tag HMI denominado **Bomba** a la base de datos de tags.

•

Name:	Create Folder			
Tag Name: Type:	Create Folder]			
Type:			Close	
	Security: *		Brev.	
Description:		1	Next	
			New	
Data Source Type: IF Dev	ice C Memory	-	1940	
Address: [PRO)	recto)vci		Aller I	
Search For:	Tag Name	Туре	Description	
L C system				
	Deta Source Type: © Den Address: [PRO Scarch For:	Deta Source Type: © Device © Hemory Address: [DROTICTO]VC3 Search For: Tag Name	Deta Source Type: © Devon: C Hemory Address: [PROVECTORC1	Deter Source Type: (* Device * Memory Address: [PHOTIC:ToTic: Search For: Tag Name Type Description



Tag	Close
Name:	
Type:	Prev
Description:	Ne <u>x</u> t
	New
	New
Data Source	Help
Type: I Device Memory	
Address: [PROVECTO]VC1 New HMI Tag Folder	\mathbf{X}
Search For: Tag Name	ок
1 Name: BOMBA	Cancel
L system	Help

Fig. 2.54 Nuevo Tag HMI. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

• Damos doble clic en la carpeta bomba y procedemos a crear la variable a controlar.

ת ŵ •a	<u>⊩</u> ×⊂					
Tag Name:	BOMBA\S	START_STOP			Close	
Type:	Digital	- Secu	ırity: 💌 💌		Prev	
Description:	Arranque	e y Paro de Bomba	3		Next	
Off Label:	Off		On Label:	On		
					New	
Data Source					Help	
Type:	C Device	 Memory 				
Initial Value:	Off					
	C Reten	tive			<u>A</u> larm	
Search Fo	r:	Tag Name	;		Туре	Description
		1 BOMBA\S	TART_STOP		Digital	Arranque y Paro de Bomba
		2				
E BO	MBA tem					

Fig. 2.55 Creación de una Variable Fuente: Programa Factory Talk View Studio

• Ha terminado la configuración de los tags HMI.

2.22 Creación de una pantalla con un objeto vinculado a un tag de un controlador.

Una vez configuradas las comunicaciones correctamente, ya se puede crear un objeto en una pantalla y buscar tags en el HMI. • Crear una nueva pantalla.



Fig. 2.56 Creación de una Pantalla. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

- Creamos un objeto de pantalla numérica en la nueva pantalla.
- Seleccione Numeric Display (*pantalla numérica*) de la Barra de herramientas de objetos.



Fig. 2.57 Pantalla Numérica. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

• Arrastre el ratón a la posición y dibuje un rectángulo en el centro de la pantalla.



Fig. 2.58 Creación de una imagen en la pantalla. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

• Cuadro de diálogo *Properties* (propiedades).

Numeric Display Properties
General Common
Expression
If Logical Relational Arithmetic Bitwise Functions Tags Check
Field Length: 21 Format: Decimal Image: Constraint of the second s
Aceptar Cancelar Aplicar Ayuda

Fig. 2.59 Cuadro de dialogo Propiedades. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

• Haga clic Tags para abrir el Tag Browser (buscador de tags).

- es 10 est	💰 Tag Browser	
\$0\$\$\$ BE COG \$\$	Select Tag Folders	Contents of V-BDMBA*
lameric Display Properties General Common Expension	Rühn: Dreprise Rühn: Dreprise	Ляле Секом ≹5140155100
It. Logical. Relational.		
Check		
Check Syntax Field Length: 1 Format Binasy	Tag filter:	J
Check Synhax Field Length: 1 Format: Binacy Decimal Places: 0 Overflow: Show exponen	Tag filter Clines	ļ
Check	Tag filter:	

Fig. 2.60 Buscador de Tags Fuente: Programa Factory Talk View Studio

• Seleccionamos START_STOP, clic en OK.

Numeric Display Properties
General Common
Expression
(BOMBA\START_STOP)
If Logical Relational Arithmetic Bitwise Functions Tags Check Syntax Alarms
Field Length: 1 Format: Binary Image: Constraint of the second sec
Aceptar Cancelar Aplicar Ayuda

Fig. 2.61 Descripción de tag en la Expresión Fuente: Programa Factory Talk View Studio

• Configuración del display numérico.

Numeric Display Properties
General Common
Expression
(BOMBA\START_STOP)
If Logical Relational Arithmetic Bitwise Functions Tags
Check Alarms
Syntax
Field Length: 1 Format: Binary Glanks Glank
Decimal Places: 0 Overflow: Hexadecimal Octal
Binary Floating Point Aceptar Cancelar Aplicar Ayuda

Fig. 2.62 Configuración del display numérico Fuente: Programa Factory Talk View Studio

• En la barra de objetos escogemos la herramienta de text, para escribir una descripción al tag.

Propiedades de Text		X
General Common		
Text		
Status Bomba		
Font:	Size:	Insert variable
Arial	10 🔻	B <u>I</u> <u>U</u>
 Back color Fore color ✓ Size to fit ✓ Word wrap 	Alignment:	Back style: Transparent
	tar Canool	lar Anliner Anuda

Fig. 2.63	Pantalla propiedades del Texto.
Fuente: Pro	ograma Factory Talk View Studio

2.23 Creación de un botón

Durante la ejecución, el botón sirve para enviar un bit al tag de 0 o 1, y poder arrancar y parar la bomba.

	n hoh wider nep 행동국국국과(2월)	70 Julian Dranadia
A vacuum for vacuum for the format form	ে (म. ए. छ) फ्रे छे छे. States Renda	General Anton Up Appearance Down Appearance Common Anton [Doyn Los autors Tag



• A continuación procedemos a direccionar al tag que queremos seleccionar y le damos clic en aceptar.

	n Toph Window Help			
• 1 • 1 • 10 00 10 11 11 10 10 11 11		No.	🖉 Tag Brewser	
▶ 5 A 運 日 C O G K U へ L U Inslorer - Proyecto Tesis	0.6441468	General Action Up Appe	Folders	Contents of 7.80M8A'
	Status Bomba	Action: Toggle tog value Tog	Generation Jesus Seconda Seconda Generation Generation Generation Generation Generation	Taket Fitant,stor
Alem and Lover Alem and Lover Batter Butter Butter Butter Butter Cock a C			Tog Mice: Electronic Selector Tog (BOHBA/START_STOP) Home area /	

Fig. 2.65 Direccionamiento de un Tag. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

• Repetimos los mismos pasos para el stop de la bomba

2.24 Animación de un objeto.

• Clic en librerías y buscamos el display Pumps, cabe recalcar que estos son objetos que vienen incluidos en el programa.





- Copiamos uno de los objetos, y lo pegamos en el display.
- Clic derecho en el objeto, vamos Animación y escogemos visibilidad



Fig. 2.67 Copiar objeto al Display. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

• En la ventana animación colocamos el tag (BOMBA/STAR_STOP) y lo configuramos para que el objeto sea visible cuando la variable sea igual a 1, dicha acción la definimos con la siguiente expresión.

Horizontal Position	Vertical Position	Horizontal Slider	Vertical Slider
<u>E</u> ill	Touch	Color	0LE Verb
✓ Visibility	<u>R</u> otation	∐idth	Height
Expression			
(BOMBA\START_STOP=1) A	ND (system\blinkslow=0)		Tag
1			
Expression true state			
🔿 Invisible 💽 Visible	•		

Fig. 2.68 Pantalla de programación Fuente: Programa Factory Talk View Studio

- Procedemos a guardar el display.
- Para simular el display, vamos a la barra Graphics y seleccionamos test displays.



Fig. 2.69 Simulación de la Bomba en estado ON. Fuente: Programa Factory Talk View Studio



Fig. 2.70 Simulación de la Bomba en estado OFF. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

2.25 Configuración de tendencias.

ropiedades de Tre General Display Pe	e nd ens X-Axis Y-Axis	Overlays Template	Runtime Common	
Display chart title		Data Server:		
Trend		Poll historical	data	-
Chart style	ar while loading histori	ical data		
C XY Plot				
X-Axis pen:				
				-
Chart update mode				
 Automatic 	Refresh Rate:	1 Second(s	s) 🔻	
C On Change	Heartbeat:	1 Minute(s)	v	
	Deadband:	0 %		

Fig. 2.71 Configuración de tendencias. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

El cuadro de diálogo Propiedades de la tendencia contiene varias pestañas en las que se puede configurar la tendencia de datos, la apariencia y el comportamiento:

- En la ficha General, configurar el servidor de la tendencia de datos (en tiempo real o histórico de votación), título del gráfico, el estilo gráfico y el modo de actualización.
- 2. En la ficha Pantalla, configurar la apariencia de la pantalla de tendencias.
- 3. En la ficha Plumas, establecer etiquetas pluma y expresiones, y la aparición de plumas en la tendencia.
- 4. En la ficha Eje X, creado eje horizontal de la tendencia.
- 5. En la ficha Eje, creado eje vertical de la tendencia.
- 6. En la pestaña Plantillas, añadir o eliminar instantáneas de los datos históricos.
- 7. En la pestaña de plantillas, configurar las propiedades de las plantillas de tendencia.
- 8. En la ficha de tiempo de ejecución, establecer formas de interactuar con la tendencia en tiempo de ejecución.
- En la ficha Común, configure el tamaño de la tendencia y su posición en la pantalla gráfica.
- 10. Una vez que haya establecido la tendencia, se puede modificar como lo haría con cualquier otro objeto gráfico.
- Se puede mover, cambiar su tamaño, coloque la animación a la misma, y así sucesivamente. También puede copiar un objeto de tendencia arrastrándolo desde una pantalla gráfica a otra.

2.25.1 Configuración de Pens

Elegimos la pestaña *Pens* y para definir el tag a graficarse le damos clic como se muestra en la figura y se abre el editor de expresión y damos clic en *Tags*....

Propiedade	s de Trend	×
General Di	splay Pens X-Axis Y-Axis Overlays Template Runtime Common) 4 🗗
- Pen Attrib	outes	愛情
	Tag\Expr. Model Color Visible Width Type	
2		
	xpression Editor	
	Expression	
		<u> </u>
		>
- K.4. (16-1	If Logical Belational Arithmetic Bitwise Functions	age
Visit		agoin
	Syntax	arms
	Line A Column 10	
	Line: I Column: 18	
	OK Cancel I	Help
		_

Fig. 2.72 Configuración de Pens. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

En el Tag Browser abrimos la carpeta del servidor de datos que se llama *prueba* y damos clic en *Online* para ver los tags directamente en línea desde el controlador.

Propiedades de Trend Fronte Propiedades de Trend		2
General Display Pans XAvis YAvis Diverlays Ten Folders	Contents of 7:-prueba/Unitine'	
Perkittibuse Teglitiges Teglitig	Nome Description Ø. 9. 4, 62 9. 526, C, 79 Ø. 526, C, 79 9. 526, C, 79 Ø. 527, M, C, 47 9. 527, M, 70 Ø. 11, MNGL, MM, JA 11, MNGL, MM, JA Ø. 11, JNGL, JMM, JA 11, JNGL, JMM, JA Ø. 12, JNGL, MM, JA 12, JNGL, JMM, JA Ø. 12, JNGL, JMM, JA 12, JNGL, MM, G, L	

Fig. 2.73 Tag Browser Online Fuente: Programa Factory Talk View Studio

Escogido el tag podemos elegir el color que deseamos para que se muestre la gráfica.

ropiedades	de Trend											
General Disp	lay Pens	X-Axis	Y-Axis	Over	lays Te	mplate	Runtir	me Co	ommor	n		
- Pen Attribu	tes											
	Ta	g\Expr.			Model		Color	Visi	ble	Width	Тур	•
1 {[pr	ueba]SETP(DINT_TEN	4P_T2}					On		1	Analog]
								(Other			
•												•
•	A	dd Pen]	Add Pen(s) from I	Model.	.		Delete	Pen(s)	•
•	A	dd Pen]	Add Pen(s) from t	Model			Delete	Pen(s)	•
Multiple Per	Ai	dd Pen]	Add Pen(s) from I	Model.			Delete	Pen(s)	•
 ✓ Multiple Per Visible 	Ai n Edits Width	dd Pen Type	Style] Mar	Add Pen(s) from t	Model.		nits	Delete	Pen(s)	•
Multiple Per	Ar n Edits Width	dd Pen Type	Style] Mar	Add Pen(s) from 1	Model		nits	Delete	Pen(s)	•
Multiple Per Visible	Ar n Edits Width	dd Pen Type	Style] Mar	Add Pen(s) from h	Model		nits	Delete	Pen(s)	
Multiple Per Visible	A n Edits Width	dd Pen	Style] Mar	Add Pen(s) from h lin h Selecti	Model		nits	Delete	Pen(s)	•
Multiple Per Visible	Ar n Edits Width	dd Pen	Style	Mar	Add Pen(ker M Clear	s) from h lin h Selecti	Model. Max		nits App	Delete	Pen(s))))(s)

Fig. 2.74 Propiedades de las tendencias, Colores Fuente: Programa Factory Talk View Studio

Una vez ya configurado los tags a graficarse dejamos el tag de setpoint con rojo y el valor actual del tag con verde para distinguir la diferencia.

Propiedades	de Tren	d								X
General Disp	olay Pens	X-Axis	Y-Axis	Overlays	Templa	te Runt	ime Commo	n		
Pen Attribu	tes									
1 {[p	T uebalSETF	ag\Expr. POINT TE	MP T2}	M	odel	Color	Visible On	Width 1	Type Analog ····	
2 {[pi	ueba]TEMI	P_T2}					On	1	Analog	
				1			1		•	
	/	Add Pen		Add	Pen(s) fro	m Model.	··	Delete H	'en[s]	
Multiple Pe	n Edits									
Visible	Width	Туре	Style	Marker	Min	Max	Eng. Units			
	U									
					Clear Sele	ections	Ap	ply to Selei	oted Pen(s)	

Fig. 2.75 Propiedades de las tendencia, elección de colores. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

2.26 Configuración de Históricos

En la ventana principal de Factory Talk View Studio, localice Explorer-*ProyectoTesis* y damos clic en la carpeta Data Log para ver el Data Log Models.



Fig. 2.76 Configuración de Históricos Fuente: Programa Factory Talk View Studio

A continuación clic derecho en *Data Log Models* y elegimos *New* (nuevo), para crear un histórico.



Fig. 2.77 Crear un nuevo histórico Fuente: Programa Factory Talk View Studio

Dejar todos los demás parámetros en su configuración predeterminada y elegir la pestaña *Tags in Model*.

🗊 Untitled - /ProyectoTesis/ (Data Log Models)	X
Setup Paths File Management Log Iriggers	Tags in Model
Setup Paths File Management Log Triggers Model Name: Untitled Description: Untitled datalog mode Log File Identifier String: Storage Format © DBC database Number of Characters in String: 82	Tags in Model OK Cancel Help

Fig. 2.78 Descripción Data Logs Model. Fuente: Programa Factory Talk View Studio En la casilla de *Tag(s) to Add* (adicionar tags): dar clic en el cuadro para abrir en *Tag Browser* (buscador de Tags).

Setup Paths File Management Log Triggers Tags in Model
Setup Paths File Management Log Triggers Tags in Model Enter tag names, separated by a space if more than one, in the "Tag(s) to Add" box, then choose the "Add" button to add them to the list of tags in the model. OK Cancel Tag(s) to Add:

Fig. 2.79 Pantalla adicionar Tags Fuente: Programa Factory Talk View Studio

En el Tag Bowser al lado izquierdo se elige la pestaña de la carpeta llamada *prueba* que es el enlace al PLC para este ejemplo y se selecciona la carpeta *Online* para visualizar los tags en línea desde el PLC.

Select Tag(s) Folders	Contents of V::prueba/Online	y	
Image: ProjectoTesis Image: Pict Image: Pict	Name Name Standard Standard	Description	
Tag filter: KNone>		▼ Add Ta	g(s) to List

Fig. 2.80 Pantalla adicionar Tags Fuente: Programa Factory Talk View Studio

Elegir los tags que se desea que se guarden en el histórico que van a ser el Setpoint de temperatura del Tanque 2 y el Setpoint de nivel del Tanque 3.

olders	Contents of V::prueba/Online'		
Improvement Improvement Improvement </th <th>Nome SELEC_P5 SELEC_P6 SELEC_P6 SELEC_P7 SELEC_NT_TEMP 12 SP_UIVEL_AITO_T1 SP_UIVEL_AITO_T1 T1_FILL_RUN T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T2_NIVEL T2_NIVEL</th> <th>Description</th> <th></th>	Nome SELEC_P5 SELEC_P6 SELEC_P6 SELEC_P7 SELEC_NT_TEMP 12 SP_UIVEL_AITO_T1 SP_UIVEL_AITO_T1 T1_FILL_RUN T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T1_NIVEL_MAX T2_NIVEL T2_NIVEL	Description	

Fig. 2.81 Set Point de temperatura y nivel. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

También los valores actuales que van en relación a los Setpoint de temperatura del tanque 2 y el nivel del tanque 3, T3_NIVEL que es valor actual del nivel del Tanque 3 y TEMP_T2 que es el valor actual de temperatura del Tanque 2.

Select lags Contents of //:prueba/Online' Folders Description ● FLEX_LOGIX_L33 ● FLEX_LOGIX_L33 ● FLEX_LOGIX_L33 ● TREX_LOGIX_L33 ● FLI ● TREX_LOGIX_L33 ● FLI ● TREX_LOGIX_L33 ● Offline ● TREX_LOGIX_L33 ● Offline ● TREX_LOGIX_L33 ● Offline ● TREX_LOGIX_L33 ● Offline ● TREX_LOGIX_L33 ● TREX_LOGIX_L33 ● TREX_LOGIX_L33 ● Offline ● TREX_LOGIX_L33 ● TREX_LOGIX_L33 ● TREX_LOGIX_L33 ● TREX_LOGIX_L33 ● TREX_LOGIX_L33 ● TREX_LOGIX_L33 ● TREX_LOGIX_L33 ● TREX_LOGIX_L33 ● TREX_LOGIX_L33 ● TREX_LOUX_LAND ● TREX_LOUX_LAND ● TREX_LOUX_LAND	Tag Browser	?
ProyectoTesis Name Description Image: Constraint of the second	Folders	Contents of V::prueba/Online'
Ø VALZ RUN_4 Ø VALZ RUN_6 Ø VALZ RUN_6	ProyectoTesis ⊕ PrL2, JGBX_L33 ⊕ PLC1 ⊕ Proba ⊕ Orine ⊕ System	Name Description PT2, NIVEL, MAX, AL PT2, NIVEL, MAX, AL T2, NIVEL, MAX, FILTRO PT2, NIVEL, MAX, AL T2, NIVEL, MAX, FILTRO PT2, NIVEL, MAX, AL T2, NIVEL, MAX, AL PT2, NIVEL, MAX, AL T3, NIVEL, MAX, AL PT3, NIVEL, MAX, AL T3, NIVEL, MAX, PLITRO PT3, NIVEL, MAX, AL T4, NU, FILTRO PT3, NIVEL, MAX, AL T5, NIVEL, MAX, PL, OK PT6P, PLATA, T2 TEMP, PLATA, T2 PLATA, T2 TEMP, PLATA, T2 PLATA, T2 TEMP, PLATA, T2 PLATA, T2

Fig. 2.82 Relación de variables de Set Point de temperatura y nivel. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

Una vez seleccionados los tags dar clic en Add Tag(s) to List y seguido clic en OK.

Tag Browser				?
Select Tag(:)				
Folders	Contents of '/_prueba/Online'			
🗉 📸 ProyectoTesis	Name	Description	1	1
 ■ PADE_LOGE_L33 ■ PADE_LOGE_L33 ■ prueba ■ Offline ■ Offline ■ Offline ■ options 	# 12,1001_1001_21 # 12,1001_1001_21 # 12,1001_1001_21 # 12,1001_1001_21 # 13,1001_1001 # 13,1001_1001_21 # 13,1001_1001_21 # 13,1001_1001_21 # 13,1001_1001_21 # 13,1001_1001_21 # 13,1001_1001_21 # 13,1001_1001_21 # 13001_1001_21 # 13001_1001_21 # 13001_1001_21 # 13001_1001_21 # 13001_21 #			
Tag filter:		•	Add Teg	(s) to List
Selected taola)				
[prueba]SETPOINT_TEMP_T2 [prueba]SP_NIVEL_T3 [prueba]T3_WREL [prueba]TEMP_T2				
Home area /		Re	move	Clear

Fig. 2.83 Agregar tags a la lista. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

Una vez que ya se tiene los tags en el Data Log Models dar clic en Add.

Untitled - /Proyec	:toTesis/ (Data Log Models)	×
Setup Paths	File Management Log Triggers	Tags in Model
Enter tag names, sepa "Tag(s) to Add" box, to to the list of tags in the	rated by a space if more than one, in the hen choose the "Add" button to add them = model.	ОК
Tag(s) to Add:		Cancel
Tags in Model: Agd <u>Remove</u> Remo <u>v</u> e All	[prueba]SETPOINT_TEMP_T2 [prueba]SP_NIVEL_T3 [prueba]T3_NIVEL [prueba]TEMP_T2	Help
	4 Tag(s) in the Model	

Fig. 2.84 Pantalla Data Log Model. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

Posterior se introduce el nombre del archivo para salvar la configuración y se pone HISTORICO y dar clic en *OK*.



Fig. 2.85 Pantalla de Salvar la configuración. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

Una vez salvado la configuración aparece en el explorer el archivo de datos históricos como se muestra en la figura.



Fig. 2.86 Datos históricos.

Fuente: Programa Factory Talk View Studio

2.27 Creación de un archivo de configuración de cliente SE

Para que en el panel de operador pueda funcionar, un cliente de SE el archivo de configuración debe ser creado.

Para empezar, el lanzamiento del cliente SE dar clic en el icono de la barra menú.



Fig. 2.87 Empezar cliente SE. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

Iniciar el cliente de FactoryTalk View SE, dejar el campo en blanco de entrada de texto y seleccione *New*....

Launch Factory	Talk View SE C	lient	×
Select a configu View SE Client.	ration file and clic	ck OK to launch ar	n FactoryTalk
			•
OK	Cancel	<u>B</u> rowse	<u>N</u> ew

Fig. 2.88 Selección de configuración Factory Talk View SE. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

Tambien se puede hecer desde el menu todos los programas



Fig. 2.89 Empezar cliente SE desde el Menú Fuente: Programa Factory Talk View Studio

En FactoryTalk View SE Asistente del cliente, deje el campo en blanco de entrada de texto y seleccione *New*....

FactoryTalk View SE Client Wizard	X
Welcome to the FactoryTalk View SE Client wizard.	
To create a new Factory Taik View SE Client configuration file, click New.	New
to edit of run a file, select one from the list below, or type a file name in the File name box, or browse to find and select one, and then click Edit or Run.	
To remove a file name from the list, select it and then click Remove.	
Most recently used configuration files:	
	Edit
	Remove
	Run
File name:	
Help About	Cancel

Fig. 2.90 Asistente del Cliente SE. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

Dejar el lugar de almacenamiento de archivos en la configuración por defecto y escriba el nombre.

actoryTalk View SE Client Configuration Name	×
Type the name of a new configuration file:	
Type or browse for the location to store this configuration:	
C:\Documents and Settings\&II Users\Documentos\BSView Enterprise\SE\Client	1
Ayuda About Cancelar < Atrás Siguiente	3 >

Fig. 2.91 Asistente del Cliente configuración del nombre. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

Escribir un nombre para el archivo de configuración. En este proyecto, se llama "*UPS_TESIS*", haga clic en *Siguiente*.

Type the name of a new configuration file: UPS_TESIS Type or browse for the location to store this configuration: C:\Documents and Settings\All Users\Documentos\RSView Enterprise\SE\Client	actoryTall	View SE Client C	onfiguration Na	me	X
UPS_TESIS Type or browse for the location to store this configuration: C:\Documents and Settings\All Users\Documentos\RSView Enterprise\SE\Client	Type the na	me of a new configural	ion file:		
Type or browse for the location to store this configuration: C:\Documents and Settings\All Users\Documentos\RSView Enterprise\SE\Client	UPS_TESI				
Type or browse for the location to store this configuration: C:\Documents and Settings\All Users\Documentos\RSView Enterprise\SE\Client					
C:\Documents and Settings\All Users\Documentos\RSView Enterprise\SE\Client	Type or bro	rse for the location to a	store this configuratio	n:	
	C:\Docume	nts and Settings\All Us	sers\Documentos\R!	SView Enterprise\SE\	Client
]				
Avuda About Lancelar Atràs Siquiente >	Auud	About	Cancelar	< Atrás S	iquiente >

Fig. 2.92 Nombre para el archivo de configuración. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

En FactoryTalk View SE Tipo de aplicación del cliente, seleccione *Local*. A continuación, haga clic en *Siguiente*.



Fig. 2.93 Tipo del cliente SE. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

En nombre de la aplicación FactoryTalk View SE Client, abrir lista desplegable debajo del campo, y dar clic en el nombre de la aplicación.

FactoryTalk View SE Client Application Name	×
Type the name of the application you want to connect to:	
	
Proyecto Provecto Tesis	
Proyecto Tesis prueba	
Tesis Yallow display code debugging	
Select the initial runtime language:	
,	
Ayuda About Cancelar < Atrás Sigui	ente >

Fig. 2.94 Selección del nombre de la aplicación. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

Seleccione *ProyectoTesis* y dejar todos los demás parámetros en su configuración predeterminada

Hacer clic en Siguiente.

FactoryTalk View SE Client Application Name
Type the name of the application you want to connect to:
Proyecto Tesis
Open FactoryTalk View SE Client as view-only
Enable on-screen keyboard
🦵 Allow display code debugging
Select the initial runtime language:
Español (alfabetización internacional), es-ES 📃 💌
Ayuda About Cancelar < Atrás Siguiente >

Fig. 2.95 Configuración Predeterminada SE. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

En los componentes del cliente FactoryTalk View SE, seleccionar la pantalla gráfica "*UPS_PRESENTACION*" por debajo de presentación inicial. Dejar todos los demás parámetros vacíos y hacer clic en *Siguiente*.

FactoryTalk View SE Clien	it Components	×
Select components.		
Components		1
Initial display:	•	
Display parameters:	UPS_PRACTICA6 UPS_PRACTICA70 UPS_PRACTICA71	
Initial client key file:		
Startup macro:	•	
Shutdown macro:	V	
		_
Ayuda About.	Cancelar < Atrás Siguiente >	

Fig. 2.96 Componentes del cliente Factory Talk SE. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

En las propiedades de la ventana FactoryTalk View SE Client, desmarcar la casilla de *Show title bar* y marcar la casilla *Maximize Window*.

FactoryTalk View SE Client Window Properties					
Specify the properties of the FactoryTalk View SF Client window					
Show title bar					
Title bar text:					
✓ Show system menu and close button					
☑ Show Min/Max buttons					
T Maximize window					
💌 Show Diagnostics List					
✓ Allow undocking of Diagnostics List					
Disable switch to other applications					
Ayuda About Cancelar < Atrás Siguiente >					

Fig. 2.97 Propiedades de la ventana SE. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

Hagaclic en Siguiente.

Sp	ecify the properties of the FactoryTalk View SE Client window.
E I	Show title bar
Т	itle bar text:
Г	Show system menu and close button
	🔲 Show Min/Max buttons
R	Z Maximize window
	Allow underking of Disgnactics List
Г	Disable switch to other applications
ſ	Ayuda About Cancelar < Atrás Siguiente >

Fig. 2.98 Propiedades de la Ventana Factory Talk SE. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

En Auto Logout, dejar todos los parámetros a sus valores predeterminados y hacer clic en *Siguiente*.

FactoryTalk View SE Client Auto Logout				
To log a user out automatically when the keyboard or mouse is inactive for a period of time, enable auto logout, and then enter the inactivity period.				
Inactivity period: 10 minutes				
Aunda About Canadar Atrás Cimiosta S				

Fig. 2.99 Ventana Auto Logout. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

En opciones de finalización, seleccione "Guardar configuración y abra FactoryTalk View SE Client ahora" y hagaclic en Finalizar.

FactoryTalk View SE Client Completion Options
The FactoryTalk View SE Client is now configured.
To save, click an option below, and then click Finish.
To discard, click Cancel.
 Save configuration and open FactoryTalk View SE Client now
C Save configuration and exit
Ayuda About Cancelar < Atrás Finalizar

Fig. 2.100 Guardar Configuración S.E. Fuente: Programa Factory Talk View Studio

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS.

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS.

En este capítulo se explica con detalles las actividades y factores para realizar este proyecto de tesis.

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.

Estos equipos para la implementación deberán cumplir con todas las garantías y fiabilidad al momento de las respectivas prácticas.

Las hojas técnicas de los equipos se verán con más detalle en el Anexo II.

3.2. Rockwell Automation.

Para la ejecución del proyecto hemos elegido trabajar con los softwares de programación de la línea Rockwell Automation, tanto en la programación del PLC, como en el Scada.

3.2.1 Software 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 FlexLogix, este permite 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.

3.2.2 Software RSlogix 5000.

El Rslogix 5000 es el software que permite configurar, programar y supervisar el funcionamiento del autómata FlexLogix. Para introducirnos en su utilización se creará un proyecto y se configurará módulos de entradas y salidas digitales, y módulos de entradas y salidas analógicas.

3.2.2.1 Ventajas del Programa Rslogix 5000

- 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 mas 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.

3.2.3 Software Factory Talk.

Ante la importancia que supone para la industria la obtención de información de los procesos productivos, la empresa **Rockwell Automation** ha creado un paquete de programas llamado **Factory Talk**, que permite obtener los datos de producción directamente de las máquinas, gestionarla y realizar informes. FactoryTalk, es un

paquete integrado de aplicaciones de software para producción de gran rendimiento, altamente escalable, modular y basado en estándares.

FactoryTalk ofrece la integración con la plataforma de Flex Logix Allen-Bradley de Rockwell Automation, así como una amplia conectividad con sistemas de tecnologías anteriores y de otros fabricantes. Aprovecha una arquitectura orientada a servicios (SOA), un conjunto de servicios integrados que facilita el intercambio de datos entre varias aplicaciones de software de automatización.

El sistema actualmente incluye funciones de seguridad, diagnósticos, auditoria, modelo de datos, otorgamiento de licencia, datos en tiempo real, datos históricos, 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.

3.4 Protocolos de comunicación del sistema

En este proyecto se utiliza como elemento principal un PLC Flex Logix 5433, el cual cuenta con dos tipos de comunicación, Ethernet y RS232. En este caso se utilizará la comunicación RS232, que es el más común de los métodos de comunicación.

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

3.5 Principio de funcionamiento.

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.



Fig. 3.1 Pantalla principal de las prácticas. Fuente: Autores

3.6 Prácticas Didácticas.

En este proyecto de tesis están elaboradas seis prácticas con los siguientes temas.

		DESCRIPC	CION DE EQU	JIPOS	marte	is, 17 de abril de 2012 23:32:04
	Marca: Allen Bradley Cat No: 1794- L33 Part No: 96339078 Alimentación: 24 VDC Comunicación: RS232-Ethernet					
Datos de PLC	Datos Fuente de Alimentación	Datos de Variador de Velocidad	Datos de Sensores	Datos de Bombas	Datos de Manómetros	Datos de Válvulas
СРО	Fuente de alimentación	Variador de Velocidad	Sensor de Temperatura	Bomba Trifásica	Manómetro #1	Válvula Proporcional
Módulo Entradas y Salidas Digitales	Datos de Trasmisor	Datos de Resistencia	Sensor de Presión T#1	Bomba Monofásica #1	Manómetro #2	Válvula Solenoide #1
Módulo Salidas Digitales	Trasmisor de Temperatura	Resistencia	Sensor de Presión T#2	Bomba Monofásica #2	Manómetro #3	Válvula Solenoide #2
Módulo Entradas Analógicas			Sensor de Presión T#3			Válvula Solenoide #3
Módulo Salidas Analógicas						Válvula Solenoide #4
Base de Módulos						Válvula Solenoide #5
				RESET	ALARMAS	MENU
	Alarm Banner Alm: 0, Sup: 0					

1. Reconocimiento de equipos y descripciones.

Fig. 3.2 Práctica #1 Reconocimiento de equipos.

Fuente: Autores

2. Prueba de equipos



Fig. 3.3 Práctica #2 Prueba de equipos. Fuente: Autores

3. Generador de onda cuadrada.



Fig. 3.4 Práctica #3 Generador de Onda Cuadrada Fuente: Autores

4. Control de nivel por Presión.



Fig. 3.5 Práctica #4 Control de Nivel por Presión Fuente: Autores

5. Control de temperatura por Histéresis.



Fig. 3.6 Practica #5 Control de Temperatura por Histéresis Fuente: Autores

6. Control Nivel por Presión Constante por lazo PID.



Fig. 3.7 Practica #6 Control de Nivel por Presión constante Fuente: Autores

3.7 Dimensiones del Banco de Pruebas.

Para la colocación de los equipos de la maqueta didáctica se diseño un banco de pruebas donde en la parte inferior se instalará los equipos de proceso y en la parte superior los equipos de control.



Fig. 3.8 Banco de Pruebas de Maqueta Didáctica Fuente: Autores

La maqueta didáctica fue diseñada la parte superior 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 con pintura de fondo anticorrosiva y pintura esmalte sintético.

3.8 Dimensiones de los tanques de la Maqueta Didáctica.



Fig. 3.9 Dimensión de los Tanques 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 3 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	125.66 litros
TQ2	1 metro	0.30 metros	0.070 m3	70.68 litros
TQ3	1 metro	0.35 metros	0.096 m3	96.21 litros

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


Fig.3.10 Tanques Maqueta Didáctica Fuente: Autores

3.9 Montaje de los equipos.

Según el funcionamiento de cada práctica se estableció el diseño de la tubería y la posición de los equipos.



Fig. 3.11 Ubicación de equipos I Fuente: Autores

- 144 -



Fig. 3.12 Ubicación de equipos II Fuente: Autores

Se procede a cuadrar los equipos y fijarlos con pernos.



Fig. 3.13 Fijación de equipos Fuente: Autores



Fig. 3.14 Ubicación de equipos Fuente: Autores



Fig. 3.15 Montaje de Válvulas Fuente: Autores

La siguiente figura nos muestra, los elementos de control de la maqueta.



Fig.3.16 Equipos de control Fuente: Autores

En la siguiente figura podemos apreciar en vista superior, los actuadores y sensores.



Fig.3.17 Actuadores y sensores. Fuente: Autores



Fig.3.18Vista Lateral de la maqueta. Fuente: Autores

CAPÍTULO IV

PRÁCTICAS DIDÁCTICAS

CAPÍTULO IV PRÁCTICAS DIDÁCTICAS

4.1 Tips para desarrollar las prácticas del Módulo Didáctico.

El presente módulo didáctico se ha diseñado para controlar y monitorear diversos lazos de control que se detallan más adelante.

- La mejor manera de entender y poner en práctica este proyecto es estudiando cada uno de sus componentes, interpretando y haciendo un seguimiento con el plano a las diferentes conexiones y lazos de control que se encuentran en el sistema.
- Es necesario tener una formación técnica de circuitos eléctricos, instrumentación, y automatización.
- Tener una capacitación del programa Rslogix 5000, Rslinx, Factory Talk (SCADA) de Allen Bradley y conocer cada uno de sus comandos que se detalla en el capítulo III.
- Ejecutar las prácticas que están elaboradas mas adelante, las cuales comenzaran por lo básico hasta llegar a ejecutar un lazo PID (Proporcional, Integral, Derivativo.)

El buen uso de esta tesis dará el estudiante fuertes conocimientos de programación con los PLCS de marca Allen Bradley, comunicación RS232, visualización y monitoreo con el Scada Factory Talk.

4.2 Rutinas principales del programa.

Objetivo:

- Realizar las subrutinas de programación que servirán para las siguientes prácticas.
- Programar en una forma ordena y estructurada para los diferentes lectores

Instrucciones:

Programar subrutinas de:

- Selección de prácticas
- Habilitación de una práctica dentro de una rutina.
- Entradas y Salidas Digitales
- Entradas y Salidas Analógicas.

4.3 Ventajas de programar con Subrutinas.

- Permiten economizar el esfuerzo del programador al reutilizar el mismo código en varios puntos del mismo programa.
- Facilitan la depuración y mantenimiento de los programas.
- Facilitan la modularidad y estructuración de los comandos.

4.4 Programación de las Prácticas.

Subrutina de Principal.





Selección de Prácticas



		1
2	TAG.PRACTICA_3	TAG.SELEC_P1
		TAG.SELEC_P2
		TAG.SELEC_P3
		TAG.SELEC_P4
		TAG.SELEC_P5
		TAG.SELEC_P6
3	TAG.SELEC_P3	MOV
		Source 3
		Lest PRACTICA_ACTIVA 1.0
4	TAG.PRACTICA_4	TAG.SELEC_P1
4		TAG.SELEC_P2
		TAG.SELEC_P3
		TAG.SELEC_P4
		TAG.SELEC_P5
		TAG.SELEC_P6
	TAG.SELEC P4	MOV
5] [Move Source 4
		Dest PRACTICA_ACTIVA 1.0
6	TAG.PRACTICA_5	TAG.SELEC_P1
		TAG.SELEC_P2
		TAG.SELEC_P3
		TAG.SELEC_P4
		TAG.SELEC_P5
		TAG.SELEC_P6
		NOV
7		Move
		Dest PRACTICA_ACTIVA
		1.0

0		TAG.SELEC_P1
8		TAG.SELEC_P2 TAG.SELEC_P3 TAG.SELEC_P3 TAG.SELEC_P4 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.PRACTICA_5	TAG.SELEC_P5
14	TAG.PRACTICA_6	TAG.SELEC_P6
(End)		

Subrutina de Entradas Digitales





Subrutina de Salidas Digitales



2	OPCION 2 TAG.ENTRADA.12	Local:0:O.3 <local:o.data[0].3></local:o.data[0].3>	
5		TAG.OPCION_2_RUN	
4	TAG.ENTRADA.13	Local:0:0.4 <local:0.data[0].4></local:0.data[0].4>	
-		TAG.OPCION_3_RUN	
	RESET	Local:0:0.5	
5		<local:o.data[0].5></local:o.data[0].5>	
		Local:1:0.1	
6		<local:o.data[1].1></local:o.data[1].1>	
-	TAG.FRECUENCIA_2	Local:1:O.2 <local:o.data[1].2></local:o.data[1].2>	
/		())()()()()())()()())()())()())())_())_())_())_())_())_())_()))()))()))())))))	_
	TAG.FRECUENCIA_3	Local:1:0.3 <local:0.data[1].3></local:0.data[1].3>	T
8			1
	Arranque de B1 en P#4 TAG B1 RUN 4	Local:1:0.4 <local:0.data[1].4></local:0.data[1].4>	
9	Arrangue de B1 en		1
	P#5 TAG.B1RUN_5		
	Arranque de B1 en		
	TAG.B1_RUN_6		
	Arranque de B1 en P#2		
	TAG.B1 RUN 2		
	Arranque de B2 en	Looph 1:0.7	
10	TAG.B2_RUN_5	<pre>Local:O.Data[1].7></pre>	_
	Arranque de B2 en P#2		
	TAG.B2_RUN_2		
	Arranque de B3 en	Local:1:0 G	
11	TAG.B3_RUN_5	<local:obata[1].6></local:obata[1].6>	
	Arranque de B3 en P#6		
	TAG.B3_RUN_6		
	P#2 TAG.B3 RUN 2		
	TAG.VAL1_RUN_4	Local:1:O.8 <local:o.data[1].8></local:o.data[1].8>	,
12	TAG.VAL1 RUN 2	()	_

Subrutina de Entradas Analógicas.



Subrutina de Salidas Analógicas.





4.5 Descripción de Tags.

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

Tag Name	Тіро	Descripción	Dirección física en PLC
TAG.ENTRADA.0	BOOL	Paro	Local:0:I.0
TAG.ENTRADA.7	BOOL	Marcha	Local:0:I.1
TAG.ENTRADA.2	BOOL	S2	Local:0:I.2
TAG.ENTRADA.3	BOOL	\$3	Local:0:I.3
TAG.ENTRADA.4	BOOL	S4	Local:0:I.4
TAG.ENTRADA.1	BOOL	Reset	Local:0:I.5
TAG.ENTRADA.5	BOOL	S6	Local:0:I.6
TAG.ENTRADA.6	BOOL	S7	Local:0:I.7
TAG.ENTRADA.9	BOOL	S8	Local:0:I.8
TAG.ENTRADA.8	BOOL	Guardamotor	Local:0:I.9
TAG.BLOQUEO	BOOL	Foco de Falla o Paro	Local:0:O.0
TAG.ENTRADA.7	BOOL	Foco de Marcha o Validación	Local:0:O.1
TAG.ENTRADA.11	BOOL	Foco de S2	Local:0:O.2
TAG.ENTRADA.12	BOOL	Foco de S3	Local:0:O.3
TAG.ENTRADA.13	BOOL	Foco de S4	Local:0:O.4
TAG.BLOQUEO	BOOL	Foco de Reset	Local:0:O.5
TAG.FRECUENCIA_1	BOOL	Foco de pulsos de Frecuencia 1	Local:1:O.1
TAG.FRECUENCIA_2	BOOL	Foco de pulsos de Frecuencia 2	Local:1:O.2
TAG.FRECUENCIA_3	BOOL	Foco de pulsos de Frecuencia 3	Local:1:O.3
B1_RUN_3	BOOL	Arranque de B1 en P#3	Local:1:O.4
B1_RUN_4	BOOL	Arranque de B1 en P#6	Local:1:O.4
B1_RUN_5	BOOL	Arranque de B1 en P#5	Local:1:O.4
B1_RUN_6	BOOL	Arranque de B1 en P#6	Local:1:O.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:O.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:1:0.6
B2_RUN_4	BOOL	Arranque de B2 en P#4	Local:1:O.7
B2_RUN_5	BOOL	Arranque de B2 en P#5	Local:1:0.7
		Comando de apertura solenoide 1 en	
VAL1_RUN_3	BOOL	P#3 Comendo de enerturo colonoido 2 en	Local:1:O.8
VAL3 RUN 4	BOOL	P#4	Local:1:0.9
		Comando de apertura solenoide 3 en	
VAL3_RUN_5	BOOL	P#5	Local:1:0.9
VAL2_RUN_4	BOOL	Comando de apertura solenoide 2 en P#4	Local:1:O.10
VAL2 DIN 5	POOL	Comando de apertura solenoide 2 en	Local:1:0 10
VAL2_KUN_3	BOOL	Comando de apertura solenoide 2 en	Local.1.0.10
VAL2_RUN_6	BOOL	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
		Valor actual da tamparatura da tangua	
TEMP_T2	REAL	2	Local:2:I.Ch3Data
РОТ	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
	DD · · ·	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.

Fuente: Autores



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍAS CARRERA DE ING. ELECTRÓNICA

4.6 PRÁCTICA #1

Reconocimientos de equipos y descripciones

Objetivos:

- Realizar un levantamiento de los equipos presentes, anotando las características, marca, modelo, número de serie, etc.
- Verificar con el plano eléctrico la ubicación de cada elemento.
- Proceder a investigar cada uno de los componentes esto permitirá a futuro tener un mejor desarrollo de las prácticas.

Materiales:

- Maqueta didáctica.
- Planos eléctricos
- Plano de ubicación de los equipos.

Instrucciones:

- Identificar los equipos divididos por secciones.
- Llenar el formato de ficha técnica de los equipos.

		DESCRIPC	CION DE EQU	IIPOS	marte	es, 17 de abril de 2012 23:32:04
	M	farca: Alien Bradley Ali Comuni	Cat No: 1794- L3: imentación: 24 VD icación: RS232-Et	3 Part No: 96339078 C hemet		
Datos de PLC	Datos Fuente de Alimentación	Datos de Variador de Velocidad	Datos de Sensores	Datos de Bombas	Datos de Manómetros	Datos de Válvulas
CPU	Fuente de alimentación	Variador de Velocidad	Sensor de Temperatura	Bomba Trifásica	Manómetro #1	Válvula Proporcional
Módulo Entradas y Salidas Digitales	Datos de Trasmisor	Datos de Resistencia	Sensor de Presión T#1	Bomba Monofásica #1	Manómetro #2	Válvula Solenoide #1
Módulo Salidas Digitales	Trasmisor de Temperatura	Resistencia	Sensor de Presión T#2	Bomba Monofásica #2	Manómetro #3	Válvula Solenoide #2
Módulo Entradas Analógicas			Sensor de Presión T#3			Válvula Solenoide #3
Módulo Salidas Analógicas						Válvula Solenoide #4
Base de Módulos						Válvula Solenoide #5
				RESET	LARMAS	MENU
	Alarm Banner			Alm: 0, Sup: 0	ACK	

Figura 4.1 Descripción de equipos Práctica 1

Fuente/Autores.

Ficha técnica de los equipos.

A continuación formato de ficha técnica de los equipos.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS,					
Datos	Flex Logix				
Equipo: PLC	Equipo: Módulo Entradas y Salidas Digitales				
Marca:	Marca:				
Cat No:	Cat No:				
Part No:	Part No:				
Alimentación:	Alimentación:				
Comunicación:	Número I/O:				
Equipo: Módulo de Entradas Digitales Equipo: Módulo de Salidas Digitales					
Marca:	Marca:				
Cat No:	Cat No:				
Part No:	Part No:				
Alimentación:	Alimentación:				
Nº de Entradas:	N°de Salidas:				
Equipo: Módulo de Entradas Analógicas Equipo: Módulo de Salidas Analógicas					

Marca:	Marca:			
Cat No:	Cat No:			
Part No:	Part No:			
Alimentación:	Alimentación:			
Nº de Entradas:	Nº de salidas.			
Equipo: Base de Módulos				
Marca:				
Cat No:				
Part No				
Datos Fuente	e de Alimentación			
Equipo: Fuente de alimentación.	Voltaje de Salida:			
Marca:	Intensidad:			
Serie:				
Voltaje de entrada:				
Datos de Vari	ador de Velocidad			
Equipo: Variador de Velocidad	Voltaje de Salida:			
Marca:	Potencia:			
Serie:				
Voltaje de entrada:				
Datos de B	omba Trifásica			
Equipo: Motor	Equipo: Bomba			
Marca:	Marca:			
Modelo:	Modelo:			
Data:	Serie No:			
Voltaje:	CV:			
Intensidad:	Succión:			
Potencia:	Descarga:			
Frecuencia:	Rpm:			
Datos de Bon	nbas Monofásica			
Equipo: Motor/Bomba	Equipo: Motor/Bomba			
Marca:	Marca:			
Voltaie:	Voltaie:			
Intensidad:	Intensidad:			
Frecuencia:	Frecuencia:			
Potencia:	Potencia:			
C:	C:			
RPM:	RPM:			
O máx:	O máx.			
Datos de la	os Manómetros			
Equipo: Manómetro	Fauino: Manómetro			
Marca:	Marca:			
Rango:	Rango:			
Conexión:	Conexión:			
Material:	Material			
Equipo: Manómetro				
Marca:				
Rango:				
Conexión:				
Concaron. Material: Acero Inovidable				

Datos de Válvulas Solenoides				
Equipo: V. Solenoide	Equipo: V. Solenoide			
Marca:	Marca:			
Serie Part No:	Serie Part No:			
Modelo:	Modelo:			
Voltaje:	Voltaje:			
Frecuencia:	Frecuencia:			
Conexión:	Conexión:			
Material:	Material:			
Potencia:	Potencia:			
Equipo: V. Solenoide	Equipo: V. Solenoide			
Marca:	Marca: Thunder			
Serie Part No:	Voltaje:			
Modelo:	Potencia:			
Voltaje:	Conexión:			
Frecuencia:	Material:			
Material:				
Conexión:				
Potencia:				
Equipo: V. Solenoide				
Marca:				
Modelo:				
Voltaje:				
Material:				
Conexión:				
Datos de Sens	ores de Presión			
Equipo: Transmisor	Equipo: Transmisor			
Marca: Wica	Marca: Sick			
Serie Part No:	Serie Part No:			
Modelo:	Modelo:			
Voltaje:	Voltaje:			
Salida:	Salida:			
Material:	Material:			
Datos de l	Resistencia			
Equipo: Resistencia				
Marca:				
Potencia				
Voltaje:				
Material:				
Conexión:				

Tab. 4.2 Ficha técnica de los equipos.

Fuente: Autores

Conclusiones.

- Hacer un levantamiento de información nos permite conocer las funciones de cada uno de ellos.
- Es necesario tomar apuntes de cada equipo, como la marca, modelo, número de serie, etc., ya que con esos datos es más fácil investigar y determinar los rangos de operación.

Recomendaciones.

- Verificar que los equipos estén desenergizados.
- Como ayuda tomar como guía el plano eléctrico.
- Tener precaución al momento de desconectar, o sacar los equipos de su sitio de trabajo, ya que se pueden romper por una mala maniobra.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍAS CARRERA DE ING. ELECTRÓNICA

4.7 PRÁCTICA # 2

Prueba de equipos.

Objetivos.-

- Verificar la comunicación entre el PLC y el HMI.
- Comprobar el buen funcionamiento de todos los equipos.

Materiales.-

- PLC FLEX LOGIX 5433
- Módulos de entradas y salidas digitales.
- Módulos de entradas y salidas analógicas.
- Elementos de control
- Actuadores eléctricos.
- Scada, Factory Talk.

Instrucciones.-

- Verificación de los planos eléctricos.
- Realizar la programación en el Rslogix 5000 y enlazar los tags con el HMI Factory Talk.



Figura 4.2 Prueba de equipos Práctica 2. Fuente/Autores.

Programa del PLC.







UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍAS CARRERA DE ING. ELECTRÓNICA

4.7 PRÁCTICA # 3

Generador de onda cuadrada

Objetivos.-

- Generar una señal de onda cuadrada para simular señales pulsantes a diferentes frecuencias.
- Familiarizarse con los comandos del Software Rslogix 5000.

Materiales.-

- PLC FLEX LOGIX 5433
- Módulos de entradas y salidas digitales.
- Pulsadores.
- Scada, Factory Talk.

Instrucciones.-

- Crear un circuito capaz de generar pulsos a diferentes frecuencias.
- El circuito consta de, paro, reset, validación, y tres pulsantes de selección.
- Además el circuito consta de tres leds, una para cada frecuencia del generador de funciones.

• Enlazar las variables con el Scada, para operarlo en forma remota y también en forma local tomando como referencia el cuadro de descripción de tags.

Desarrollo de la Práctica.-

Se realiza el programa para que genere pulsos a las diferentes frecuencias: Frecuencia 1 = 0.10 Hz Frecuencia 2 = 0.20 Hz Frecuencia 3 = 0.25 Hz

Se calcula el periodo de cada onda a generar.

$$T1 = \frac{1}{F1} = \frac{1}{0.10HZ} = 10Seg.$$

$$T1 = \frac{1}{F1} = \frac{1}{0.20HZ} = 5Seg.$$

$$T1 = \frac{1}{F1} = \frac{1}{0.25HZ} = 4Seg.$$

Bosquejo de la práctica



Fig. 4.3 Bosquejo de la Práctica # 3 Fuente /Autores.



Fig. 4.4 Generador de onda de la Práctica 3.

Fuente /Autores.









Conclusiones.

La onda cuadrada es frecuentemente usada para pruebas y calibraciones de circuitos de tiempo.

Se calcula el periodo de cada onda para obtener el tiempo de los temporizadores del programa.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍAS CARRERA DE ING. ELECTRÓNICA

4.8 PRÁCTICA # 4

Control de Nivel por presión hidrostática.

Objetivo:

• Controlar un sistema de llenado de un tanque usando como sensor de medida de nivel un transmisor de Presión.

Materiales:

- PLC FLEX LOGIX 5433
- Módulos de entradas y salidas digitales, analógicas.
- Pulsadores.
- Variador de frecuencia Altivar 11.
- Bomba trifásica marca THEBE.
- Transmisor de presión marca SICK.
- Scada, Factory Talk

Teoría de la Práctica. Control de nivel.

El control y regulación de nivel en un tanque es un sencillo y didáctico ejemplo del alcance que tiene la fusión de dos bastas ciencias como son Instrumentación Industrial y Control Automático, que bajo la ayuda del Factory Talk como - 173 -

plataforma forman una poderosa herramienta en el diseño, construcción y evaluación de sistemas de control en general.

Características del Transmisor de Presión.

Como ya hemos estudiado a lo largo de este trabajo, un transmisor capta la variable del proceso a partir del elemento primario y la transmite a distancia. La señal transmitida puede ser neumática o eléctrica. En el caso del desarrollo de este proyecto, el transmisor que aquí utilizamos capta una señal de presión en unidades de PSI y la transforma en una señal de corriente de 4 a 20mA proporcional a las variaciones de presión ya mencionadas.

Todo instrumento de medición está sujeto a características que definen su comportamiento tanto dinámico como estático, las cuales se convierten en criterios de selección a la hora de la compra o diseño de sistemas de control.

Rango de operación del transmisor de presión.

Se debe tener en cuenta que los valores aquí usados consideran que a 0 mBar se tiene una salida de 4mA y a 1000 mBar una salida de 20mA, lo cual puede no ser totalmente real a la hora de la medición, en todo caso es recomendable ajustar el equipo y verificar estos valores.

El manual de programación del variador de frecuencia Altivar 11 se encuentra adjunto en el Anexo.

Identificación de sistema Variador Bomba.

El sistema actuador en esta práctica de control de nivel está conformado por un variador de velocidad Altivar11 Telemecanique y una bomba centrifuga de ¹/₂ HP marca THEBE que al actuar dinámicamente en conjunto, se convierten en un solo elemento a identificar.

Parámetros del variador de Frecuencia Altivar 11.

Sabemos la funcionalidad del variador de Frecuencia como objeto independiente, responde bajando o subiendo la frecuencia y al mismo tiempo el voltaje AC en su salida en proporción a cualquier cambio recibido en su señal de control, utilizando la entrada analógica lo controlamos los límites 0V igual 0Hz y 5V proporcional a 60Hz.



Bloque de función (SCL)

Fig. 4.5 Bloque de Función SCL. Fuente /Autores.

Para la programación de esta y demás prácticas se utiliza en el programa el bloque de función (SCL) que sirve para escalizar los valores analógicos en unidades de ingeniería.

Fórmula de Escalización.

$$Out = (In - InRawMin) \times \left(\frac{InEUMax - InEUMin}{InRawMax - InRawMin} + InEUMin\right)$$

Donde:

In = Entrada de sensor en unidades de PLC

InRawMin = Valor mínimo de la entrada de la instrucción en unidades de PLC

InRawMax = Valor máximo de la entrada de la instrucción en unidades de PLC.

InEUMax = Valor máximo en unidades de ingeniería.

InEUMin = Valor mínimo en unidades de ingeniería.

Valores teóricos.

Para la medición y el control de nivel de esta práctica el tanque cuenta con un transmisor de presión marca Sick, el mismo que tiene la siguiente curva característica:



Fig. 4.6 Curva característica del transmisor Fuente: Autores

Y es el valor de corriente en m.A transmitido por el dispositivo, X es el valor de presión en PSI medido por el transmisor.

Uno de los objetivos de la práctica es comparar los valores de corriente vs presión, tanto teóricos como desde el Scada.

Utilizando los datos de la curva característica del transmisor se saca la pendiente y las ecuaciones para hallar la corriente, la presión y la altura.

$$m = \frac{y^2 - y_1}{x^2 - x_1} = \frac{20 - 4}{|1000mBAR|} = \frac{16}{1000} = 0.016$$

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

$$y - 20 = 0.016(x - 1000)$$

$$y - 20 = 0.016x - 16$$

$$y = 0.016x + 20 - 16$$

$$y = 0.016x + 4$$

$$mA = 0.016P + 4....Ecuación(1)$$

$$P = \frac{mA}{0.016} - \frac{4}{0.016}$$

$$P = 62.5mA - 250...Ecuación(2)$$

Los 3 tanques de la maqueta didáctica son de 1 metro de alto para saber la presión que generan realizamos la siguiente conversión.

 $\frac{1Bar = 10metrosH20}{1000mBar = 10metros}$

1 metro de columna de agua= 100 mbar.



Fig. 4.7 Curva característica Máxima en el tanque. Fuente: Autores

uente. Autor

$$m = \frac{5.6 - 4}{100} = \frac{1.6}{100} = 0.016$$

$$y - y1 = m(x - x1)$$

$$y - 5.6 = 0.016(X - 100)$$

$$y - 5.6 = 0.016x - 1.6$$

$$y - 5.6 + 1.6 = 0.016x$$

$$0.016x = y - 4$$

$$x = \frac{y - 4}{0.016}$$

$$x = 62.5y - 250$$

$$\% H = 62.5I(mA) - 250....Ecuación(3)$$

Instrucciones de la práctica:

- 1. Conectar a la válvula VB1 una toma de agua, y proceder con la apertura.
- 2. Para el tanque #1 proceder a realizar el llenado en forma Local o Remota.
- En forma local la velocidad de la Bomba puede ser controlada mediante un potenciómetro de 10 k que esta escalizado para subir o bajar la frecuencia del variador.
- 4. En forma remota se ingresa los valores de Set Point del nivel como de la velocidad para el variador mediante el Scada del Factory Talk
- 5. Desde el Scada se setea el nivel del porcentaje a llenarse



Fig. 4.8 Control de Nivel por Presión.

Fuente /Autores.

- 178 -

- 6. Setear el valor de frecuencia en el variador.
- 7. Observar el valor en porcentaje del nivel, de la presión y de la corriente.
- 8. Realizar los cálculos teóricos para encontrar el valor en m.A,
- 9. Comparar los valores de la tabla 4.3.

Tabla de comparación de altura, presión, corriente.

- Llenar tabla de comparación de altura, presión corriente, y sacar el porcentaje de error.
- Calcular el error sistemático cuya fórmula es:

$$Es = \frac{Valor \ Medido - Valor \ Real}{100}$$

Altura en %	Presión (mBar)	Presión (mBar)	Error
	Valor Real	Valor Scada	Sistemático
0	0		
25	25		
50	50		
75	75		
100	100		

Tab. 4.3 Comparación, Altura, Presión Fuente/ Autores

Altura en %	Corriente (m.A)	Corriente (m.A)	Error
	Valor Real	Valor Medido.	Sistemático
0	4		
25	4.4		
50	4.8		
75	5.2		
100	5.6		

Tab. 4.4 Comparación, Altura, Corriente.

Fuente/ Autores
Programa del PLC.



Conclusiones.

Este sistema de control de nivel por presión Hidrostática es una aplicación muy aplicada en la industria ya que es una manera sencilla en la programación y confiable de medición



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍAS CARRERA DE ING. ELECTRÓNICA

4.9 PRÁCTICA # 5

Control de temperatura por Histéresis.

OBJETIVO:

- Controlar la temperatura del sistema en una recirculación de agua en los 3 tanques.
- Comparar los datos de setpoint, con la lectura en el manómetro y el Scada.

MATERIALES:

- PLC FLEX LOGIX 5433
- Módulos de entradas y salidas digitales y analógicas.
- Pulsadores.
- Variador de frecuencia Altivar 11.
- Bomba trifásica
- Bombas Monofásicas
- Transmisores de presión.
- Manómetros
- Válvulas
- Scada, Factory Talk

Teoría fundamental de Histéresis.

Cuando se toman los datos de calibración de un instrumento, esto se hace con los datos de subida y los datos de bajada en la entrada, al representar gráficamente los datos de la medida del transductor (variable de salida o variable eléctrica), tendremos la representación de dos curvas de salida, una de subida y otra de bajada.

Idealmente deberían ser iguales las curvas, a la diferencia entre estas dos curvas se define como histéresis.

La histéresis es la diferencia máxima que se observa en los valores indicados por el instrumento para el mismo valor cualquiera del campo de medida, cuando la variable recorre toda la escala en los dos sentidos, ascendente y descendente.

Se suele representar en tanto por ciento del alcance de la medida.





Instrucciones:

Para la ejecución de este proyecto seguimos la siguiente secuencia:

- Realizar la programación de la práctica en el PLC, utilizando los respectivos Tags de la tabla A0.
- Se enlaza el programa RSlogix 5000 y el Factory Talk, con el fin de controlar la temperatura del agua en el Tanque 2
- 3. Necesitamos una toma de agua.
- 4. Conectamos la toma de agua a la válvula de de bola VB1.
- 5. Abrimos la válvula VB1
- 6. Desde el Scada damos clic en la práctica 5.
- 7. Nos muestra la pantalla de animación la práctica.



Fig. 4.10 Control y monitoreo de la Práctica 5 desde el Scada Fuente: Autores

- 8. Se da inicio de práctica
- Se coloca el Set Point de temperatura dentro de un rango establecido (30 °C a 45 °C).



Fig. 4.11 Set Point de Temperatura. Fuente: Autores

- 10. Clic en Marcha.
- 11. El sistema comienza hacer una recirculación de agua entre los 3 tanques.
- 12. En los 3 tanques podemos observar el nivel existente en cada uno de ellos.
- 13. Al llegar el valor de Seteo de temperatura la resistencia se apaga y al bajar un grado inferior al Set Point volverá a encenderse.
- 14. Para ver el rango de operación de la histéresis generada damos clic en tendencia.



Fig. 4.12 Tendencias de Histéresis.

Fuente: Autores

15. En la pantalla de tendencia se puede observar el comportamiento de la curva en el tiempo.

PROGRAMA EN EL PLC











Conclusiones.

El control por Histéresis es uno de los más sencillos y difundidos algoritmos que permiten mantener la variable controlada dentro de un rango determinado. Se aplica normalmente sobre procesos lentos y para impedir que los actuadores trabajen haciendo on/off a frecuencias que pudieran resultar nocivas.



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE ING. ELECTRÓNICA

4.11 PRÁCTICA # 6

Control de Nivel por Presión Constante (PID).

OBJETIVO:

- Estabilizar el nivel entre el tanque 1 y el tanque 3 de tal manera que la presión sea constante.
- Monitorear desde el Scada el lazo de control y afinar el PID desde la pantalla de tendencias.

MATERIALES:

- PLC FLEX LOGIX 5433
- Módulos de entradas y salidas digitales y analógicas.
- Pulsadores.
- Variador de frecuencia Altivar 11.
- Bomba trifásica
- Bombas Monofásicas
- Transmisores de presión.
- Manómetros
- Válvulas
- Scada, Factory Talk

Teoría fundamental para la Práctica. Método de ajuste PID.

Hay varios métodos para ajustar un lazo de PID. El método más efectivo generalmente requiere del desarrollo de alguna forma del modelo del proceso, luego elegir P, I y D basándose en los parámetros del modelo dinámico.

Los métodos de ajuste manual pueden ser muy ineficientes. La elección de un método dependerá de si el lazo puede ser "desconectado" para ajustarlo, y del tiempo de respuesta del sistema.

Si el sistema puede desconectarse, el mejor método de ajuste a menudo es el de ajustar la entrada, midiendo la salida en función del tiempo, y usando esta respuesta para determinar los parámetros de control. Ahora describimos como realizar un ajuste manual.

Si el sistema debe mantenerse online, un método de ajuste consiste en establecer primero los valores de I y D a cero. A continuación, incremente P hasta que la salida del lazo oscile. Luego establezca P a aproximadamente la mitad del valor configurado previamente.

Después incremente I hasta que el proceso se ajuste en el tiempo requerido (aunque subir mucho I puede causar inestabilidad).

Finalmente, incremente D, si se necesita, hasta que el lazo sea lo suficientemente rápido para alcanzar su referencia tras una variación brusca de la carga.

Un lazo de PID muy rápido alcanza su setpoint de manera veloz. Algunos sistemas no son capaces de aceptar este disparo brusco; en estos casos se requiere de otro lazo con un P menor a la mitad del P del sistema de control anterior.

Sintonización Automática.

La instrucción PIDE tiene un sintonizador automático incorporado que se puede utilizar para obtener las constantes sugeridas de optimización para el bucle de proceso. Debido a que el autotune está integrado en la instrucción PIDE, que puede sintonizar sus lazos dentro de RSlogix 5000 o de cualquier interfaz de operador. El autosintonizador PIDE es un sintonizador automático lazo abierto, lo que significa que el bucle debe estar en manual.

El autotune ve la respuesta de PV, y luego el conjunto de valores sugeridos, ganancia proporcional, integral y derivativa, para una ganancia rápida, media o lenta.

Como se muestra mas abajo, además de las constantes de ajuste sugeridas, el autotune también devuelve el modelo de proceso que se utilizó para estimar las constantes de sintonización. Al comparar este modelo para el proceso actual, se puede tener una idea de los logros propuestos.

Para realizar el Autotune los pasos son.

- PIDE Properties PID_6_02 Parameters Tag Autotune Vis Name Value Туре Description ~ EnableIn 1 BOOL Enable Input. If False, PV 6.6333327 REAL Τ Scaled process variabl. Ι **PVFault** 0 BOOL PV bad health indicato. 100.0 REAL Ι **PVEUMax** Maximum scaled value. Τ **PVEUMin** 0.0 REAL Minimum scaled value .. SPProg 0.0 REAL SP Program value, sc. 1 SPOper 50.0 REAL SP Operator value, sc... SPCascade 0.0 REAL SP Cascade value, sc.. SPHLimit 100.0 REAL SP high limit value, sc., SPLLimit 0.0 REAL SP low limit value, scal. UseRatio 0 BOOL Allow Ratio control per. RatioProg 1.0 REAL Ratio Program multiplie. Τ RatioOper 1.0 REAL Ratio Operator multipli... Ratio high limit value, ... 🗸 RatioHLimit 1.0 REAL 1.0 DEAL
- 1.- En el bloque de instrucciones PID se da clic en la pestaña Autotune.

Fig. 4.13 Propiedades PID.

Fuente: AutoreS

2. - Clic en Acquite Tag.

PIDE Properties - P	ID_6_02			Þ
Parameters Tag Tag Name: Acquire Tag Release Tag	PID_AUTO_2 Tag Status:	Available		
Autotune Inputs Process Type: PV Change Limit: CV Step Size:	Level	100.0 10.0 %	Current Gains Proportional: Integral: Derivative:	4.0 2.0 0.0
Autotune			Execution State: ?	

Fig. 4.14 Pantalla Acquite. Fuente: Autores

3.- Seleccione el tipo de proceso

PIDE Properties - I	PID_6_02		×
Parameters Tag	Autotune		
Tag			
Name:	PID_AUTO_2		
Acquire Tag	Tag Status: Acquired		
Release Tag			
Autotune Inputs		Current Gains	
Process Type:		Proportional:	4.0
PV Change Limit:	Level	Integral:	2.0
CV Step Size:	Velocity Integrating	Denvauve.	0.0
Autotune	Non-integrating 📉	Execution State: Ready	

Fig. 4.15 Pantalla tipo de Proceso.

Fuente: Auto

4.- Clic en el botón de sincronización automática

PIDE Properties -	PID_6_02			
Parameters Tag	Autotune*			
Tag				
Name:	PID_AUTO_2			
Acquire Tag	Tag Status:	Acquired		
Release Tag				
Autotune Inputs			Current Gains	
Process Type:	Level	-	Proportional:	4.0
PV Change Limit:		100.0	Derivative:	0.0
CV Step Size:		10.0 %		
Autotune			Execution State: Ready	

Fig. 4.16 Pantalla Autotune.

Fuente: Autores

4.- Coloque el lazo en el modo manual y esperar a que en el PV se depositen un valor estacionario.



Fig. 4.17 Pantalla principal Control de Nivel.

Fuente: Autores - 194 - 5.- Haga clic en Start y el autosintonizador iniciará la recogida de datos.

Start Abort	Execution State: Rear Autotune Status: OK	ψ	
Autotune Gains C Slow Response C Medium Response C Fast Response C Current Set Gains in PIDE	Proportional 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.	Integral (1/min) 0.0 0.0 0.0 2.0	Derivative (min) 0.0 0.0 0.0
Time Constant: Deadtime: Gain:	0.0 sec 0.0 sec 1.0 Close	Help	

Fig. 4.18 Pantalla Start de Autosincronización.

Fuente: Autores

5.- Una vez que el autosintonizador ha recopilado suficientes datos, se coloca los valores obtenidos en el lazo de control.

PIDE Autotune - PID_6	_02		X
Start Abort	Execution State: Con Autotune Status: OK	nplete	<u>^</u>
- Autotune Gains	Proportional	Integral (1/min)	Derivative (min)
C Slow Besponse			
	1.4229561	2 11 9971 0	0.07024644
C Fast Besponse	2 2205202	4.9511000	0.07024644
 Current 	4.0	4.0011636	0.10378513
Set Gains in PIDE			
Time Constant: 0.969 Deadtime: Gain: 0.07333 Based on Integrating model	9717 sec 3.3 sec 3351 Close	Help	

Fig. 4.19 Pantalla de datos obtenidos para el lazo de Control. Fuente: Autores

6.- El tipo de respuesta del proceso que es requerido para el lazo de control puede ser.

- Lento
- Medio
- Rápido.

Instrucciones.

- 1. Realizar una recirculación de agua entre los tanques 1 y 3.
- 2. Verificar que todas las válvulas manuales estén abiertas.
- 3. Setear el porcentaje de nivel a llenarse en el tanque 3.
- 4. Dar inicio a la práctica desde el Scada o el panel operador.
- 5. Observar el porcentaje de apertura de la válvula proporcional
- 6. Observar la variación de frecuencia del variador.
- 7. Lograr estabilizar el tanque 3 a la frecuencia seteada.



Fig. 4.20 Control y monitoreo de la Práctica #6. Fuente: Autores

- 8. Observar que en la curva de Set Point de nivel sea lo más cercano a lineal.
- 9. Del no ser el caso ajusta los valores de PID, vistos en la pantalla.

- 10. En la pantalla de tendencia podemos ver los valores del comportamiento del nivel en el tiempo.
- 11. Para la programación en el PLC tomar como referencia la Tab. A1 de descripción de Tags.



Fig. 4.21 Tendencia de Control de nivel por Presión Constante.

Fuente: Autores

Programa del PLC.





Bloque PID.



Conclusiones.

En la industria el sistema de llenado por presión constante es muy utilizado para diversos casos como en el proceso de tratamiento de agua, donde el nivel debe mantenerse constante para el consumo general de la planta, en este caso ajustar un sistema PID es muy importante ya que al lograr afinarlo el sistema siempre tendrá agua y a una presión regulada.

ANEXOS

ANEXOS

A.1 Elementos que intervienen en la maqueta didáctica.

Para las diferentes prácticas didácticas la maqueta cuenta con Bombas monofásicas, Bomba trifásica, Válvulas de bola, Válvulas solenoides, Válvula proporcional, Transmisores de presión, Manómetros, Pt100, Transmisor de temperatura, Resistencia de 3000W, Accesorios en hierro negro, Galvanizados, y Pvc.

En la parte de control PLC Flex Logix 5433, Módulos digitales y analógicos, Relés, Breakers, Pulsantes, Borneras, Contactores, Guardamotores, Fuente de poder, Repartidor de carga etc.

A continuación un breve estudio de los elementos y sus características:

A.2 Bombas utilizadas en el Proceso de Maqueta Didáctica.

En nuestro proceso de utilizó, dos bombas de agua marca Paolo y una bomba trifásica marca Thebe para llenado y vaciado de los tanques.

A.2.1 Especificaciones de Bomba Paolo.



Fig. A.1 Bomba de Agua Paolo Fuente / Autores

Especificaciones (a 115v, 230v/ 60 Hz, 3400 R.P.M)

A.3 Sistema Variador de velocidad-Bomba trifásica.

Dentro de las soluciones disponibles para control el nivel del tanque escogimos la combinación de una bomba centrífuga con un variador de velocidad, para de este modo lograr la variación del caudal de entrada al tanque y con la variación del nivel del mismo.

El costo de este sistema es relativamente alto, ya que al tratar de conseguir una bomba centrífuga adecuada surgieron algunos inconvenientes, primero debimos considerar la potencia de esta bomba, ya que no se podía considerar bombas que manejaran un caudal muy grande debido a que el objetivo era alimentar un tanque de una capacidad limitada, un tanque para demostraciones y pruebas. De este modo se decidió buscar alternativas con bombas monofásicas, las cuales tienen un precio reducido, pero en el mercado no existe un controlador de velocidad para los mismos debido a la popularidad de los motores trifásicos. Finalmente optamos por la búsqueda de un bomba trifásica de poca capacidad que se ajuste a las necesidades, se realizó la compra de una bomba centrífuga trifásica de 0.5 HP, que es una de las de menores potencia a nivel comercial. Con esto en mente se realizó la búsqueda de un variador de velocidad que posea entrada de control para así realizar el control desde el computador.



Fig. A.2 Bomba Trifásica Thebe Fuente / Autores Datos de Placa del Motor:

Potencia:	0.5/0.37 HP/Kw	
Frecuencia:	60Hz	
Voltaje:	220/380/440 3¢	
Amperaje:	2.70/1.56/1.35 A	
RPM:	3480	
FS:	1.60	
Cosø:	0.75	

A.4 Variador de Frecuencia.

El variador de velocidad Telemecanique Altivar 11 trabaja con control de tensiónfrecuencia conectado a redes monofásicas desde 200 a 240 voltios.

La etapa de control de este variador de velocidad se compone de un accesorio denominado BOP (panel básico de operación) y de un bloque de terminales de control para distintos propósitos.

Para iniciar el trabajo con el variador de velocidad, por medio del BOP se deben configurar los datos de placa del motor al cual se va a conectar el variador de velocidad. Además se deben configurar parámetros como la fuente de comandos, que especifica desde donde el variador de velocidad va a recibir los comandos para su operación.

Dentro de las opciones de fuentes de comandos tenemos: enviar comandos desde el BOP, enviar los comandos desde el bloque de terminales de control y finalmente enviar los comandos desde una interfase.

Para el desarrollo de esta aplicación seleccionaremos la opción de enviar los comandos desde el bloque de terminales de control.

Para mayor información de cómo configurar el variador de velocidad Telemecanique Altivar 11 revisar el anexo II.



Fig. A.3 Variador de Velocidad Altivar 11 Fuente / Autores

A.5 Tuberías.

El término tubería se aplica al tubo, accesorios, válvulas y otros componentes que conducen líquidos, gases y otras mezclas.

A.6 Tubos.

Por tubos se conocen todos aquellos productos tubulares con dimensiones variadas, hechos de materiales de uso común en conductos y conexiones.

Por norma, de acuerdo a cada clasificación, el diámetro exterior es el mismo para cada diámetro nominal.

Por tubos especiales se entienden aquellos productos tubulares como los de calderas, intercambiadores de calor, instrumentación y en industrias especiales como aviones, autos y otros usos especiales que tienen sus propias normas de fabricación. Además existen los tubos hechos sobre pedido según el tamaño que al caso lo requiere y que no siguen ninguna norma específica.

A.6.1 Clasificación de los tubos de acuerdo a diferentes factores.

Para el caso de los tubos con costura, éstos pueden ser soldados desde con métodos tradicionales como los métodos con soldadura eléctrica, hasta soldaduras de producción por métodos como el de rodillos o el arco sumergido.

A.6.2 Designación del espesor.

Antes los tubos se clasificaban por su espesor en: estándar, extrafuertes y doble extrafuertes.

Luego de esta clasificación, nace la necesidad de una mejor clasificación, creándose la clasificación por cédulas que se derivan de la siguiente formula.

NC = 1000 x P/S x E

NC = número de cédulas
P = presión de operación (lb/pulg2)
S = esfuerzo permisible (lb/pulg2)
E = factor de calidad (0.8 a 1.0)

A.6.3 Accesorios.

Ya que estos accesorios son conocidos para la mayoría de los lectores, solo los enunciaremos:

Codos de 45° y 90°, uniones, uniones universales (nudos), reducciones (campana y bushing), tee, cruz, codo reductor macho – hembra (cachimba), montura, "Y", "U", filtros, cheques, bridas.

Los accesorios en general pueden clasificarse de acuerdo a diferentes parámetros:

Para el caso de los accesorios PVC roscables, se debe tener cuidado en el torque de apriete, pues a diferencia de los otros en que se usan las llaves, los de PVC requieren un ajuste a mano. Un ajuste con llave ocasionará que los elementos se partan. El sellado lo realiza el mismo material con su capacidad de amoldarse ayudado por elementos como el teflón o pastas sellantes muy usadas en gasfitería.

Se debe tener presente en el diseño, montaje, ampliaciones en incluso durante la operación de los sistemas, el uso de la menor cantidad posible de accesorios, pues además de causar caídas de presión apreciables en cualquier sistema, especialmente en los de aire comprimido el abuso de "T" y codos producen la precitación de la condensación del aire, que si no tienen los apropiados medios de drenajes, provocarán problemas posteriores.

A.7 Válvulas.

Son elementos que sirven para regular o cerrar totalmente el paso de algún fluido.

Los principales tipos de válvulas que hay en el mercado son: compuerta, globo, aguja, bola o cierre rápido, "Y", mariposa, ángulo, anti-retorno o cheque, y válvula de control.

Estas válvulas pueden tener accionamiento manual o automático de accionamiento eléctrico o neumático.

Al comprar una válvula, es necesario especificar:

- El tipo de válvula (ya descrito)
- Material (hierro negro, hierro galvanizado, acero inoxidable, bronce, plástico, etc.
- Temperatura y presión.
- Tipo de conexión (roscable, brida, soldabe, pegable)

En las válvulas generalmente viene impreso en alto relieve la presión y el fluido para la cual está diseñada. Si la compra se va hacer para montaje o reemplazo, es necesario tomar en cuenta algunos factores de selección, tales como precio, calidad, caída de presión capacidad de regulación de caudal etc.

A continuación el libro de Antonio Creus Solé nos presenta una definición muy acertada de los tipos de válvulas.

A.7.1 Válvula de bola.

El cuerpo de una válvula de bola tiene una cavidad interna esférica que alberga un obturador en forma de esfera o de bola (de ahí su nombre). La bola tiene un corte adecuado (usualmente en V) que fija la curva característica de la válvula, y gira transversalmente accionada por un servomotor exterior. El cierre estanco se lo logra con un arco de teflón incorporado al cuerpo contra el cual asienta la bola cuando la válvula esta cerrada. En posición de apertura total, la válvula aproximadamente en tamaño a 75% del tamaño de la tubería. La válvula de bola se emplea principalmente en el control de caudal de fluidos negros, o bien en fluidos con gran porcentaje de sólidos en suspensión.⁴⁶



Fig. A.4 Válvula de Bola Fuente / Autores

⁴⁶ SOLE, Antonio Creus, *Instrumentación Industrial*, 6ta edición Cap. VII, pag.370.

A.7.2 Válvula Solenoide.

Constan de un solenoide o bobina que, al ser excitado, eleva un pistón y abre la válvula.

Pueden accionarse por mando a distancia, utilizando una pequeña corriente auxiliar que puede conectarse, bien manualmente, o bien mediante dispositivos de mando automático: termostatos, manóstatos, relojes de mando, etc.

A.7.2.1 Características Válvula Solenoide.

El empleo de estas válvulas permite mantener determinadas variables (temperatura, presión, nivel, etc.) dentro de una gama de valores. Admiten normalmente presiones de trabajo hasta 20 kp/cm2.

A.7.2.2 Aplicaciones Válvula Solenoide.

Las válvulas electromagnéticas sirven sólo para apertura o cierre totales. Son aplicables en una amplia variedad de instalaciones: de calefacción, refrigeración, autoclaves, pasteurizadores, cambiadores de calor, distribuidores de gas y vapor, textiles, etc.



Fig. A.5 Válvula Solenoide Fuente / Autores

- 208 -

A.8 Válvula Proporcional.

Este tipo de válvulas regulan la presión y el caudal a través de un conducto por medio de una señal eléctrica, que puede ser de corriente o de voltaje.

Su principal aplicación es el control de posición y de fuerza, ya que los movimientos son proporcionales y de precisión, lo que permite un manejo más exacto del paso de fluidos.

Para nuestro proyecto se utilizó una válvula proporcional accionada electrónicamente de 2 vías modelo EV260B de la marca Danfoss, figura 2.7. Esta válvula posee la característica de que su apertura y cierre se regula proporcionalmente mediante la regulación progresiva ya sea de corriente o voltaje. La señal de control de la apertura de esta válvula puede ser una señal de corriente o de voltaje.

Una de las aplicaciones de esta válvula proporcional es conectada a la parte del vaciado del tanque 3 para así regular el caudal de salida del tanque. Así simulamos las perturbaciones de la maqueta didáctica, teniendo un control sobre la apertura de la válvula podemos realizar las perturbaciones de una manera mas inspeccionada, a diferencia de una válvula manual con la cual sería difícil tener un conocimiento de que apertura tiene dicha válvula en un momento determinado.



Fig. A.6 Válvula Proporcional Fuente / Catálogo Danfoss

A.9 Transmisor de Presión.

Dentro de las soluciones para medición de nivel se cuenta en el mercado con una amplia variedad de sensores bien sean tipo ultrasónicos, medidores tipo capacitivos, transmisores de presión. Ya sea para cualquiera de estas soluciones se realizo un análisis comparativo entre las ventajas de los productos disponibles localmente, y a partir de eso se seleccionó un transmisor de presión para realizar la medición indirecta del nivel.

Se realizó la compra de un transmisor de presión PT15, marca WINTERS, Figura 2.8. Principalmente se escogió este transmisor por estar disponible localmente, y por el costo. Este transmisor es de fácil instalación, no requiere una circuitería de acondicionamiento complicada, una vez obtenida la señal de medición de presión a través de formulas matemáticas sencillas que relacionan la presión hidrostática con el nivel se calcula la medición en centímetros de nivel en el tanque.



Fig. A.7 Transmisor de Presión Winters Fuente / Autores

Para hallar una relación matemática entre el valor de corriente transmitida por el transmisor de presión y el nivel del tanque debemos conocer el rango de trabajo del transmisor, el cual de acuerdo a los datos del fabricante, es como se observa en la figura A.8.



Fig. A.8 Rango de operación del Transmisor de Presión Winters PT-15 Fuente / Autores

A.10 Transmisor de Temperatura Wica.

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).



Fig. A.9 Transmisor de temperatura marca Wica T19.30.1P0-1 Fuente / Hoja técnica Wica TE 24.01

A.10.1 Conexión del transmisor de temperatura con la PT100.



Fig. A.10 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.

A.11 PT100.

Un Pt100 es un sensor de temperatura. Consiste en un alambre de platino que a 0°C tiene 100 ohmios y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica. El incremento de la resistencia no es lineal pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde.

Normalmente las Pt100 industriales se consiguen encapsuladas en la misma forma que las termocuplas, es decir dentro de un tubo de acero inoxidable ú otro material (vaina), en un extremo está el elemento sensible (alambre de platino) y en el otro está el terminal eléctrico de los cables protegido dentro de una caja redonda de aluminio (cabezal).

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.



Fig. A.11 PT-100 Fuente: Autores

A.12 Breakers.

Dispositivos de protección magnética contra sobre corrientes.



Fig. A.12 Breakers de Protección

Fuente: Autores

- 213 -

A.13 Definición de un Relé de estado sólido.

Se llama relé de estado sólido a un circuito híbrido, normalmente compuesto por un optocoplador que aísla la entrada, un circuito de disparo, que detecta el paso por cero de la corriente de línea y un triac o dispositivo similar que actúa de interruptor de potencia.

Su nombre se debe a la similitud que presenta con un relé electromecánico; este dispositivo es usado generalmente para aplicaciones donde se presenta un uso continuo de los contactos del relé que en comparación con un relé convencional generaría un serio desgaste mecánico, además de poder conmutar altos amperajes que en el caso del relé electromecánico destruirían en poco tiempo los contactos.

Estos relés permiten una velocidad de conmutación muy superior a la de los relés electromecánicos.



Fig. A.13 Relé de estado Sólido

Fuente: http://www.google.com.ec/imgres?q=rele+de+estado+solido+omron

A.14 Definición de Guardamotor

El Guardamotor posee un interruptor (on-off), un relé de sobrecarga y un disparo magnético perfectamente combinados entre sí.

Se lo debe montar junto con un contactor sólo cuando se requiere accionamiento a distancia.

Con un sólo aparato se cubren las siguientes funciones:

- Protección contra corto circuitos.
- Protección contra sobrecargas.
- Protección contra falta de fase.
- Arranque y parada.
- Señalamiento.



Fig. A.14 Guardamotor Siemens Fuente: Catalogo Siemens

A.15 Definición de Relé

El relé o relevador, es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.
Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico.

Se denominan contactos de trabajo aquellos que se cierran cuando la bobina del relé es alimentada y contactos de reposo a los cerrados en ausencia de alimentación de la misma. De este modo, los contactos de un relé pueden ser normalmente abiertos, NA o NO, *Normally Open* por sus siglas en inglés, normalmente cerrados, NC, *Normally Closed*, o de conmutación. La lámina central se denomina lámina inversora o de contactos inversores o de conmutación que son los contactos móviles que transmiten la corriente a los contactos fijos.

Los contactos normalmente abiertos conectan el circuito cuando el relé es activado; el circuito se desconecta cuando el relé está inactivo. Este tipo de contactos es ideal para aplicaciones en las que se requiere conmutar fuentes de poder de alta intensidad para dispositivos remotos.

Los contactos normalmente cerrados desconectan el circuito cuando el relé es activado; el circuito se conecta cuando el relé está inactivo. Estos contactos se utilizan para aplicaciones en las que se requiere que el circuito permanezca cerrado hasta que el relé sea activado.

Los contactos de conmutación controlan dos circuitos: un contacto NA y uno NC con una terminal común.



Fig. A.15 Relé Fuente: http://es.rs-online.com/web/0140167.html

A.16 PLC Flex Logix 5433 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



Fig. A.16 PLC Flex Logix 5433 (Allen Bradley) Fuente: Autores

Para poder realizar la descarga y comunicación del PLC Flex Logix 1533 con un computador se tiene la posibilidad de trabajar con el cable RS 232 o con un cable Ethernet cruzado.



Fig. A.17 Conexión Cable RS-232 Fuente: Manual Flex Logix 5433

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 1794 FLEX 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 8 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 1794, se los montan a la derecha del módulo adaptador.

A.16.1 Ventajas PLC Flex Logix 5433 Allen Bradley

• Ahorros en el cableado

- 218 -

- 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 1794, los módulos se montan a la derecha del módulo adaptador. Si está usando un módulo de fuente de alimentación eléctrica (1794-PS13), coloque la fuente de alimentación eléctrica a la izquierda del módulo, tal como se muestra a continuación.



Fuente de alimentación eléctrica	Modulo adaptador 1794	Modulo de E/S 1794					
							41

Fig. A.18 Colocación de Módulos Fuente: Manual Flex Logix 5433

A.17 Módulos a Utilizar

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

- Base Flex I/O 1794-TB3
- 1794-IB10XOB6, módulo de 10 entradas y 6 salidas digitales.
- 1794-IE8, módulo de 8 entradas analógicas.
- 1794-0E4, módulo de 4 salidas analógicas.
- 1794-0B16, módulo de 16 salidas digitales.

A.18 Hoja técnica PLC Flex Logix 5433.



- menos comunicaciones puesto que los datos de E/S se manejan localmente y se transmiten solamente cuando ocurre un evento
- una arquitectura menos susceptible a un solo punto de fallo puesto que el control no depende de controladores maestros individuales
- una puesta en marcha más rápida y mantenimiento simplificado debido a que el control reside muy cerca de la maquinaria

Tome control con Logix

Los controladores FlexLogix:

- usan el mismo motor de control potente que la plataforma ControlLogix de alto rendimiento para proporcionarle la capacidad máxima de procesamiento mediante todo el sistema de control
- usan el mismo software de programación RSLogix 5000 compartido por otras plataformas Logix, lo cual resulta en una reutilización máxima y una capacitación mínima
- usan el modelo de memoria avanzado
 Logix para asegurar la integración potente
 y sencilla de datos mediante múltiples
 controladores distribuidos

- añaden control a FLEX I/O, el sistema de E/S compacto y modular montado en el riel DIN que cuenta con una interface de E/S integrada y una regleta de bornes para reducir el cableado
- conectan la arquitectura de comunicación NetLinx mediante tarjetas de red para ControlNet, DeviceNet* y EtherNet/IP* para brindar comunicaciones más eficaces y mejor rendimiento efectivo

*disponible en el año 2001

Componentes del sistema

Un sistema FlexLogix típico consiste en un controlador FlexLogix, E/S locales FlexLogix con un adaptador de expansión opcional, módulos FLEX y/o FLEX Ex I/O y el software de programación RSLogix 5000. Las opciones disponibles incluyen tarjetas de red ControlNet, un cable extensor FLEX I/O y una fuente de alimentación eléctrica FLEX



Total máx. de E/S	Se recomiendan 256	
Tiempo de actualización de E/S	Escán del programa + escán de E/S lo	cales + escán de E/S remotas
	(ControlNet) (los 4 escanes ocurren en	serie)
	 Escán del programa 	
	 Escán de E/S locales de procesador 	residente
	 Escán extendido de E/S locales 	
	 Escán de E/S en lugares remotos (C 	ontrolNet)
Escán del programa	Instrucciones de 0.08 ms/K	
Escán de E/S locales	 E/S locales de procesador residente 	: 2 a 5 ms
	 E/S locales extendidas: 	2 a 5ms
Tiempo de escán de E/S remotas/chasis	 ControlNet: 2 ms (con 8 palabras di 	e entrada y 8 palabras de salida)
Peso	0.71 kg (1.56 lbs) (1794-L33)	0.75 kg (1.66 lbs) (1794-L34)-sin tarjetas de red
Temp. ambiente (funcionamiento)	0 a 60°C (32 a 140°F	
Humedad de funcionamiento	5 a 95% sin condensación	
Normas y certificaciones	UL, CE, CSA	
Voltaje de entrada	Nominal:	24 VCC
	Rango:	19.2 V a 31.2 VCC (incluye fluctuación de CA del 5%)
Corriente de entrada	1.33 A máximo a 19.2 V	
	0.85 A máximo a 24 V	
Potencia de entrada	 25.5 W máximo a 19.2 V 	
	 20.4 W máximo a 24 V 	
Salida de corriente del backplane	Total para los módulos de E/S y tarjeta	as de comunicación:
	 1900 mA máximo a 5.1 V 	
Choque	 En funcionamiento: 	pico 30 g durante 11 ms
	 Almacenamiento: 	pico 50 g durante 11 ms
Vibración	 5 g a 10 a 500 Hz según IEC 68-2-6 	



Modelos FlexLogix		
ltem	No. de catálogo	Descripción
Controlador FlexLogix	1794-L33	FlexLogix 5433 con 64 Kbytes de memoria fija
	1794-L34	FlexLogix 5434 con 512 Kbytes de memoria fija
Comunicaciones	1788-CNC	Tarjeta de comunicación ControlNet
	1788-CNCR	Tarjeta de comunicación ControlNet con medios físicos redundantes
Software de comunicación	9324-RLD3000ENE	Software de programación RSLogix 5000 estándar
	9324-RDCNTENE	Software de programación RSLogix 5000 y RSNetWorx para ControlNe
Fuente de alim. eléc.	1794-PS1 o PS13	Fuente de alimentación eléctrica – 24 VCCX
Batería	1756-BA1 (PROMARK E	lectronics 94194801) 0.59 g de litio
Adaptadores de comunicación FLEX	1794-ACN15/C	Adaptador ControlNet de 24 VCC
	1794-ACN15R/C	Medios físicos redundantes ControlNet de 24 VCC
Módulos FLEX I/O	Para obtener más detal	les acerca de todos los módulos FLEX 1/O disponibles, por favor vea la
	publicación no. 1794-1.	17. Tenga presente que los siguientes módulos FLEX I/O NO son
	compatibles con FlexLo	gix — 1794-IR8, 1794-VHSC, 1794-E4, 1794-IT8, 1794-ID2, Flex Integra
	y módulos de otros sum	inistradores.
Adaptador de comunicación FLEX Ex *	1797-ACN15R	Adaptador de medios físicos redundantes ControlNet
Módulos de FLEX Ex I/O *	Para obtener más detal	les acerca de todos los módulos FLEX 1/O disponibles, por favor vea la
	publicación no. 1794-1.	17.
Ventas	Logix-BR001A-EN-P	El folleto publicitario Logix proporciona una descripción general
		de las ventajas de seleccionar Logix para el control
Publicaciones	1794-SG001A-EN-P	La guía de selección FlexLogix le ayudará a seleccionar correctamente
		los componentes necesarios para diseñar su sistema FlexLogix
	1756-CD	EI CD promocional ControlLogix contiene todos los documentos
		publicitarios y técnicos actuales para ControlLogix
	1794	Perfil del producto FLEX I/O
	1797	Perfil del producto FLEX Ex I/O

"Los módulos FLEX Ex pueden ser controlados remotamente mediante ControlNet por un controlador FlexLogix montado en la zona segura. Copyright 2000 Rockwel International Corporation

Todas las marcas comerciales y marcas registradas son propiedad de sus compañías respectivas

Fuente: Manual PDF, Controlador Flex logix 5433, Allen Bradley

A.19 Información sobre el sistema FLEX I/O

El sistema FLEX I/O consta de tres componentes que ahorran espacio:

- Adaptadores
- Unidades de base.
- Módulos de E/S



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

A.20 Unidad base 1794-TB3



Unidades base Cat. No. 1794-TB3 y -TB3S

Especificaciones - 1794-1	TB3	Especificaciones – 1794-TB3S					
Número de terminales	1 fila de 16 2 filas de 18	Número de terminales	1 fila de 16 2 filas de 18				
Par de tornillo de terminal	7-9 pulg.–libras	Tipo de terminal	Abrazadera de resorte - Para abrir, inserte				
Capacidad de corriente	10 A máximo		destornillador plano (0.100–0.120 pulo /2.54–3.05 mm) y levante.				
Voltaje nominal	132 VCA máximo	Canacidad de corriente	10 A máximo				
Voltaje de aislamiento	Aislamiento de canal a canal determinado	Voltaie nominal	132 VCA máximo				
	por modulo insertado (ver publicación 1794-5.2)	Voltaje de aislamiento	Aislamiento de canal a canal determinado				
Especificaciones general	es	renaje de distantionte	por módulo insertado (ver publicación				
Dimensiones (con módulo	94 mm x 94 mm x 69 mm (3.7 pulg. x 3.7		1794-5.2)				
instalado en base) Alto x	pulg. x 2.7 pulg.)	Especificaciones general	es				
Ancho x Profundidad		Dimensiones (con módulo instalado en base) Alto y	94 mm x 94 mm x 69 mm (3.7 pulg. x 3.7				
Condiciones ambientales	0 a 55°C (32 a 131°E)	Ancho x Profundidad	puig. x 2.7 puig.)				
Temp, de almacenam. Humedad relativa Choque De operación Fuera de oper. Vibración	-40 a 85°C (-40 a 185°F) 5 a 95% sin condensación 30g acelerac. pico, 11 (±1)ms ancho impulsos 50g acelerac. pico, 11 (±1)ms ancho impulsos Probado 5g @ 10–500 Hz según IEC 68-2-6	Condiciones ambientales Temp. de operación Temp. de almacenam. Humedad relativa Choque De operación	0 a 55°C (32 a 131°F) -40 a 85°C (-40 a 185°F) 5 a 95% sin condensación 30g acelerac. pico, 11(±1)ms ancho impulsos 50g acelerac. pico, 11(±1)ms ancho impulsos Probado 5g @ 10-500 Hz según IEC 68-2-6				
Conductores Calibre de cable	Calibre 12 (4 mm ²) trenzado máximo	Fuera de oper. Vibración					
Categoría	3/64 pulg. (1.2 mm) aislamiento máximo (Establecida por módulo insertado). ¹	Conductores Calibre de cable	Calibre 12 (4 mm ²) trenzado máximo				
Publicación Instrucciones de		Categoría	(Establecida por módulo insertado).1				
instalación	1794-5.2	Publicaciones					
Certificaciones (cuando el producto o su	Certif. Clase 1 División 2	Instrucciones de instalación	1794-5.42				
Ceruit, Grupos A, B, C, D Ceruit, Grupos A, B, C, D		Certificaciones	Certif. Clase 1 División 2				
		(cuando el producto o su embalaje llevan la marca)	Certif. Grupos A, B, C, D				
automatización industrial".	para minumuau ar ruloo de equipos de	¹ Use esta información sobre categoría de conductores para planificar la instalación de conductores. Consulte la publicación 1770-4.1ES, "Pautas de cableado y conexión a tierra para inmunidad al ruido de equipos de evidencia negliciente utilicar."					

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

A.21 Módulo combinado 10 entradas, 6 salidas IB10XOB6

Cableado a una unidad base1794-TB3

- Conecte la alimentación eléctrica de entrada o salida asociada al terminal correspondiente en la fila 34–51 (C) de cada uno, tal como se indica en la siguiente tabla. (Los terminales de alimentación 34 a 51 están conectados internamente).
- Conecte la alimentación de +24 VCC al terminal 34 en la fila 34-51 (C).
- Si la alimentación eléctrica continúa a la siguiente unidad base, conecte un puente desde el terminal 51 (+24 VCC) en esta unidad base al terminal 34 en la siguiente unidad base.
- Conecte el retorno de entrada o salida asociada al terminal correspondiente en la fila 16-33 (B) de cada uno, tal como se indica en la siguiente tabla. (Los retornos están conectados internamente).

1794-TB3



Establecimiento del tiempo del filtro de entrada (no disponible cuando se usa con el adaptador 1794-ASB)

- Conecte el retorno de entrada o salida asociada al terminal correspondiente en la fila 16-33 (B) de cada uno, tal como se indica en la siguiente tabla. (Los retornos están conectados internamente).
- 5. Conecte el retorno de 24 VCC al terminal 16 en la fila 16-33 (B).
- Si el retorno de 24 VCC continúa a la siguiente unidad base, conecte un puente desde el terminal 33 (retorno) en esta unidad base al terminal 16 en la siguiente unidad base.
- Conecte cableado de entrada y salida individual a los terminales numerados en la fila 0-15 (A), tal como se indica en la siguiente tabla.



ATENCION: El consumo total de corriente a través de la unidad base está limitado a 10 A. Es posible que se necesiten conexiones de alimentación eléctrica separadas.

	Tine de	1	794-TB3 y -TB3	S	
Canal	señal ¹	Señal	Retorno ²	Sumi- nistro ³	
Entrada					
0	Ent. drenador	0	17	35	
1	Ent. drenador	1	18	36	
2	Ent. drenador	2	19	37	
3	Ent. drenador	3	20	38	
4	Ent. drenador	4	21	39	
5	Ent. drenador	5	22	40	
6	Ent. drenador	6	23	41	
7	Ent. drenador	7	24	42	
8	Ent. drenador	8	25	43	
9	Ent. drenador	9	26	44	
Salida	· · · · ·				
0	Salida surtidor	10	27	45	
1	Salida surtidor	11	28	46	
2	Salida surtidor	12	29	47	
3	Salida surtidor	13	30	48	
4	Salida surtidor	14	31	49	
5	Salida surtidor	15	32	50	
	Retorno de 24 VCC		16 a 33		
	Alim. de +24 VCC		34 a 51		

----- -----

Establecimiento del tiempo del filtro de entrada

(no disponible cuando se usa con el adaptador 1794-ASB)

Se puede seleccionar el tiempo del filtro de entrada (FT) para los canales de entrada (canales 00 a 09). Seleccione el tiempo del filtro de entrada estableciendo los bits correspondientes en la palabra de configuración (palabra 3) del módulo.

Por ejemplo, para establecer un tiempo de retardo de 8 ms para un módulo de entrada de CC en dirección de rack 1, grupo de módulos 0, establezca los bits 08, 09 y 10 en la palabra de configuración 3 tal como se muestra a continuación.

	Bits		Descripción	Tiempo de filtro			
10	09	08	Tiempo de filtro para entradas 00-09	Off a On/On a Off			
0	0	0	Tiempo de filtro 0 (valor predeterminado)	0.25 ms			
0	0	1	Tiempo de filtro 1	0.5 ms			
0	1	0	Tiempo de filtro 2	1 ms			
0	1	1	Tiempo de filtro 3	2 ms			
1	0	0	Tiempo de filtro 4	4 ms			
1	0	1	Tiempo de filtro 5	8 ms			
1	1	0	Tiempo de filtro 6	16 ms			
1	1	1	Tiempo de filtro 7	32 ms			

Módulo co	mbinado	de 24	VCC	de 10	entradas/6	salidas	de :	2 A	Cat.	No.	1794-IB10XOB6
-----------	---------	-------	-----	-------	------------	---------	------	-----	------	-----	---------------

Especificaciones - 1794-	B10X OB6
Ubicación del módulo	Unidad base Cat. No. 1794-TB3 o -TB3S
Voltaje de aislamiento (mín)	aislamiento 1250 VCA (rms) 100% probado a 2121 VCC durante 1 s entre usuario y sistema No hay aislamiento entre canales indivi- duales
Corriente de bus (máx)	35 mA @ 5 VCC
Disipación de potencia	6.0 W máximo @ 31.2V
Disipación térmica	20.3 BTU/hr @ 31.2 VCC
Posic. interruptor de llave	2
Fusibles ¹	SAN-O MQ4-3A Litte/fuse 235 003
Especificaciones de entra	da
Número de entradas	10 (1 grupo de 10), no aisladas, drenador
Voltaje de estado activado	10 VCC mí nimo; 24 VCC nominal; 31.2 VCC máximo
Corriente de estado activado	2.0 mA mínimo; 8.0 mA nominal a 24 VCC; 11.0 mA máximo
Voltaje de estado desactivado	5.0 VCC máximo
Corriente de estado desactivado	1.5 mA mínimo
Impedancia de entrada	4.8 KΩ máximo
Tiempo de filtro de entrada ² OFF a ON ON a OFF	0.25 ms, 0.5 ms, 1 ms, 2 ms, 4 ms, 8 ms, 16 ms, 32 ms 0.25 ms, 0.5 ms, 1 ms, 2 ms, 4 ms, 8 ms, 16 ms, 20 ms
	ns, ac ns 0.25 ms valor predeterminado - Seleccionable usando palabra de configuración 3. (No seleccionable cuando se usa con el adaptador 1794-ASB).
Indicadores (indicación del lado del campo, controlada por dispositivo del cliente)	10 indicadores amarillos de estado
Especificaciones de salid	a
Número de salidas	6 (1 grupo de 6), no aisladas, surtidor
Rango de voltaje de estado activado	10 VCC mínimo; 24 VCC nominal; 31.2 VCC máximo
Caída de voltaje de estado activado	1 VCC @ 2 A, 0.5 VCC @ 1 A máximo
Corriente de estado activado	1.0 mA mínimo por canal 2.0 A máximo por canal 10 A máximo por canal
Voltaje de estado desactivado	31.2 VCC máximo
Fuga de estado desactivado	0.5 mA máximo
Corriente nominal de salida	2 A porsalida 10 A por módulo máximo
Retardo de señal de salida ³ OFF a ON	0.5 ms máximo 10 ms máximo
On a UFF	A dumple 50 ms republic ands 0
Lorinente de sobretensión	 A ouranie ou ms, repetitie caba 2 segundos Cindicadores amarillos de satada
del lado del campo, controlada por lógica)	romandadores amarinos de estado

Especificaciones generales							
Alim. eléctrica de CC ext. Suministro de voltaje Rango de voltaje Suministro de salida Corriente	24 VCC nominal 192 a 31.2 VOC (incluye 5% de fluctuación de CA) 15 mA @ 19.2 VOC; 19 mA @ 24 VOC 24 mA @ 30 VCC; 25 mA @ 31.2 VOC						
Dimensiones Alto x Ancho x Profundidad	1.8 mm x 3.7 mm x 2.1 mm (46 puig. x 94 puig. x 53 puig.)						
Condiciones ambientales Temp. de operación Temp. de almacenam. Humedad relativa Choque De operación Fuera de oper. Vibración	0 a 55°C (32 a 131°F) -40 a 85°C (-40 a 185°F) 5 a 95% sin condensación 30g acelerac. pico, 11 (±1) ms ancho impulsos 50g acelerac. pico, 11 (±1) ms ancho impulsos Probado 5g @ 10-500 Hz según IEC 68-2-6						
Conductores Calibre de cable Categoría	Calibre 12 (4 mm²) trenzado máximo 3/64 pulg. (1.2 mm) aislamiento máximo 2 ⁴						
Publicación Instrucciones de instalación	1794-524						
Certificaciones (cuando el producto o su embalaje llevan la marca)	Certif. Clase 1 División 2 Certif. Grupos A, B, C, D						
¹ Las salidas del módulo no tienen fusibles pero se recomienda proteger las salidas con fusibles. Si requiere fusibles externos, usted debe proporcionarios. ² El tiempo de fittro de entrada de deascitivado a adivado as el tiempo deade una señal de entrada vidita hasta el reconocimiento por el módulo. El tiempo de fittro de entrada de adivación a desactivación es el fempo desde que la señal de entrada cae por debajo del nivel válido hasta el reconocimiento por parte del entrada.							
modulo. 3 El retardo de desactivación a activación o activación a desactivación de salida es el tiempo desde que el módulo emite una salida activada o desactivada hasta que la salida realmente se activa o desactiva. 4 Use esta intomación obore categoria de conductores para planificar la instalación de conductores. Consulte la publicación 1770-4.1ES, "Paulas de cableadoy conexión a tierra para immunidad al nuido de equipos de automatización inductata".							



A.22 Módulo 1794-OB16

Módulo surtidor de 16 salidas de 24 VCC Cat. No. 1794-OB16





Cableado

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
	- 1	ডা	6	ন্তা	ভা	ডা	ভা	ভা	ভা	তা	ন্দা	ভা	ভা	তা	ভা	ন্সা	ତ		0 -15	i (A))
1794-TB3	6	ভ	0	ান্ড	i es	0	ভ	ē	ভ	छ	ভ	ভ	ভ	ভা	9	ভ	i Si	ତ	16	-33	(B)
	া	স	হা	Ş.	<u>জ</u> াৰ	şi	স	হা	হা	Ş)İt	হা	হা	হা	হা	হাৰ	<u>a</u> it	হাৰ	1	5	34-51	(0)
			T	, 1	<u> </u>		- I ·	- I '	T 1 1	- 1 -	~ 1	- I ·	. 1.	- I ·					_		\sim

	1794-TB3 y -TB3S		1794-TB3 y -TB3S					
Salida	Terminal de salida	Terminal de común	Salida	Terminal de salida	Terminal de común			
Salida 0	A-0	B-17	Salida 8	A-8	B-25			
Salida 1	A-1	B-18	Salida 9	A-9	B-26			
Salida 2	A-2	B-19	Salida 10	A-10	B-27			
Salida 3	A-3	B-20	Salida 11	A-11	B-28			
Salida 4	A-4	B-21	Salida 12	A-12	B-29			
Salida 5	A-6	B-22	Salida 13	A-13	B-30			
Salida 6	A-6	B-23	Salida 14	A-14	B-31			
Salida 7	A-7	B-24	Salida 15	A-15	B-32			

Módulo surtidor de 16 salidas de 24 VCC Cat. No. 1794-OB16

Ecoscificaciones 1704	OBIE	Especificaciones generales					
especificaciones - 1794-		Aller eléctrice de 00 est					
Número de salidas	16 (1 grupo de 16), no aisladas, surtidor	Alim. eléctrica de CC ext.	24 VCC nominal				
Ubicación del módulo	Unidad base Cat. No. 1794-TB3 o -TB3S	Banco de voltaje	24 VCC nominal 19 2 a 31 2 VCC (incluve 5% de fluctuación				
Rango de voltaje de	10 VCC mínimo	Suministro de corriente	de CA)				
estado activado	24 VCC nominal; 31 2 VCC máximo		49 mA @ 24 VCC (38 mA a 65 mA)				
Caída de voltaie de	0.5 VCC máximo	Dimensiones Alto x Ancho x Profundidad	46 mm x 94 mm x 53 mm (1.8 pulg. x 3.7				
estado activado	0.5 400 maxino	Condiciones ambientales	purg. x 2.1 purg.)				
Corriente de estado	1.0 mA mínimo por canal	Temp. de operación	0 a 55°C (32 a 131°F)				
activado	500 mA máximo por canal	Temp. de almacenam.	-40 a 85°C (-40 a 185°F)				
Corriente de estado desactivado	31.2 VCC máximo	Humedad relativa Choque De operación	5 a 95% sin condensación 30g acelerac. pico, 11(+1)ms ancho impulsos				
Fuga de estado desactivado	0.5 mA máximo	Fuera de oper. Vibración	Probado 5g @ 10-500 Hz según IEC 68-2-6				
Voltaje de ajslamiento 100% prohado a 850 VCC durante 1 s entre		Conductores	Colline 12 (4 mm ²) transada másimo				
(mín.)	usuario y sistema	Calibre de cable	Calibre 12 (4 mm ⁺) trenzado maximo 3/64 pulo, (1 2 mm) aislamiento máximo				
	No hay aislamiento entre canales	Categoría	2"				
Retarrio de señal de	in mouses	Publicación					
salida		Instrucciones de	1794-5.3				
OFF a ON	0.5 ms máximo	Instalación Octobre de la companya					
ON a OFF	1.0 ms maximo	Centricaciones (cuando el producto o su	Certif. Clase 1 División 2				
Corriente de bus (máx)	80 mA	embalaje llevan la marca)	- Centr. Grupos A, B, C, D				
Disipación de potencia	5.3 W máximo @ 31.2V	 Las salidas del módulo no 	tienen fusibles. Se recomienda proteger con fusibles				
Disipación térmica	18.1 BTU/hr @ 31.2 VCC	las salidas. Si desea fusibi	es externos, usted debe proporcionarios.				
Indicadores (indicación	16 indicadores amarillos de estado	instalación de conductores	Consulte la publicación 1770-4.1ES, "Pautas de				
del lado del campo, con- trolada por lógica)		cableado y conexión a tien automatización industrial"	ra para inmunidad al ruido de equipos de				
Corriente de calida	9 A (16 calidar @ 0.5 A) borizontal a vortical						
nominal	8 A (16 salidas @ 0.5 A) nonzontal o ventical						
Corriente de sobretensión	2 A durante 50 ms, repetible cada 2 segundos						
Posic. interruptor de llave	2						
Fusibles-	SAN-O MQ4-800 mA						

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

A.23 Módulo 1794-IE8

Módulo analógico de 8 entradas Cat. No. 1794-IE8 Serie B

Cableado

1794-TB3 y -TB3S				1794-TB3 y -TB3S			
Canal	Tipo de señal	Terminal de entrada	Terminal de común	Canal	Tipo de señal	Terminal de entrada	Terminal de común
0	Corriente	A–0	B-17	4	Corriente	A-8	B-25
	Voltaje	A-1	B-18	1	Voltaje	A-9	B-26
1	Corriente	A-2	B-19	5	Corriente	A-10	B-27
	Voltaje	A–3	B-20		Voltaje	A-11	B-28
2	Corriente	A-4	B-21	6	Corriente	A-12	B-29
	Voltaje	A–5	B-22	1	Voltaje	A-13	B-30
3	Corriente	A-6	B-23	7	Corriente	A-14	B-31
	Voltaje	A-7	B-24		Voltaje	A-15	B-32
	Común 24 VCC		B-16, B-33		Alim. +24 VCC	C-34 a C-51	

Especificaciones – 1794-l	E8/B	Especificaciones – 1794-IE8/B (continuación)			
Número de entradas	8 unipolares, no aisladas	Respuesta de paso a 63%			
Ubicación del módulo	Unidad base Cat. No. 1794-TB3 o -TB3S	Terminal de voltaje	9.4 ms		
Terminal de corriente de entrada	4-20 mA (configurable por el usuario) 0-20 mA (configurable por el usuario)	Precisión absoluta ¹	0.2% escala total @ 25%		
Terminal de voltaje de entrada	±10 V (configurable por el usuario) 0-10 V (configurable por el usuario)	Terminal de corriente	0.29% escala total @ 25°C		
Resolución Voltaje Corriente	12 bits - unipolar; 11 bits más signo - bipolar 2.56mV/cnt unipolar; 5.13mV/cnt bipolar 5.13µA/cnt	Terminal de voltaje Terminal de corriente	0.00428% escala total /ºC 0.00407% escala total/ºC		
Volt. impedancia entrada		Sobrecarga máxima	30 V continuos ò 32 mA continuos, 1 canal a la vez		
Terminal de voltaje Terminal de corriente	100 kΩ 238 Ω	Especificaciones general	les		
Volt. resistencia entrada Terminal de voltaje Terminal de corriente	200 kΩ 238 Ω	Alim. eléctrica de CC ext. Suministro de voltaje Rango de voltaje Suministro de corriente	24 VCC nominal 19.2 a 31.2 VCC (incluye 5% de fluct. de CA) 60 mA @ 24 VCC		
Voltaje de aislamiento	Probado a 850 VCC durante 1 s entre usuario y sistema Sin aislamiento entre canales individuales	Dimensiones Alto x Ancho x Profundidad	46 mm x 94 mm x 53 mm (1.8 pulg. x 3.7 pulg. x 2.1 pulg.)		
Corriente de bus	20 mA @ 5 VCC	Condiciones ambientales	0 2 5590 (22 2 12195)		
Disipación de potencia	3W máximo @ 31.2 VCC	Temp. de almacenam.	-40 a 85°C (-40 a 18°F) 5 a 95% sin condensación (operación) 5 a 80% sin condensación (fuera de operac.) 300 acelerac. pico. 11(+1)ms ancho impulsos		
Disipación térmica	Máximo 10.2 BTU/hr @ 31.2 VCC	Humedad relativa			
Indicadores	1 indicador verde de encendido	Choque De operación			
Posición del interruptor de llave	3	Fuera de oper. Vibración	50g acelerac. pico, 11 (±1)ms ancho impulsos Probado 5g @ 10-500 Hz según IEC 68-2-6		
Formato de datos	Complemento a 2 de 16 bits, con justificación a la izquierda	Conductores Calibre de cable	Calibre 12 (4 mm ²) trenzado máximo		
Tipo de conversión	Aproximación sucesiva	Categoría	2 ² 2 ²		
Veloc. de conversión	256 µs todos los canales	Publicaciones	-		
Proporc. de rechazo del modo normal Terminal de voltaje	-3 db @ 17 Hz; -20 db/década -10.0 dB @ 50 Hz, -11.4 dB @ 60 Hz -3 db @ 9 Hz; -20 db/década	Instrucciones de instalación Manual del usuario	1794-5.6 1794-6.5.2		
Terminal de corriente	-15.3 dB @ 50 Hz, -16.8 dB @ 60 Hz	Certificaciones (cuando el producto o su	Certif. Clase 1 División 2 Certif. Grupos A. B. C. D		
Calibración	No se requiere	embalaje llevan la marca)			

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

A.24 Módulo 1794-OE4

Cableado

	1794-TB3 y -TB3S				1794-TB3 y -TB3S			
Canal	Тіро	Terminal de salida	Común +24 VCC	Canal	Тіро	Terminal de salida	Común +24 VCC	
0	Señal corriente	A-0	B-17	2	Señal corriente	A-8	B-25	
	Común corriente	A-1	B-18		Común corriente	A-9	B-26	
	Señal voltaje	A-2	B-19		Señal voltaje	A-10	B-27	
	Común voltaje	A-3	B-20		Común voltaje	A-11	B-28	
1	Señal corriente	A-4	B-21	3	Señal corriente	A-12	B-29	
	Común corriente	A-5	B-22	1	Común corriente	A-13	B-30	
	Señal voltaje	A-6	B-23	1	Señal voltaje	A-14	B-31	
	Común voltaje	A-7	B-24		Común voltaje	A-15	B-32	
Común 24 VCC	B-1	6 a B-33		+24 VCC	C⊰	34 a C-51		



Can al	Тіро	Terminal de salida	Canal	Тіро	Terminal de salida
0	Señal corriente	B-0	2	Señal corriente	B-8
	Común corriente	C-1	1	Común corriente	C-9
	Señal voltaje	B-2	1	Señal voltaje	B-10
	Común voltaje	C-3	1	Común voltaje	C-11
1	Señal corriente	B-4	3	Señal corriente	B-12
	Común corriente	C-5		Común corriente	C-13
	Señal voltaje	B-6		Señal voltaje	B-14
	Común voltaje	C-7		Común voltaje	C-15
Común 24 VCC	B-16 y B-3	33	+24 VCC	C34 y C-5	51

Módulo analógico de 4 salidas Cat. No. 1794-OE4 Serie B

Especificaciones – 1794-	·OE4/B	Especificaciones genera	les		
Número de salidas Ubicación del módulo	4 unipolares, no aisladas Unidad base Cat. No. 1794-TB3, -TB3S, - TBN, o -TBNF	Alim. eléctrica de CC ext. Suministro de voltaje Rango de voltaje Suministro de corriente	24 VCC nominal 19.2 a 31.2 VCC (incluye 5% de fluctuación de CA) 70 mA @ 24 VCC (not including outputs)		
Resolución Voltaje Corriente	12 bits más signo 2.56mV/cnt 5.13µA/cnt	Dimensiones Alto x Ancho x Profundidad	46 mm x 94 mm x 53 mm (1.8 pulg. x 3.7 pulg. x 2.1 pulg.)		
Formato de datos	Complemento a 2 de 16 bits, con justificación a la izquierda	Condiciones ambientales Temp. de operación Temp. de almacenam.	0 a 55°C (32 a 131°F)		
Tipo de conversión	Modulación de ancho de impulsos	Humedad relativa	5 a 95% sin condensación (operación) 5 a 80% sin condensación (fuera de operac.) 30g acelerac. pico, 11(±1)ms ancho impulsos 50g acelerac. pico, 11(±1)ms ancho impulsos Probado 5g @ 10–500 Hz según IEC 68-2-6		
Veloc. de conversión	1.024 ms máximo todos los canales	Ohanna Da anarai(a			
Terminal de corriente de salida	Salida de 0 mA hasta que se configure el módulo	Fuera de oper. Vibración			
	0-20 mA configurable por el usuario	Conductores			
Terminal de voltaje de salida	Salida de 0 V hasta que se configure el módulo ±10 V configurable por el usuario 0-10 V configurable por el usuario	Calibre de cable Categoría Publicaciones	Calibre 12 (4 mm ²) trenzado máximo 3/64 pulg. (1.2 mm) aislamiento máximo 2 ²		
Respuesta de paso a 63% escala total	24 ms	Instrucciones de instalación Manual del usuario	1794-5.5 1794-6.5.2		
Carga de corriente en salida de voltaje	Máximo 3 mA	Certificaciones (cuando el producto o su	Certif. Clase 1 División 2		
Carga resistiva en salida de mA	15 - 750 Ω	embalaje llevan la marca)	nanancia, error de renetitividad y sin linealidad		
Precisión absoluta ¹ Terminal de voltaje Terminal de corriente	0.133% escala total @ 25°C 0.425% escala total @ 25°C	² Use esta información sobre categoría de conductores para planificar la instalación de conductores. Consulte la publicación 1770-4.1ES, "Pautas de cableado y conexión a tierra para inmunidad al ruido de equipos de automatización industrial".			

temperatura Terminal de voltaje Terminal de corriente	0.0045% escala tota//°C 0.0069% escala tota//°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

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

A.25 Variador de frecuencia ATV11HU09M2E (Telemecanique)



Configuración de fábrica del variador

Para facilitar la instalación del variador, se han programado las funciones para que se adecuen a las aplicaciones más comunes.

- Funciones del variador y E/S: Control 2 hilos por transición:
- Entrada lógica LI1: marcha adelante.
- Entrada lógica Ll2: marcha atrás.
- Velocidades preseleccionadas:
- Entrada lógica LI3: velocidades preseleccionadas.
- Entrada lógica Ll4: velocidades preseleccionadas.
- Entrada analógica Al1: velocidad de referencia de 0-5 V.
- Salida analógica/lógica DO: frecuencia del motor (analógica).
- Adaptación de la rampa de deceleración.
- Invección automática de CC para 0,5 s hasta la parada.

Funciones de la pantalla y de las teclas



1 La información aparece como códigos o valores en tres pantallas de 7 segmentos.

2 Botones para desplazarse por los menús o modificar los valores.

3 "ESC": botón para salir de los menús (sin confirmación).

4 "ENT": botón de validación para entrar en un menú o confirmar el valor seleccionado.

Sólo en las gamas A y E347:

5 "RUN": control local de marcha del motor.
6 "STOP": control local de la parada del motor.

- 7 Potenciómetro de consigna de velocidad.

Disposición, características y funciones de las bornas de control (continuación)

Borna	Función	Características eléctricas
0V	Común de las entradas/salidas	0 V
AI1	Entrada analógica en tensión o en corriente	Entrada analógica 0 + 5V o 0 + 10 V (tensión máx. 30 V) • impedancia 40 k Ω • resolución 0,4% • precisión, linealidad: ± 5 % • tiempo de muestreo 20 ms máximo Entrada analógica 0 - 20 mA o 4 - 20 mA • impedancia 250 Ω (sin añadir resistencia) • resolución 0,4% • precisión, linealidad: ± 5 % • tiempo de muestreo 20 ms máximo
+5V	Alimentación para potenciómetro de consigna 2,2 a 10 kΩ	 precisión: - 0 + 5 % intensidad máx. disponible: 10 mA
DO	Salida configurable lógica o analógica	Salida analógica de colector abierto de tipo MLI a 2 kHZ: • Tensión 30 V máx. • Impedancia 1 k Ω , 10 mA máx. • Linealidad ± 1% • Tiempo de muestreo 20 ms máximo Salida lógica de colector abierto: • Tensión 30 V máx. • Impedancia 100 Ω , 50 mA máx. • Tiempo de muestreo 20 ms máximo
LI1 LI2 LI3 LI4	Entradas lógicas	Entradas lógicas programables • Alimentación +15 V (máx. 30 V) • Impedancia 5 kΩ • Estado 0 si < 5 V, estado 1 si > 11 V en lógica positiva • Estado 1 si < 5 V, estado 0 si > 11 V o sin tensión (no conectada) en lógica negativa • tiempo de muestreo 20 ms máximo
+ 15 V	Alimentación de las entradas lógicas	+ 15 V ± 15% protegido contra cortocircuitos y sobrecargas. Consumo máx. disponible cliente 100 mA

Funciones de aplicaciones de entradas/salidas configurables

Velocidades preseleccionadas

Se pueden preseleccionar 2 ó 4 velocidades, que necesitan respectivamente 1 ó 2 entradas lógicas.

Se debe respetar el siguiente orden de asignación: LIA (LIx), a continuación LIb (LIy).

2 velocidades preseleccionadas		4 velocidades preseleccionadas		
Asignar: LIx a LIA		Asignar: LIx a LIA, a continuació LIy a LIb		lx a LIA, a continuación Lly a LIb
LIx	referencia de velocidad	Lly	LIx	referencia de velocidad
0	consigna (mín. = LSP)	0	0	consigna (mín. = LSP)
1	SP2	0	1	SP2
L	1	1	0	SP3
		1	1	SP4

Las velocidades preseleccionadas tienen prioridad sobre la consigna dada por la entrada analógica o por el potenciómetro del variador (gama A).

Rearme de fallo:

Permite borrar el fallo de la memoria y rearmar el variador si la causa que produjo el fallo ha desaparecido, excepto en el caso de fallos OCF (sobreintensidad), SCF (cortocircuito en el motor) e InF (fallos interno), para los que hace falta dejar al variador sin tensión.

El fallo se borra de la memoria cuando una entrada lógica asignada a esta función pasa de 0 a 1.

2^a rampa:

1^a rampa: ACC, dEC ; 2^a rampa: AC2, DE2 Activación por la entrada lógica LIx.

Funciones de aplicaciones de entradas/salidas configurables

Configuración de la entrada analógica

La entrada analógica se puede configurar en

- 0-5V
- 0 10 V
- 0 20 mA
 4 20 mA
- Entrada analógica Utilización a 10 V externa





Entrada analógica

Funciones del display y de las teclas Gamas E y U:



Al pulsar el botón 🌢 o 文 no se graba en memoria el valor elegido.

Grabación en memoria y registro de los valores mostrados: (ENT)

Al grabar un valor en la memoria, el display parpadea.

Visualización normal si no hay fallos y no está en puesta en servicio:

- rdY: variador listo.
- 43.0 : visualización del parámetro seleccionado en el menú SUP (por defecto: consigna de frecuencia).
- dcb: frenado por inyección de corriente continua en curso.
- nSt: parada en rueda libre.

En caso de fallo, éste aparece parpadeando.

Programación

Acceso a los menús



Parámetros de ajuste del 1er nivel

Acceso a los parámetros

Grabación en memoria y registro de los valores mostrados: (ENT) Al grabar un valor en la memoria, el display parpadea. Ejemplo: Parámetro Valor o asignación (ENT) 1 parpadeo RC i S D (ESC) (registro) $\mathbf{\overline{O}}$ (ESC) \odot d E C 026 026 (ENT) (Parámetro siguiente)

Los parámetros que no aparecen sombreados sólo pueden modificarse con el variador parado
y bloqueado.

Los parámetros sombreados se pueden modificar con el motor en marcha o parado.

Código	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica				
bFr	Frecuencia del motor	50 Hz	50 (gamas E y A)				
		0	0				
		60 Hz	60 (gama U)				
	Este parámetro sólo aparece en este menú en la pr Siempre se puede modificar en el menú FUn.	imera puesta en tens	ión.				
A C C	Tiempo de la rampa de aceleración	de 0,1 s a 99,9 s	3				
	Definido para pasar de 0 Hz a la frecuencia nomina	l del motor FrS (parán	netro del menú drC).				
d E C	Tiempo de la rampa de deceleración	de 0,1 s a 99,9 s	3				
	Definido para pasar de la frecuencia nominal del mo	otor FrS (parámetro de	el menú drC) a 0 Hz.				
LSP	Mínima velocidad	0 Hz a HSP	0				
Frecuencia del motor con consigna nula.							
HSP	Máxima velocidad	LSP a 200 Hz	= bFr				
	Frecuencia del motor con consigna máx. Asegúrese de que este ajuste es adecuado para el motor y la aplicación.						

Parámetros de ajuste del 1er nivel

Los parámetros que no aparecen sombreados sólo pueden modificarse con el variador parado y bloqueado.

Los parámetros sombreados se pueden modificar con el motor en marcha o parado.

Código	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
I E H	Corriente térmica del motor	0 a 1,5 ln (1)	Según el calibre del variador
	Corriente utilizada para la protección térmica del ma que figura en la placa de características del motor.	otor. Ajuste ItH a la co	prriente nominal
SP2	2 ^a velocidad preseleccionada (2)	0,0 a 200 Hz	10
SP3	3 ^a velocidad preseleccionada (2)	0,0 a 200 Hz	25
SРЧ	4 ^a velocidad preseleccionada (2)	0,0 a 200 Hz	50
A IF	Configuración de la entrada analógica	5U, 10U, 0A, 4A	5U
	-5 II: en tensión 0 - 5 voltios (alimentación interna) - I II II: en tensión 0 - 10 voltios (alimentación exter - II II: en corriente 0 - 20 mA - 4 II: en corriente 4 - 20 mA	ma)	

(1) In = corriente nominal del variador

(2) Las velocidades preseleccionadas sólo aparecen si la función correspondiente es la ajustada de fábrica o se ha vuelto a configurar en el menú FUn.

Menú de control del motor drC



Menú de control del motor drC

Los parámetros que no aparecen sombreados sólo pueden modificarse con el variador parado y bloqueado.

Los parámetros sombreados se pueden modificar con el motor en marcha o parado.

El rendimiento del accionamiento se puede optimizar introduciendo los valores leídos en la placa de características del motor.

Código	Designación	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
Un S	Tensión nominal del motor que aparece en la placa de características	100 a 500 V	Según el calibre
FrS	Frecuencia nominal del motor que aparece en la placa de características	40 a 200 Hz	50 / 60Hz según bFr
SER	Estabilidad del bucle de frecuencia. Un valor demasiado elevado conlleva un aumento del tiempo de respuesta. Un valor demasiado bajo conlleva un rebasamiento de velocidad, incluso inestabilidad.	0 al 100% en la parada 1 al 100% en marcha	20
FLG	Ganancia del bucle de frecuencia. Un valor demasiado elevado conlleva un rebasamiento de velocidad, incluso inestabilidad. Un valor demasiado bajo conlleva un aumento del tiempo de respuesta.	0 al 100% en la parada 1 al 100% en marcha	20
ШFг	Compensación RI Permite optimizar el par a una velocidad muy reducida o adaptarse a casos especiales (ejemplo: para motores en paralelo, bajar UFr).	0 al 200%	50
nEr	Corriente nominal del motor que figura en la placa de características.	0,25 a 1,5 ln (1)	Según el calibre
EL I	Corriente de limitación	0,5 a 1,5 ln (1)	1,5 In

(1) In = corriente nominal del variador

Menú de funciones de aplicaciones FUn



Menú de funciones de aplicaciones FUn

Código	Descripción	Ajuste de fábrica
función		
FLr	Recuperación al vuelo Permite validar un arranque sin sacudidas si la orden de marcha se mantiene después de los siguientes casos: - Corte de red o simplemente apagado - Reinicialización de fallo o rearranque automático - Parada en rueda libre La velocidad proporcionada por el variador se inicia a partir de la velocidad estimada del motor en el momento de la recuperación y a continuación sigue la rampa hasta la consigna. Esta función necesita el control 2 hilos (tCC = 2C) con tCt = LEL o PFO. o PFO. m B : función inactiva Y E 5 : función activa Cuando la función está activa, interviene en cada orden de marcha y conlleva un ligero retraso (1 segundo como máximo). Si el frenado por inyección automática se ha configurado en continuo (Ct), esta función no se puede activar.	nO
d D R C E	 Salida analógica / lógica DO asignación n D: sin asignar D E r: salida analógica = corriente en el motor. La señal completa corresponde al 200% de la corriente nominal del variador. r F r: salida analógica = frecuencia del motor. La señal completa corresponde al 100% de HSP. F E R: salida lógica = umbral de frecuencia alcanzado, pasa a estado 1 si la frecuencia del motor supera el umbral ajustable Ftd. S r R: salida lógica = consigna alcanzada, pasante (estado 1) si la frecuencia del motor es igual a la consigna. C E R: salida lógica = umbral de corriente alcanzado, pasa a estado 1 si la corriente del motor supera el umbral ajustable Ftd. S r R: salida lógica = umbral de corriente alcanzado, pasa a estado 1 si la corriente del motor supera el umbral ajustable (estado 1) si la frecuencia del motor supera el umbral ajustable (ctd. 	rFr
F E d	umbral de frecuencia, ajustable de 0 a 200 Hz	= bFr
E E d	umbral de corriente, ajustable de 0 a 1,5 ln (ln = corriente nominal del variador)	In

Menú de supervisión SUP



Cuando el variador está en marcha, el valor mostrado corresponde al valor de uno de los parámetros de supervisión. Por defecto, el valor mostrado es la consigna del motor (parámetro FrH).

Durante la visualización del valor del nuevo parámetro de supervisión deseado,

es necesario pulsar una segunda vez la tecla (ENT) para validar el cambio de parámetro y memorizarlo. Desde ese momento, será el valor de ese parámetro el que se visualizará en marcha (incluso después de la desconexión).

Si no se confirma la nueva selección pulsando por segunda vez la tecla (ENT) volverá al parámetro anterior después de la desconexión.

Menú de supervisión SUP

•		
Código	Parámetro	Unidad
FrH	Visualización de la consigna de frecuencia (configuración de fábrica)	Hz
rFr	Visualización de la frecuencia de salida aplicada al motor	Hz
LEr	Visualización de la corriente del motor	A
ШLп	Visualización de la tensión de red	V
E H r	Visualización del estado térmico del motor: 100% corresponde al estado térmico nominal. Por encima del 118%, el variador se dispara en fallo OLF (sobrecarga del motor). Puede volver a activarse por debajo del 100 %.	%
ΕHd	Visualización del estado térmico del variador: 100% corresponde al estado térmico nominal. Por encima del 118%, el variador se desconecta en fallo OHF (sobrecalentamiento del variador). Puede volver a activarse por debajo del 80%.	%

Se puede acceder a los siguientes parámetros tanto cuando está parado como en marcha.

El variador no arranca y no muestra ningún fallo

- Asegúrese de que la o las entradas de orden de marcha se accionan según el modo de control elegido (parámetro tCC del menú FUn).
- Cuando se produce una puesta en tensión o una reinicialización de fallo bien manual, bien tras una
 orden de parada, sólo se puede alimentar el motor una vez se han reiniciado las órdenes "adelante"
 y "atrás". A falta de ello, el variador muestra el mensaje "rdY" o "nSt", pero no arranca. Si la función
 de rearranque automático está configurada (parámetro Atr del menú FUn), dichas órdenes se
 implementan sin necesidad de una puesta a cero previa.

Fallos no rearmables automáticamente

Debe suprimirse la causa del fallo antes del rearme apagando y volviendo a encender el variador. El fallo SOF se puede rearmar también por entrada lógica (parámetro rSF del menú FUn).

Fallo	Posible causa	Solución
0 E F sobreintensidad	 rampa demasiado corta inercia o carga demasiado alta bloqueo mecánico 	 Compruebe los ajustes. Compruebe el dimensionamiento motor/ variador/carga. Compruebe el estado de la mecánica.
SEF cortocircuito del motor	 fallo de aislamiento o de cortocircuito en la salida del variador 	 Verifique los cables de conexión del variador al motor y el aislamiento del motor.
fallo interno	 fallo interno 	 Verifique las condiciones ambientales (compatibilidad electromagnética). Sustituya el variador.
CFF fallo de configuración	 La configuración actual es incoherente 	 Vuelva al ajuste de fábrica o a la configuración guardada si es válida. Véase el parámetro FCS del menú FUn.
50F sobrevelocidad	 inestabilidad o carga de accionamiento muy elevada 	 Compruebe los parámetros del motor, la ganancia y la estabilidad. Añada un módulo y una resistencia de frenado. Compruebe el dimensionamiento motor/ variador/carga.
ErF circuito de carga de los condensadores	 fallo de control del relé de carga o resistencia de carga deteriorada 	 Sustituya el variador.

Fallos - causas - soluciones

Fallos rearmables con la función de rearranque automático una vez eliminada la causa

Estos fallos se pueden rearmar también desconectando y volviendo a conectar, o bien mediante la entrada lógica (parámetro rSF del menú FUn)

Fallo	Posible causa	Solución
DHF sobrecarga del variador	 temperatura del variador demasiado elevada 	 Compruebe la carga del motor, la ventilación del variador y las condiciones ambientales. Espere a que se enfríe para volver a arrancarlo.
BLF sobrecarga del motor	 disparo por corriente del motor demasiado elevada 	 Verifique los ajustes de la protección térmica del motor y compruebe la carga del mismo. Espere a que se enfríe para volver a arrancarlo.
05F sobretensión	 tensión de red demasiado elevada red perturbada 	 Verifique la tensión de red. El umbral de sobretensión es de 415 V en el bus continuo.
06F sobretensión en deceleración	 frenado demasiado brusco o carga arrastrante 	 Aumente el tiempo de deceleración. Agregar un módulo y una resistencia de frenado si es necesario . Active la función brA si es compatible con la aplicación.
PHF fallo de fase de la red	 variador mal alimentado o fusión de un fusible corte de una fase utilización de un ATV 11 trifásico en red monofásica carga con equilibrado Esta protección actúa únicamente en carga. 	 Compruebe la conexión de potencia y los fusibles. Rearme. Utilice una red trifásica. inhiba el fallo por IPL = nO (menú FUn)

Fallo rearmable automáticamente a la desaparición de la causa

Fallo	Posible causa	Solución
USF en tensión	 red sin potencia suficiente bajada de tensión transitoria resistencia de carga 	 Verifique la tensión y el parámetro de tensión. El umbral de subtensión es de 230 V en el bus continuo. Sustituya el variador.
	defectuosa	

Tablas de memorización configuración/ajustes

Variador ATV11..... N° identificación cliente:

Parámetros de ajuste del 1er nivel

Código	Ajuste de	fábrica	Ajuste cliente	Código	Ajuste de	fábrica	Ajuste cliente
bFr	50/60	Hz	Hz	LSP	0	Hz	Hz
REE	3	s	s	HSP	50 /60	Hz	Hz
dEE	3	s	S	IE H		A	A

Menú de control del motor $d \leftarrow L$

Código	Ajuste de fábrica	Ajuste cliente	Código	Ajuste de fábrica	Ajuste cliente	
Un S	V	V	nEr	A	A	
FrS	50/60 Hz	Hz	EL I	A	А	
SER	20 %	%	n 5 L	Hz	Hz	
FLG	20 %	%	SLP	100 %	%	
UF r	50 %	%	E D S			

Tablas de memorización configuración/ajustes

Menú de funciones de aplicación 🗜 🛛 n						
Código	Ajuste de fábrica	Ajuste cliente	Código	Ajuste de	e fábrica	Ajuste cliente
FEE			ЯdС			
REE	2C		R E E	YES		
EEE	trn		EdE	0.5	S	s
r r 5	LI2		5 d C		А	A
P 5 2			SFE			
LIR	LI3		A C E	LF		
L I b	LI4		SEr	4	kHz	kHz
5 P 2	10 Hz	Hz	FLr	nO		
5 P 3	25 Hz	Hz	d 0			
5 P 4	50 Hz	Hz	R E E	rFr		
r SF	nO		FEd	50 / 60	Hz	Hz
r P 2			[E d		А	A
L 1	nO		FI I E	5U		
R C 2	5 s	s	At r	nO		
d E 2	5 s	s	L 5 r (1)	LOC		
SEP	nO		n P L (1)	POS		
br A	YES		bFr	50 / 60	Hz	Hz
			IPL	YES		

Fuente: Manual Variador Altivar 11, Telemecanique

A.26 Válvula proporcional Danfoss EV260B

Electroválvulas proporcionales servoaccionadas de 2 vías Modelo EV260B

Características



EV260B

- Para la regulación progresiva del caudal en plantas industriales
- Tiempo de reacción corto
- Características lineales en el rango de regulación Se cierra ante una caída de tensión
- (función anticaídas)
- Tensión de 24 V cc • De 4 a 20 mA estándar o de 0 a 10 V cc
- para señal de control Para agua, aceite y líquidos neutros similares Rango de caudal de agua: 0,5-12,7 m³/h
- .
- Protección de la bobina: IP 67
- Disponible también con rosca NPT. Póngase en contacto con Danfoss.

Datos técnicos

Instalación	Se recomienda un sistema de electroválvulas vertical			
Rango de presión	0,5 - 10 bar			
Presión de prueba	15 bar			
Alcance	Mejor que 1:20 (5 - 10	0%)		
Temperatura ambiente	-25 a +50°C			
Temperatura del fluido	-10 a +80°C			
Viscosidad	Max. 50cSt			
Materiales	Cuerpo de la válvula: Armadura: Tubo de la armadura: Muelle: Orificio: Vástago: Clapet: Anillo del asiento y guía: Diafragma: Juntas tóricas:	Latón,nº 2.0402 Acero inoxidable, nº 1.4105 / AISI 430 FR Acero inoxidable, nº 1.4306 / AISI 304 L Acero inoxidable, nº 1.4305 / AISI 303 Acero inoxidable, nº 1.4305 / AISI 303 Acero inoxidable, nº 1.4105 / AISI 430 FR FKM PTFE PTFE NBR / CR		

Fuente: Manual Válvula Proporcional EV260B, Danfoss.

A.27 Transmisor de Presión Winters



Cableado y Conexión.



A.27.1 Especificaciones del transmisor de Presión Winters

Cableado/ Colores

Café	+Us (1)
Azul	- Us (2)
Amarillo/Café	<u></u>

Tabla A.4. COLORES DE CABLES CON RESPECTIVO TERMINAL.

Especificaciones Técnicas.

Salida	4-20mA
Excitación	8-36∨
Exactitud	<0.25% FS
Rango de compensación de	0° a 85°C
Temperatura	
Temperatura error zero	< -0.02% FS/K
Temperatura error span	< -0.01% FS/K (0-70°C)
Protección	IP65
Presión estallido	2.5*FS (excepto donde se indique)
Partes húmedas/conexión	316 Acero inoxidable, cerámico.

A.28 Especificaciones Válvula Solenoide VZWM-L-M22C Festo.



Fig. A.19 Válvula Solenoide Festo VZWM-L-M22 Fuente: Manual Flex Logix 5433

1 Funcionamiento.

La electroválvula VZWM-L-M22C es una válvula servocontrolada de 2/2 vías. Para el funcionamiento es necesaria una bobina magnética, y para funcionar perfectamente, la válvula necesita una diferencia de presión entre la entrada y la salida. La diferencia de presión debe estar siempre garantizada. El actuador de la válvula cumple una función de servopilotaje. La diferencia de presión levanta un elemento principal de estanqueidad (membrana). De este modo es posible controlar presiones elevadas con elevados pasos nominales y pequeñas bobinas. Cuando se encuentra sin corriente, la electroválvula está cerrada. La presión de entrada actúa sobre la membrana y cierra el asiento de la válvula.

A.29 Resistencia eléctrica tubular sumergible.



Fig. A.20 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.30 Características Estáticas.

Son las características propias de toda medición, y por ende del instrumento destinado a realizarla. Entre ellas podemos anotar las siguientes:

- a) Campo de medida (rango).
- b) Alcance (Span).
- c) Error.
- d) Exactitud, Precisión y "Bias".
- e) Sensibilidad estática o ganancia.
- f) Repetitividad.
- g) Linealidad.
- h) Histéresis.
- i) Zona muerta.
- j) Deriva.

a).Campo de medida (rango de trabajo).

No es nada más que el conjunto de valores de la variable medida comprendidos dentro de los límites superior e inferior de la capacidad de medida o de transmisión del instrumento. Viene expresada en función de los valores extremos. El transmisor de presión WINTERS posee un rango de trabajo de 0 - 15 PSI.

b). Alcance (Span).

Es la diferencia algebraica entre el valor superior y el inferior del campo de medida del instrumento. El alcance del transmisor de presión es de 15 PSI.

c). Error.

Se puede definir error como la diferencia algebraica entre el valor leído o transmitido por el instrumento y el valor real de la variable medida. A continuación definiremos algunos de los términos utilizados en el cálculo de errores:

$\mathbf{E} = \mathbf{V}\mathbf{M} \cdot \mathbf{V}\mathbf{R}$

Donde: E = Error VM = Valor Medido VR = Valor Real M = Media del conjunto de mediciones

Existen muchas formas de clasificar los errores ocurridos en una medición, pero hay que distinguir dos diferentes tipos de errores principales, ellos son:

Error Aleatorio.

Son aquellos que se producen en forma completamente fortuita, procedentes de fuentes en general desconocidas y por tanto no calculables directamente. Existe un error aleatorio por cada medida tomada.

$\mathbf{E}\mathbf{A} = \mathbf{E} \cdot \mathbf{M}$

Error Sistemático.

Son aquellos de los que se conoce la fuente que los producen y la forma en que se manifiestan. En general los errores sistemáticos pueden calcularse, y por ende evitarse o compensarse. Existe un error sistemático por cada conjunto de medidas en un mismo valor real, realizadas todas bajo igual condiciones.

$\mathbf{ES} = \mathbf{M} \cdot \mathbf{VREAL}.$

Como podemos apreciar en la Tabla 4.4 podemos calcular el error sistemático, el cual es fácil de corregir con un ajuste del tornillo de zero que posee el mismo transmisor en su interior. En los equipos en los que no se tiene la facilidad de realizar ajustes se procede a realizar un factor de corrección a cada medida tomada; en función del error sistemático previamente analizado.

d). Precisión.

Es la tolerancia de medida o de transmisión del instrumento y define los límites de los errores cometidos cuando el instrumento se emplea en condiciones normales de servicio. Por lo general suele expresarse en porcentaje del alcance, directamente en unidades de la variable medida, o en un porcentaje de la lectura efectuada.

El transmisor WINTERS PT5 posee una precisión especificada por el fabricante de +/- 0.25% FSO. Es decir; el máximo error encontrado en una medición será de 0.0125 PSI.

e). Repetitividad.

Es la capacidad de reproducción de las posiciones del índice o la pluma del instrumento al medir repetidamente idénticos valores de la variable en las mismas condiciones de servicio y en el mismo sentido de variación recorriendo todo el campo de medida.

Generalmente se considera su valor máximo y se expresa en tanto por ciento (%) del alcance. Un valor típico es de $\pm 0,1$ %.

La repetitividad de nuestro instrumento sensor es proporcionada por el certificado de calibración del mismo siendo este valor de 0.005 PSI; es decir el 0.1% FSO.

f). Histéresis.

Es el valor máximo de diferencia que se observa en los valores indicados por el instrumento para un mismo valor cualquiera del campo de medida cuando la variable medida recorre toda la escala en sentido ascendente y descendente.

Cabe recalcar que cuando se realiza la calibración de instrumentos de presión se recomienda realizarla en dos ciclos, tanto de bajada y subida cada uno, a fin de tener mayores valores y por ende criterios para el análisis del mismo.

g). Exactitud.

Esta característica nos especifica el error con el cual se mide. La exactitud se relaciona con la "ausencia de error" en las mediciones.

La exactitud de un sensor se determina mediante la denominada calibración estática. La exactitud puede expresarse en términos de los conceptos de precisión y "bias". El bias se refiere a la parte constante del error y se relaciona con el error sistemático. La exactitud es el principal resultado de una calibración, ya que expresa en si el estado del instrumento y su capacidad de trabajo dependiente de su uso o del proceso en el cual se utilice.

La exactitud del transmisor es de 0.0326 PSI, pero hay que tener en cuenta que esta exactitud se ve afectada inmensamente por el error sistemático ya analizado; es decir, esta exactitud mejorara al momento en que se realice el ajuste de cero recomendado.

A.31 Presupuesto del proyecto.

La tabla que se presentan a continuación muestran los gastos realizados en compras de equipos, 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	Costo unit. \$	Costo total \$
1	PLC Flex Logix 5433	Allen Bradley	\$ 2.160,00	\$ 2.160,00
1	Módulo 10 DI, 6DO x	Allen Bradley	\$ 250,00	\$ 250,00
	24vdc.			
1	Módulo 8 AI	Allen Bradley	\$ 850,00	\$ 850,00
1	Módulo 4 AO	Allen Bradley	\$ 780,00	\$ 780,00
1	Módulo 16 DO	Allen Bradley	\$ 350,00	\$ 350,00
1	Fuente de 220v a 24vdc	Telemecanique	\$ 200,00	\$ 200,00
1	Variador de Frecuencia.	Telemecanique	\$ 180,00	\$ 180,00
1	Bomba trifásica	Thebe	\$ 250,00	\$ 250,00
2	Bombas Monofásicas	Paolo	\$ 40,00	\$ 80,00
3	Manómetros	Winters	\$ 80,00	\$ 240,00
3	Válvulas Solenoides	Danfoss	\$ 200,00	\$ 600,00
2	Válvulas Solenoides	Festo	\$ 190,00	\$ 380,00
1	Válvula proporcional	Danfoss	\$ 780,00	\$ 780,00
2	Transmisores de presión	Winter	\$ 250,00	\$ 500,00
1	Transmisor de presión	Sick	\$ 175,00	\$ 175,00
1	Resistencia	Siemens	\$ 100,00	\$ 100,00
5	Luces pilotos a 24 Vdc	Siemens	\$ 3,00	\$ 15,00
3	Pulsantes normales	Siemens	\$ 4,50	\$ 13,50
2	Pulsantes luminosos	Camsco	\$ 6,50	\$ 13,50
1	Pulsante tipo hongo	Telemecanique	\$ 5,00	\$ 5,00
2	Rollos de cable de control	Incable	\$ 22,00	\$ 44,00
	#18			
20	Metros de cable #14	Incable	\$ 0,30	\$ 9,00
3	Fundas de terminales de	Camsco	\$ 2,80	\$ 8,40
	punta			
100	Accesorios galvanizados	Sin marca	\$ 120,00	\$ 120,00
50	Accesorios Hierro negro	Sin marca	\$ 50,00	\$ 50,00
2	Tuberías.	Sin marca	\$ 35,00	\$ 35,00
6	Relés.	Telemecanique	\$ 12,00	\$ 72,00
1	Relé de estado sólido 50	Siemens	\$ 25,00	\$ 25,00
	AMP.			
1	Panel de control	Siemens	\$ 45,50	\$ 45,00
	42x20cm.			
1	Construcción de maqueta	S/M	\$ 500,00	\$ 500,00
	didáctica			
1	Construcción de tanques	S/M	\$ 400,00	\$ 400,00
1	Transmisor de	Wica	\$ 175,00	\$ 175,00
	temperatura			
1	PT-100	Wica	\$ 90,00	\$ 90,00
5	Canaletas ranuradas	Telemecanique	\$ 7,00	\$ 35,00
	40x40cm.			
30	Metros de cable	Electrocable	\$ 1,20	\$ 36,00
	concéntrico apantallado			
	3x16.			
1	Cable de comunicación	Allen Bradley	\$ 20,00	\$ 20,00
	RS232.			

\$

Tab. A.1 Presupuesto del proyecto Fuente: Autores
PLANOS ELÉCTRICOS.













- 258 -





- 260 -



- 261 -



- 262 -



- 263 -

BIBLIOGRAFÍA

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