



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

EXTENSIÓN LATACUNGA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA UTILIZANDO FACTORYTALK Y ETHERNET INDUSTRIAL CON TECNOLOGÍA ALLEN BRADLEY PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE LAS ESTACIONES DE FLUJO, NIVEL Y PRESIÓN EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”.

GANCHALA CHUSIN IVÁN DARÍO

PULLUPAXI GALORA JAVIER ISRAEL

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del
Grado de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

LATACUNGA-ECUADOR

2014

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

IVÁN DARÍO GANCHALA CHUSIN
JAVIER ISRAEL PULLUPAXI GALORA

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “*DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA UTILIZANDO FACTORYTALK Y ETHERNET INDUSTRIAL CON TECNOLOGÍA ALLEN BRADLEY PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE LAS ESTACIONES DE FLUJO, NIVEL Y PRESIÓN EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA*”, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan en el pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría; en virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Febrero del 2014

Iván Darío Ganchala Chusín

C.I. 0503352155

Javier Israel Pullupaxi Galora

C.I. 1804613634

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

CERTIFICADO

EDWIN PATRICIO PRUNA PANCHI (Director)
GALO RAÚL ÁVILA ROSERO (Codirector)

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “*DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA UTILIZANDO FACTORYTALK Y ETHERNET INDUSTRIAL CON TECNOLOGÍA ALLEN BRADLEY PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE LAS ESTACIONES DE FLUJO, NIVEL Y PRESIÓN EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA*” realizado por Iván Darío Ganchala Chusin y Javier Israel Pullupaxi Galora, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Debido a que constituye un trabajo de alto contenido de investigación y que ayuda a la formación profesional y aplicación de conocimientos. Si se recomienda su publicación.

El mencionado trabajo consta de 2 documentos empastados y 2 discos compactos los mismos que contienen los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a Iván Darío Ganchala Chusín y Javier Israel Pullupaxi Galora que lo entregue al Ing. José Bucheli, en su calidad de Director de la Carrera.

Latacunga, Febrero del 2014.

Edwin Patricio Pruna Panchi
DIRECTOR

Galo Raúl Ávila Rosero
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

AUTORIZACIÓN

Nosotros: *IVÁN DARÍO GANCHALA CHUSÍN.*
JAVIER ISRAEL PULLUPAXI GALORA.

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “*DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA UTILIZANDO FACTORYTALK Y ETHERNET INDUSTRIAL CON TECNOLOGÍA ALLEN BRADLEY PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE LAS ESTACIONES DE FLUJO, NIVEL Y PRESIÓN EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA*”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Febrero del 2014

Iván Darío Ganchala Chusín

C.I. 0503352155

Javier Israel Pullupaxi Galora

C.I. 1804613634

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado con profundo amor a Dios por ofrecerme la dicha de vivir, por haberme cobijado de sus bendiciones durante toda mi carrera estudiantil y permitirme llegar con gran fortaleza a mi realización profesional.

A mis padres, Iván e Hilda quienes mediante su trabajo, ejemplo, amor y comprensión han sido mi guía constante a lo largo de toda mi vida.

A mis hermanas Ivonne y Benilda, en especial a Ivonne por ser mi inspiración y mi fortaleza durante mi preparación académica.

A mi abuelita Hortensia esperando que en el cielo sepa que no ha sido en vano tu esfuerzo, porque siempre te llevo en mi corazón y todo lo bueno que tú dejaste en mí hoy está dando muy buenos frutos.

Darío Ganchala Ch.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por permitir hacer realidad mis sueños respirar cada día sus bendiciones y estar a mi lado siempre.

A mis padres por apoyarme en mi educación y a toda mi familia por estar presente en mi vida.

A los ingenieros Edwin Pruna y Galo Ávila que con su paciencia, comprensión y acertada ayuda permitieron que terminemos con felicidad el proyecto de investigación, a todos los docentes que fueron mis maestros en mi vida estudiantil que de alguna manera supieron formarme como persona y me supieron brindar desinteresadamente sus conocimientos.

Darío Ganchala Ch.

DEDICATORIA

Todo lo que he podido conseguir hasta ahora está dedicado a toda mi familia, en especial a mis padres el Sr. Julio Pullupaxi y la Sra. Luisa Galora; gracias a ellos he podido llegar a cumplir una y tal vez la mejor de mis metas hasta el día de hoy, gracias al apoyo incondicional de mis padres es que siempre he podido salir adelante, sus consejos, sus buenos deseos el apoyo incondicional han hecho que mi gran anhelo de tener una profesión un título se haga realidad, por tal razón este logro de llegar a ser un ingeniero se lo dedico a ellos , gracias papi y mami por darme primeramente la vida y hacerme un hombre de bien, de unos buenos principios para Uds. esta meta cumplida.

Javier Pullupaxi G.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento más grande y en primer lugar es para Dios y nuestra madrecita, la Virgencita de Las Lajas, que siempre me ha bendecido en todo lugar y momento. A mis padres el Sr. Julio Pullupaxi y la Sra. Luisa Galora por el apoyo en todo el sentido de la palabra, que ha hecho que esta meta se pueda cumplir. El agradecimiento tan sincero para mi abuelita, la Sra. Tránsito Pullupaxi quien siempre me inculcó unos buenos principios y ha sido uno de mis pilares fundamentales en mi vida.

También quiero agradecer a toda mi familia tanto de parte de mi papi como de mi mami, por sus buenos consejos y el apoyo moral que siempre estuvo ahí, dándome ánimos para poder seguir adelante y hacer que este objetivo se pudiera convertir en una realidad.

El agradecimiento tan sincero a los ingenieros Edwin Pruna y Galo Ávila por el apoyo brindado para que este proyecto pueda ser culminado de la mejor manera.

Javier Pullupaxi G.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	ii
CERTIFICADO.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO 1.....	3
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	3
1.1. SISTEMA SCADA.....	3
1.2. BUSES DE CAMPO.....	4
1.2.1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.2.2. OBJETIVOS DE LOS BUSES DE CAMPO	5
1.3. TOPOLOGÍAS DE RED.....	5
1.4. PLC (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE)	8
1.5. CONTROL PID	9
1.5.1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.5.2. AJUSTE DE CONTROLADORES	10
1.6. ETHERNET INDUSTRIAL	11
1.6.1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.6.2. CARACTERÍSTICAS DE ETHERNET INDUSTRIAL.....	11

1.6.3. APLICACIONES ETHERNET INDUSTRIAL.....	13
1.7. FACTORYTALK VIEW.....	14
1.7.1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.7.2. RSVIEW 32	15
1.7.3. FACTORYTALK VIEW SE.....	15
1.7.4. FACTORYTALK VIEW ME	15
1.7.5. VENTAJAS DE FACTORYTALK VIEW	15
1.8. RSLogix 5000	16
1.8.1. INTRODUCCIÓN.....	16
1.8.2. CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE RSLogix 5000	17
1.9. PANELVIEW PLUS.....	18
1.10. SWITCH ETHERNET.....	19
1.11. ESTACIONES DE PROCESOS.....	20
1.11.1. ESTACIÓN DE PRESIÓN	20
1.11.2. ESTACIÓN DE NIVEL	22
1.11.3. ESTACIÓN DE FLUJO	23
CAPÍTULO 2.....	24
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	24
2.1. TOPOLOGÍA DE RED	24
2.2. SELECCIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES	25
2.3. PLC COMPACTLOGIX 1769-L32E.....	25
2.3.1. DESCRIPCIÓN DEL CONTROLADOR (1769-L32E)	25
2.3.2. CARACTERÍSTICAS DEL CONTROLADOR 1769-L32E	26
2.3.3. PROPIEDADES DEL CONTROLADOR 1769-L32E.....	27
2.4. PANELVIEW PLUS 6/600	29

2.4.1. DESCRIPCIÓN DEL PANELVIEW PLUS 6/600.....	29
2.4.2. CARACTERÍSTICAS DEL PANELVIEW 6/600	29
2.5. SWITCH PARA ETHERNET INDUSTRIAL (N-TRON)	29
2.6. CABLE UTP PARA CABLEADO DE LA RED	30
2.6.1. DESCRIPCIÓN DEL CABLE DE RED.....	30
2.6.2. CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE RED	31
2.6.3. TIPOS DE CONEXIÓN DEL CABLE DE RED	31
2.7. FUENTE LOGO!Power (6EP1332)-1SH43.....	32
2.8. CALIBRACIÓN Y AJUSTE DE TRANSMISORES	33
2.9. PROGRAMACIÓN DEL COMPACTLOGIX 1769-L32E.....	35
2.10. CONTROL PID DE LAS ESTACIONES DE PROCESOS.....	45
2.10.1. CONFIGURACIÓN DEL BLOQUE PID EN EL PLC COMPACTLOGIX 1769 L32E	49
2.10.2. SINTONIZACIÓN DEL CONTROLADOR PID	54
2.11. MONTAJE DEL SWITCH PARA LA RED ETHERNET.....	55
2.12. CONFIGURACIÓN SERVIDOR – CLIENTE.....	55
2.12.1. SERVIDOR ETHERNET.....	56
2.12.2. CLIENTE ETHERNET	57
2.13. PROGRAMACIÓN DE LOS PANELVIEW PLUS 6/600.....	59
2.14. SOFTWARE PARA DISEÑO SCADA (FACTORYTALK VIEW ME).....	64
2.14.1. SELECCIÓN DE LA APLICACIÓN	64
2.15. DISEÑO HMI.....	66
CAPÍTULO 3.....	74
PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	74
3.1. HARDWARE	74

3.1.1. COMUNICACIÓN DEL PLC CON LA COMPUTADORA.....	74
3.1.2. COMUNICACIÓN DEL PLC CON LOS MÓDULOS DE ENTRADA Y SALIDA ANALÓGICA.....	75
3.1.3. COMUNICACIÓN ENTRE PLC'S A TRAVÉS DE LOS CABLES Y SWITCH ETHERNET INDUSTRIAL.....	77
3.1.4. COMUNICACIÓN DEL PANELVIEW CON LA PC.....	78
3.2. SOFTWARE.....	79
3.2.1. PRUEBAS DE DISEÑO DE LA INTERFACE HMI.....	79
3.2.1.1. PRESENTACION PRINCIPAL.....	80
3.2.1.2. INGRESO DE USUARIOS.....	80
3.2.1.3. PRESENTACION DEL HMI MENU.....	82
3.2.1.4. PRESENTACION DEL HMI PROCESO.....	84
3.2.1.5. PRESENTACION DEL HMI SINTONIZACIÓN.....	86
3.2.1.6. PRESENTACION DEL HMI ALARMAS.....	88
3.2.1.7. PRESENTACION DEL HMI HISTÓRICO.....	90
3.2.2. RED ETHERNET.....	91
3.2.2.1. SERVIDOR ETHERNET.....	91
3.2.2.2. CLIENTE ETHERNET.....	92
3.2.3. ANÁLISIS DEL CONTROL PID.....	93
CAPÍTULO 4.....	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
4.1. CONCLUSIONES.....	98
4.2. RECOMENDACIONES.....	100
BIBLIOGRAFÍA.....	101
ANEXOS.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1	3
Figura 1.1: Conexión bus.....	6
Figura 1.2: Conexión anillo.	7
Figura 1.3: Conexión estrella.	7
Figura: 1.4: Conexión árbol.....	8
Figura 1.5: Arquitectura de un PLC.....	9
Figura 1.6: Software RSLogix 5000.	16
Figura 1.7: PanelView Plus de Allen Bradley.	18
Figura 1.8: Switch para Ethernet Industrial.	19
Figura 1.9: Estaciones de instrumentación y control de procesos.	20
Figura 1.10: Estación de instrumentación del Proceso de Presión.	21
Figura 1.11: Estación de instrumentación del Proceso de Nivel.	22
Figura 1.12: Estación de instrumentación del Proceso de Flujo.	23
CAPÍTULO 2	24
Figura 2.1: Topología (ESTRELLA) implementada en el proyecto.	24
Figura 2.2: Características principales del PLC.	26
Figura 2.3: Switch para Ethernet Industrial (N-Tron).....	30
Figura 2.4: Cable de interconexión cruzada Ethernet.	31
Figura 2.5: Cable de interconexión directa Ethernet.	32
Figura 2.6: Conexión de alimentación al transmisor.	33
Figura 2.7: Conexión del calibrador 744 en paralelo al transmisor.	33
Figura 2.8: Configuración inicial del calibrador 744.	34

Figura 2.9: Calibrador 744 en Modo HART.....	34
Figura 2.10: Selección del Tipo de Comunicación.....	36
Figura 2.11: Nombre del driver de Comunicación.....	36
Figura 2.12: Configuración del Driver.	37
Figura 2.13: Visualización de la comunicación con los CompactLogix. ...	37
Figura 2.14: Servidor BOOTP-DHCP.....	38
Figura 2.15: Configuración del Nuevo Controlador.....	39
Figura 2.16: Módulo de entradas Análogas.	40
Figura 2.17: Configuración del Módulo de entradas Análogas 1769-IF4. 40	
Figura 2.18: Tags de configuración del Módulo de entradas analógicas. 42	
Figura 2.19: Modo de conexión del módulo 1769-IF4 al transmisor del proceso.	42
Figura 2.20: Selección de módulo 1769 Module Genérico.	43
Figura 2.21: Propiedades del Nuevo Módulo (1769-MÓDULO GENÉRICO).	44
Figura 2.22: Tags de configuración para el nuevo módulo de salidas analógicas.....	45
Figura 2.23: Instrucción JSR de programación de lógica LADDER.	47
Figura 2.24: Bloque PID de programación de lógica LADDER.	47
Figura 2.25: Instrucción MOV de programación de lógica LADDER.....	47
Figura 2.26: Escalamiento del Set-Point mediante la programación de lógica LADDER.....	48
Figura 2.27: Escalamiento del Control Value mediante la programación de lógica LADDER.....	48
Figura 2.28: Escalamiento del Process Value mediante la programación de lógica LADDER.....	49
Figura 2.29: Creación de Tags en el software RSLogix 5000.	50

Figura 2.30: Ajuste de PID en la opción Configuración.....	50
Figura 2.31: Valores Máximos y Mínimos de (PV) y (CV).....	51
Figura 2.32: Creación de una nueva rutina.....	51
Figura 2.33: Programación de la Subrutina para escalar variables.....	52
Figura 2.34: Creación de una nueva tendencia.	53
Figura 2.35: Asignación de los Tags a ser graficados.	53
Figura 2.36: Gráfico de la Tendencia en el software RSLogix 5000.	54
Figura 2.37: Montaje del switch para la red Ethernet Industrial.	55
Figura 2.38: Configuración de las propiedades de un TAG.	56
Figura 2.39: Configuración de las propiedades de un TAG.	57
Figura 2.40: Conexión del TAG consumido.	58
Figura 2.41: Configuración de las propiedades del módulo (1769-L32E Ethernet Port)	58
Figura 2.42: Configuración de la opción RSLinx Enterprise para establecer comunicación con medios físicos.....	59
Figura 2.43: Ventana de muestra de la comunicación con medios físicos.....	60
Figura 2.44: Ventana de adición de nuevos equipos.....	60
Figura 2.45: Ventana que muestra la selección el puerto Ethernet Bridge.	61
Figura 2.46: Ventana que muestra la selección del Panel View Plus 6/600.....	61
Figura 2.47: Ventana que muestra cada uno de los equipos que están dentro de una red y tienen conexión con el software FactoryTalk.	62
Figura 2.48: Ventana que muestra la creación del archivo Runtime con la extensión tipo Mer.....	62

Figura 2.49: Ventana que muestra el proceso de descarga y programación del Panel View Plus 6/600.	63
Figura 2.50: Ventana que muestra el proceso de descarga del archivo tipo Mer en el PanelView Plus 6/600.	63
Figura 2.51: PanelView Plus 6/600 en funcionamiento con la aplicación.	64
Figura 2.52: Selección de la aplicación Machine Edition.	65
Figura 2.53: Ventana para el diseño de los HMI's.	65
Figura 2.54: Creación de una nueva pantalla para el HMI.	66
Figura 2.55: Pantallas prediseñadas de la carpeta Displays.	67
Figura 2.56: Pantallas prediseñadas de la carpeta Libraries.	68
Figura 2.57: Crear y configurar Tags.	69
Figura 2.58: Configuración del Alarm Setup.	71
Figura 2.59: Configuración del Message en el Alarm Setup.	71
Figura 2.60: Configuración del Advanced en el Alarm Setup.	72
Figura 2.61: Visualización del Display de el accionamiento de las Alarmas.	72
Figura 2.62: Display de visualización de Históricos de las Alarmas.	73
Figura 2.63: Configuración de Históricos de las Alarmas.	73
CAPÍTULO 3	74
Figura 3.1: Comunicación satisfactoria entre el controlador y la computadora.	75
Figura 3.2: Leds indicadores de que los módulos están funcionando correctamente.	76
Figura 3.3: Disposición de los datos WORD (INT) 19.	76
Figura 3.4: Conexión de los cables Ethernet.	77
Figura 3.5: PING a cada uno de los PLC's conectados a la red.	78

Figura 3.6: Ventana que muestra cada uno de los equipos que están dentro de una red y tienen conexión con el software FactoryTalk.	79
Figura 3.7: Presentación principal del HMI.	80
Figura 3.8: Ingreso del usuario “INGENIERO”.	81
Figura 3.9: Pantalla DIAGNÓSTICO que informa lo que ocurra mientras se ejecuta el proyecto.	82
Figura 3.10: HMI - Menú estación de Presión.	83
Figura 3.11: HMI - Menú estación de Flujo.	83
Figura 3.12: HMI - Menú estación de Nivel.	84
Figura 3.13: HMI – Proceso estación de Presión.	85
Figura 3.14: HMI – Proceso estación de Flujo.	85
Figura 3.15: HMI – Proceso estación de Nivel.	86
Figura 3.16: HMI – Sintonización estación de Presión.	87
Figura 3.17: HMI – Sintonización estación de Flujo.	87
Figura 3.18: HMI – Sintonización estación de Nivel.	88
Figura 3.19: HMI – Alarma estación de Presión (HIGH).	89
Figura 3.20: HMI – Alarma estación de Flujo (HIGH).	89
Figura 3.21: HMI – Alarma estación de Nivel (LOW).	90
Figura 3.22: HMI – Histórico estación de Presión (HIGH).	90
Figura 3.23: Herramienta de monitoreo y edición de Tags en el software RSlogix 5000 PLC servidor.	92
Figura 3.24: Herramienta de monitoreo y edición de Tags en el software RSlogix 5000 PLC cliente.	93
Figura 3.25: Comportamiento de las variables (SP, PV y CV en la estación de Presión.	94

Figura 3.26: Comportamiento de las variables (SP, PV y CV) en la estación de Flujo.....	95
Figura 3.27: Comportamiento de las variables (SP, PV y CV) en la estación de Nivel.	96

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 2.....	24
Tabla 2.1. Propiedades del controlador 1769-L32E.....	27
Tabla 2.2. Velocidad de transmisión del puerto de red RJ-45	31
Tabla 2.3. Valores de calibración para cada estación de procesos.	35
Tabla 2.4. Bits de configuración del módulo de entradas analógicas.	41
Tabla 2.5. Configuración de los Bits para el nuevo módulo de salida.....	44
Tabla 2.6. Rango de Operación de las Estaciones de Procesos.	46
CAPÍTULO 3.....	74
Tabla 3.1. Constantes optimas de sintonización de la estación de Presión.....	95
Tabla 3.2. Constantes optimas de sintonización de la estación de Flujo.....	96
Tabla 3.3. Constantes optimas de sintonización de la estación de Nivel.....	97

RESUMEN

En el presente proyecto se realizó el diseño e implementación de un sistema SCADA, mediante una RED ETHERNET INDUSTRIAL para obtener datos de las estaciones de control de los procesos: Presión, Flujo y Nivel instituyendo así una red con arquitectura descentralizada de un servidor y tres clientes y el diseño de HMI's tanto en PC's y PanelView's para el control y monitoreo de las estaciones de procesos del laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

Para el presente proyecto se utilizó PLCs COMPACT LOGIX 1769-L32E que son equipos que realizan el control PID de cada estación para después mediante la interface Ethernet implementar la RED ETHERNET/IP para llevar los datos hacia el SERVIDOR donde con la ayuda de la configuración de Tags consumidos y producidos permitió de manera remota realizar el control y el monitoreo desde el servidor a través de un HMI diseñado en FACTORYTALK VIEW ME el mismo que fue desarrollado de forma intuitiva a los usuarios.

Además se verificó que el software RSLogix 5000 permite de una manera sencilla diseñar, implementar y programar los controladores ALLEN BRADLEY, y la RED ETHERNET/IP. De igual manera FACTORYTALK VIEW ME para la programación de PanelView's.

Para la realización del proyecto se seleccionó equipos de altas prestaciones vinculadas a nuestras necesidades al momento del diseño e implementación del proyecto de investigación.

ABSTRACT

In this project the design and implementation of a SCADA system was carried out by a RED INDUSTRIAL ETHERNET data for stations process control: Pressure, Flow and Level thus instituting a network with distributed architecture of a server and three clients and design of HMI's both PC's and PanelView 's control and monitoring stations laboratory processes Industrial process Control Networks and the University of the Armed Forces ESPE Latacunga extension .

For this project COMPACT LOGIX PLC 1769- L32E teams that are doing the PID control for each station by Ethernet interface after implementing ETHERNET / IP to carry data to the SERVER was used where with the help of configuration Tags consumed and produced allowed remotely perform control and monitoring from the server via an HMI designed FACTORYTALK VIEW ME the same that was developed intuitive to users.

In addition it was found that the RSLogix 5000 software allows a simple way to design, implement and schedule ALLEN BRADLEY drivers, and ETHERNET / IP. Similarly FACTORYTALK VIEW ME for PanelView's programming.

For the realization of high performance project teams related to our needs at the time of design and implementation of the research project was selected.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. SISTEMA SCADA¹

SCADA proviene de las siglas Supervisory Control and Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos)

Los sistemas SCADA son aplicaciones de software diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos a distancia. Se basan en la adquisición de datos de procesos remotos.

Este tipo de sistema es diseñado para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde una computadora. Además, envía la información generada en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como hacia otros supervisores dentro de la empresa, que permite la participación de otras áreas, como por ejemplo: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc. Es decir se le puede considerar a un sistema SCADA como un diseño que permite satisfacer las necesidades, de un sistema de control centralizado sobre procesos industriales distribuidos sobre áreas geográficas muy extensas, por medio de una estación central que hace de maestro y una o varias unidades remotas por medio de las cuales se hace el control, adquisición de datos hacia y desde el campo.

Las tareas de supervisión y control generalmente están más relacionadas con el software SCADA, en él, el operador puede visualizar en la pantalla del computador cada una de las estaciones remotas que conforman el

¹Tomado de libro: RODRÍGUEZ Penin Aquilino, Sistema SCADA, Pág. 68 (2008)

sistema, los estados de éstas, las situaciones de alarma y tomar acciones físicas sobre algún equipo lejano.

Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

Un término clave en la definición, al que muchas veces no se le da adecuada atención, es el de supervisión, que significa que un operador humano es el que al final tiene la última decisión sobre operaciones, usualmente críticas de una planta industrial.

1.2. BUSES DE CAMPO²

1.2.1 INTRODUCCIÓN

Un bus de campo es un sistema full dúplex digital de transmisión de datos, que conecta dispositivos de campo y sistemas de automatización inteligentes con la red de una planta industrial.

Típicamente son redes digitales bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLCs, transductores, actuadores y sensores.

Cada dispositivo de campo incorpora cierta capacidad de proceso, que lo convierte en un dispositivo inteligente, manteniendo siempre un costo bajo.

Cada uno de estos elementos será capaz de ejecutar funciones simples de diagnóstico, control o mantenimiento, así como de comunicarse de forma bidireccional a través del bus.

² Tomado del libro: Análisis Del Estado Del Arte De Los Buses De Campo Aplicados Al Control De Procesos Industriales, H. Kaschel y E. Pinto, Chile.

1.2.2 OBJETIVOS DE LOS BUSES DE CAMPO

El objetivo es reemplazar los sistemas de control centralizados por redes de control distribuido mediante el cual permita mejorar la calidad del producto, reducir los costos y mejorar la eficiencia. Para ello se basa en que la información que envían y/o reciben los dispositivos de campo es digital, lo que resulta mucho más preciso que si se recurre a métodos analógicos. Además, cada dispositivo de campo es un dispositivo inteligente y puede llevar a cabo funciones propias de control, mantenimiento y diagnóstico.

Esta monitorización permite aumentar la eficiencia del sistema y reducir la cantidad de horas de mantenimiento necesarias, efectivamente los buses de comunicación permiten una comunicación firme, lógica, robusta y económica incorporando nuevas funciones como ajuste remoto de rangos, test y documentación referentes a los procesos industriales dando como resultado nuevas arquitecturas de control y nuevos protocolos.

Otro de los objetivos de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional bucle de corriente de 4-20 mA.

Cada vez más la instrumentación está siendo implementada a través de lo que se conoce como buses de campo. Estas son verdaderas redes de comunicación, que comunican digitalmente los instrumentos, y que transportan las señales en forma de mensajes digitales.

1.3. TOPOLOGÍAS DE RED

La estructura física de la red es importante a la hora de determinar su robustez frente a posibles fallos.

Conexión BUS

Bus: Un único cable interconecta todos los equipos.

Ventajas: Barato, flexible, fácil de cablear, el fallo de una estación no provoca fallos en la red.

Desventajas: La rotura del cable afecta a todos los usuarios, límites de longitud del cable, y del número de usuarios, difícil de localizar fallas, al añadir usuarios baja considerablemente el rendimiento de la red.

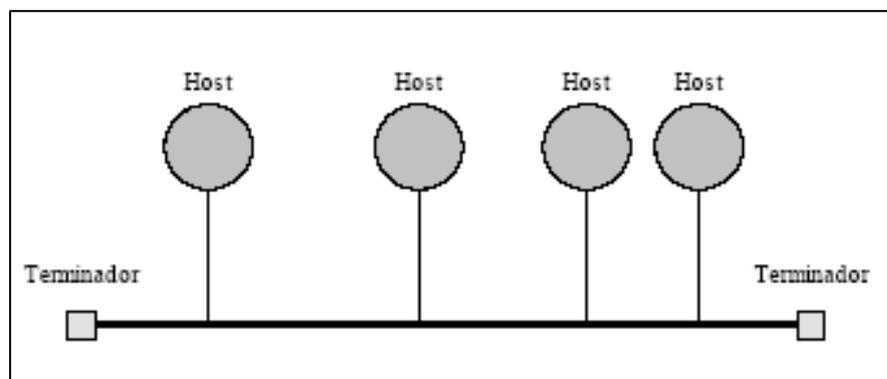


Figura 1.1: Conexión bus.

Conexión Anillo

Anillo: Cada equipo se conecta con otros dos.

Ventajas: Igual acceso para todos los equipos, al añadir usuarios no afecta excesivamente.

Desventajas: Un fallo del cable afecta a muchos usuarios, conexionado y cableado costoso, difícil añadir equipos.

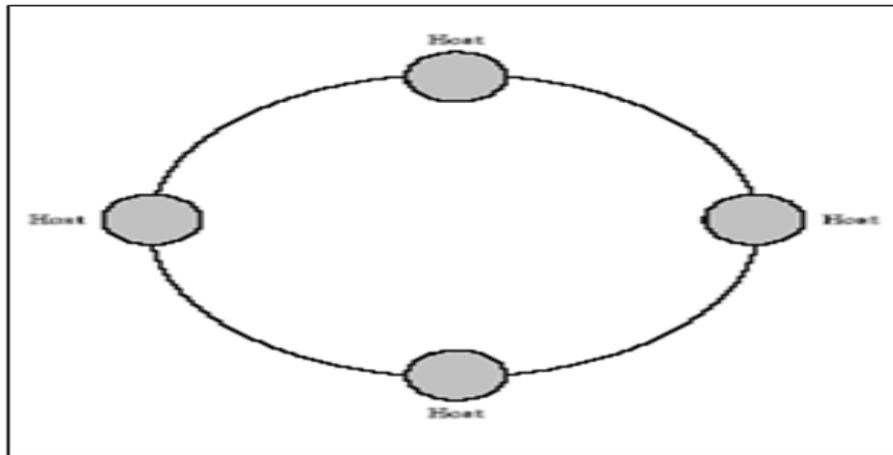


Figura 1.2: Conexión anillo.

Conexión Estrella

Estrella: Todos los nodos están conectados a un nodo central.

Ventajas: Fácil añadir nuevas estaciones, el manejo y monitorización de la red está centralizado, la rotura de un cable solo afecta a un usuario.

Desventajas: Mucho cableado, si falla el computador central se inutiliza la red.

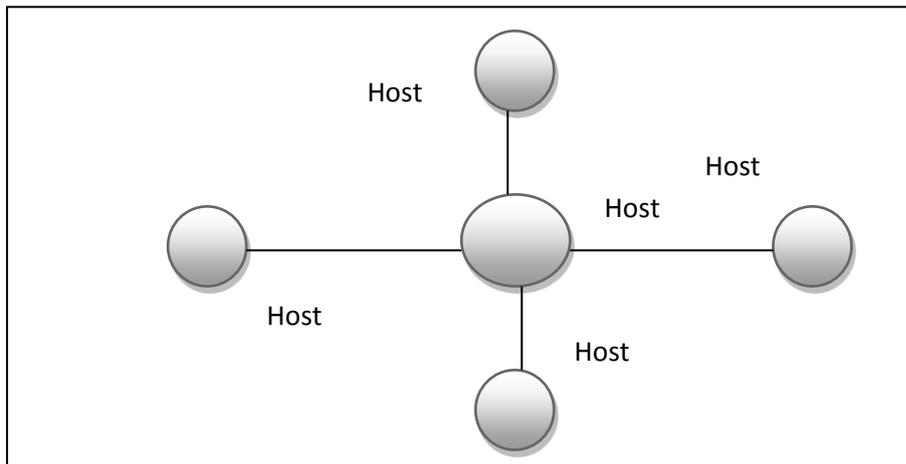


Figura 1.3: Conexión estrella.

Conexión Árbol

Árbol: Sucesiones de estrellas, disminuyendo la longitud del cableado.

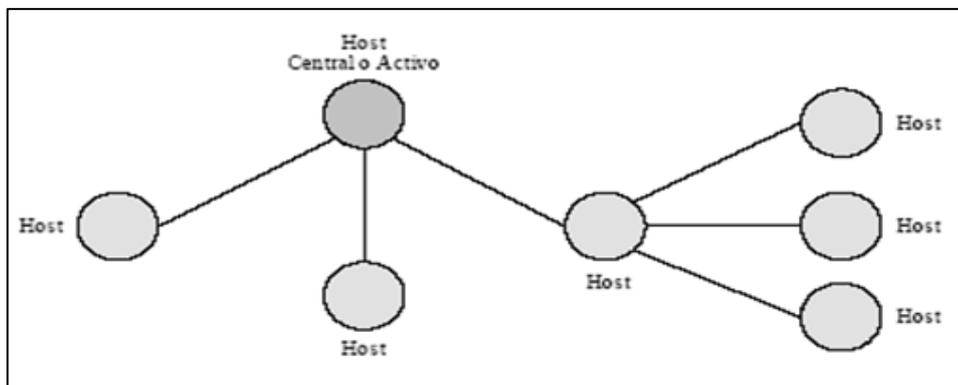


Figura: 1.4: Conexión árbol

1.4. PLC (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE)³

El PLC es un dispositivo electrónico que puede ser programado por el usuario, de gran utilidad en la industria para resolver problemas de secuencias en la maquinaria o procesos, ahorrando costos en mantenimiento y aumentando la confiabilidad de los equipos.

Ventajas:

- Flexibilidad en la implementación (ampliación, modificación y depuración).
- Comunicación con otros PLCs y con computadoras de procesos.
- Mínimo espacio de aplicación.
- Gran robustez para uso industrial (polvo, temperatura, humedad, vibraciones, ruido, etc).
- Mantenimiento económico por tiempos de paro reducidos.

³ Tomado de internet: Controladores lógico programables industriales de automatización URL: <http://www.abcinnova.com/mantenimiento-y-equipo/equipo-electronico.html>

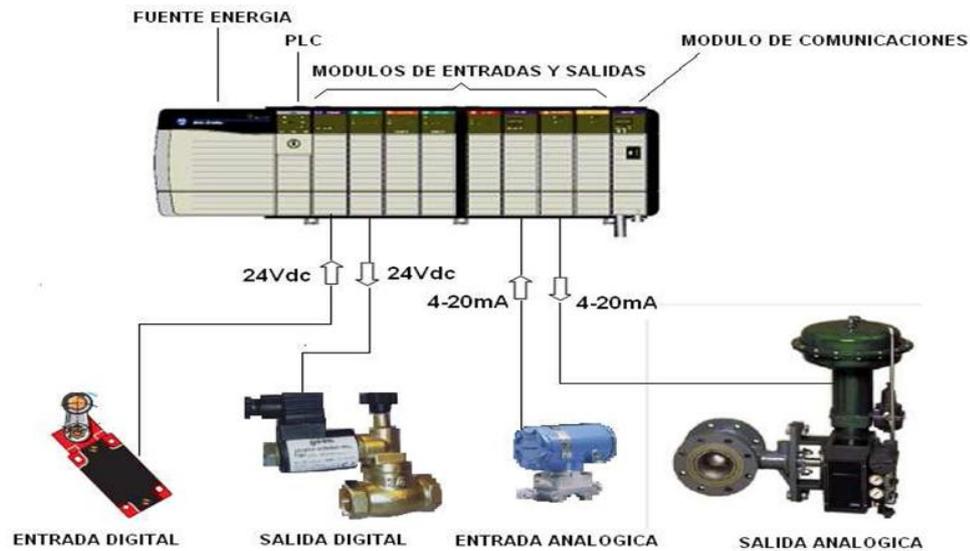


Figura 1.5: Arquitectura de un PLC.

1.5. CONTROL PID⁴

1.5.1 INTRODUCCIÓN

Es un mecanismo de control por realimentación que calcula la desviación o error entre un valor medido y el valor que se quiere obtener, para aplicar una acción correctora que ajuste el proceso. El algoritmo de cálculo del control PID se da en tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo. El valor Proporcional determina la reacción del error actual.

El Integral genera una corrección proporcional a la integral del error, esto asegura que aplicando un esfuerzo de control suficiente, el error de seguimiento se reduce a cero.

El Derivativo determina la reacción del tiempo en el que el error se produce. Ajustando estas tres variables en el algoritmo de control del PID, el controlador puede proveer un control diseñado para lo que requiera el proceso.

⁴ Tomado de libro: VISIOLI Antonio, Control de Práctica PID, Pág. 98 (2011)

1.5.2 AJUSTE DE CONTROLADORES

Para el ajuste de los controladores, el método práctico es obtener una respuesta real del proceso, lo que puede efectuarse de tres maneras principales.

- Método de tanteo (lazo cerrado)
- Método de ganancia límite (lazo cerrado)
- Método de curva de reacción (lazo abierto)

Para el desarrollo del proyecto, explícitamente para el ajuste de los controladores se empleó el método de Ganancia Límite en lazo cerrado. El mismo que se indica a continuación:

Método de ganancia límite para el ajuste del controlador PID

Para el ajuste de los controladores PID mediante el método de ganancia límite se inicia:

1. Con la banda derivativa en 0 y la integral en minutos/repetición, se aumenta la ganancia proporcional hasta obtener una relación de amortiguamiento de 0,25.
2. Se aumenta lentamente la banda integral hasta acercarse al punto de estabilidad.
3. Se aumenta la banda derivativa en pequeños incrementos, creando al mismo tiempo desplazamientos en el mismo punto de consigna hasta obtener en el proceso un comportamiento cíclico, reduciendo ligeramente la última banda derivativa. Después de estos ajustes puede aumentarse normalmente la ganancia proporcional con mejores resultados en el control.

1.6 ETHERNET INDUSTRIAL⁵

1.6.1 INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista físico, Industrial Ethernet constituye una red eléctrica sobre la base de una línea coaxial apantallada, un cableado TwistedPair o una red óptica sobre la base de un conductor de fibras ópticas.

Industrial Ethernet está definida por el estándar internacional IEEE 802.3 aparece con el objetivo de unificar tanto las comunicaciones entre dispositivos como los perfiles a los que estos debían responder para garantizar el comportamiento estandarizado. Además es un estándar que establece las pautas de cableado, señalización de nivel físico y formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI en específico. Es decir es un estándar muy robusto de gran utilidad en la comunicación y compartimiento de información más aun en ambientes industriales donde la transmisión de datos es muy compleja.

1.6.2 CARACTERÍSTICAS DE ETHERNET INDUSTRIAL⁶

Determinismo

Considerando que el protocolo Ethernet Industrial continúa en la base de fabricación, un elemento clave es el rendimiento de extremo a extremo.

Por esto, el determinismo, es decir, la capacidad de garantizar que un paquete es enviado y recibido en un determinado período de tiempo, es un importante objetivo para el diseño de las redes industriales.

⁵ Tomado de Internet de: ETHERNET INDUSTRIAL URL:<http://www.ethernetindustrial.es/>

⁶ Tomado de Internet de: Análisis Del Estado Del Arte De Los Buses De Campo Aplicados Al Control De Procesos Industriales, H. Kaschel y E. Pinto.

Redundancia

Las redes Ethernet Industrial deben ser altamente confiables y seguir en funcionamiento durante duras condiciones ambientales, interrupciones accidentales de red y fallas de los equipos. La caída de una red puede ser peligrosa y cara.

La confiabilidad de la red es en gran medida conseguida por el uso de Redundancia para todos los vínculos críticos. Hay cuatro esquemas de redundancia populares para Ethernet: SpanningTreeProtocol (STP), Rapid SpanningTreeProtocol (RSTP), Link Aggregation (Trunking) y topología de anillos propietaria.

Multicasting

Muchas aplicaciones de Ethernet Industrial dependen de la tecnología IP multicast. IP multicast permite a un host o fuente enviar paquetes a otro grupo de hosts (llamados "receptores") en cualquier lugar dentro de la red IP utilizando una forma especial de dirección IP llamada "dirección IP multicast grupal". Mientras los servicios de multicast tradicionales, como el vídeo o multimedia, tienden a reducir la escala con el número de streams (canales - Flujo), las aplicaciones de Ethernet Industrial multicast no lo hacen.

Los ambientes de Ethernet Industrial utilizan un modelo de productor-consumidor. Los equipos que generan la información son productores y los equipos que reciben la información son consumidores. Multicast es más eficaz que el unicast, debido a que los consumidores buscan a menudo la misma información de un productor particular.

Seguridad.

Si bien la integración creciente de tecnologías de la información y Ethernet Industrial presenta el potencial para ofrecer nuevos niveles de beneficio en las operaciones industriales, también plantea posibles vulnerabilidades. El acto de monitoreo y el análisis de datos procedentes de sistemas de control en niveles de planta, significa que el equipo también se extiende en la otra dirección. Esto aumenta enormemente la exposición de la ampliación de la red de intrusiones y amenazas. Estas medidas de seguridad de red se pueden agrupar en varias categorías, incluidas las de control de acceso y autenticación, seguridad en la conectividad y administración.

Monitoreo.

Los puertos espejo (Mirrorport) proporcionan a los ingenieros y técnicos herramientas de monitoreo en tiempo real para el comportamiento del sistema. El uso de puerto espejo en switches Ethernet industrial, las estadísticas y el historial pueden ser usadas para identificar las tendencias de capacidad, otorgando a los usuarios la capacidad para identificar rápidamente los problemas y ver quiénes son los usuarios que utilizan más el ancho de banda de un solo vistazo.

1.6.3 APLICACIONES ETHERNET INDUSTRIAL⁷

Un proceso industrial no es más que un flujo de materiales, sustancias o fluidos, que se van transformando para conseguir obtener un valor añadido en forma de un nuevo producto. Estos flujos, junto con las transformaciones que el proceso aporta, deben estar optimizados para evitar derroches. Por todo ello, para mejorar la productividad de una

⁷ Tomado de Internet de: ETHERNET INDUSTRIAL URL:<http://www.ethernetindustrial.es/>

planta, lo más importante de todo es tener una información detallada de cómo se están comportando los procesos en cada momento, y cuántos recursos nos están pidiendo para poder producir.

La aplicación de Ethernet en proyectos de automatización industrial es cada vez más común y se debe conocer una serie de consideraciones para actuar con precisión y no caer en sorpresas desagradables. Ethernet es el protocolo por el cual se comunican ordenadores en un entorno de red local, es decir, es el sistema que normalmente se utiliza para comunicar ordenadores entre sí dentro de una industria, y por ello su idoneidad será vital para poder disponer de esos datos que tanto necesitamos.

1.7 FACTORYTALK VIEW⁸

1.7.1 INTRODUCCIÓN

Es una solución de visualización completa diseñada con la misma apariencia y el mismo modo de navegación con el fin de acelerar el desarrollo de la aplicación HMI y acortar el tiempo de aprendizaje por parte del operador.

En apoyo a la Arquitectura Integrada de Rockwell Automation, FactoryTalk View forma parte del paquete unificado de soluciones de monitoreo y control diseñado para abarcar aplicaciones autónomas, a nivel de máquina e incluso aplicaciones de HMI a nivel de supervisor a través de una red.

⁸ Tomado de Internet: Integración De Factorytalk View SE En Su Arquitectura, URL: [http://www.rockwellautomation.co.uk/applications/gs/emea/GSES.nsf/files/au_es_09_material/\\$file/F_-_S2_-_FT2ES_WBK.pdf](http://www.rockwellautomation.co.uk/applications/gs/emea/GSES.nsf/files/au_es_09_material/$file/F_-_S2_-_FT2ES_WBK.pdf)

1.7.2 RSVIEW 32

Se trata de un paquete de software integrado de interfaz de operador basado en componentes para la supervisión y control de máquinas y procesos de automatización. Se compone de un paquete de software con un único servidor y un único cliente que se ejecuta en un solo PC, con posibilidad de ampliación a clientes remotos (máx. 20).

1.7.3. FACTORYTALK VIEW SE

FactoryTalk View SE hace referencia a las dos versiones disponibles: Station Edition y Site Edition.

La Station Edition es un sistema autónomo de interfaz de operador para la supervisión y control de procesos o líneas individuales. 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 FactoryTalk permite que el software distribuido funcione como una única aplicación perfecta.

1.7.4. FACTORYTALK VIEW ME

Machine Edition es un producto de interfaz de operador a nivel de máquina para el desarrollo y soporte de soluciones orientadas y basadas en PC's. Está diseñado como sistema de supervisión y control de máquinas individuales y pequeños procesos.

1.7.5. VENTAJAS DE FACTORYTALK VIEW

Reduce el tiempo de diseño y de puesta en marcha con:

- Interface de operador-máquina sin tags con FactoryTalk Directory.

- Objetos globales.
- Biblioteca de plantillas incorporadas e instrucciones add-on de Rockwell Automation.
- Ahora compatible con el sistema operativo de 64 bits Windows.

Expande la flexibilidad y capacidad de la máquina mediante:

- Recetas
- Configuración de la máquina
- Registro de datos

1.8. RSLogix 5000⁹

1.8.1. INTRODUCCIÓN

El software RSLogix 5000 está diseñado para programar controladores de la familia Logix 5000 y para la plataforma Logix de Rockwell Automation.



Figura 1.6: Software RSLogix 5000.

⁹Tomado de Internet: Introducción software RSlogix5000 URL: http://www.rocatek.com/forum_rslogix.php.

Utiliza varios tipos de lenguaje de programación como Escalera (Ladder), Bloques de funciones (Functions blocks), texto estructurado (structured text) y esquemas de funciones secuenciales (Sequential Function Chart).

1.8.2 CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE RSLogix 5000¹⁰

- Puede utilizarse para aplicaciones de base discreta, de proceso, de lote, de movimiento, de seguridad y de variadores.
- Es compatible con la familia escalable de controladores programables de automatización (PAC) Logix.
- Permite fragmentar la aplicación en programas más pequeños que pueden volver a utilizarse, rutinas e instrucciones que pueden crearse al utilizar distintos lenguajes de programación: diagrama de lógica de escalera, diagrama de bloque de funciones, texto estructurado y diagrama de funciones secuenciales.
- Incluye un conjunto extenso de instrucciones incorporadas que se puede aumentar al crear sus propias instrucciones add-on definidas por el usuario.
- Permite escribir la aplicación sin tener que preocuparse de la configuración de la memoria.
- Proporciona la capacidad de crear tipos de datos definidos por el usuario para representar fácilmente componentes específicos de la aplicación en una estructura.

¹⁰Tomado de Internet: Características del software RSLogix5000 URL: http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/9324-pp001_-es-p.pdf

- Incorpora datos y los comparte con otros productos de software de Rockwell Automation para reducir drásticamente el tiempo de entrada de datos, proporcionar auditorías y facilitar el manejo de códigos y su uso repetido.

1.9. PANELVIEW PLUS¹¹

Los terminales gráficos PanelView™ Plus permiten monitorear, controlar y mostrar información de estado de la aplicación de manera gráfica. Estos terminales ofrecen la flexibilidad de plataforma abierta del sistema operativo Windows® CE.

Están disponibles en tamaños de pantalla de 6 a 15 pulg. (15.24 a 38.1 cm). El software FactoryTalk® View Studio Machine Edition permite programar todos los terminales gráficos PanelView Plus.



Figura 1.7: PanelView Plus de Allen Bradley.

¹¹Tomado de Internet: PanelView 6 600 URL: <http://ab.rockwellautomation.com/es/Graphic-Terminals/2711P-PanelView-Plus-6-600-Terminals#/tab5>

1.10. SWITCH ETHERNET¹²

Un conmutador o switch es un dispositivo digital lógico de interconexión de equipos que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red.

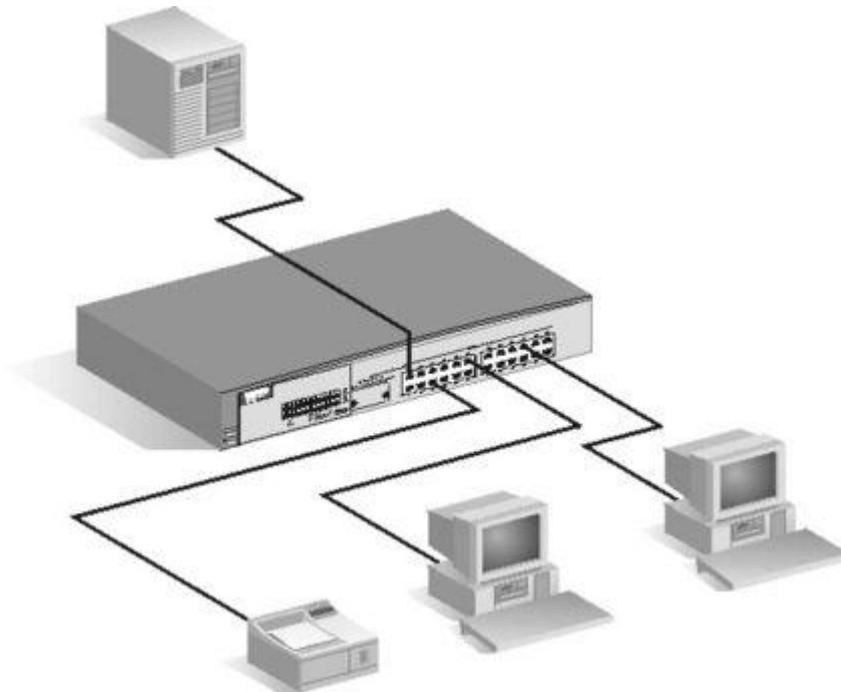


Figura 1.8: Switch para Ethernet Industrial.

Los conmutadores se utilizan cuando se desea conectar múltiples redes, fusionándolas en una sola. Al igual que los puentes, dado que funcionan como un filtro en la red, mejoran el rendimiento y la seguridad de las redes de área local.

¹²Tomado de Internet: Switch para Ethernet Industrial URL: [http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_\(dispositivo_de_red\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_(dispositivo_de_red))

1.11. ESTACIONES DE PROCESOS¹³

Las estaciones de Instrumentación y Control de Procesos fabricados por Lab-Volt que se muestran en la Figura 1.9, son estaciones de trabajo autónomas diseñadas para la capacitación práctica de las medidas, del control y reparaciones de Presión, Flujo y Nivel. Las estaciones pueden funcionar independientemente o en ciertas combinaciones de configuración simulando procesos complejos.



Figura 1.9: Estaciones de instrumentación y control de procesos.

1.11.1. ESTACIÓN DE PRESIÓN

La estación de Procesos de Presión mostrada en la Figura 1.10, tiene un proceso que incluye dos tanques de aire, cada uno con capacidad de dos galones, que se pueden conectar con cordones individualmente, en serie o en paralelo. Cuando se utiliza cualquiera de los dos tanques individualmente, se obtiene un proceso de una sola capacidad con un solo

¹³ Tomado de la Tesis: "MONITOREO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE UNA ESTACIÓN DE PROCESOS UTILIZANDO EL PLC SIMATIC S7-200 Y VISUAL BASIC ", F. Caiza, URL: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3408/1/T-ESPEL-0142.pdf>

volumen y un retraso de respuesta mínima. Conectando dos tanques en paralelo se obtiene un proceso de una capacidad, con volumen doble; cuando se conectan los tanques en serie, el proceso tiene capacidad doble; ambos tienen un retraso de respuesta con efecto recíproco.¹⁴

La estación de presión también cuenta con válvulas de aguja en las conexiones del tanque y en la carga, permitiendo introducir perturbaciones en la demanda y el suministro de presión de igual forma permite variar el grado de restricciones en todas las configuraciones de circuitos cerrados, proporcionando velocidades y respuestas de proceso diversas.



Figura 1.10: Estación de instrumentación del Proceso de Presión.

¹⁴ Tomado de la Tesis: "MONITOREO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE UNA ESTACIÓN DE PROCESOS UTILIZANDO EL PLC SIMATIC S7-200 Y VISUAL BASIC ", F. Caiza, URL: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3408/1/T-ESPEL-0142.pdf>

1.11.2. ESTACIÓN DE NIVEL

El proceso de la estación de Nivel de Lab-Volt que se muestra en la Figura 1.11, es un cilindro de Plexiglass de 8 pulgadas de diámetro y de 36 pulgadas de alto. Para el control de la estación de nivel se posee de un conversor I/P Watson Smith tipo 100X, que tiene una entrada de alimentación neumática de hasta 20 PSI, que será realmente la presión que se regule al estándar de 3 a 15 PSI para el control de la válvula de posicionamiento; el mismo que toma la señal de 4 a 20 mA proveniente del controlador.

La válvula neumática regula el caudal de entrada de agua al tanque de proceso para aumentar o disminuir el nivel del agua. En la parte inferior del tanque se tiene un transmisor de presión diferencial Foxboro IDP10-T22B21F-L1 quién mide el nivel de agua y envía la señal medida al controlador con un rango estándar de 4 a 20 mA.



Figura 1.11: Estación de instrumentación del Proceso de Nivel.

1.11.3. ESTACIÓN DE FLUJO

La estación de Procesos de Flujo mostrada en la Figura 1.12, simula el control del caudal de un líquido (agua) a través de una tubería. Para el control de la estación de flujo se posee de un variador de frecuencia que maneja una bomba; el mismo que toma la señal de 4 a 20 mA proveniente del controlador.

La bomba aumenta o disminuye el flujo de agua en el sensor tipo placa orificio según sea el caso. En la tubería del proceso se tiene un transmisor de presión diferencial quién mide el flujo de agua y envía la señal medida al controlador con un rango estándar de 4 a 20 mA.



Figura 1.12: Estación de instrumentación del Proceso de Flujo.

CAPÍTULO 2

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

2.1 TOPOLOGÍA DE RED

Hace referencia a la configuración de la red, y recoge tres campos: físico, eléctrico y lógico. Los niveles físicos y eléctricos se pueden entender como la configuración del cableado entre los dispositivos de control y conmutación; mientras que el nivel lógico se entiende como se trata la información dentro de la red, como se dirige de una estación a otra.

De tal modo se decidió implementar una red Ethernet con topología estrella donde todos los elementos de la red se conectan al nodo central de la red mediante un enlace punto a punto. El nodo central se encarga de gestionar las transmisiones de información por toda la red, este tipo de topología se puede observar en la Figura 2.1.

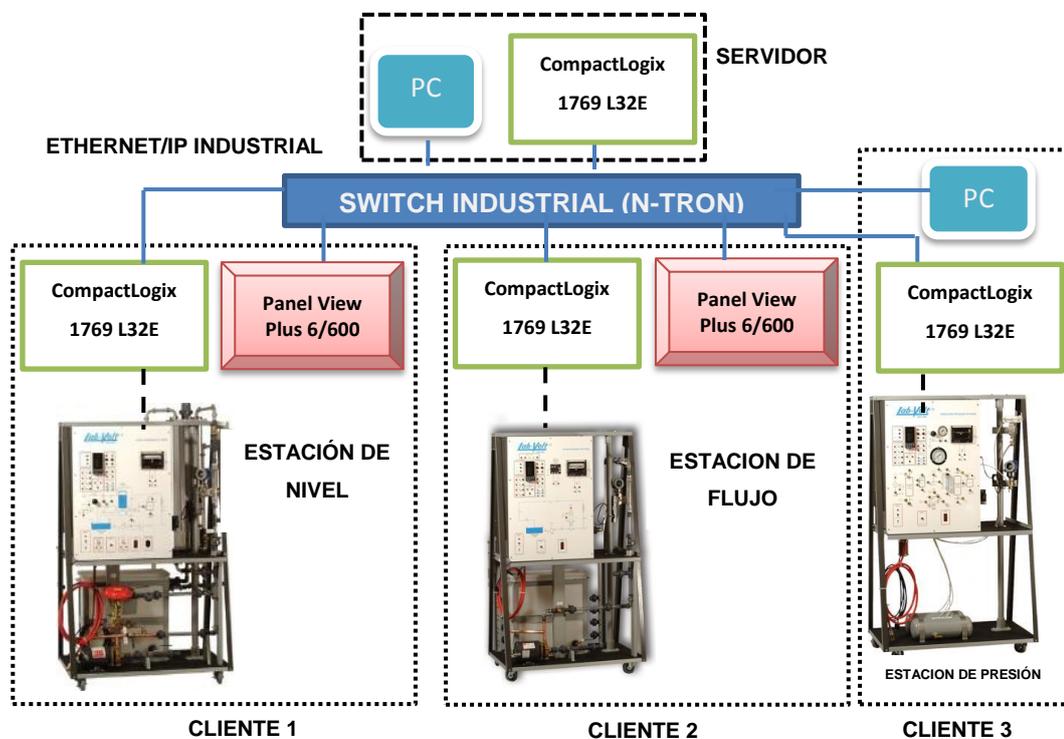


Figura 2.1: Topología (ESTRELLA) implementada en el proyecto.

2.2. SELECCIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES

Los equipos y materiales que se utilizan en la realización del proyecto se seleccionaron de acuerdo a la disponibilidad, utilidades y prestaciones que brindan, a continuación se enumera a cada uno de ellos.

1. PLC'S COMPACTLOGIX 1769-L32E
2. PANELVIEW PLUS 6 600.
3. SWITCH PARA ETHERNET INDUSTRIAL (N-TRON)
4. CABLE UTP PARA CABLEADO DE LA RED
5. FUENTE LOGO!Power (6EP1332)-1SH43

2.3. PLC COMPACTLOGIX 1769-L32E¹⁵

2.3.1 DESCRIPCIÓN DEL CONTROLADOR (1769-L32E)

Un controlador CompactLogix ofrece los elementos más avanzados de control, comunicaciones de Entrada y Salida (E/S) en un paquete de control distribuido.

Específicamente los CompactLogix de la familia Allen Bradley son modulares y además, usan un control común con un ambiente de desarrollo óptimo para proporcionar control de aplicaciones de rango medio en un ambiente fácil de usar.

La estrecha integración entre el software de programación, el controlador y los módulos de E/S reduce en este tipo de controlador, el tiempo de desarrollo y el costo en la puesta en marcha durante la operación normal.

Esta homogeneidad proporciona una integración rentable de una máquina o aplicación de seguridad en un sistema de control a nivel de toda la planta, esto, integra capacidades de seguridad y movimiento.

¹⁵Tomado de Internet: Tutoriales de Rockwellautomation URL: http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1769-um011_-es-p.pdf

2.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL CONTROLADOR 1769-L32E

- Alta funcionalidad en una plataforma económica.
- Riel DIN o montaje en panel para una instalación flexible.
- Los controladores compactos ofrecen E/S incorporadas para reducir los costos y a simplificar la configuración.
- Los módulos analógicos, digitales y especiales cubren un amplio rango de aplicaciones.
- Avanzada conectividad del sistema a redes EtherNet/IP para las plataformas CompactLogix 5370.
- Completa compatibilidad con redes EtherNet/IP estándar y compatibilidad limitada con redes ControlNet™ y DeviceNet™ en todas las plataformas CompactLogix.
- Capacidades de seguridad y movimiento integradas en un solo controlador.

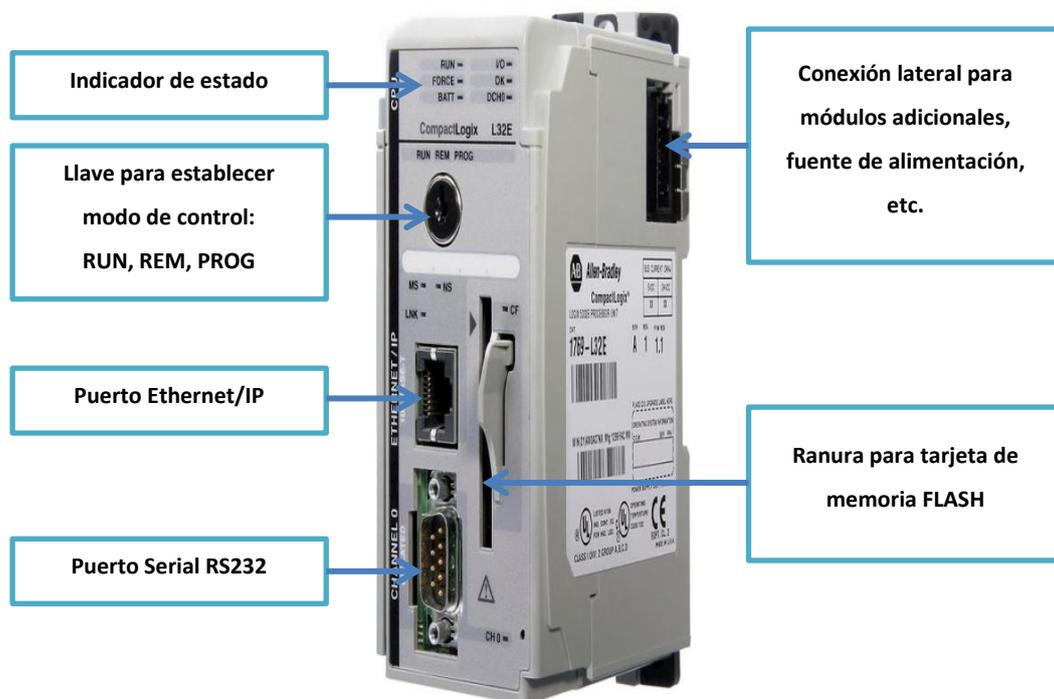


Figura 2.2: Características principales del PLC.

2.3.3 PROPIEDADES DEL CONTROLADOR 1769-L32E

Tabla 2.1. Propiedades del controlador 1769-L32E

CONTROLADOR	MEMORIA DISPONIBLE	OPCIONES DE COMUNICACIÓN	NÚMERO DE TAREAS ACEPTADAS	NÚMERO DE MÓDULOS DE E/S ACEPTADOS:
1769-L32E	750 Kb	-1 puerto EtherNet/IP -1 puerto en serie RS-232	6	16

a.- Puerto Ethernet

El PLC cuenta con un puerto ETHERNET que sirve como puerto de programación y monitoreo, para poder asignar una dirección IP al puerto ETHERNET (Canal 1) se lo realiza mediante la aplicación BOOTP-DHCP para que el controlador se pueda comunicar con la computadora a través de una RED ETHERNET y poder reconocer con RSLinx al PLC COMPACTLOGIX L32E.

A través de este puerto el controlador soporta:

- Control de I/O.
- Comunicación mediante Tags producidos/consumidos y mensajes de instrucción.
- Comunicación con un HMI.
- Configuración, programación, carga y descarga de programas.

b. Puerto serial RS232

El controlador posee un puerto serial RS232 macho de 9 pines denominado "Canal 0", que se puede utilizar para conectar un PanelView para el monitoreo y control de procesos.

Además por este puerto se puede configurar la dirección IP del PLC por medio del software RSLinx Classic instalado en la computadora.

c. Módulos de Entrada/Salida CompactLogix

Los Módulos de E/S Compact 1769 pueden ser usados como E/S locales y distribuidas para un controlador COMPACTLOGIX.

c.1. Módulos de E/S Digitales CompactLogix.

- Módulos de entrada digital AC.
- Módulos de salida digital AC.
- Módulos de entrada digital DC.
- Módulos de salida digital DC.
- Módulos de salida de contacto digital.

c.2. Módulos de E/S Analógicos CompactLogix.

- Los módulos analógicos son de termopares o RTD.
- La mayoría de módulos análogos son de entrada, sólo algunos vienen con entrada y salida integrada.

2.4. PanelView PLUS 6/600 ¹⁶

2.4.1 DESCRIPCIÓN DEL PanelView Plus 6/600

El terminal gráfico PanelView Plus 6/600 se compone de una pantalla plana a colores de 6 pulg. (15.24 cm) con una resolución de 320 x 240 (mínima) y gráficos de 18 bits.

Este terminal admite y facilita que el operador realice entradas a través de un teclado (22 teclas de función), una pantalla táctil o un teclado.

2.4.2 CARACTERÍSTICAS DEL PanelView 6/600

Este terminal gráfico brinda mejoras prestaciones a las versiones anteriores como son:

- Velocidad del procesador es aumentada de 350 MHz a 1 GHz.
- La velocidad de transición de la pantalla es hasta un 70% más rápida.
- Memoria del sistema aumentada de 64 MB de RAM a 256 MB de RAM.
- Espacio de almacenamiento flash aumentado de 64 MB a 512 MB.
- Iluminación aumentada en pantalla de luz de retroiluminación LED.
- Mayor conectividad a una variedad de accesorios como impresoras, mouse y teclados.

2.5. SWITCH PARA ETHERNET INDUSTRIAL (N-TRON)

Los sistemas SCADA son conocidos como herramientas de administración utilizados principalmente para el monitoreo remoto, control y diagnóstico y el HMI es utilizado para el control y vigilancia. Uno de los

¹⁶¹⁶ Tomado de Internet: Tutoriales de Rockwellautomation URL: <http://ab.rockwellautomation.com/es/Graphic-Terminals/2711P-PanelView-Plus-6-600-Terminals#/tab5>.

componentes de red es el switch Ethernet/IP que se muestra en la Figura 2.3, ofrece transmisiones de datos rápidas y seguras, de esta forma proporcionan información confiable sobre el estado real de red para el diagnóstico a distancia.



Figura 2.3: Switch para Ethernet Industrial (N-Tron).

2.6. CABLE UTP PARA CABLEADO DE LA RED

2.6.1 DESCRIPCIÓN DEL CABLE DE RED

El significado de las siglas RJ-45 es: Conector 45 registrado o ("Registered Jack 45"). Este conector se conforma de forma especial por 8 terminales, estos se utilizan para interconectar computadoras y conformar redes de datos de área local (LAN - red de computadoras cercanas interconectadas entre sí). Les llaman puertos porque permiten la transmisión de datos entre una red (periférico), con las computadoras.

El puerto RJ-45 ha remplazado en gran medida al puerto de red BNC y al puerto de red DB15.

2.6.2 CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE RED

Se puede argumentar que es un puerto que viene integrado en la tarjeta principal (Motherboard), y en otros casos en una tarjeta de red. Este se utiliza para interconectar computadoras a una red local o redes locales (LAN). Una de las características de este puerto es que permite la introducción de conectores RJ-11 (telefónico) y transmitir la señales a muy altas velocidades como se muestra en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Velocidad de transmisión del puerto de red RJ-45

Puerto	Velocidad en Megabits por segundo	Velocidad en (Mega Bytes/segundo)
RJ- 45	10Mbps/100 Mbps/1000 Mbps	1.25MB/s - 12.5 MB/s - 125 MB/s

2.6.3 TIPOS DE CONEXIÓN DEL CABLE DE RED

Existen dos tipos de conexión que pueden ser utilizadas:

- 1) La conexión directa
- 2) La conexión cruzada

Como se observa en las Figuras 2.4 y 2.5 respectivamente:

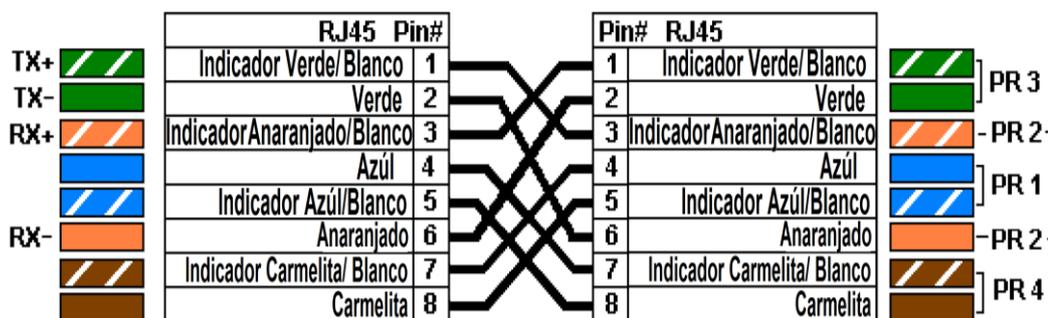


Figura 2.4: Cable de interconexión cruzada Ethernet.



Figura 2.5: Cable de interconexión directa Ethernet.

Para la conexión y comunicación entre los PLC's CompactLogix 1769 L32E se puede utilizar cables de interconexión Ethernet directa o cruzada ya que una de las características del autómata programable es tipo CROSS OVER, es decir acepta cualquiera de las dos configuraciones como se muestran en las Figuras 2.4 y 2.5.

2.7. FUENTE LOGO!Power (6EP1332)-1SH43¹⁷

Las nuevas mini fuentes de alimentación ofrecen mucha potencia en un mínimo espacio: el buen rendimiento en todo el rango de carga y la reducida disipación en vacío garantizan un funcionamiento eficiente. La entrada de rango amplio ahora también permite la conexión a corriente continua. Se ha optimizado el comportamiento de conexión para las cargas capacitivas y se ha ampliado el rango de temperatura de servicio a +70 °C. Gracias a su perfil plano y escalonado como el de los módulos LOGO!, las fiables fuentes de alimentación pueden integrarse con gran flexibilidad en numerosas aplicaciones.

¹⁷Tomado de Internet: Tutoriales de siemens URL: www.siemens.com

2.8. CALIBRACIÓN Y AJUSTE DE TRANSMISORES

Para la calibración de los transmisores ROSEMOUNT de las estaciones de presión, flujo y nivel mediante el Calibrador de Procesos de Documentación Fluke 744, se debe considerar que los transmisores necesitan de alimentación externa. Previo esta consideración se ejecuta el siguiente procedimiento.

1. Se realiza la conexión de alimentación al Transmisor Smart Rosemount, con una resistencia de 250Ω en serie al transmisor, como se muestra en a Figura 2.6.

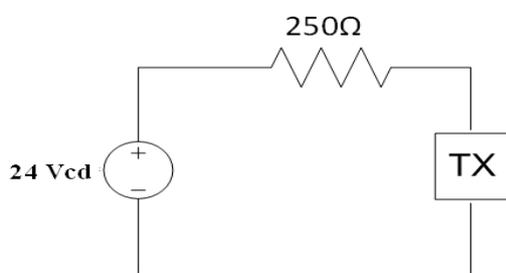


Figura 2.6: Conexión de alimentación al transmisor.

2. Luego se conecta el calibrador 744 en paralelo al transmisor como se muestra en la Figura 2.7.

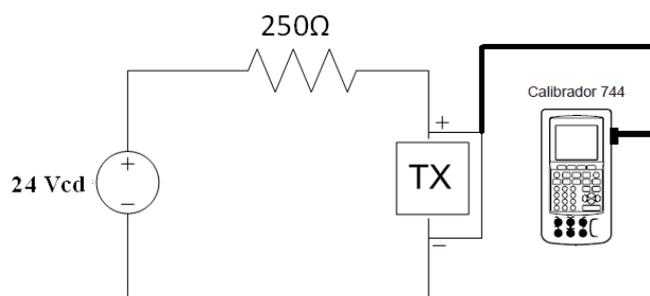


Figura 2.7: Conexión del calibrador 744 en paralelo al transmisor.

3. Posteriormente se enciende la estación y el calibrador 744, se observa que el proceso funciona de forma correcta y en la pantalla del calibrador aparece la siguiente configuración como se muestra en la Figura 2.8.



Figura 2.8: Configuración inicial del calibrador 744.

4. En el Calibrador 744 se presiona la tecla HART  para obtener los valores parametrizados en los cuales se encuentra el Transmisor Smart Rosemount.

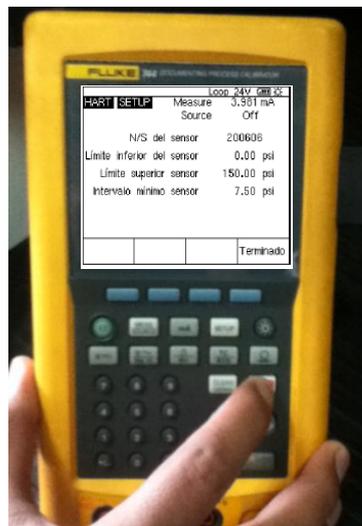


Figura 2.9: Calibrador 744 en Modo HART

5. Una vez activo el modo HART observar los rangos en los que se encuentra la variable del proceso.
6. Presionar la tecla SETUP para el reconocimiento del Transmisor.
7. Luego de cambiar los valores **PV LRV y PV URV** se debe presionar la tecla SEND, así se obtienen los nuevos valores límites de calibración para cada una de nuestras estaciones como se muestran en la tabla 2.3.

Tabla 2.3. Valores de calibración para cada estación de procesos.

ESTACION DE PROCESOS	RANGOS DE OPERACIÓN DEL TRANSMISOR
Presión	10-30 PSI
Flujo	30-50 In H ₂ O
Nivel	10-20 In

2.9 PROGRAMACIÓN DEL COMPACTLOGIX 1769-L32E

Para la programación de los controladores programables (PLC's) se deben utilizar los software RSLinx Classic y RSLogix 5000 propios de la familia ALLEN BRADLEY.

a. RSLINX CLASSIC

RSLinx Classic permite que el controlador programable Allen-Bradley acceda a una amplia variedad de aplicaciones de Rockwell Software y Allen-Bradley. Entre estas aplicaciones se incluyen desde aplicaciones de configuración y programación tales como RSLogix y RSNetWorx hasta aplicaciones HMI (interfaz operador-máquina) como RSVIEW32, hasta sus

propias aplicaciones de adquisición de datos mediante Microsoft Office, páginas Web. Además, RSLinx Classic utiliza técnicas de optimización de datos avanzadas y dispone de una serie de diagnósticos.

Una vez instalado el software RSLinx Classic en la computadora, se inició con el menú Communications, Configure Drivers, de la lista desplegable se elige EtherNet/IP Driver y dar click en Add New.

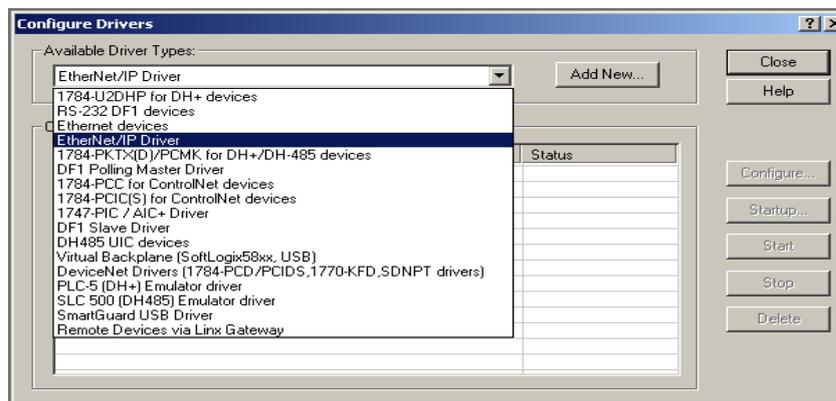


Figura 2.10: Selección del Tipo de Comunicación.

En la ventana que se muestra a continuación Figura 2.11, se ingresa el nombre para el driver de comunicación, se puede dejar el nombre que aparece automáticamente AB_ETHIP-1 o personalizar de acuerdo a un criterio, y dar click en la opción OK para aceptar.

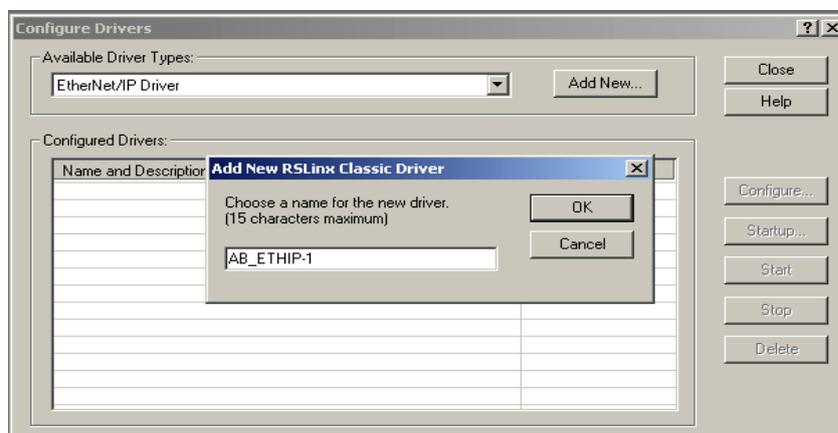


Figura 2.11: Nombre del driver de Comunicación.

En la figura 2.12 se muestra la configuración del driver, primero escogiendo la opción Browser Local Subnet y señalando la ruta por la cual se va a comunicar el controlador con el computador mediante la dirección IP respectiva.

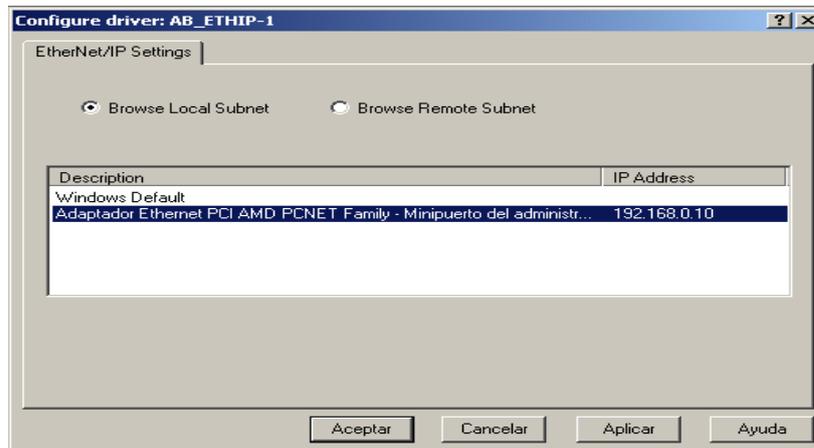


Figura 2.12: Configuración del Driver.

Finalmente se ha logrado realizar la comunicación Ethernet con todos los controladores en red, pudiendo ser visualizados como se muestra en la Figura 2.13, cabe recalcar que todos los PLC's que se encuentran conectados en la red utilizan el mismo driver de comunicación ya que este permite asociar las direcciones IP de cada uno de los autómatas programables hacia la misma red.

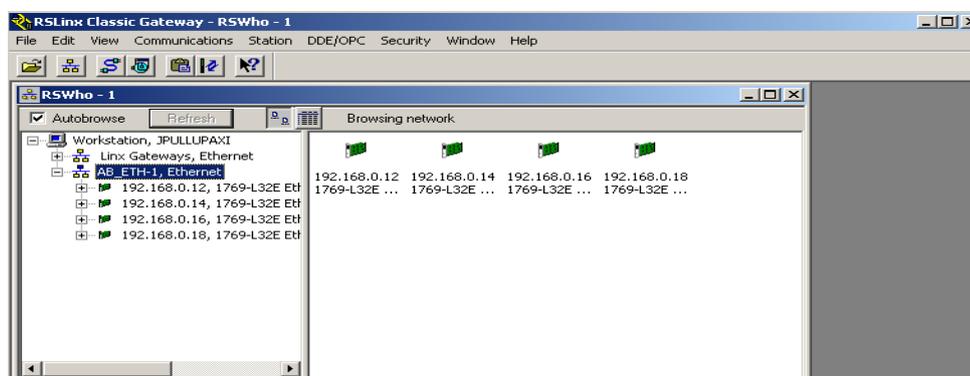


Figura 2.13: Visualización de la comunicación con los CompactLogix.

En caso de existir algún problema con el reconocimiento de los controladores se debe dirigir a la opción Rockwell Software, BOOTP-DHCP Server en donde se desplegará la lista de direcciones IP de los controladores conectados, colocar en una de ellas y se escribe la dirección con la que se trabajará.

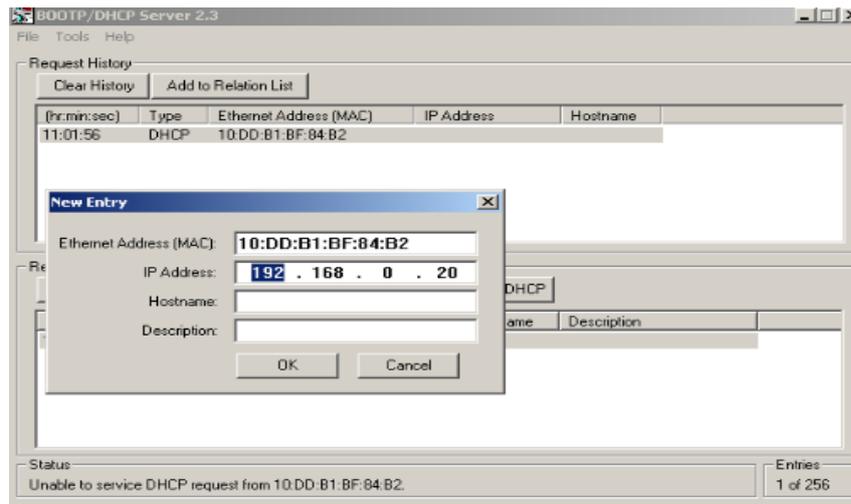


Figura 2.14: Servidor BOOTP-DHCP.

b. Software RSLogix 5000

El software RSLogix 5000 está diseñado para programar controladores de la familia Logix 5000 y para la plataforma Logix de Rockwell Automation.

Utiliza varios tipos de lenguaje de programación como Escalera (Ladder), Bloques de funciones (Functions blocks), texto estructurado (structured text) y esquemas de funciones secuenciales (Sequential Function Chart).

Una vez instalado el software RSLogix 5000 en el computador se procede a abrir el software, en el menú archivo se selecciona Nuevo, en la pantalla que se muestra en la Figura 2.15, se debe escoger el tipo de controlador

que en este caso será el 1769-L32E Controller CompactLogix5332E y click en Ok.

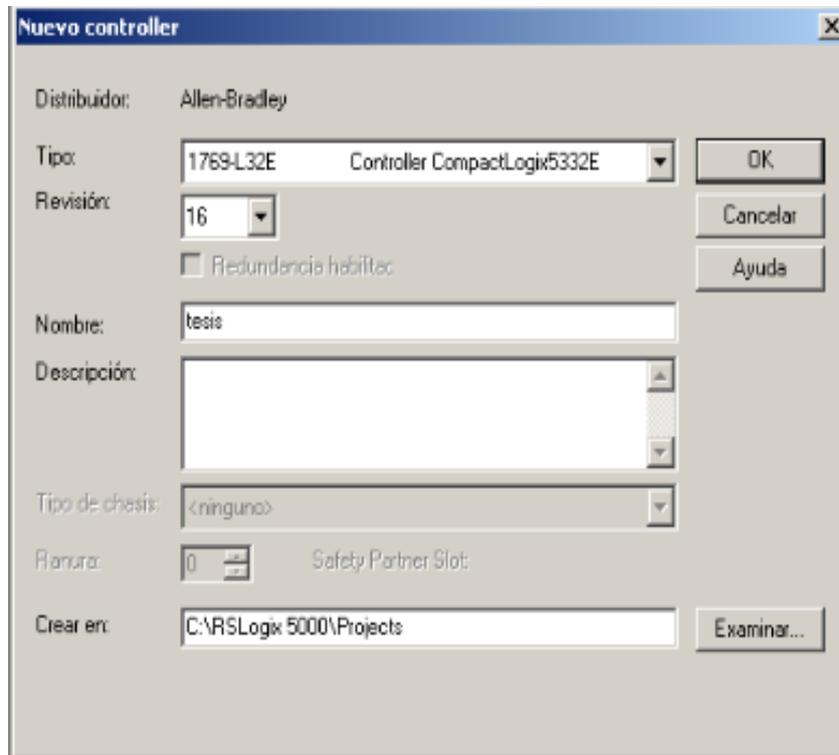


Figura 2.15: Configuración del Nuevo Controlador.

b.1. Configuración de entradas y salidas analógicas

El siguiente procedimiento se lo realizará para la configuración de los módulos 1769-IF4 y el módulo 1769-OF4 como dispositivos de entradas y salidas analógicas para la aplicación de la tesis.

En la opción Configuración de I/O se despliega y se busca la opción CompactBus Local en la ventana del proyecto y se selecciona Nuevo Module, buscar el módulo 1769-IF4 en la opción Analógico y click en aceptar.

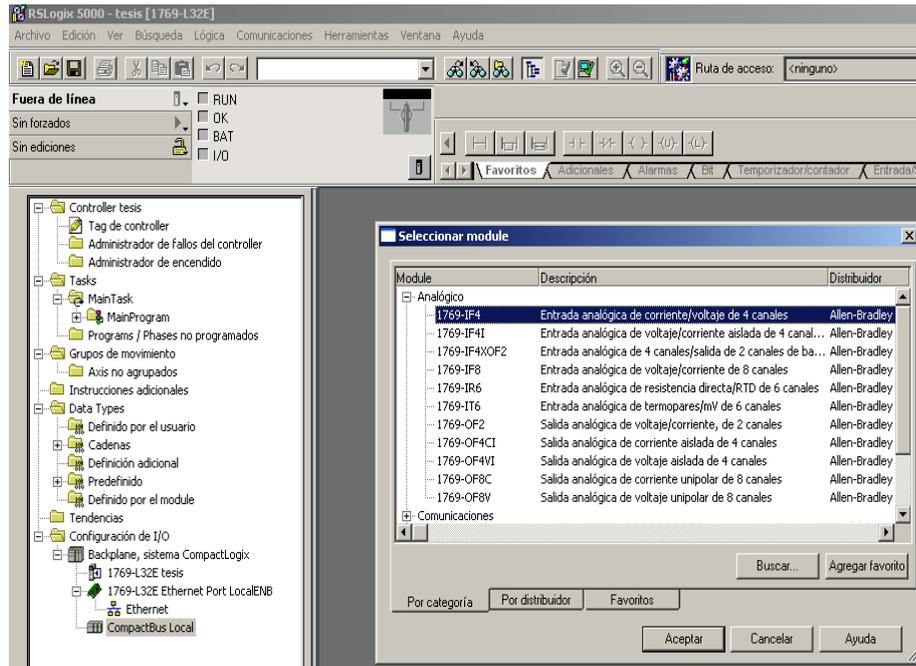


Figura 2.16: Módulo de entradas Análogas.

A continuación se digitará un nombre, para luego seleccionar el número de la ranura correspondiente y click en Aceptar.

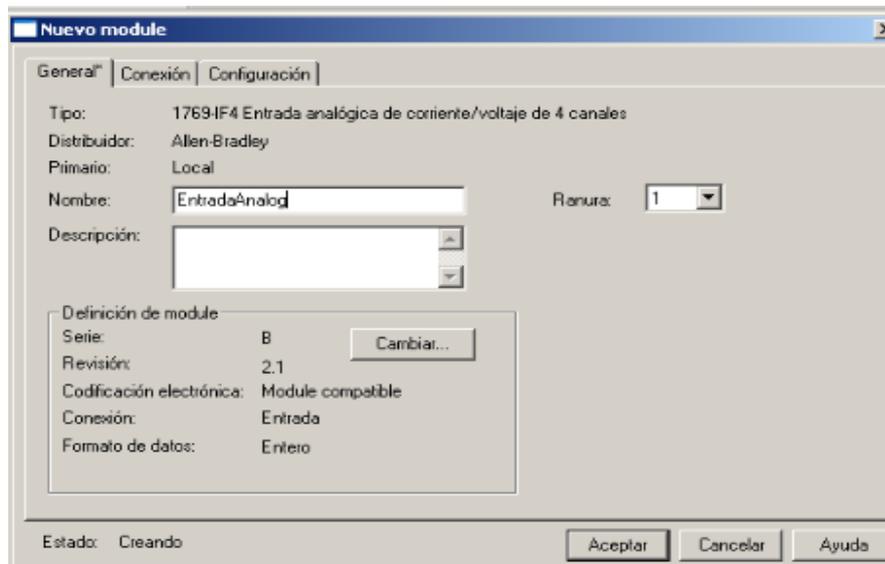


Figura 2.17: Configuración del Módulo de entradas Análogas 1769-IF4.

b.2. Habilitación del canal del Módulo 1769-IF4

Cuando se añade el nuevo módulo de entrada automáticamente se crean los Tags propios del Controlador, para su habilitación se da click en opciones de Tags, **Local:1:C** y **Local:1:I**; que corresponden a los Tags de configuración y los Tags donde se almacenan datos de entrada, para su configuración se basó en la Tabla 2.4 que se muestra a continuación.

Tabla 2.4. Bits de configuración del módulo de entradas analógicas.

Bit(s)	Define	Estas selecciones de bits															Indican esto		
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		0	
0 a 3	Selección de filtro de entrada													0	0	0	0	60 Hz	
															0	0	0	1	50 Hz
															0	0	1	0	No se usa
															0	0	1	1	250 Hz
															0	1	0	0	500 Hz
																			No se usa ⁽¹⁾
4 a 7	Reservado																Reservado ⁽²⁾		
8 a 11	Selección de tipo de entrada/rango					0	0	0	0									-10 a +10 VCC	
						0	0	0	1									0 a 5 VCC	
						0	0	1	0									0 a 10 VCC	
						0	0	1	1									4 a 20 mA	
						0	1	0	0									1 a 5 VCC	
						0	1	0	1									0 a 20 mA	
12 a 14	Selección de formato de datos de entrada		0	0	0													No se usa ⁽¹⁾	
			0	0	1													Datos sin procesar/ proporcionales	
			0	1	0													Unidades de ingeniería	
			0	1	1													Escalado para PID ⁽³⁾	
15	Habilitación canal	1															Rango de porcentaje		
		0															No se usa ⁽¹⁾		
																	Habilitado		
																	Inhabilitado		

Se despliega el Tag **Local:1:C** y de acuerdo a la Tabla 2.4 se realiza la configuración, como se utiliza un filtro de 60 Hz los bits (0, 1, 2, 3) se les pone el valor de cero, también como se va a recibir señales en el estándar de 4 a 20 mA se ubica el valor de uno en los bits (8 y 9) y como se realiza un control PID se habilitó la opción de escalado para PID, por ende se ubica el valor de uno en el bit (13) y finalmente se habilita el canal poniendo el valor de uno en el bit (15) como se muestra en la Figura 2.18.

Nombre	Valor	Máscara de fuerza	Estilo	Data Type
CCV	0.0		Float	REAL
CV	100.0		Float	REAL
CVp	0.0		Float	REAL
CVSCL	16383.0		Float	REAL
Local1:C	{...}	{...}		AB:1769_IF4
Local1:C.Ch0Config	2#1010_0011_0...		Binary	INT
Local1:C.Ch0Filter_0	0		Decimal	BOOL
Local1:C.Ch0Filter_1	0		Decimal	BOOL
Local1:C.Ch0Filter_2	0		Decimal	BOOL
Local1:C.Ch0Filter_3	0		Decimal	BOOL
Local1:C.Ch0Range_8	1		Decimal	BOOL
Local1:C.Ch0Range_9	1		Decimal	BOOL
Local1:C.Ch0Range_10	0		Decimal	BOOL
Local1:C.Ch0Range_11	0		Decimal	BOOL
Local1:C.Ch0DataFormat_12	0		Decimal	BOOL
Local1:C.Ch0DataFormat_13	1		Decimal	BOOL
Local1:C.Ch0DataFormat_14	0		Decimal	BOOL
Local1:C.Ch0En	1		Decimal	BOOL

Figura 2.18: Tags de configuración del Módulo de entradas analógicas.

Para la conexión del módulo de entradas analógicas con el transmisor del proceso se realiza la siguiente conexión, como se muestra en la Figura 2.19.

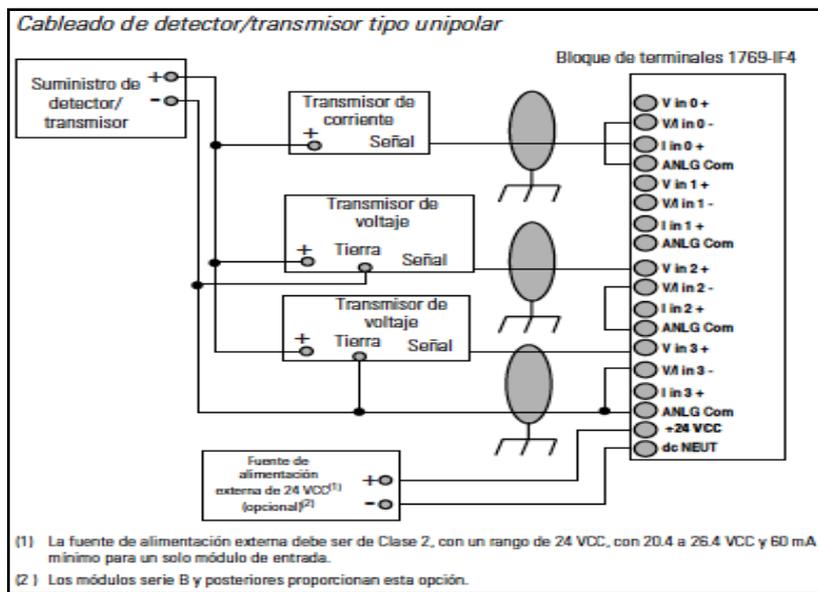


Figura 2.19: Modo de conexión del módulo 1769-IF4 al transmisor del proceso.

b.3. Configuración del módulo de salidas analógicas 1769-0F4.

En la opción Configuración de I/O se despliega y se busca la opción CompactBus Local en la ventana del proyecto y se selecciona Nuevo Module; en la opción otros se escoge 1769-MODULE click en aceptar tal como se muestra en la Figura 2.20.

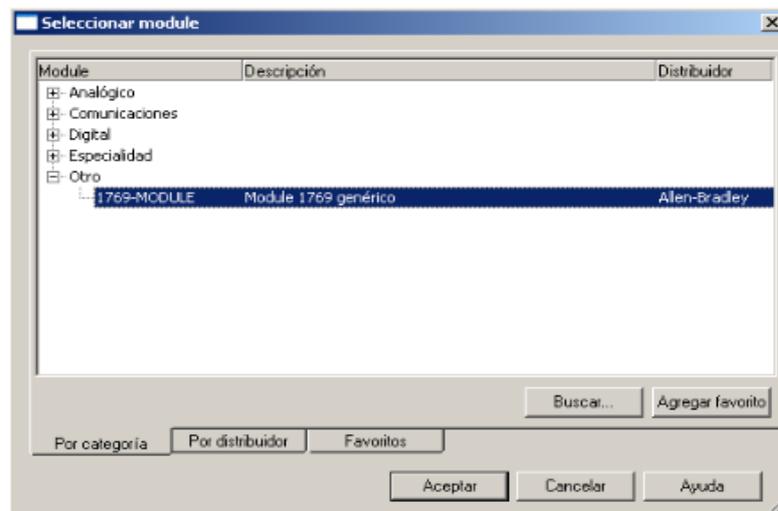


Figura 2.20: Selección de módulo 1769 Module Genérico.

Se selecciona el módulo 1769 genérico para las salidas analógicas ya que el software RSLogix 5000 V16.3 no dispone de un módulo propio, por ende dicho módulo se lo configura de forma manual de acuerdo a las necesidades requeridas.

Se digita un nombre, se selecciona el número de ranura correspondiente en este caso 2 y los parámetros de conexión de acuerdo a la Figura 2.21 y click en aceptar.

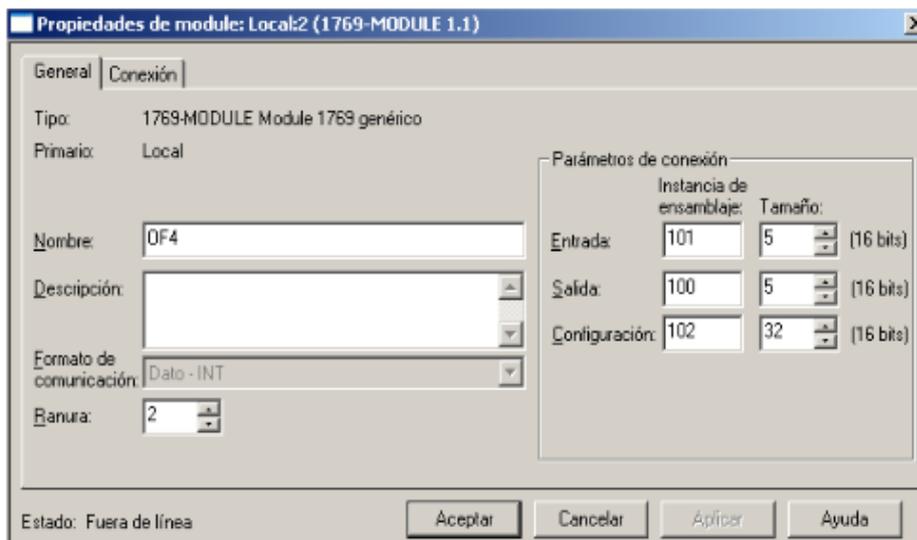


Figura 2.21: Propiedades del Nuevo Módulo (1769-MÓDULO GENÉRICO).

b.4. Habilitación del canal del Módulo 1769-OF4

Al igual que el módulo de entradas analógicas 1769-IF4 al agregar el nuevo módulo 1769-OF4 el autómatas crea los **Tag de Controller**, se da click en esta elección y se observan las opciones de Tags, se lo configura de acuerdo a la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Configuración de los Bits para el nuevo módulo de salida.

Bit Definitions for Type/Range and Data Format Configuration Words																	
Define	To choose	Make these bit settings															
		15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
Type/Range Select	-10...10V DC													0	0	0	0
	0...5V DC													0	0	0	1
	0...10V DC													0	0	1	0
	4...20 mA													0	0	1	1
	1...5V DC													0	1	0	0
	0...20 mA													0	1	0	1
Data Format Select	Raw/Proportional Counts						0	0	0								
	Engineering Units						0	0	1								
	Scaled for PID						0	1	0								
	Percent Range						0	1	1								

En la configuración del módulo de salida únicamente se ubica el valor de uno en los bits (0 y 1) ya que se especifica que su salida estará de acorde al estándar de 4 a 20 mA y uno en el bit (9) donde se especifica que se utilizará un escalamiento de PID como se observa en la Figura 2.22.

Alcance: PIDpresion		Mostrar...		Mostrar todos	
Nombre	Valor	Máscara de fuerza	Estilo	Data Type	
[-] Local:2:C	{...}	{...}		AB:1769_MODUL...	
[-] Local:2:C.Reserved	1		Decimal	DINT	
[-] Local:2:C.Data	{...}	{...}	Hex	INT[198]	
[-] Local:2:C.Data[0]	16#8000		Hex	INT	
[-] Local:2:C.Data[1]	16#0203		Hex	INT	
[-] Local:2:C.Data[1].0	1		Decimal	BOOL	
[-] Local:2:C.Data[1].1	1		Decimal	BOOL	
[-] Local:2:C.Data[1].2	0		Decimal	BOOL	
[-] Local:2:C.Data[1].3	0		Decimal	BOOL	
[-] Local:2:C.Data[1].4	0		Decimal	BOOL	
[-] Local:2:C.Data[1].5	0		Decimal	BOOL	
[-] Local:2:C.Data[1].6	0		Decimal	BOOL	
[-] Local:2:C.Data[1].7	0		Decimal	BOOL	
[-] Local:2:C.Data[1].8	0		Decimal	BOOL	
[-] Local:2:C.Data[1].9	1		Decimal	BOOL	
[-] Local:2:C.Data[1].10	0		Decimal	BOOL	
[-] Local:2:C.Data[1].11	0		Decimal	BOOL	
[-] Local:2:C.Data[1].12	0		Decimal	BOOL	
[-] Local:2:C.Data[1].13	0		Decimal	BOOL	
[-] Local:2:C.Data[1].14	0		Decimal	BOOL	
[-] Local:2:C.Data[1].15	0		Decimal	BOOL	

Figura 2.22: Tags de configuración para el nuevo módulo de salidas analógicas.

2.10. CONTROL PID DE LAS ESTACIONES DE PROCESOS

El control PID (Proporcional Integral Derivativo) es un mecanismo de control por realimentación que calcula la desviación o error entre un valor medido y el valor que se quiere obtener, para aplicar una acción correctiva que ajuste el proceso.

El controlador PID para este proyecto se sintonizó manualmente mediante el método de ganancia límite, donde se inicia con los valores de KP, TI y TD en cero (0), seguidamente se aumenta la ganancia proporcional hasta obtener una relación de amortiguamiento de 0,25.

Como siguiente paso se incrementa lentamente el tiempo integral (TI) hasta acercarse al punto de estabilidad. Luego se aumenta el tiempo derivativo (TD) en pequeños incrementos, creando al mismo tiempo desplazamientos en el mismo punto de consigna hasta obtener en el proceso un comportamiento cíclico, reduciendo ligeramente la última banda derivativa. Después de estos ajustes puede aumentarse normalmente la ganancia proporcional con mejores resultados en el control.

Con la correcta sintonización del PID a través de la modificación de las variables KP, TI y TD se obtiene un funcionamiento óptimo de los tres procesos industriales (Estaciones de Presión, Flujo y Nivel).

Tabla 2.6. Rango de Operación de las Estaciones de Procesos.

ESTACIÓN DE PROCESO	BITS DE ENTRADA	RANGO DE OPERACIÓN
PRESIÓN	0 a 16383	10 a 30 PSI
FLUJO	0 a 16383	30 a 50 In H ₂ O
NIVEL	0 a 16383	10 a 20 In

Teniendo bien claro los valores con los cuales trabajará cada uno de los transmisores en su estación respectiva se procede a realizar el control PID para cada una de las estaciones de procesos (Presión, Flujo y Nivel) utilizando el software RSLogix5000. El carpeta MainProgram se crea una nueva MainRoutine donde se programa el diagrama Ladder para la ejecución del PID, se selecciona las siguientes funciones y se programa el diagrama ladder como se muestra en las Figura 2.23, 2.24, 2.25, 2.26, 2.27 y 2.28.

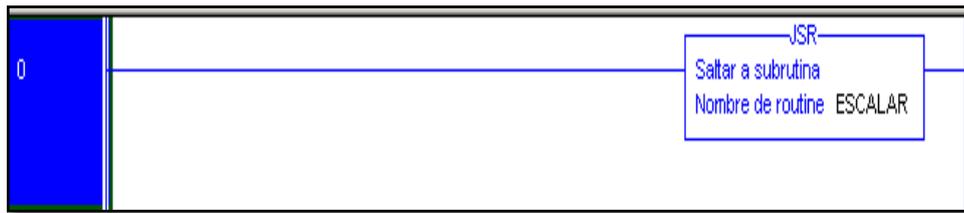


Figura 2.23: Instrucción JSR de programación de lógica LADDER.

En el network (0) se ubica la instrucción JSR (Salto a una subrutina) llamada ESCALAR la misma que se explicará posteriormente.



Figura 2.24: Bloque PID de programación de lógica LADDER.

En el network (1) se ubica el bloque de configuración del PID el cual nos muestra las variables del Control Value (CV), Process Value (PV) y el punto de ajuste o Set Point (SP).

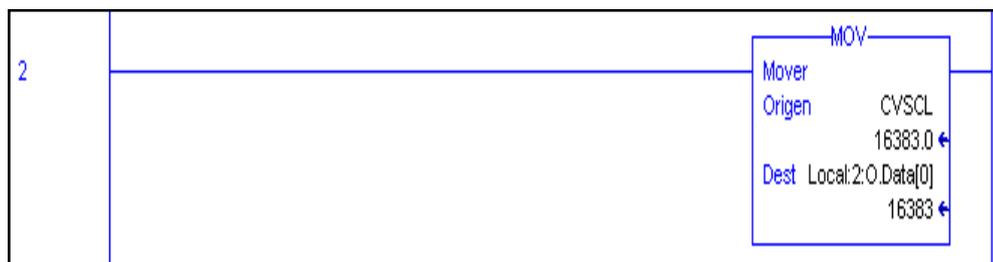


Figura 2.25: Instrucción MOV de programación de lógica LADDER.

En el network (2) se ubica la instrucción MOV la cual mueve el valor del Tag CVSCL hacia el módulo de salida (Local2:O.Data[0]).

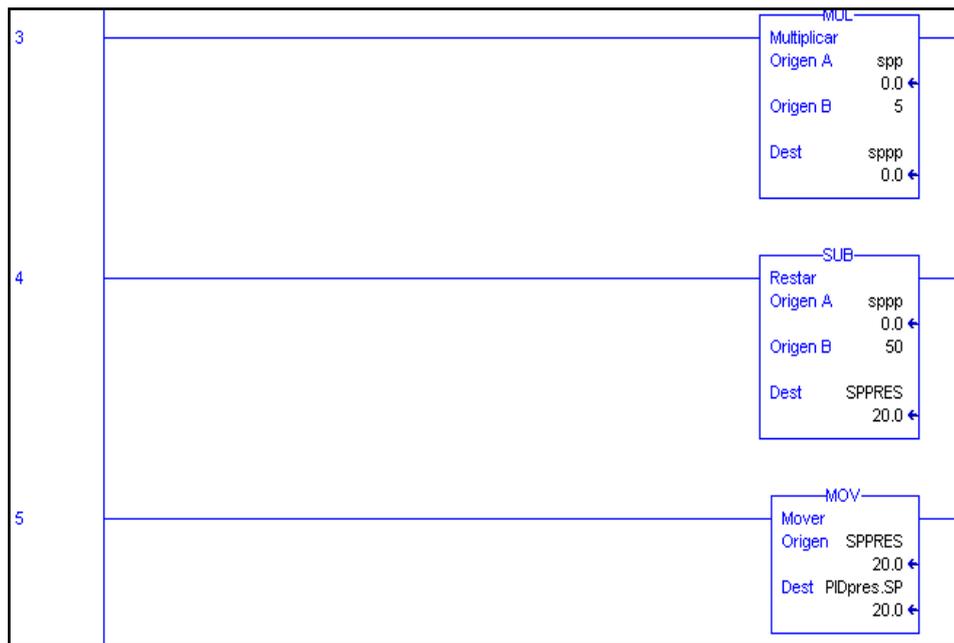


Figura 2.26: Escalamiento del Set-Point mediante la programación de lógica LADDER.

En los network's (3, 4 y 5) se realiza el escalamiento manual del SP (Set-Point), con fin de ingresar valores acorde a la variable dinámica de cada proceso, los cálculos aritméticos se encuentran en el Anexo (F-1).

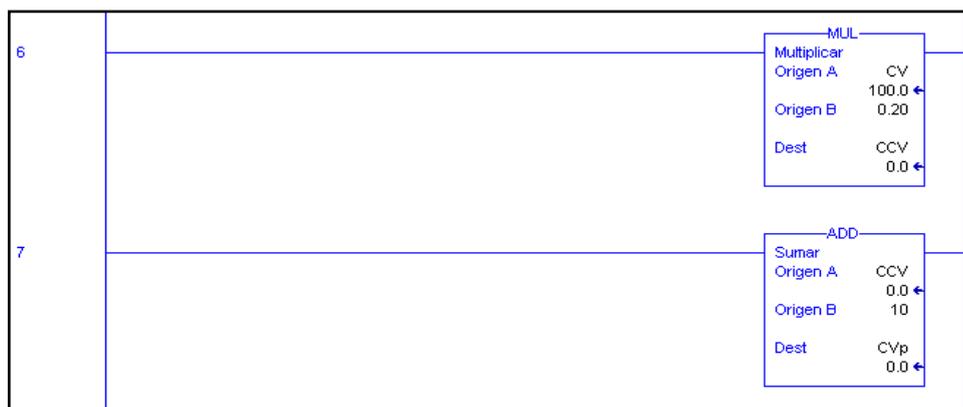


Figura 2.27: Escalamiento del Control Value mediante la programación de lógica LADDER.

En los network's (6 y 7) se realiza el escalamiento manual del CV (Control Value) con fin de visualizar valores en variable dinámica de cada proceso, los cálculos aritméticos se encuentran en el Anexo (F-2).

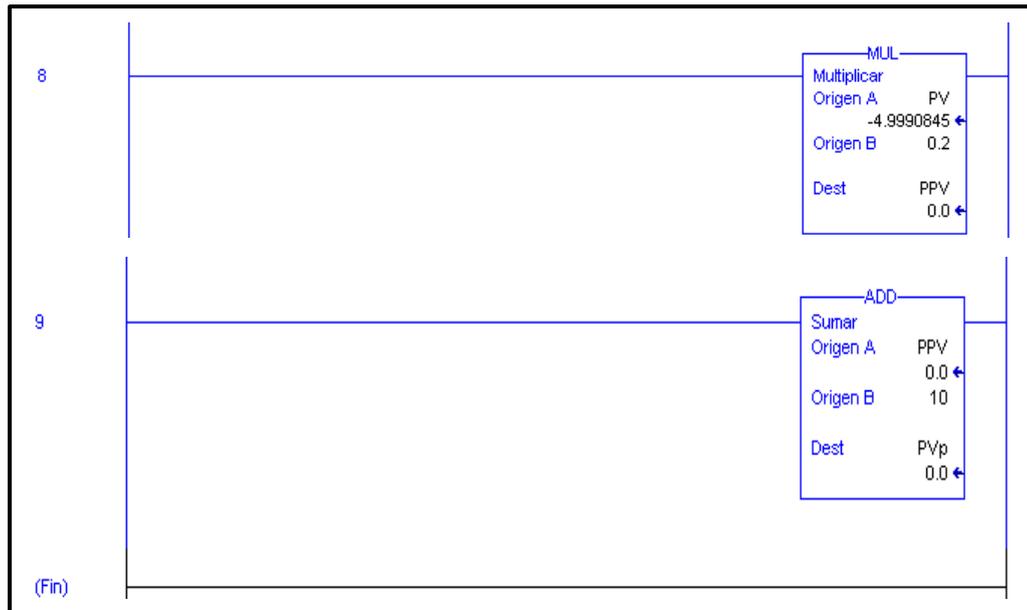


Figura 2.28: Escalamiento del Process Value mediante la programación de lógica LADDER.

En los network's (8 y 9) se realiza el escalamiento manual del PV (Process Value) con fin de visualizar valores en variable dinámica de cada proceso, los cálculos aritméticos se encuentran en el Anexo (F-3).

2.10.1. CONFIGURACIÓN DEL BLOQUE PID EN EL PLC COMPACTLOGIX 1769 L32E

Para la configuración del bloque PID se crea un Tag con el nombre que se desee y se selecciona el tipo de dato como PID, así se observa en la Figura 2.29, el software RSLogix5000 permite crear Tags fácilmente ya que al seleccionar el tipo de dato se crean automáticamente todas las demás variables correspondientes para que el algoritmo PID funcione de una forma adecuada, como por ejemplo el SETPOINT, las constantes KP, TI, TD, etc., que son necesarias para realizar el control en las estaciones de control de procesos antes mencionadas.

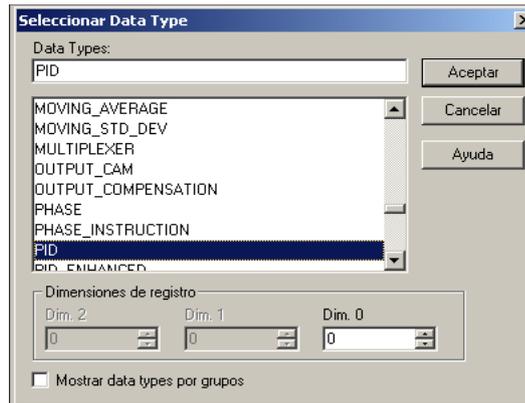


Figura 2.29: Creación de Tags en el software RSLogix 5000.

Para la configuración del algoritmo de control PID se selecciona con click en la parte superior derecha, aparecerá la ventana de Configuración de la función PID y se configura lo siguiente, como se muestra en la Figura 2.30.



Figura 2.30: Ajuste de PID en la opción Configuración.

En la ventana de Configuración del PID en la pestaña Escala se colocan los valores máximos y mínimos tanto para las variables del proceso (PV), variables de control (CV), unidades de ingeniería y valor retenido, respectivamente, para el caso descrito es el siguiente, Figura 2.31:

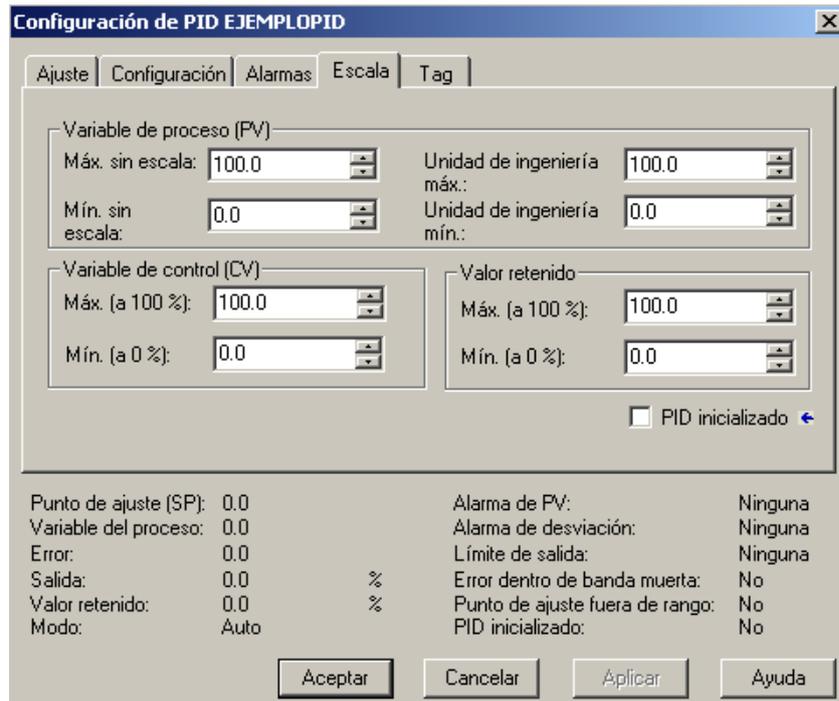


Figura 2.31: Valores Máximos y Mínimos de (PV) y (CV).

Se aplica y luego se aceptan las configuraciones, los módulos de entradas y salidas analógicas están configurados para que los datos que ingresen estén escalados de 0 a 16383 bits, entonces para que estos parámetros estén de acuerdo a la configuración de escala escrito en el paso anterior se debe crear una nueva rutina, para esto se da click derecho sobre la carpeta MAINPROGRAM, se selecciona nueva rutina después aparece una ventana donde se ingresa el nombre de la rutina y el tipo como se muestra en la Figura 2.32.

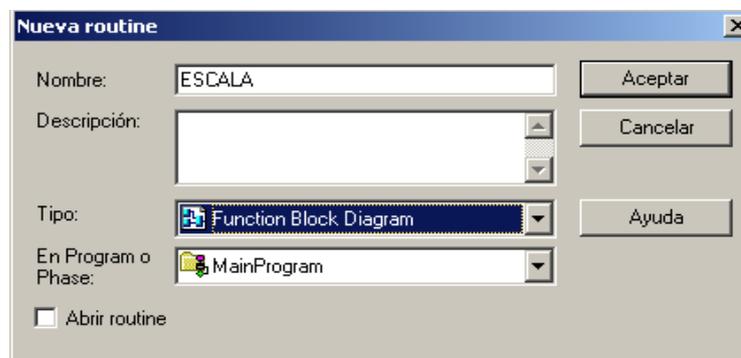


Figura 2.32: Creación de una nueva rutina.

En esta nueva rutina se realiza el escalamiento de las entradas y salidas analógicas para lo cual se añaden las funciones SCL (bloque de escalamiento para los Tags del controlador) en donde se ingresan las salidas y las entradas correspondientes que se desea escalar y se configura la forma de escalamiento requerido para los Tags seleccionados como se muestra en la Figura 2.33.

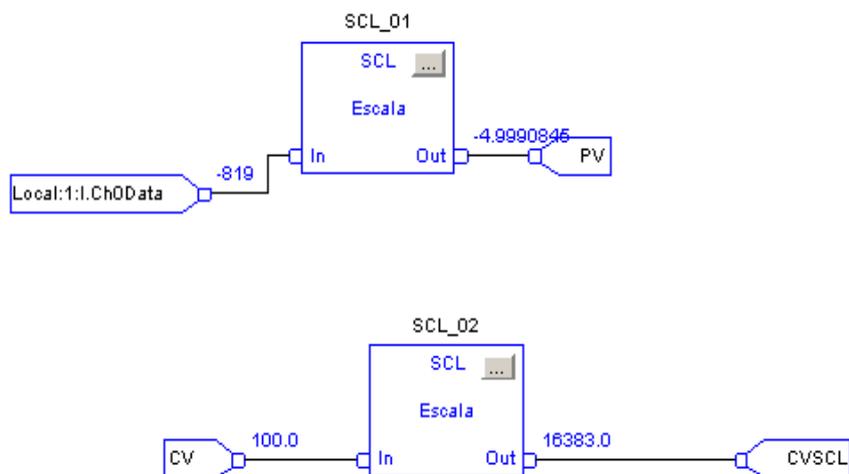


Figura 2.33: Programación de la Subrutina para escalar variables.

Este FBD (Diagrama de función de bloque) es una aplicación la cual permite la realización más sencilla de un escalamiento ya que posee instrucciones que el MainRoutine no las tiene.

Como siguiente paso para observar el comportamiento del controlador y también proceder a su respectiva sintonización aplicando las ganancias respectivas a las constantes KP, TI y TD, será necesaria la creación de una tendencia (gráfico) que muestra el comportamiento del controlador, indicando así los valores de CONTROL VALUE (CV), PROCESS VALUE (PV) y SETPOINT (SP).

En la carpeta Tendencia ubicada en la parte izquierda del software RSLOGIX 5000 se da click para crear una nueva tendencia, aquí se

procederá a realizar la configuración de la misma, empezando por añadir un nombre como se muestra en la Figura 2.34 y se da click en siguiente.

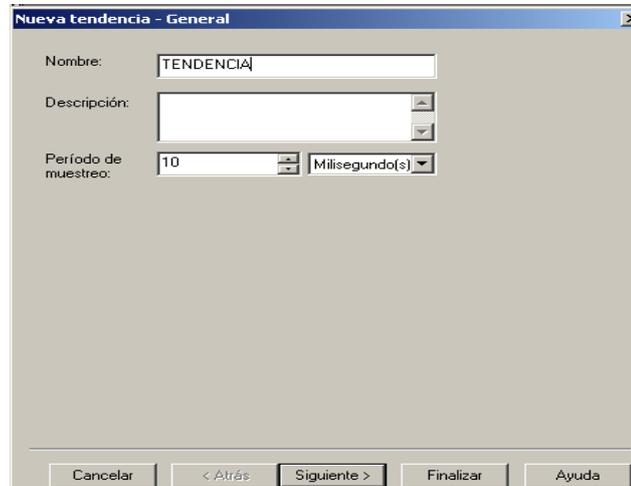


Figura 2.34: Creación de una nueva tendencia.

Se escogen los Tags que se grafican en la tendencia para que se pueda sintonizar manualmente el proceso, como se muestra en la Figura 2.35 en este caso CONTROL VALUE, PROCESS VALUE y SET POINT.

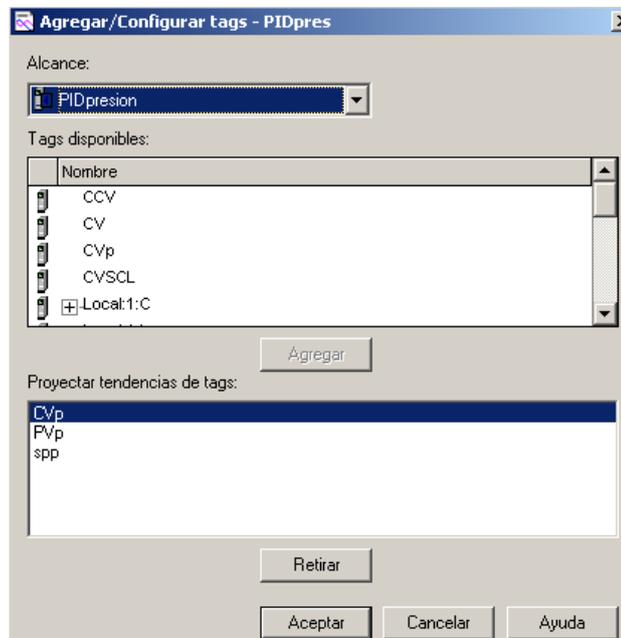


Figura 2.35: Asignación de los Tags a ser graficados.

2.10.2. SINTONIZACIÓN DEL CONTROLADOR PID

Como se explica en el numeral 2.10 de la Pág. 46 la sintonización del controlador PID se lo realiza mediante el criterio o método de ganancia límite el cual indica que se debe iniciar con los valores de KP, TI y TD en cero (0), seguidamente se aumenta la ganancia proporcional hasta obtener una relación de amortiguamiento de 0,25.

Como siguiente paso se incrementa lentamente el tiempo integral (TI) hasta acercarse al punto de estabilidad. Luego se aumenta el tiempo derivativo (TD) en pequeños incrementos, creando al mismo tiempo desplazamientos en el mismo punto de consigna hasta obtener en el proceso un comportamiento cíclico, reduciendo ligeramente la última banda derivativa. Después de estos ajustes puede aumentarse normalmente la ganancia proporcional con mejores resultados en el control.

Con la correcta sintonización del PID a través de la modificación de las variables KP, TI y TD se obtiene un funcionamiento óptimo de los tres procesos industriales (Estaciones de Presión, Flujo y Nivel). El comportamiento de las variables de control (CV, PV y SP) se los puede observar en la Figura 2.36.

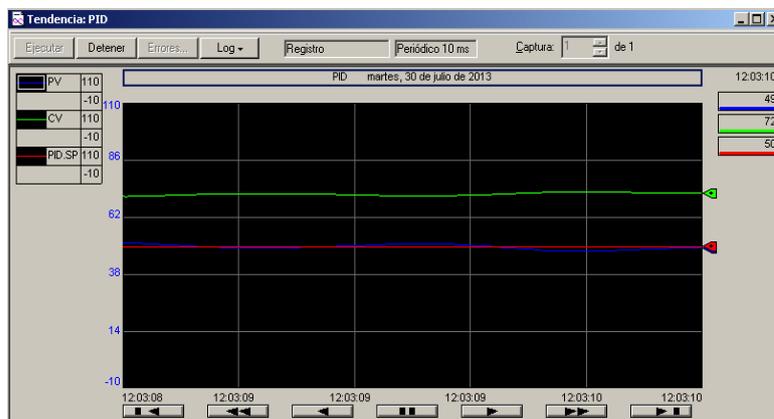


Figura 2.36: Gráfico de la Tendencia en el software RSLogix 5000.

2.11. MONTAJE DEL SWITCH PARA LA RED ETHERNET

Para la conexión de los cables de alimentación del switch, se requiere de 24 Vcc los mismos que los proporciona una fuente logo de marca SIEMENS serie (63P1332-1SH43). Este es el dispositivo digital lógico de interconexión de equipos que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, en este caso permiten conectar a los PLC's, PC y PanelView Plus 6/600.



Figura 2.37: Montaje del switch para la red Ethernet Industrial.

2.12. CONFIGURACIÓN SERVIDOR – CLIENTE

Para la configuración del servidor-cliente de la red Ethernet se basó en la configuración de tags producidos y tags consumidos, estos tags tienen como objetivo el intercambio de datos entre dos equipos Logix5000.

Un Tag producido es aquel que se encuentra a disposición del controlador para ser usado por otros equipos Logix 5000, donde varios controladores pueden consumir (recibir) los datos simultáneamente.

Un Tag producido envía sus datos hacia uno o varios Tags consumidos (consumidores) sin usar una lógica de programación, el envío de datos se

lo realiza o es posible con el direccionamiento IP que cada controlador tiene asignado.

En cambio un Tag consumido, es el que recibe los datos de un Tag producido. La configuración de un Tag consumido debe tener las mismas características (Tipo de dato, Estilo) de un Tag producido para poder recibir datos.

2.12.1. SERVIDOR ETHERNET

Para la configuración del controlador como servidor dentro de una RED ETHERNET, primeramente se debe especificar que Tags van ser configurados como Tags consumidos y producidos. Para ello la variable del proceso (PV) y la señal de control (CV) se precisó como Tags consumidos y el punto de consigna (SP) se lo definió como Tag producido, he aquí el proceso de configuración del Tag producido (SP).

1. Se crea un nuevo Tag donde se especifica el tipo, el cual es producido de igual forma se especifica el tipo de dato (Data Type) como Real.

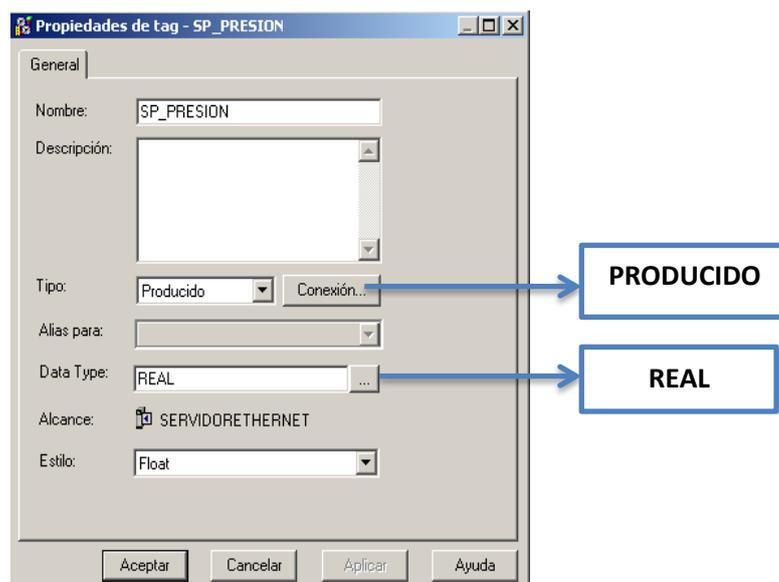


Figura 2.38: Configuración de las propiedades de un TAG.

2.12.2. CLIENTE ETHERNET

Para la configuración del controlador como cliente dentro de una RED ETHERNET primeramente se debe especificar que Tags van ser configurados como Tags consumidos y producidos. Para ello la variable del proceso (PV) y la señal de control (CV) se precisó como Tags producidos y el punto de consigna (SP) se lo definió como Tag consumido he aquí el proceso de configuración del Tag consumido (SP).

1. Se crea un nuevo Tag donde se especifica el tipo, el cual es consumido de igual forma se especifica el tipo de dato (Data Type) como Real.

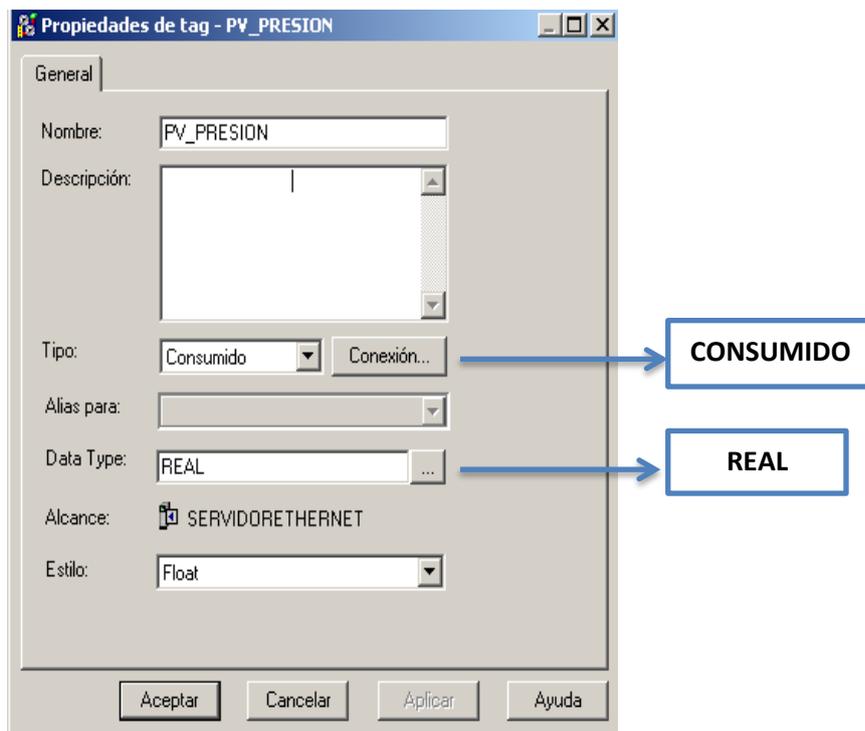


Figura 2.39: Configuración de las propiedades de un TAG.

2. Se direcciona al Tag consumido es decir se especifica la fuente del Tag del controlador productor.

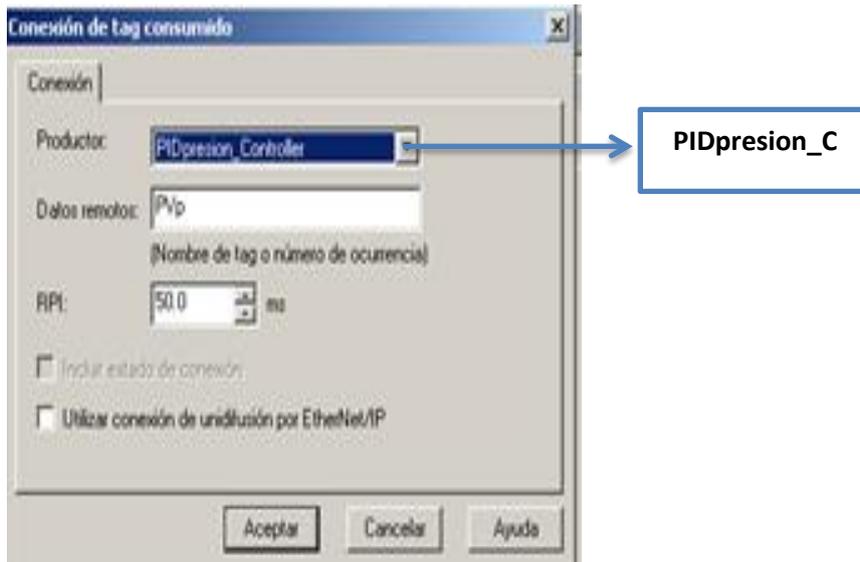


Figura 2.40: Conexión del TAG consumido.

3. Una vez configuradas las propiedades y determinada la fuente de conexión del Tag producido se adiciona un nuevo módulo el cual permitirá el enlace de comunicación entre controladores, en este módulo se configuran las propiedades donde se especifica la dirección IP del mismo.

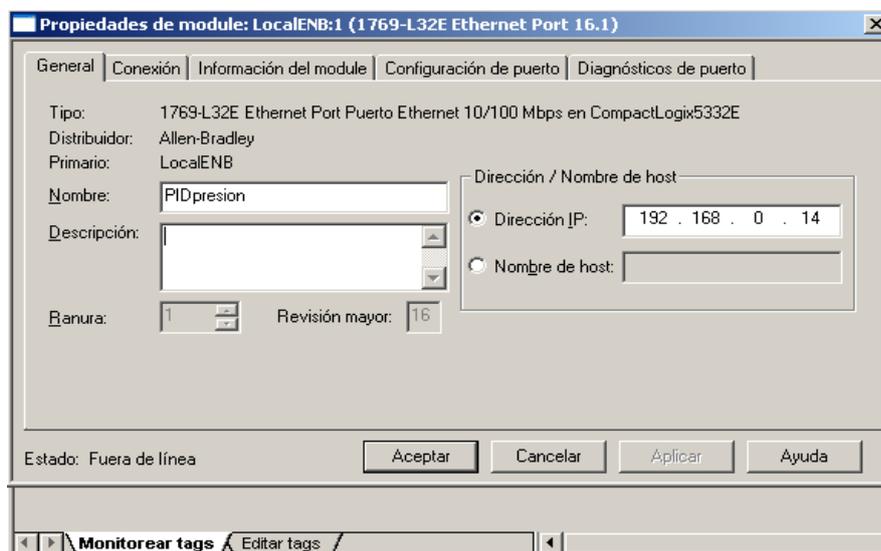


Figura 2.41: Configuración de las propiedades del módulo (1769-L32E Ethernet Port)

2.13. PROGRAMACIÓN DE LOS PANELVIEW PLUS 6/600

Una vez desarrollada la aplicación del HMI en FactoryTalk View ME versión 7.0, se inicia con la descarga en los PanelView 6/600 para ello se realizó el siguiente procedimiento.

1. En el software de programación de HMI (FactoryTalk View ME) la opción RSLinx Enterprise permite configurar un enlace con medios físicos en este caso con el Panel View Plus 6/600 como se muestra en la Figura 2.42.



Figura 2.42: Configuración de la opción RSLinx Enterprise para establecer comunicación con medios físicos.

2. Una vez finalizada la nueva configuración aparece la siguiente ventana en la cual permite visualizar todos los dispositivos conectados como se muestra en la figura 2.43.

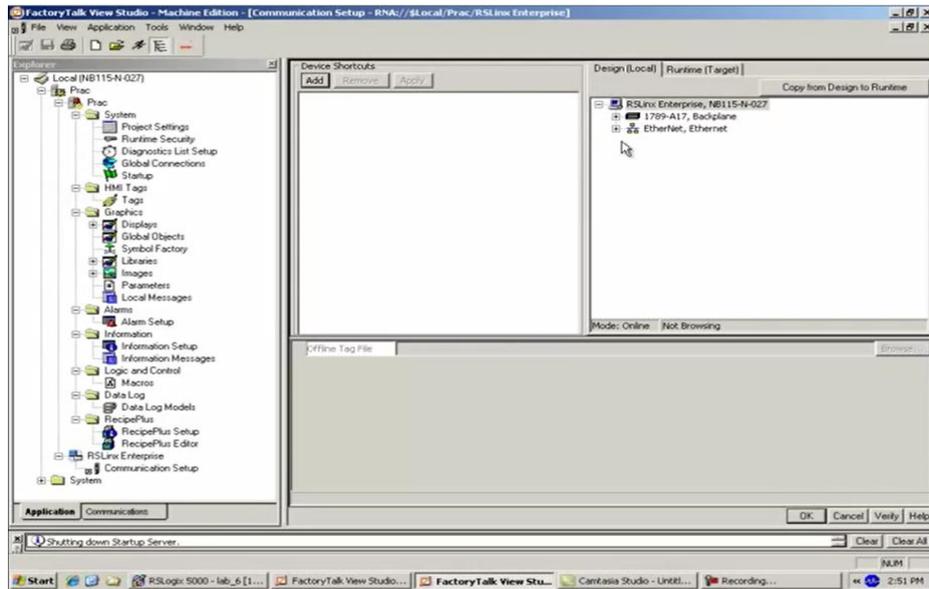


Figura 2.43: Ventana de muestra de la comunicación con medios físicos.

3. En este caso no se puede visualizar todos los equipos conectados, en vista de esto se adiciona un nuevo módulo donde se logra visualizar todos los equipos conectados.

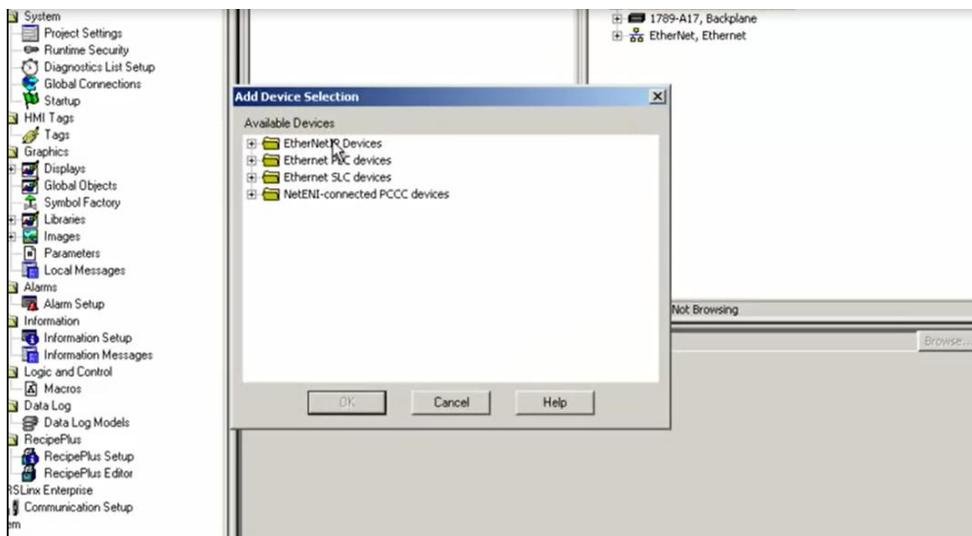


Figura 2.44: Ventana de adición de nuevos equipos.

4. En esta ventana se buscan las interfaces de comunicación, en este caso corresponde un puerto Ethernet Bridge.

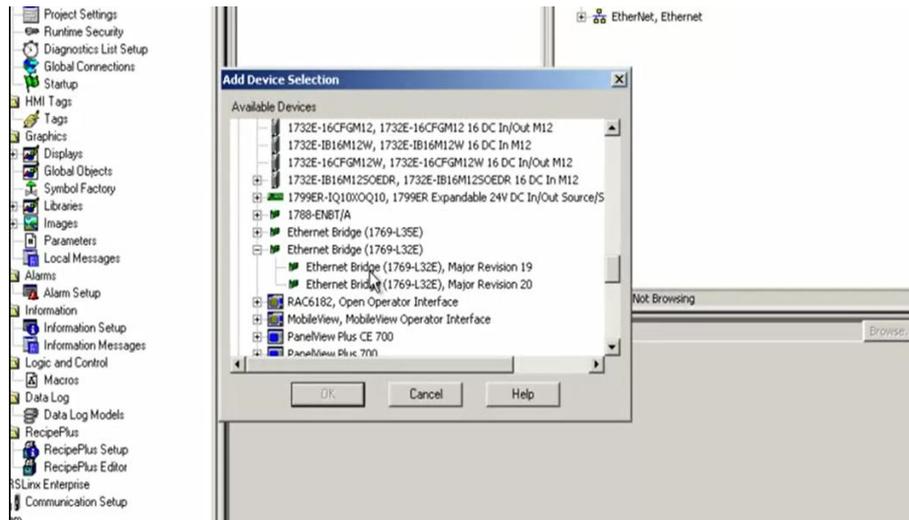


Figura 2.45: Ventana que muestra la selección el puerto Ethernet Bridge.

5. En esta ventana se muestra la selección del Panel View Plus 6/600.

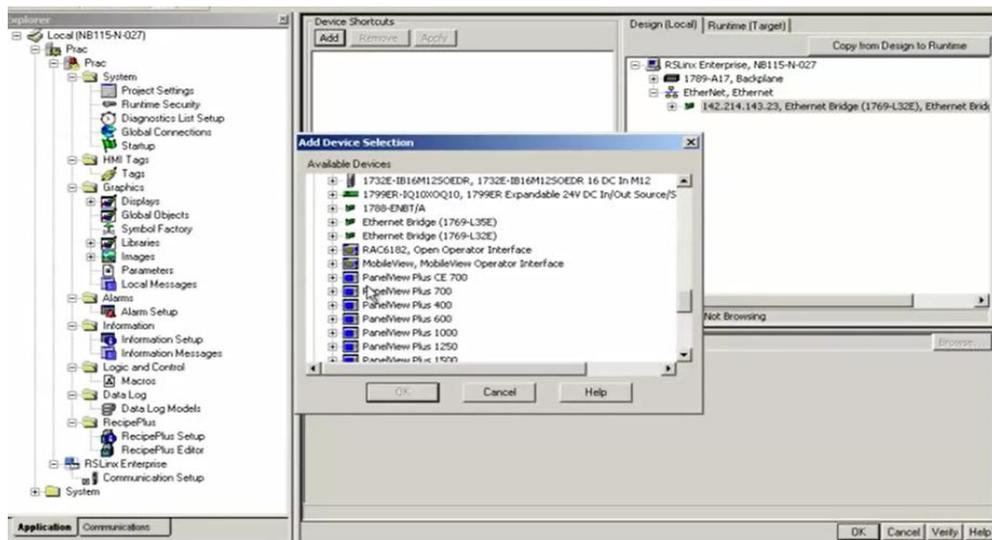


Figura 2.46: Ventana que muestra la selección del Panel View Plus 6/600.

6. Una vez identificado cada uno de los módulos y equipos como se muestra en la Figura. 2.47 se inicia con la programación y posterior descarga hacia el PanelView Plus 6/600.

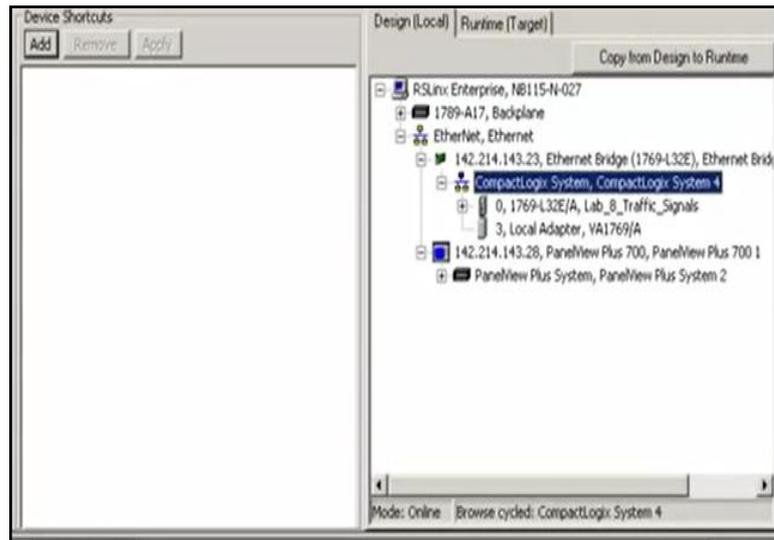


Figura 2.47: Ventana que muestra cada uno de los equipos que están dentro de una red y tienen conexión con el software FactoryTalk.

6. Seguidamente en el software FactoryTalk en la pestaña aplicación se inicia con la creación del archivo Runtime el mismo que será descargado en el PanelView Plus 6/600.

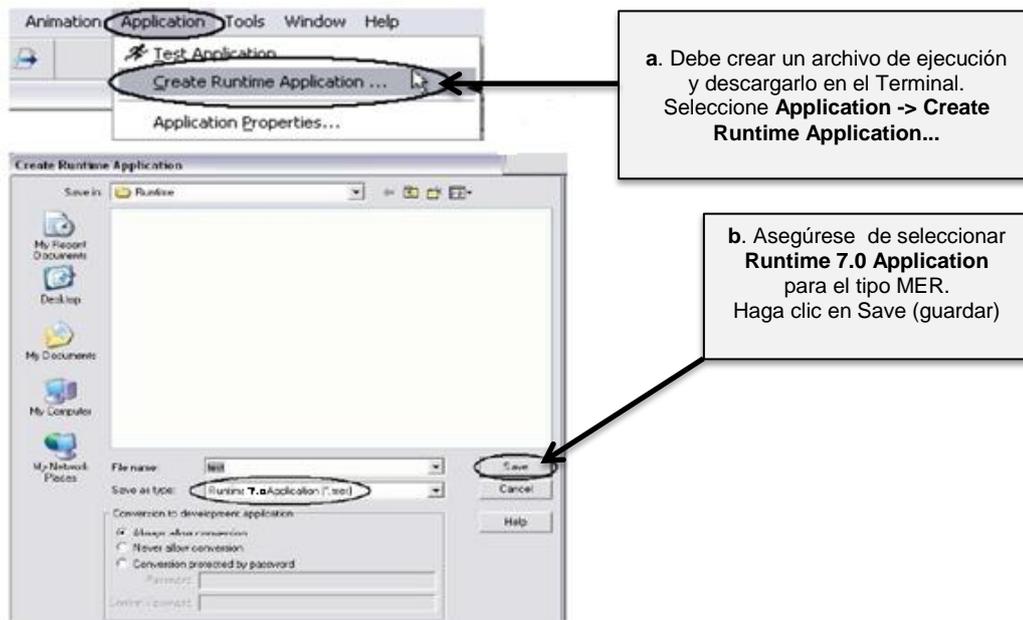


Figura 2.48: Ventana que muestra la creación del archivo Runtime con la extensión tipo Mer.

8. Posteriormente se da un clic en la opción Transfer Utility la cual permite iniciar con la descarga y programación del Panel View 6/600.

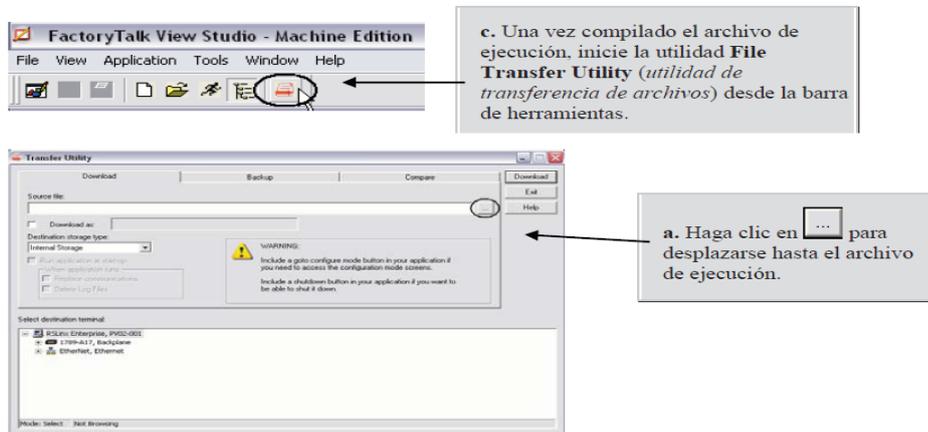


Figura 2.49: Ventana que muestra el proceso de descarga y programación del Panel View Plus 6/600.

9. Finalmente se identifica el archivo tipo Mer que fue creado en el software FactoryTalk V7.0 y el Panel View 6/600 que anteriormente fue reconocido través del servidor RSLinx Enterprise seguidamente se hace clic en la opción Download la cual permite descargar la aplicación en el PanelView Plus 6/600

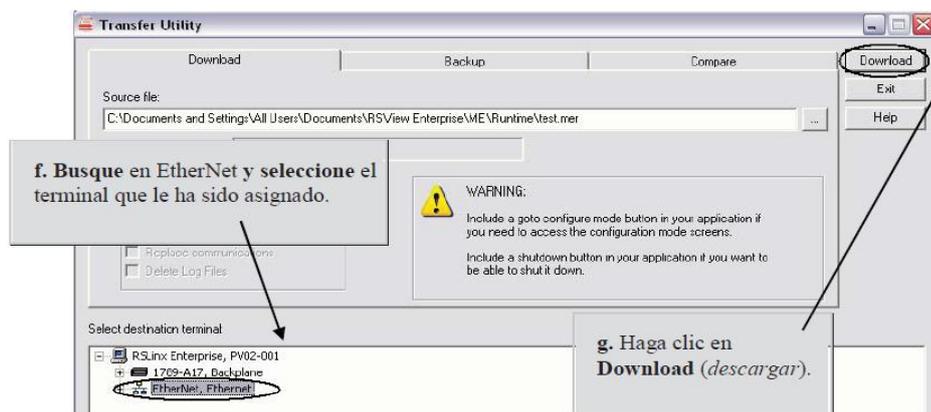


Figura 2.50: Ventana que muestra el proceso de descarga del archivo tipo Mer en el PanelView Plus 6/600.



Figura 2.51: PanelView Plus 6/600 en funcionamiento con la aplicación.

2.14 SOFTWARE PARA DISEÑO SCADA (FACTORYTALK VIEW ME)

2.14.1. SELECCIÓN DE LA APLICACIÓN

El software FactoryTalk View Machine Edition (ME) es una versátil aplicación de interface operador-máquina (HMI) que ofrece una solución robusta y dedicada para dispositivos de interface de operador a nivel de máquina. Como un elemento integral de la solución de visualización de Rockwell Automation, FactoryTalk View Machine Edition proporciona gráficos superiores, cambio de idiomas en tiempo de ejecución y un tiempo de puesta en marcha más breve mediante un ambiente de desarrollo común.

En la Figura 2.52 se muestran los tipos de aplicaciones que proporciona el software FactoryTalk View, estas son: Site Edition Local, Network y Machine Edition, en este caso se selecciona Machine Edition para realizar la programación de los HMI's que se ejecutarán en este proyecto.

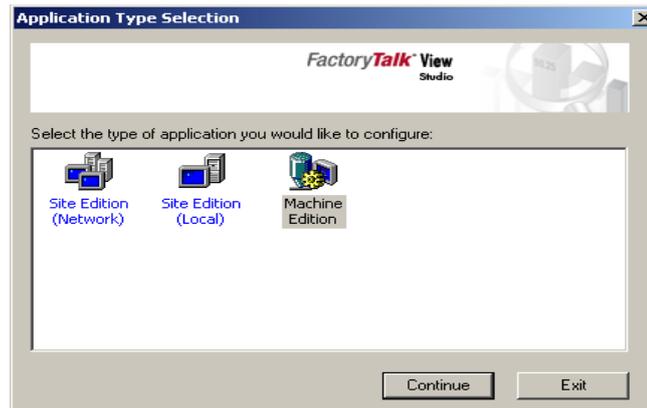


Figura 2.52: Selección de la aplicación Machine Edition.

Luego de haber seleccionado la aplicación Machine Edition, se ingresará a la pantalla principal de FactoryTalk View Estudio Machine Edition como se muestra en la Figura 2.53.

En la pantalla principal se procede a crear las diferentes aplicaciones como los Displays donde se realiza el diseño de los HMI's, Históricos, Alarmas, Seguridades, Tags, Tendencias y todo lo que se requiere para tener el control y el monitoreo de las tres estaciones de procesos (Presión, Flujo y Nivel), se debe tomar en cuenta que se tiene un control remoto en el servidor y monitoreo en los tres clientes respectivamente.

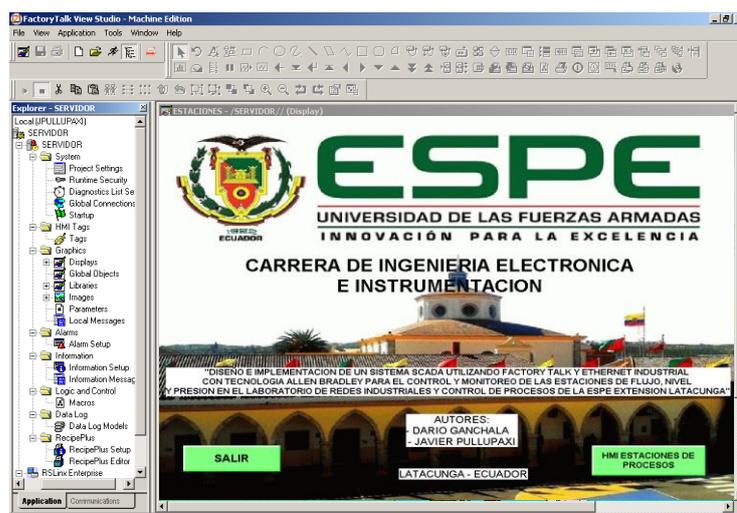


Figura 2.53: Ventana para el diseño de los HMI's.

2.15 DISEÑO HMI

Al hablar de sistemas HMI, se refiere a las imágenes de una interfaz amigable, de colores agradables y buena resolución. Sin embargo, el diseño de estos sistemas también debe considerar aspectos funcionales que, en la mayoría de los casos, quedan ocultos para el usuario. Después de todo, son dichos aspectos los que definen la calidad de la solución entregada y la versatilidad a lograr en el diseño.

a. Creación de las pantallas HMI's

Para crear las pantallas de los HMI's se da doble click sobre la carpeta Graphics en la cual se desplegará una lista, en la opción Displays se da click izquierdo y se selecciona New como se muestra en la Figura 2.54.

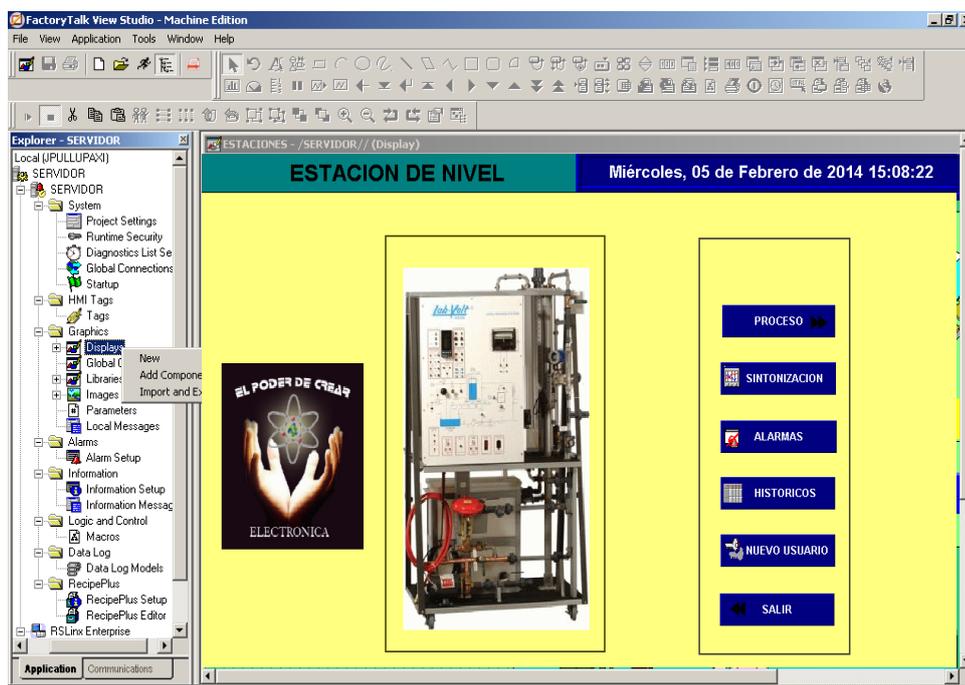


Figura 2.54: Creación de una nueva pantalla para el HMI.

Teniendo creadas todas las pantallas para los HMI's, se desarrollarán las diferentes interfaces y servicios que permitirán monitorear los procesos.

FactoryTalk View permite crear ventanas que sirven para navegar dentro del HMI, estas ventanas contienen objetos con diferentes animaciones que sirven para visualizar, interactuar con el proceso e ingresar datos al mismo, crear las ventanas de los HMI's es muy simple ya que existe un gran número de Displays que están prediseñados denominados Libraries.

Dentro de la carpeta Graphics se tienen las ventanas Displays como se muestra en la Figura 2.55, las cuales proporcionan las opciones de pantallas prediseñadas para Alarmas, Tendencias, Históricos, etc. que son de uso general, a las que se debe solo animarles y asignar los Tags configurados en el controlador PID del CompactLogix 1769 L32E.

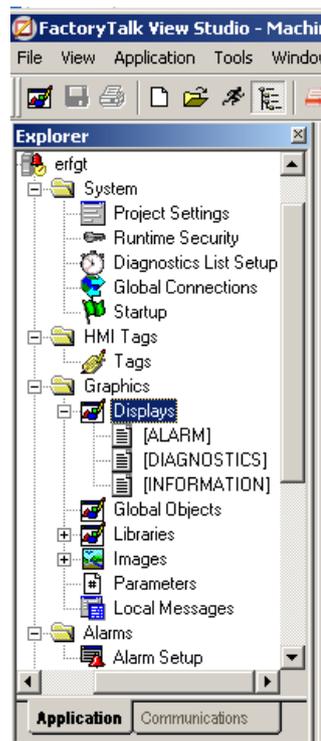


Figura 2.55: Pantallas prediseñadas de la carpeta Displays.

Dentro de la carpeta Graphics se encuentra Libraries como se muestra en la Figura 2.56, esta contiene diferentes elementos que sirven para poder añadir estética a los HMI's que se crea, aquí se encontrarán tanques,

válvulas, tuberías, indicadores, transmisores, etc, que ayudan en el diseño de los HMI's.

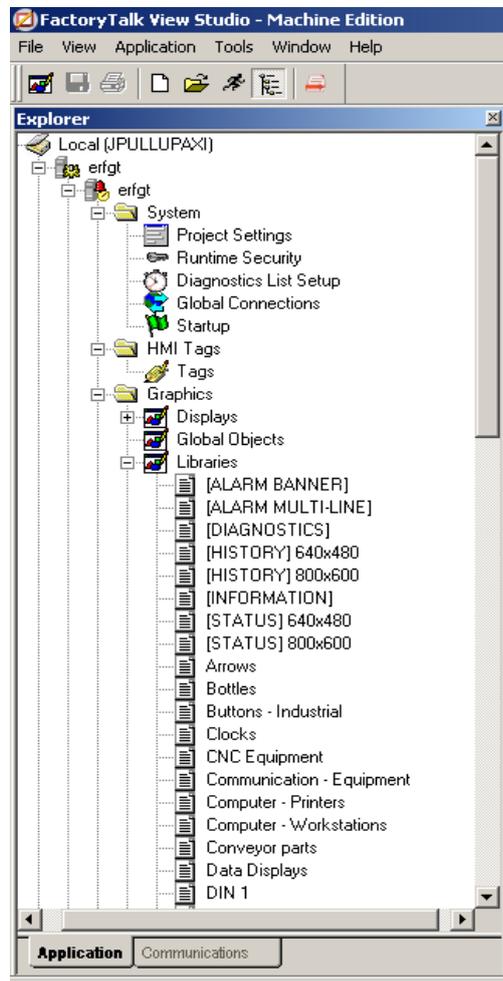


Figura 2.56: Pantallas prediseñadas de la carpeta Libraries.

b. Crear Tags

Dentro de la carpeta con el nombre del proyecto se da click, luego se encontrará la carpeta HMI Tags donde se da doble click y aparece la ventana que se muestra en la Figura 2.57, donde se alojan los Tags del proyecto y se puede añadir o borrar Tags.

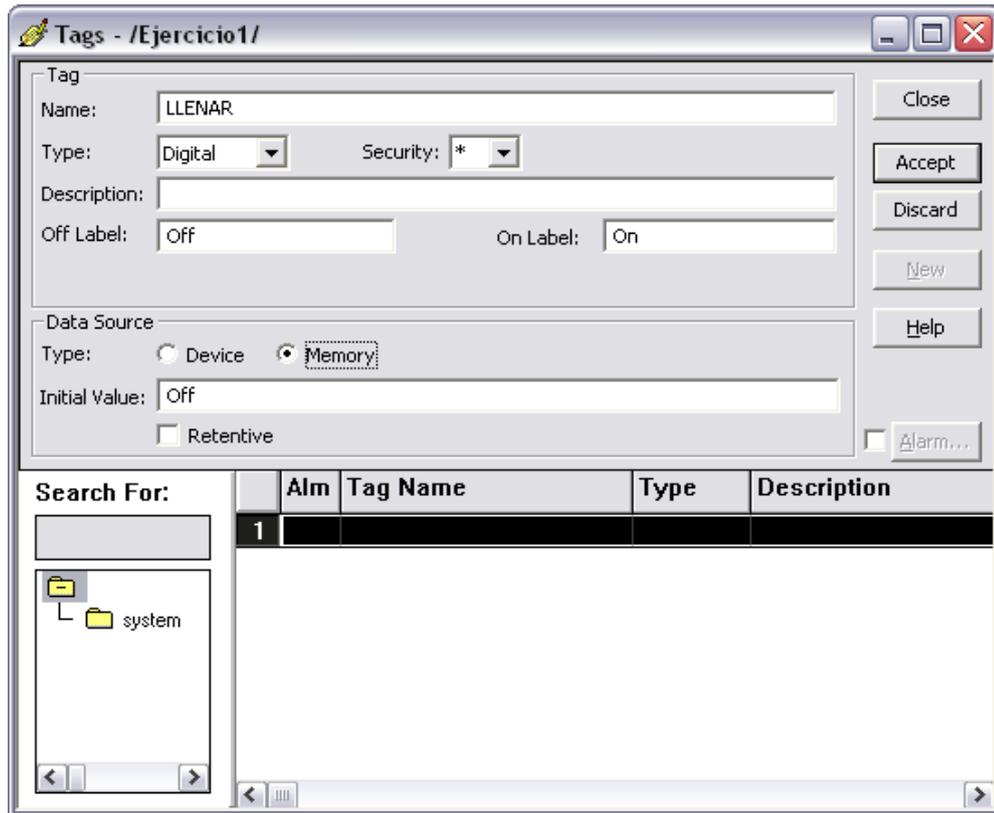


Figura 2.57: Crear y configurar Tags.

Aquí se puede crear un Tag cuando se da click en New posteriormente se definen las características del Tag tales como nombre, tipo de dato, el tipo de la fuente del dato desde un dispositivo o desde la memoria y se da una descripción, etc.

Si el dato es desde un dispositivo es necesario definir la dirección de donde proviene dicho dato.

c. Servidor de datos

Para crear un servidor de datos, Rockwell Automation proporciona tres tipos de software que pueden utilizarse para establecer las comunicaciones de una aplicación y estos son:

1.- RSLinx Enterprise:

Se utiliza cuando

- Se comunica desde un PanelView Plus o FactoryTalk View Studio a un controlador Allen Bradley.
- Se descarga un archivo MER (Aplicación HMI) en un PanelView Plus.
- Se utiliza el Administrador de aplicaciones para administrar archivos.

2.- KepServer:

- Se emplea cuando se comunica con un controlador de otras familias (fabricantes) o a través de otras redes.

3.- RSLinx Classic:

- Se utiliza como alternativa para comunicarse entre el FactoryTalk View Studio y un controlador Allen Bradley.

d. CONFIGURACIÓN DE ALARMAS

Para configurar alarmas en el proyecto a las mismas se las asignan a un Tag específico que se requiera informar al usuario sobre los eventos del Tag, el sistema de alarmas permite configurar diferentes parámetros como por ejemplo un mensaje de visualización, ingreso, salida, reconocimiento de alarma y además configurar en que pantalla se las presentará. Esta opción se encuentra en la ventana Alarm Setup mostrada en la Figura 2.58.

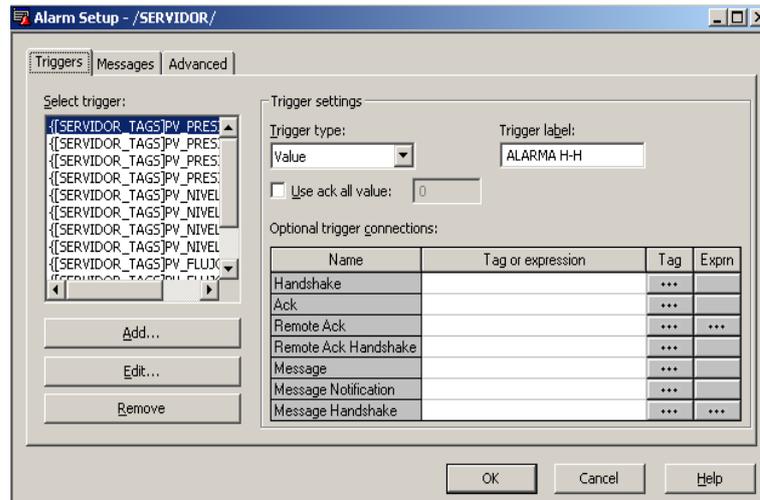


Figura 2.58: Configuración del Alarm Setup.

En la pestaña Messages, se configura el Mensaje que interese para el Trigger que se ha creado, a su vez se asigna un valor a Trigger Value, este puede ser positivo o negativo, pero si está configurado el LSB no se especificará el valor de 0.

Seguidamente se tienen los checkBox de las características que interesen configurar, por defecto este Display, ya que al producirse el Trigger automáticamente aparecerá el Display de ALARM o bien la que se haya configurado en la pestaña Advanced, pero por defecto es la del sistema.

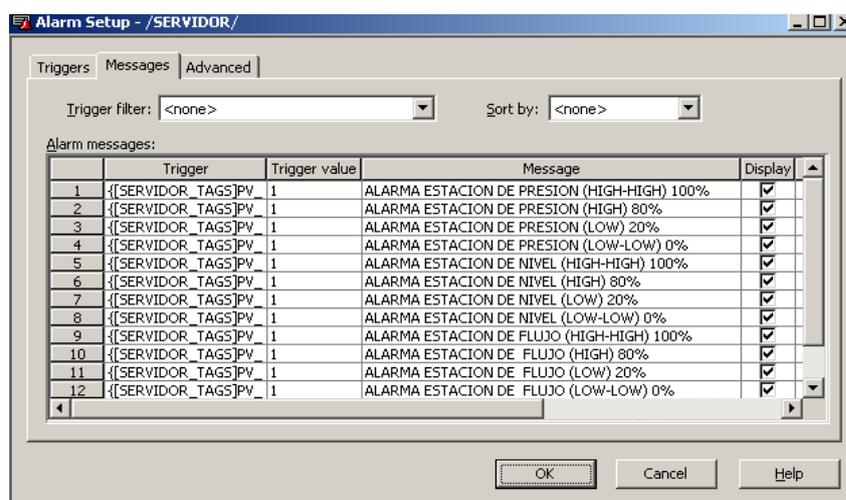


Figura 2.59: Configuración del Message en el Alarm Setup.

En la Pestaña Advanced, como se mencionó se puede asignar el Display que interese o el que se haya creado, el tamaño del Historial y el tiempo de actualización, al igual que las Conexiones Opcionales, que se configura de acuerdo a las necesidades que se tenga.

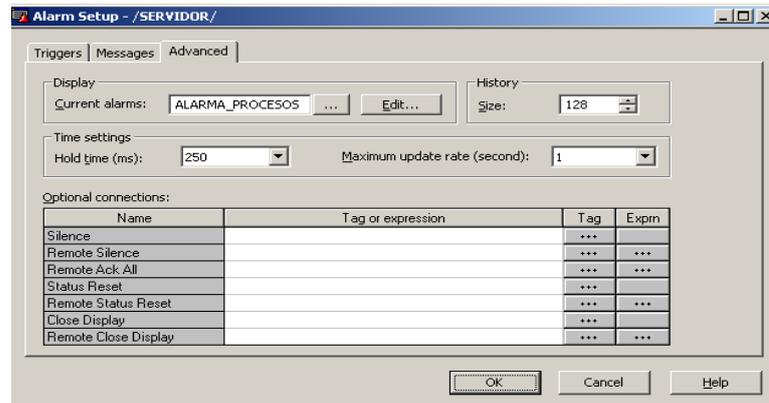


Figura 2.60: Configuración del Advanced en el Alarm Setup.

Por defecto el Display para las Alarmas es [ALARM] pero este puede ser modificado o crear el que interese, añadiendo o quitando funcionalidades o Botones.

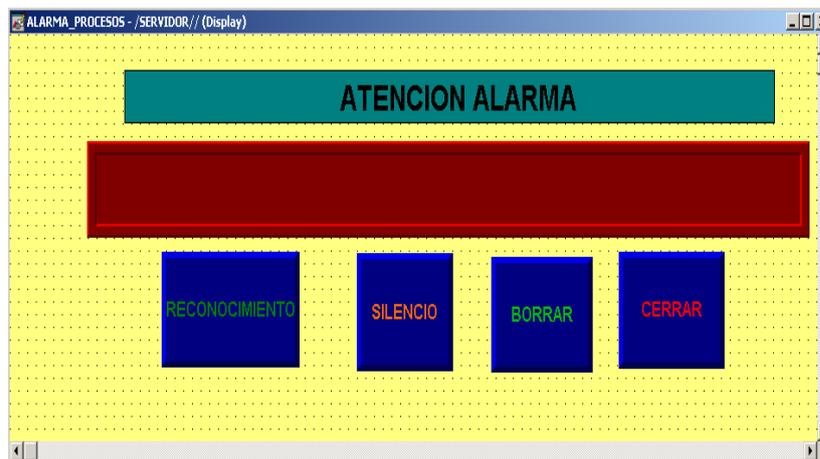


Figura 2.61: Visualización del Display d el accionamiento de las Alarmas.

Por último, lo que queda es seleccionar es el checkBox de la ventana de Configuración Startup, donde se debe seleccionar Alarms, con esto ya se puede probar la configuración y las Alarmas.

e. CONFIGURACIÓN DE HISTÓRICOS

Los Históricos de cada una de las alarmas configuradas en el ítem anterior se los podrá visualizar en la pantalla que se muestra en la Figura 2.62.

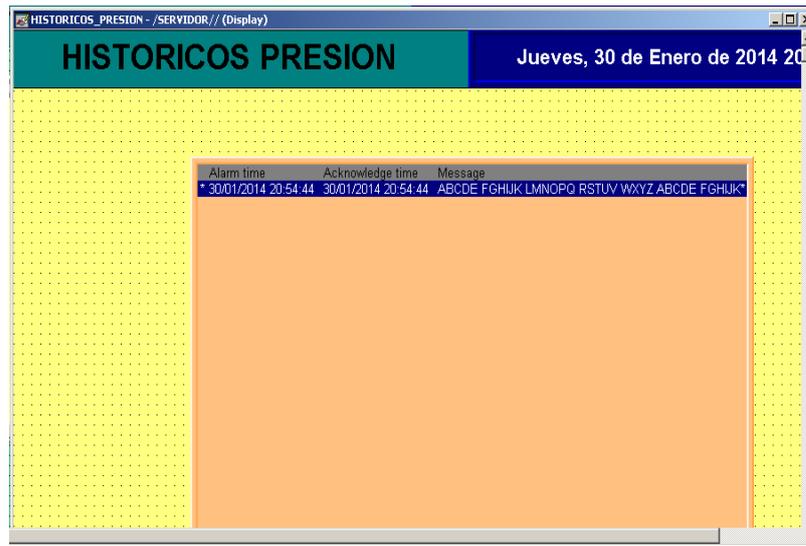


Figura 2.62: Display de visualización de Históricos de las Alarmas.

Esta ventana se la configura dando clic derecho sobre el mismo y escogiendo la opción propiedades, entonces se obtiene la pantalla que se muestra en la Figura 2.63, donde se adiciona los Tags de los PV de cada uno de los procesos controlados.



Figura 2.63: Configuración de Históricos de las Alarmas.

CAPÍTULO 3

PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la realización de las pruebas y análisis de resultados del diseño e implementación del proyecto, se establecieron en dos partes tanto en hardware como en software para que al final con la unión de estos dos elementos, verificar su funcionamiento a la perfección y de manera eficiente.

3.1. HARDWARE

Las pruebas de hardware se realizan para verificar que todos los dispositivos funcionen correctamente como el PLC con sus módulos de entradas y salidas analógicas, PanelView's que básicamente son terminales que admiten y facilitan que el operador realice entradas a través de un teclado o una pantalla táctil, fuente de poder (LOGO!Power), Switch y los cables que conectan a los diferentes dispositivos.

3.1.1 COMUNICACIÓN DEL PLC CON LA COMPUTADORA

Para verificar la correcta comunicación entre la computadora y el controlador, se utiliza el software RSLinx Classic que es propiedad de Rockwell Automation y un cable de red Ethernet ya sea directo o cruzado, ya que el PLC detecta automáticamente estos dos tipos de cable, para observar si el controlador es reconocido satisfactoriamente por el computador, se debe tener cuidado en que ambos elementos se encuentren dentro de una misma red, y que se haya seleccionado el adecuado driver y la ruta de comunicación.

Ya que al seleccionar un driver erróneo no se logrará que el autómatas programable sea reconocido adecuadamente en el computador.

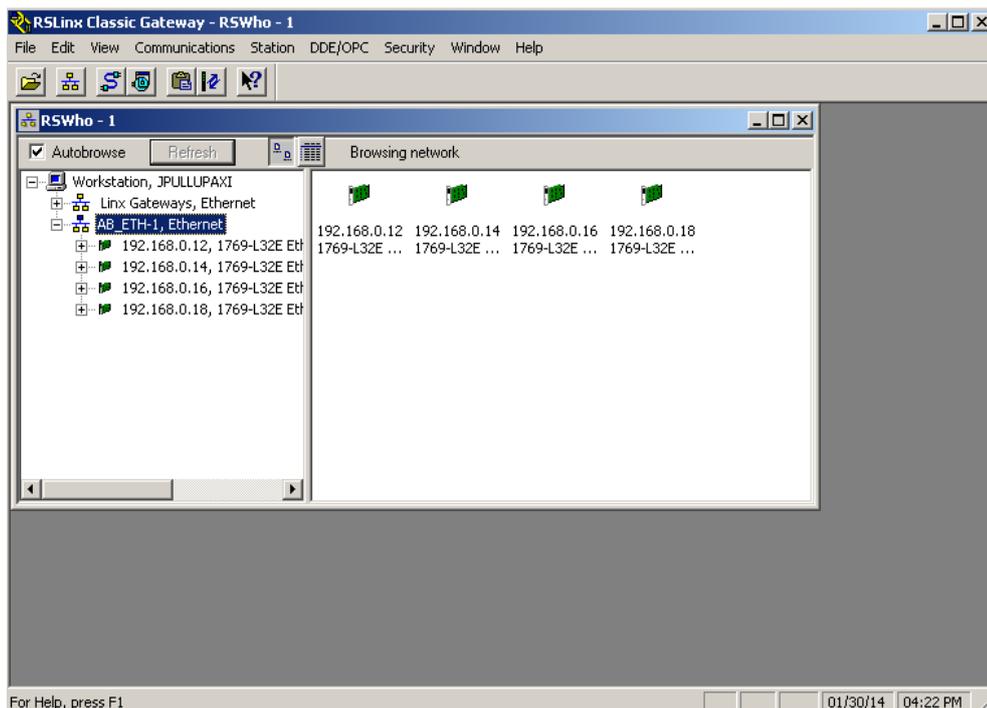


Figura 3.1: Comunicación satisfactoria entre el controlador y la computadora.

3.1.2. COMUNICACIÓN DEL PLC CON LOS MÓDULOS DE ENTRADA Y SALIDA ANALÓGICA

Luego de tener conocimiento previo, de la configuración de los módulos tanto de entradas como de salidas analógicas para que funcionen sin ningún tipo de error, se debe tener cuidado con el archivo de configuración ya que tiene disposiciones de bits que sirven para dar diferentes configuraciones a los módulos como pueden ser diferentes tipos de rangos de entradas, de escalamientos, de salidas en el caso del módulo de salidas analógicas.

Si realiza una configuración correcta y eficiente, al momento de encender el autómata programable se observará que el led de OK muestra una luz verde lo que significa que se efectuó una configuración adecuada.



Figura 3.2: Leds indicadores de que los módulos están funcionando correctamente.

Un problema que se presentó al momento de configurar los módulos fue al identificar los archivos de configuración donde por medio de bits se establece el tipo de señal, que va a generar el módulo de salida ya sea corriente o voltaje y el rango de la señal para que el módulo funcione perfectamente.

Configuration Data File																	
Word/Bit	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00	
Word 0	EC	NU						EHI	ELI	LC	ER	FM	PM	NU	PFE		
Word 1	NU				Format Ch0			NU			Type/Range Sel Ch0						
Word 2	SGN	Fault Value Channel 0															
Word 3	SGN	Program (Idle) Value Channel 0															
Word 4	SGN	Clamp High Data Value Channel 0															
Word 5	SGN	Clamp Low Data Value Channel 0															
Word 6	SGN	Ramp Rate Channel 0															
Word 7	NU																

Figura 3.3: Disposición de los datos WORD (INT) 19.

3.1.3. COMUNICACIÓN ENTRE PLC'S A TRAVÉS DE LOS CABLES Y SWITCH ETHERNET INDUSTRIAL

Para comprobar que la comunicación entre PLC's y la PC este correctamente se observa que los PLC's estén conectados desde su puerto ETHERNET mediante un cable RJ45 hasta un puerto ETHERNET libre del SWITCH, se observa que las luces indicadoras están encendidas completamente, en la Figura 3.4, se indica la conexión de los cables Ethernet con el Switch industrial.



Figura 3.4: Conexión de los cables Ethernet.

Después de observar que todo está correctamente conectado y verificar que los leds de comprobación están encendidos se sabrá que los PLC's están conectados mediante cable RJ45 a la "RED de PLC's", ahora lo que falta es la comprobación de la conexión con la PC la misma que llevará el control y monitoreo de cada uno de los PLC's, para ello se utiliza el programa símbolo del sistema de la computadora, aquí se realizará un PING a la dirección IP de cada PLC con el objetivo de comprobar que hay comunicación entre estos dispositivos.

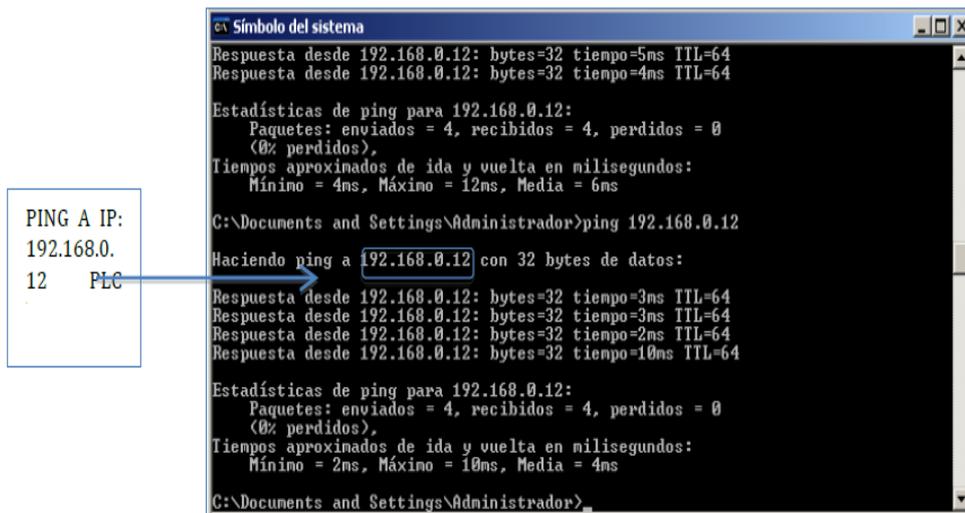


Figura 3.5: PING a cada uno de los PLC's conectados a la red.

3.1.4. COMUNICACIÓN DEL PANELVIEW CON LA PC

De igual manera para verificar la correcta comunicación entre la computadora y el PanelView, se utiliza en primera instancia el software RSLinx Classic y un cable de red Ethernet, para observar si el terminal es reconocido satisfactoriamente por el computador, se debe tener cuidado en que ambos elementos se encuentren dentro de una misma red, y que se haya seleccionado el adecuado driver y la ruta de comunicación. Ya que al seleccionar un driver no adecuado no se logrará que el terminal gráfico sea reconocido en el computador.

La siguiente prueba de verificación fue a través de la configuración de la opción RSLinx Enterprise dentro del software FactoryTalk el cual establece comunicación con medios físicos.

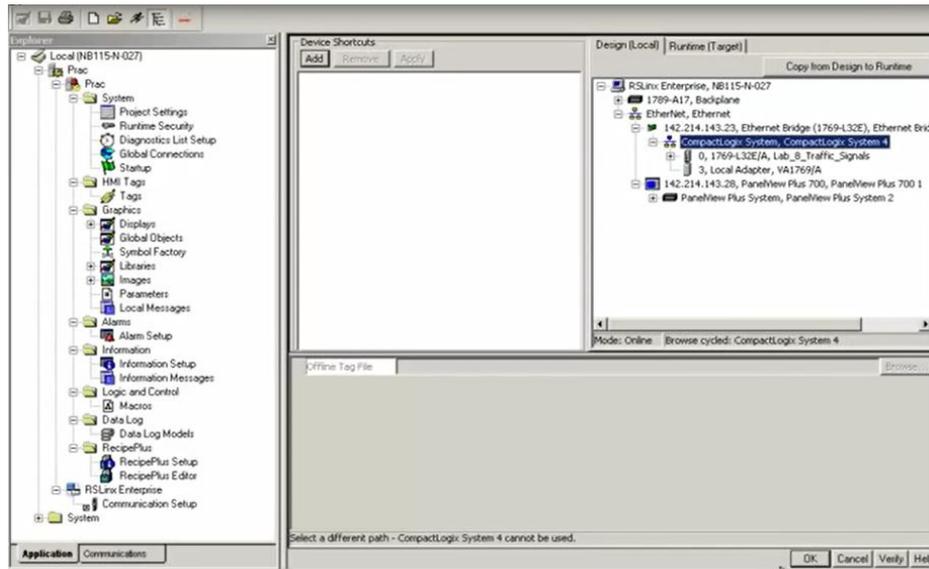


Figura 3.6: Ventana que muestra cada uno de los equipos que están dentro de una red y tienen conexión con el software FactoryTalk.

Un problema que se presentó al momento de reconocer y comunicar al PanelView Plus 6/600 y el computador fue el no tener la consideración de la utilización del software que está de acuerdo a las prestaciones de este equipo ya que para su reconocimiento y programación es necesario utilizar FactoryTalk versión 6.1 o superior.

3.2. SOFTWARE

Las pruebas en software se realizaron a todas las pantallas del HMI diseñado en FactoryTalk y todos los elementos adicionados en las interfaces tales como los usuarios, alarmas, históricos y tendencias de cada estación monitoreada.

3.2.1. PRUEBAS DE DISEÑO DE LA INTERFACE HMI

Para el diseño de la interfaz del HMI se tomó en cuenta características de cada una de las Estaciones de Procesos (Presión, Flujo y Nivel),

vinculando a cada una de ellas imágenes intuitivas y amigables para facilitar el uso de su entorno gráfico.

La interfaz (HMI) diseñada está conformada de la siguiente manera:

3.2.1.1. PRESENTACION PRINCIPAL.

La presentación permite dar a conocer el tema del proyecto de investigación, a la vez también consta de dos botones (GOTO BUTTON) los cuales permiten el ingreso y salida del HMI, como se muestra en la Figura 3.7.



Figura 3.7: Presentación principal del HMI.

3.2.1.2. INGRESO DE USUARIOS.

Para el diseño de la Interfaz (HMI) primeramente se establecieron grupos de trabajo donde los usuarios serán agregados a los mismos, esta lógica se hace muy sencilla ya que los grupos son los que tienen los niveles de acceso y los usuarios simplemente se agregan a cada grupo.

Para la creación de los grupos se tomó en cuenta qué clase de privilegios se va a otorgar a cada uno de ellos para acceder a las diferentes opciones de cada pantalla del HMI. Por ejemplo, el privilegio que tiene el usuario “INGENIERO” como se muestra en la Figura 3.8 es tener toda la accesibilidad, como el reconocimiento de alarmas, registro de históricos cambios de SP, entre otros, mientras que el usuario “VISITA” únicamente puede visualizar el funcionamiento del proceso y no puede llevar a cabo ninguna acción sobre el proceso.



Figura 3.8: Ingreso del usuario “INGENIERO”.

Todo lo que ocurre cuando se esté ejecutando una aplicación se presentará una pantalla llamada DIAGNÓSTICO como se muestra en la Figura 3.9, aquí se puede visualizar si el usuario que ingresó es o no el correcto, si tiene el suficiente privilegio para acceder a una pantalla en específico etc.



Figura 3.9: Pantalla DIAGNÓSTICO que informa lo que ocurra mientras se ejecuta el proyecto.

3.2.1.3. PRESENTACION DEL HMI MENU

Dentro de los display's MENÚ de cada una de las estaciones (Presión, Flujo y Nivel) como se muestran en las Figuras 3.10, 3.11 y 3.12 respectivamente se encuentra botones (GOTO BUTTON) los cuales permiten el ingreso a los demás display's que son:

- Proceso
- Sintonización
- Alarmas
- Históricos
- Nuevo Usuario
- Salir



Figura 3.10: HMI - Menú estación de Presión.



Figura 3.11: HMI - Menú estación de Flujo.



Figura 3.12: HMI - Menú estación de Nivel.

3.2.1.4. PRESENTACION DEL HMI PROCESO

Dentro de los display's PROCESO de cada una de las estaciones (Presión, Flujo y Nivel) como se muestran en las Figuras 3.13, 3.14 y 3.15 respectivamente se puede visualizar todos los elementos y equipos que forman parte de cada una de las estaciones de procesos, así como también los valores de Set-Point (SP), Control Value (CV) y Process Value (PV).

Además los display's PROCESO disponen de un botón (GOTO BUTTON) que permite retornar al menú principal de cada una de las estaciones.

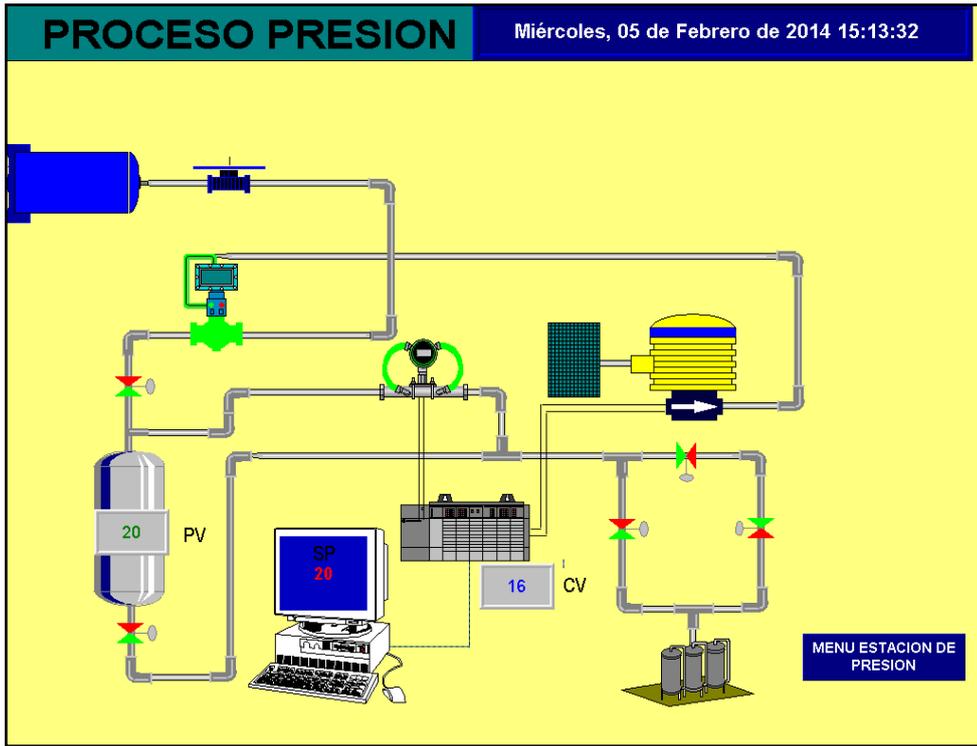


Figura 3.13: HMI – Proceso estación de Presión.

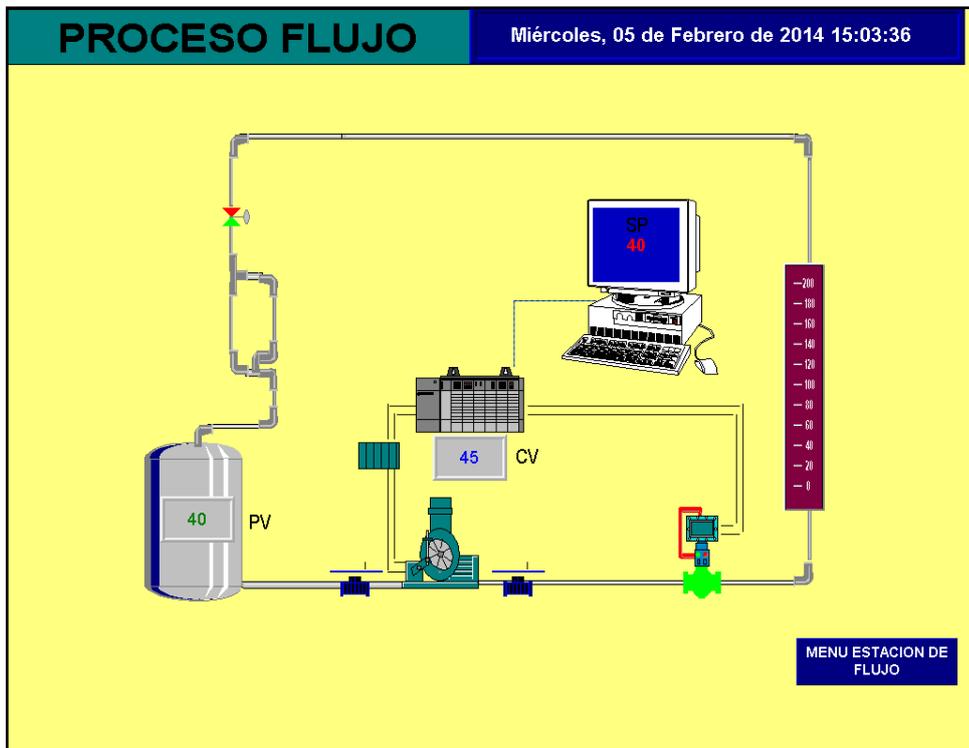


Figura 3.14: HMI – Proceso estación de Flujo.

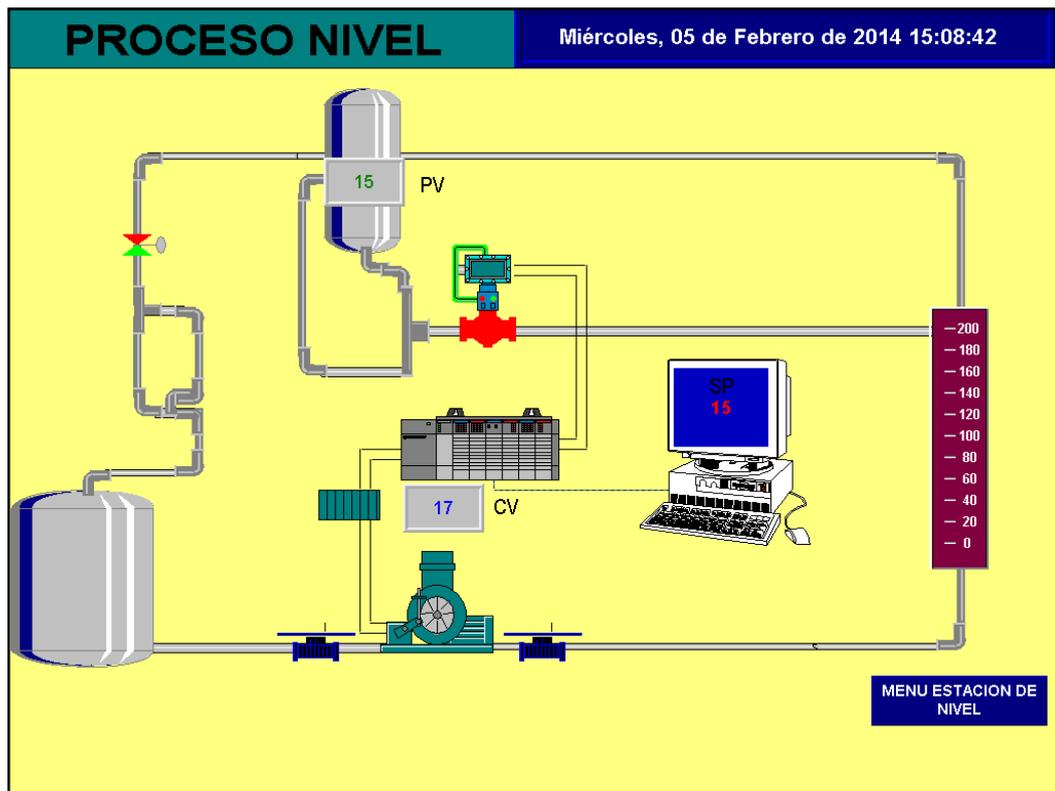


Figura 3.15: HMI – Proceso estación de Nivel.

3.2.1.5. PRESENTACION DEL HMI SINTONIZACIÓN

Dentro de los display's SINTONIZACIÓN de cada una de las estaciones (Presión, Flujo y Nivel) como se muestran en las Figuras 3.16, 3.17 y 3.18 respectivamente se pueden visualizar el comportamiento de cada uno de los procesos así como también los valores de Set-Point (SP), Control Value (CV) y Process Value (PV).

Además los display's SINTONIZACIÓN disponen de un botón (GOTO BUTTON) que permite retornar al menú principal de cada una de las estaciones.

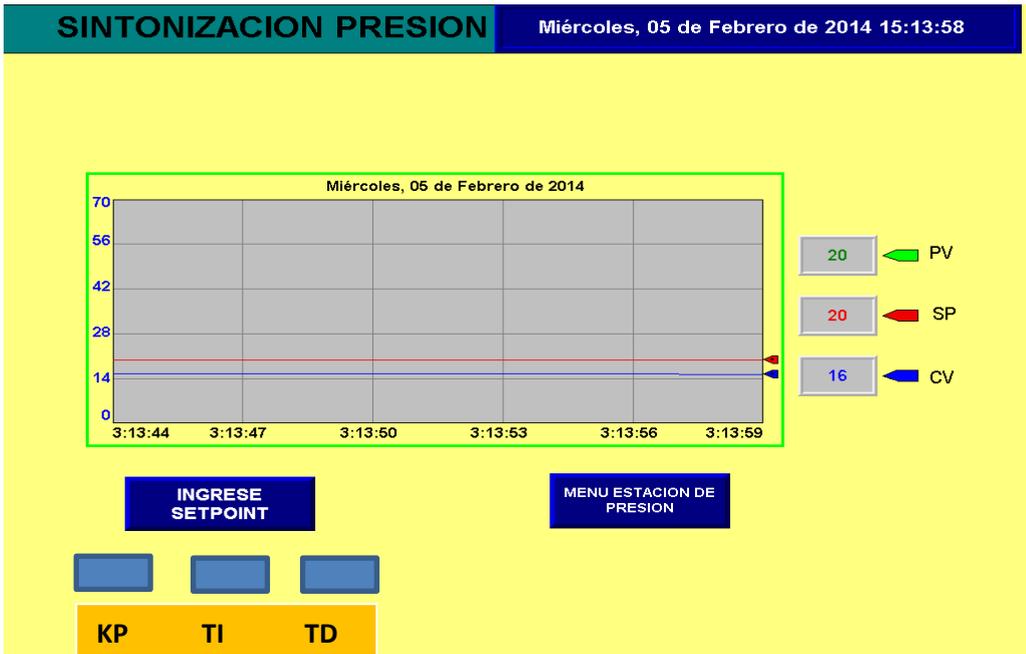


Figura 3.16: HMI – Sintonización estación de Presión.

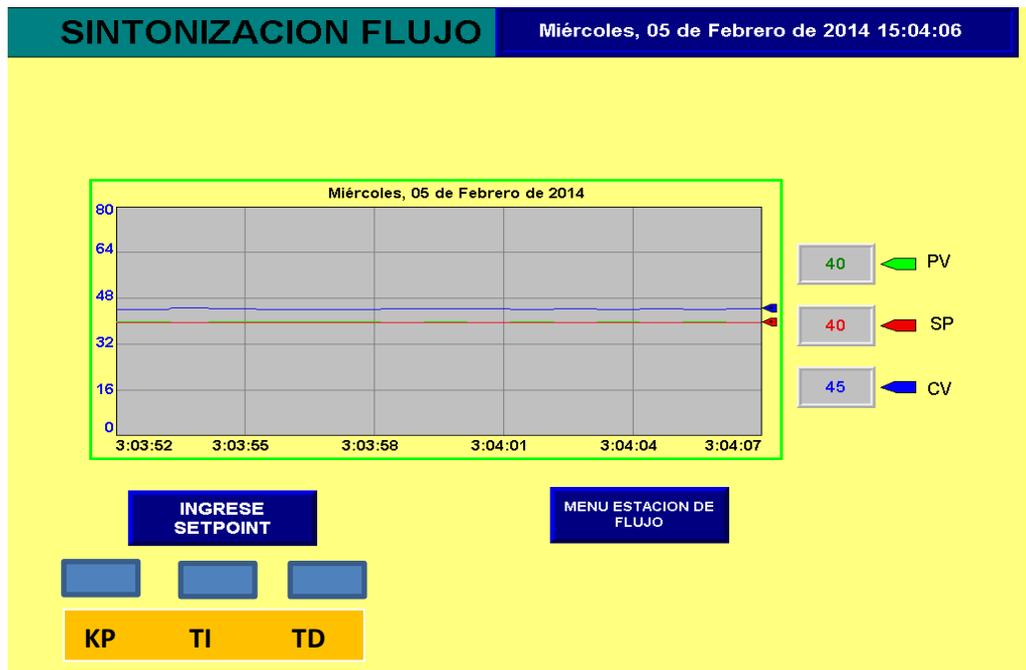


Figura 3.17: HMI – Sintonización estación de Flujo.

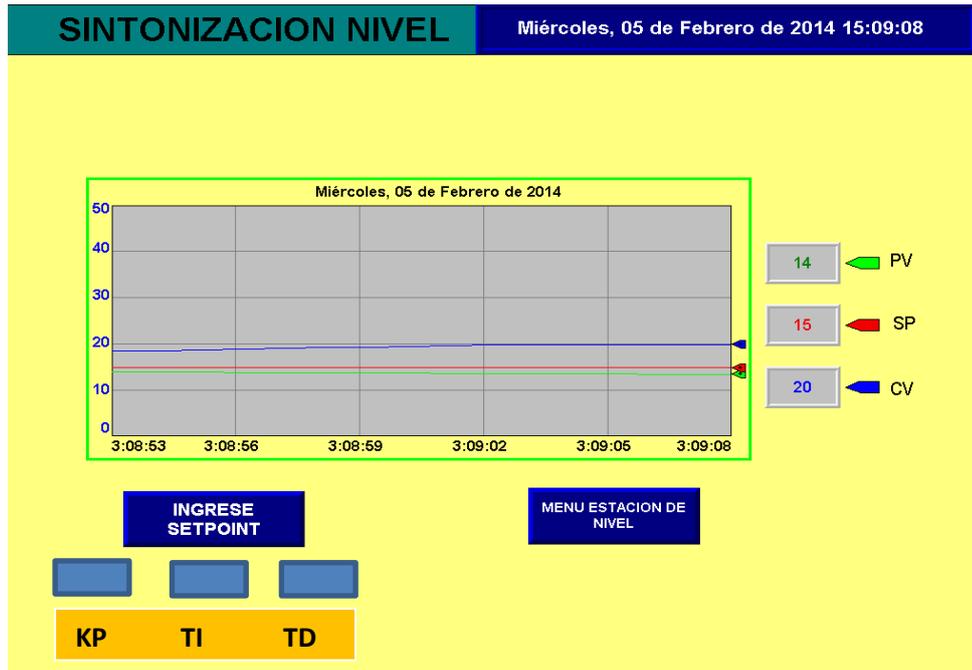


Figura 3.18: HMI – Sintonización estación de Nivel.

3.2.1.6. PRESENTACION DEL HMI ALARMAS.

Dentro de los display's ALARMAS de cada una de las estaciones (Presión, Flujo y Nivel) como se muestran en las Figuras 3.19, 3.20 y 3.21, respectivamente, las mismas están configuradas en cuatro niveles (HIGH-HIGH, HIGH, LOW, LOW-LOW) en cada uno de los procesos, pues aquí se observa cuando la alarma está ocurriendo en tiempo real, así el usuario se podrá dar cuenta en qué proceso está sucediendo alguna clase de alarma y tome la decisión adecuada.

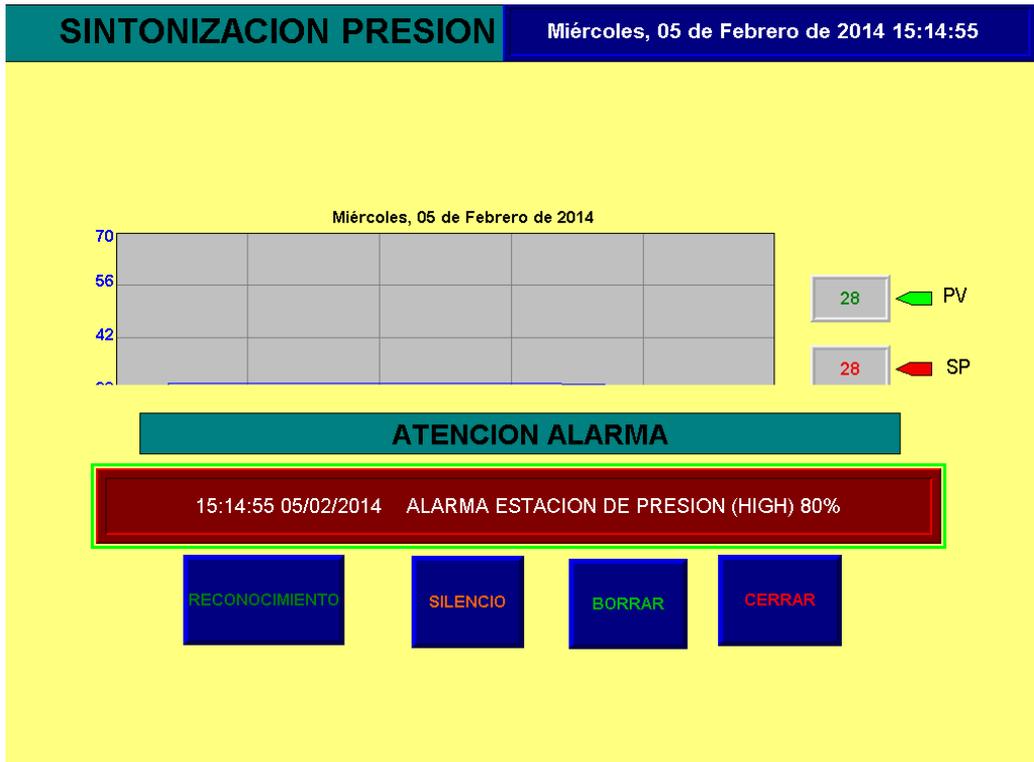


Figura 3.19: HMI – Alarma estación de Presión (HIGH).

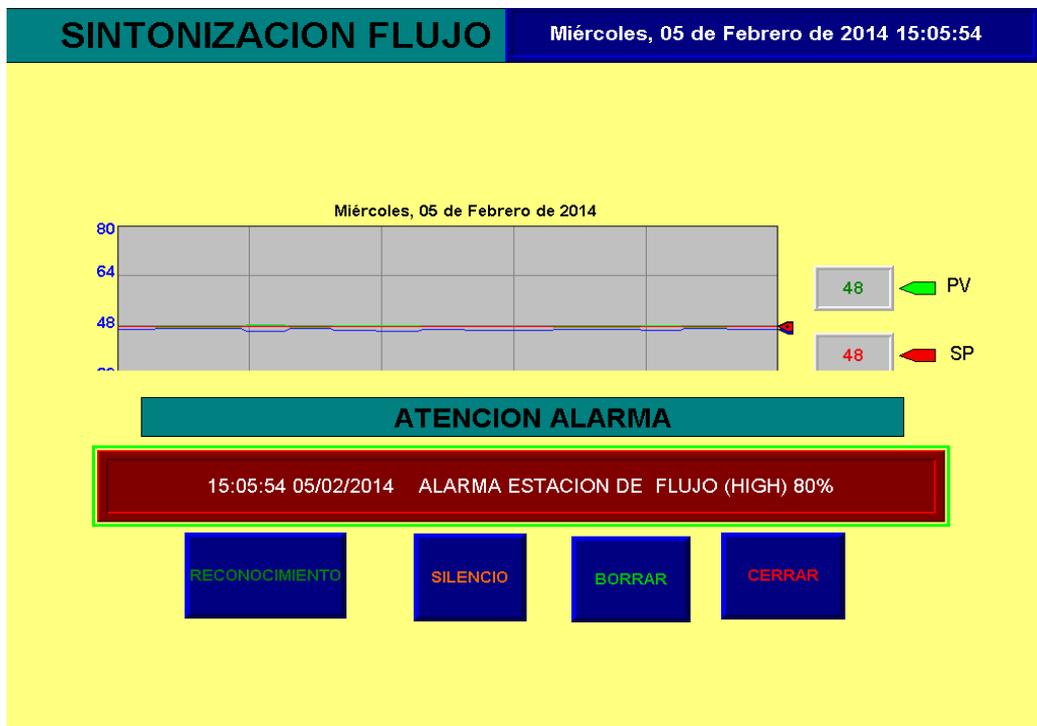


Figura 3.20: HMI – Alarma estación de Flujo (HIGH).



Figura 3.21: HMI – Alarma estación de Nivel (LOW).

3.2.1.7. PRESENTACION DEL HMI HISTÓRICO.

Además de dar un acceso rápido a las alarmas que ocurren en el momento, es decir, en tiempo real, se agregó otra pantalla que permite observar que alarmas han ocurrido con el HISTORIAL DE ALARMAS y cuando se ha reconocido las mismas como se muestra en la Figura 3.22.



Figura 3.22: HMI – Histórico estación de Presión (HIGH)

3.2.2. RED ETHERNET

Las pruebas para la red Ethernet se realizó tomando en cuenta que su estructura lógica se basa en un servidor y tres clientes, esto quiere decir que el PLC servidor es quien recolecta todos los datos de la red, es decir es quien comanda la misma y el que establece el control de acceso al medio.

3.2.2.1. SERVIDOR ETHERNET

El PLC servidor de la RED ETHERNET es el que se debe configurar y programar para poder recolectar los datos de cada cliente que monitorea a cada estación, por ende se debe configurar con los pasos indicados en el Capítulo 2 en el cual especifica los Tags consumidos y los Tags producidos, ahora lo que se va a comprobar es que si efectivamente el PLC servidor escribe y lee los datos proporcionados por cada uno de los clientes.

Para comprobar el envío y recepción de datos se realizó utilizando dos PLC's en marcha uno con la configuración de servidor y el otro de cliente y dos computadoras cada una conectada en línea a cada PLC, una vez establecido su comunicación se utilizó la herramienta de monitoreo y edición de Tags en el software RSlogix 5000 en la cual permite visualizar la recepción y transmisión de datos a través de Tags configurados, en este caso, son los Tags Producidos de envío y los Tags consumidos de recepción como se observa en la figura 3.23.

Alcance: <input type="text" value="SERVIDORETHERNET"/> <input type="button" value="Mostrar..."/> <input type="button" value="Mostrar todos"/>					
Nombre	Valor	Máscara de fuerza	Estilo	Data Type	
CV_FLUJO	45.060326		Float	REAL	
CV_NIVEL	20.0		Float	REAL	
CV_PRESION	16.02372		Float	REAL	
PV_FLUJO	39.611183		Float	REAL	
PV_NIVEL	13.618385		Float	REAL	
PV_PRESION	19.998169		Float	REAL	
SP_FLUJO	40.0		Float	REAL	
SP_NIVEL	15.0		Float	REAL	
SP_PRESION	20.0		Float	REAL	

Figura 3.23: Herramienta de monitoreo y edición de Tags en el software RSlogix 5000 PLC servidor.

3.2.2.2. CLIENTE ETHERNET

El PLC cliente de la RED ETHERNET es el que se debe configurar y programar para poder recibir o consumir datos SP (Set Point), enviados desde el PLC servidor y producir o enviar datos como PV (Process Value) y CV (Control Value) hacia el PLC servidor, por ende se debe configurar con los pasos indicados en el Capítulo 2 en el cual especifica los Tags consumidos y los Tags producidos, ahora lo que se va a comprobar es que si efectivamente el PLC servidor cliente recibe y envía datos.

Para comprobar el envío y recepción de datos se realizó de manera similar a la comprobación realizada al PLC servidor, para ello nuevamente se utilizó dos PLC's en marcha uno con la configuración de servidor y el otro de cliente y dos computadoras cada una conectada en línea a cada PLC, una vez establecido su comunicación se utilizó la herramienta de monitoreo y edición de Tags en el software RSlogix 5000 como se observa en la figura 3.24.

Alcance: PIDpresion					
Mostrar...					
Mostrar todos					
Nombre	Valor	Máscara de fuerza	Estilo	Data Type	
CCV	0.0		Float	REAL	
CV	100.0		Float	REAL	
CVp	0.0		Float	REAL	
CVSCL	16383.0		Float	REAL	
Local:1:C	{...}	{...}		AB:1769_IF4:C:0	
Local:1:I	{...}	{...}		AB:1769_IF4:I:0	
Local:2:C	{...}	{...}		AB:1769_MODUL...	
Local:2:I	{...}	{...}		AB:1769_MODUL...	
Local:2:O	{...}	{...}		AB:1769_MODUL...	
PIDpres	{...}	{...}		PID	
PPV	0.0		Float	REAL	
PV	-4.9990845		Float	REAL	
PVp	0.0		Float	REAL	
PVSCL	0.0		Float	REAL	
spp	0.0		Float	REAL	
sppp	0.0		Float	REAL	
SPPRES	20.0		Float	REAL	

Figura 3.24: Herramienta de monitoreo y edición de Tags en el software RSlogix 5000 PLC cliente.

3.2.3. ANÁLISIS DE LOS CONTROLES PID

El control PID es uno de los controles más usados en la industria por sus grandes resultados y prestaciones, en este proyecto las estaciones de Presión, Flujo y Nivel están controladas por un PLC CLIENTE respectivamente, el cual mediante la RED ETHERNET se comunica con el PLC SERVIDOR donde se recolectan los datos de cada dispositivo, en cada PLC CLIENTE se ejecuta un control PID para cada estación.

El control se sintonizó manualmente mediante el método de Ganancia Límite, el cual indica que se debe iniciar con los valores de KP, TI y TD en cero (0), seguidamente se aumenta la ganancia proporcional hasta obtener una relación de amortiguamiento de 0,25.

Como siguiente paso se incrementa lentamente el tiempo integral (TI) hasta acercarse al punto de estabilidad. Luego se aumenta el tiempo derivativo (TD) en pequeños incrementos, creando al mismo tiempo

desplazamientos en el mismo punto de consigna hasta obtener en el proceso un comportamiento cíclico, reduciendo ligeramente la última banda derivativa.

Con la correcta sintonización del PID a través de la modificación de las variables KP, TI y TD se obtiene un funcionamiento óptimo de los tres procesos industriales (Presión, Flujo y Nivel). El comportamiento de las variables de control (CV, PV y SP) se los puede observar en la Figuras (3.25, 3.26 y 3,27).

3.2.3.1. ESTACIÓN DE PRESIÓN

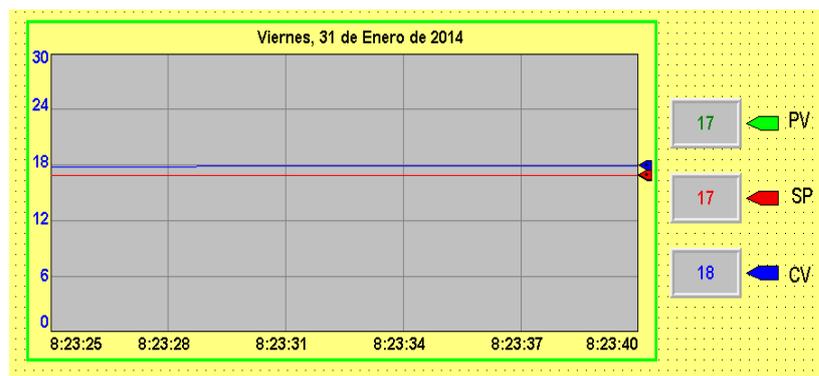


Figura 3.25: Comportamiento de las variables (SP, PV y CV) en la estación de Presión.

Para la sintonización del control PID de la estación de presión se aplicó el método de ganancia límite donde se inició con los valores de KP, TI y TD en cero, seguidamente se aplica un valor alto de ganancia proporcional (KP) igual a ocho (8.00) donde se observa una oscilación con un sobre impulso superior al 10%, entonces se aplica un valor de Tiempo Integral igual 0.003 con el fin de disminuir y eliminar el error en estado estacionario, el sobre impulso inicial se logra minimizar aplicando un valor adecuado de tiempo derivativo igual a 0.00001. El tiempo de

asentamiento en el proceso de control es de 4 segundos en valores de Set Point (SP) altos, medios y bajos.

Este procedimiento de sintonización de ganancia límite utilizado en el controlador PID en la estación de presión se lo realiza de forma repetitiva hasta encontrar los valores óptimos de sintonización los mismos que se muestran en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Constantes optimas de sintonización de la estación de Presión.

ESTACIÓN DE PRESIÓN	
Constante Proporcional (Kp)	5.0
Tiempo Integral (Ti)	0.005
Tiempo Derivativo (Td)	0.001

ESTACIÓN DE FLUJO

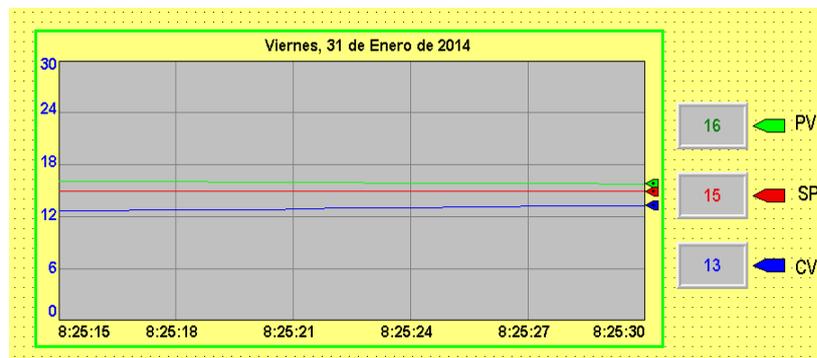


Figura 3.26: Comportamiento de las variables (SP, PV y CV) en la estación de Flujo.

Para la sintonización del control PID de la estación de flujo se aplicó el método de ganancia límite donde se inició con los valores de KP, TI y TD en cero, seguidamente se aplica un valor alto de ganancia proporcional (KP) igual a cuatro (4.00) donde se observa una oscilación con un sobre impulso superior al 10%, entonces se aplica un valor de Tiempo Integral

igual 0.012 con el fin de disminuir y eliminar el error en estado estacionario, el sobre impulso inicial se logra minimizar aplicando un valor adecuado de tiempo derivativo igual a 0.000001. El tiempo de asentamiento en el proceso de control es de 5 segundos en valores de Set Point (SP) altos, medios y bajos.

Este procedimiento de sintonización de ganancia límite utilizado en el controlador PID en la estación de flujo se lo realiza de forma repetitiva hasta encontrar los valores óptimos de sintonización los mismos que se muestran en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Constantes optimas de sintonización de la estación de Flujo.

ESTACIÓN DE FLUJO	
Constante Proporcional (Kp)	0.9832
Tiempo Integral (Ti)	0.00812
Tiempo Derivativo (Td)	0.000000228

ESTACIÓN DE NIVEL

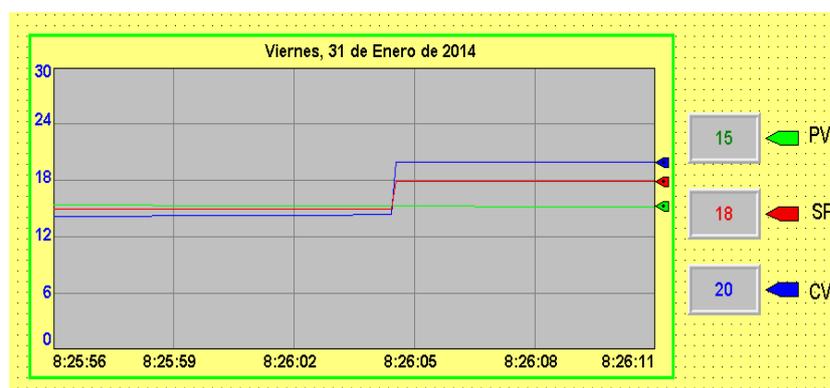


Figura 3.27: Comportamiento de las variables (SP, PV y CV) en la estación de Nivel.

Para la sintonización del control PID de la estación de nivel se aplicó el método de ganancia límite donde se inició con los valores de KP, TI y TD en cero, seguidamente se aplica un valor alto de ganancia proporcional (KP) igual a cinco (5.00) donde se observa una oscilación con un sobre impulso superior al 10%, entonces se aplica un valor de Tiempo Integral igual 0.0001 con el fin de disminuir y eliminar el error en estado estacionario, el sobre impulso inicial se logra minimizar aplicando un valor adecuado de tiempo derivativo igual a 0.0005. El tiempo de asentamiento en el proceso de control es de 8 segundos en valores de Set Point (SP) altos, medios y bajos.

Este procedimiento de sintonización de ganancia límite utilizado en el controlador PID en la estación de nivel se lo realiza de forma repetitiva hasta encontrar los valores óptimos de sintonización los mismos que se muestran en la tabla 3.3.

Tabla 3.3. Constantes optimas de sintonización de la estación de Nivel.

ESTACIÓN DE NIVEL	
Constante Proporcional (Kp)	3.01
Tiempo Integral (Ti)	0.00009
Tiempo Derivativo (Td)	0.0000003

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que la implementación del sistema SCADA opera en óptimas condiciones ya que este realiza la transmisión y recepción de datos en tiempo real entre los clientes y el servidor.
- Se comprobó que la comunicación Ethernet Industrial realiza la transmisión de datos a velocidades altas en el rango de los Megabits (10-100Mbps) lo que diferencia de la comunicación serial RS-232 ya que esta trabaja a velocidades menores a los 20 Kbps.
- Se comprobó que las características que brinda un control PID son las más eficientes y óptimas para el control de las estaciones de Presión, Flujo y Nivel, ya que este permite realizar acciones de control en la velocidad, error en estado estacionario y sobreimpulso en cada uno de los procesos.
- Se observó que el PLC servidor CompactLogix L32E se puede comunicar con varios dispositivos y equipos industriales por medio de una configuración de red Ethernet siendo una comunicación rápida y en tiempo real permitiendo monitorear en este caso a los tres clientes que se tiene implementado en este proyecto que son los procesos: Presión, Flujo y Nivel en el laboratorio de redes industriales y control de procesos.

- Se manejó y programó dispositivos Allen Bradley de la gama de los CompactLogix 1769 L32E por medio del software RSLogix 5000 así como también los Terminales PanelView Plus 6/600 que utilizaron el Software FactoryTalk View ME V7.0 para su programación y descarga del HMI, ambos equipos con características de integración (hardware software) que poseen una propia área de diseño y comunicación sin necesidad de servidores OPC's.
- Se determinó que la diferencia entre un Switch Industrial y un switch convencional u ofimático radica en mantener una administración de datos de forma indefinida sin existir ninguna colisión o falla de comunicación de datos, mientras que el switch convencional mantiene una administración confiable de datos durante un tiempo determinado.
- Se comprobó que los controladores CompactLogix 1769 L32E tienen como prestación actualizar su Firmware para de esta forma ir a la par con la evolución de tecnología de su fabricante tanto en software como hardware.

4.2. RECOMENDACIONES

- Conocer y estudiar previamente el uso de todos los elementos o dispositivos que se utilizó en la red de comunicación para minimizar los errores por manipulación indebida y evitar fallos y daños en los equipos.
- Tener cuidado al momento del conectar los módulos de entrada y salidas analógicas ya que si no se tiene un conocimiento previo del cableado se puede provocar daños en los módulos.
- Verificar que las configuraciones de los módulos para adquirir o generar algún tipo de señal son las correctas ya que si se adquiere una señal con un tipo de variable física diferente los módulos se pueden dañar.
- Verificar las conexiones eléctricas de los PLC, Panel View Plus, Switch y fuente Logo para que no exista ningún tipo de fallo o posible daño a las mismas.
- Disponer de un software y hardware compatibles en sus versiones de fabricación ya que de lo contrario existen problemas de acoplamiento y comunicación entre los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ CAIZA, F. "MONITOREO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE UNA ESTACIÓN DE PROCESOS UTILIZANDO EL PLC SIMATIC S7-200 Y VISUAL BASIC "(Tesis inédito de Ingeniería) ESPE Extensión Latacunga-Ecuador).

- ✓ Características del software RSlogix5000
URL:http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/9324-pp001_-es-p.pdf

- ✓ Controladores lógico programables industriales de automatización.
URL:<http://www.abcinnova.com/mantenimiento-y-equipos/equipos-electronicos.html>

- ✓ ETHERNET INDUSTRIAL
URL:<http://www.ethernetindustrial.es/>

- ✓ Integración de FactoryTalk View SE en su arquitectura.
URL:[http://www.rockwellautomation.co.uk/applications/gs/emea/GSES.nsf/files/au_es_09_material/\\$file/F_-_S2_-_FT2ES_WBK.pdf](http://www.rockwellautomation.co.uk/applications/gs/emea/GSES.nsf/files/au_es_09_material/$file/F_-_S2_-_FT2ES_WBK.pdf)

- ✓ Introducción software RSlogix5000.
URL: http://www.rocatek.com/forum_rslogix.php.

- ✓ PanelView 6 600.
URL: <http://ab.rockwellautomation.com/es/Graphic-Terminals/2711P-PanelView-Plus-6-600-Terminals#/tab5>

- ✓ PINTO,E y KASCHEL, H "Análisis Del Estado Del Arte De Los Buses De Campo Aplicados Al Control De Procesos Industriales". (Chile, Santiago).

- ✓ RODRÍGUEZ, P. (2008) Sistema SCADA. (Barcelona, Marcombo).
- ✓ Switch para Ethernet Industrial.
URL: [http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador\(dispositivo_de_red\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador(dispositivo_de_red))
- ✓ Tutoriales de Rockwellautomation.
URL:http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1769-um011_-es-p.pdf
- ✓ Tutoriales de Rockwellautomation.
URL: <http://ab.rockwellautomation.com/es/Graphic-Terminals/2711P-PanelView-Plus-6-600-Terminals#/tab5>.
- ✓ Tutoriales de siemens
URL: www.siemens.com
- ✓ VISIOLI, A. (2011) Control de Práctica PID. (British Library Cataloguing in Publication Data).

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO A: GLOSARIO DE TÉRMINOS

ANEXO B: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PLC COMPACTLOGIX 1769 L32E.

ANEXO C: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TERMINAL PANELVIEW PLUS 6/600.

ANEXO D: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL 105TX INDUSTRIAL ETHERNET SWITCH.

ANEXO E: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA FUENTE LOGO!POWER 24 V ESTABILIZADA 6EP1332-1SH43.

ANEXO F: ESCALAMIENTO DE VARIABLES (PROCESS VALUE, CONTROL VALUE, SET-POINT).

ANEXO G: CONFIGURACIÓN DE LOS TAGS PRODUCIDOS Y CONSUMIDOS PARA LA RED ETHERNET INDUSTRIAL EN EL COMPACTLOGIX L32E (SERVIDOR).

ANEXO H: PROGRAMACIÓN DEL COMPACTLOGIX L32E (ESTACIÓN DE PRESIÓN).

ANEXO I: PROGRAMACIÓN DEL COMPACTLOGIX L32E (ESTACIÓN DE FLUJO).

ANEXO J: PROGRAMACIÓN DEL COMPACTLOGIX L32E (ESTACIÓN DE NIVEL).

ANEXO A:
GLOSARIO DE TÉRMINOS

Dirección IP

Una dirección IP es una etiqueta numérica que identifica, de manera lógica y jerárquica, a una interfaz (elemento de comunicación/conexión) de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP (Internet Protocol), que corresponde al nivel de red del Modelo OSI.

HMI (Human Machine Interface)

Las interfaces Hombre-Máquina proporcionan un interfaz de control y visualización entre un ser humano y un proceso, máquina, aplicación o dispositivo. Los IHM (o HMI en inglés) que permiten controlar, monitorizar, diagnosticar y gestionar nuestra aplicación.

IP Multicast

IP Multicast es un método para transmitir datagramas IP a un grupo de receptores interesados.

Lenguaje Ladder

El LADDER, también denominado lenguaje de contactos o en escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos.

PAC (Programmable Automation Controller)

Un controlador de automatización programable (PAC) es una tecnología industrial orientada al control automatizado, al diseño de prototipos y a la medición.

PID (Proporcional Integral Derivativo)

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

PLC (Programmable Logic Controller)

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas PLC, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

Protocolo HART

El protocolo HART, (acrónimo del inglés Highway Addressable Remote Transducer) es un protocolo abierto de uso común en los sistemas de control, que se emplea para la configuración remota y supervisión de datos con instrumentos de campo.

Protocolo de Transmisión

Dispositivos que se comunican entre sí tienen que trabajar según las mismas reglas. Tienen que "hablar el mismo idioma". A tales reglas y estándares se les da el nombre de protocolo o, en su caso, protocolo de transmisión.

RJ-45

El conector RJ45 (RJ significa Registered Jack) es uno de los conectores principales utilizados con tarjetas de red Ethernet, que transmite información a través de cables de par trenzado.

Switch

Un conmutador o switch es un dispositivo digital lógico de interconexión de equipos que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red.

SCADA (Supervisory Control And Data Adquisition)

(Supervisión, Control y Adquisición de Datos) es un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia. Facilita retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (sensores y actuadores).

ANEXO B:
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL
PLC COMPACTLOGIX 1769 L32E.

DESCRIPCIÓN DEL CONTROLADOR COMPACTLOGIX 1769 L32E

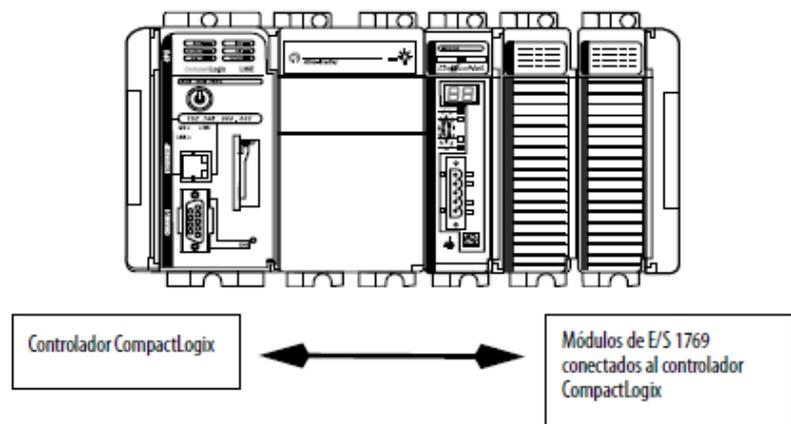


Este capítulo presenta los controladores CompactLogix 1769. Estos controladores ofrecen control, comunicación y elementos de E/S avanzados en un paquete de control distribuido.

**Acerca del controlador
CompactLogix 1769**

El controlador CompactLogix 1769 ofrece control, comunicación y elementos de E/S avanzados en un paquete de control distribuido.

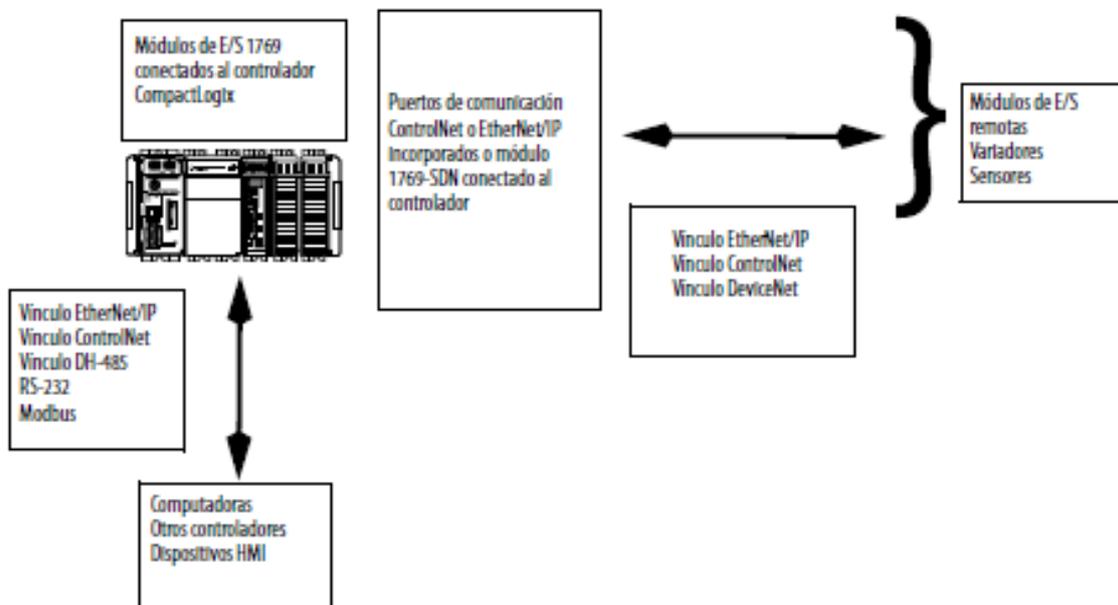
Figura 1 - Controlador CompactLogix y módulos de E/S 1769



Para un sistema más flexible, utilice:

- Varios controladores en un único chasis.
- Varios controladores unidos a través de redes.
- E/S en varias plataformas que se distribuyen en muchos lugares y conectadas a través de varios vínculos de E/S.

Figura 2 - Descripción general del sistema CompactLogix



El controlador CompactLogix, parte de la familia de controladores Logix, proporciona un sistema pequeño, eficiente y rentable que consta de lo siguiente:

- Software de programación RSLogix™ 5000
- Puertos incorporados de comunicación para redes EtherNet/IP (solo 1769-L32E y 1769-L35E) y ControlNet (solo 1769-L32C y 1769-L35CR solo)
- Un módulo de interface de comunicación 1769-SDN proporciona control de E/S y la configuración remota de los dispositivos a través de DeviceNet
- Un puerto serial incorporado en cada controlador CompactLogix
- Módulos Compact I/O que proporcionan un sistema de E/S compacto, montado en panel o riel DIN

ANEXO B	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PLC COMPACTLOGIX 1769 L32E	B-3
----------------	---	------------

Tabla 1 - Combinaciones de controladores CompactLogix

Controlador	Memoria disponible	Opciones de comunicación	Número de tareas admitidas	Número de módulos de E/S locales admitidos
1769-L35CR	1.5 MB	1 puerto ControlNet - admite medios redundantes 1 puerto serial RS-232 (protocolos de sistema o del usuario)	8	30
1769-L35E		1 puerto EtherNet/IP 1 puerto serial RS-232 (protocolos de sistema o del usuario)		
1769-L32C	750 KB	1 puerto ControlNet 1 puerto serial RS-232 (protocolos de sistema o del usuario)	6	16
1769-L32E		1 puerto EtherNet/IP 1 puerto serial RS-232 (protocolos de sistema o del usuario)		
1769-L31	512 KB	1 puerto serial RS-232 (protocolos de sistema o del usuario) 1 puerto serial RS-232 (solo protocolo del sistema)	4	

Diseño de un sistema CompactLogix

Al diseñar un sistema CompactLogix, determine la configuración de red y la posición de los componentes en cada ubicación. Para el diseño de su sistema CompactLogix, se debe seleccionar lo siguiente:

- Dispositivos de E/S
- Una red de comunicación
- Controladores
- Fuentes de alimentación
- Software

Verificación de compatibilidad

IMPORTANTE Los controladores de la serie B son compatibles únicamente con las versiones del firmware del controlador y del software RSLogix 5000 que se indican en la siguiente tabla.

Si se intenta utilizar los controladores con revisiones de software y firmware no compatibles, el resultado puede ser:

- una incapacidad para conectar con el controlador de la serie B del software RSLogix 5000
- actualizaciones de firmware infructuosas en las utilidades ControlFLASH™ o AutoFlash

Esta tabla muestra las parejas compatibles de versiones del software RSLogix 5000 y revisiones del firmware del controlador.

Controlador	Versión de software RSLogix 5000 o posterior	Revisión de firmware del controlador o posterior
1769-L31, 1769-L32C, 1769-L32E, 1769-L35CR, 1769-L35E	16.00.00	16.023
	17.01.02	17.012
	19.01.00	19.015
	20.01.00	20.013

Antes de comenzar

Al planificar el sistema CompactLogix, tenga en cuenta los siguientes aspectos:

- El controlador CompactLogix es siempre el módulo del extremo izquierdo en el sistema.
- El controlador debe estar a una distancia no superior a cuatro módulos de la fuente de alimentación del sistema. Algunos módulos de E/S pueden estar a una distancia de hasta ocho módulos de la fuente de alimentación. Consulte la documentación correspondiente a sus módulos de E/S 1769 para obtener información detallada.
- El controlador 1769-L32E admite hasta 16 módulos de E/S y el controlador 1769-L35E admite hasta 30 módulos de E/S. Ambos controladores pueden utilizar un máximo de 3 bancos de E/S con 2 cables de expansión.
- Cada uno de los bancos de E/S requiere su propia fuente de alimentación eléctrica.
- Solo se puede utilizar un controlador en un sistema CompactLogix.
- Una tapa de extremo derecho 1769-ECR o una tapa de extremo izquierdo 1769-ECL es necesaria para terminar el extremo del bus de comunicación.

Lista de piezas

Estos componentes se suministran con el controlador.

Componente	Descripción
	Batería 1769-BA
	Llave de controlador 1747-KY

También se puede utilizar estos componentes con el controlador.

Si desea	Utilice este componente
Conectar un dispositivo al puerto RS-232	Cable serial 1756-CP3 o 1747-CP3
Añadir memoria no volátil	Tarjeta CompactFlash Industrial 1784-CF128
Conectar un dispositivo al puerto EtherNet/IP	Cable Ethernet estándar con conector RJ-45
Conectar un dispositivo al puerto ControlNet	<ul style="list-style-type: none"> • Tapas ControlNet para las conexiones de los canales A o B del controlador a la red ControlNet • Cable 1786-CP para las conexiones de un terminal de programación a la red ControlNet a través del puerto de acceso de red (NAP) del controlador

ANEXO C:
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL
TERMINAL PANELVIEW PLUS 6/600.

DESCRIPCIÓN DEL TERMINAL PANELVIEW PLUS 6 600**Acerca de los terminales**

Los terminales PanelView Plus 6 son interfaces operador-máquina que ejecutan aplicaciones a nivel de máquina HMI en un entorno industrial. Las pantallas están disponibles en tamaños de 4 a 15 pulgadas. Estos dispositivos se usan para monitorear, controlar y ver información gráficamente, lo cual permite a los operadores entender rápidamente el estado de la aplicación.

Esta plataforma se programa usando software de desarrollo común que ofrece compatibilidad con múltiples idiomas, y se integra en sistemas con controladores de Rockwell Automation, inclusive los controladores preferidos Logix.

Sistema operativo Windows CE

Los terminales PanelView Plus 6 ejecutan el sistema operativo (OS) Windows CE 6, proporcionando los elementos de OS básicos necesario para satisfacer las necesidades de la mayoría de usuarios.

Para los usuarios con requisitos de aplicación más complejos, algunos de los terminales ofrecen características opcionales, extendidas y visores de archivo.

Tabla 1 – Características del sistema operativo

Características	N.º de cat.	Terminales 400		Terminales 600		Terminales 700 a 1500	
		2711P-xxxx8	2711P-xxxx8	2711P-xxxx9	2711P-xxxx8 2711P-RP8x	2711P-xxxx9 2711P-RP9x	
Características estándar							
Servidor FTP		*	*	*	*	*	
VNC cliente/servidor		*	*	*	*	*	
Controles ActiveX ⁽¹⁾		*	*	*	*	*	
Compatibilidad con dispositivos de terceros		*	*	*	*	*	
Lector PDF 		*	*	*	*	*	
Funciones extendidas opcionales							
Examinador de web – Internet Explorer 		-	-	*	-	*	
Conexión remota de escritorio 		-	-	*(2)	-	*	
Reproductor de medios 		-	-	*	-	*	
Visores de archivo Microsoft Office							
• PowerPoint 		-	-	*	-	*	
• Excel 		-	-	*	-	*	
• Word 		-	-	*	-	*	
Editor de texto WordPad 		-	-	*	-	*	

(1) Consulte [Muestre información de FactoryTalk View ME Station en la página 88](#) para obtener una lista de los controles ActiveX cargados en un terminal.

(2) La conexión de escritorio remoto actualmente no está disponible en PanelView Plus 6 – terminales 600 con características extendidas.

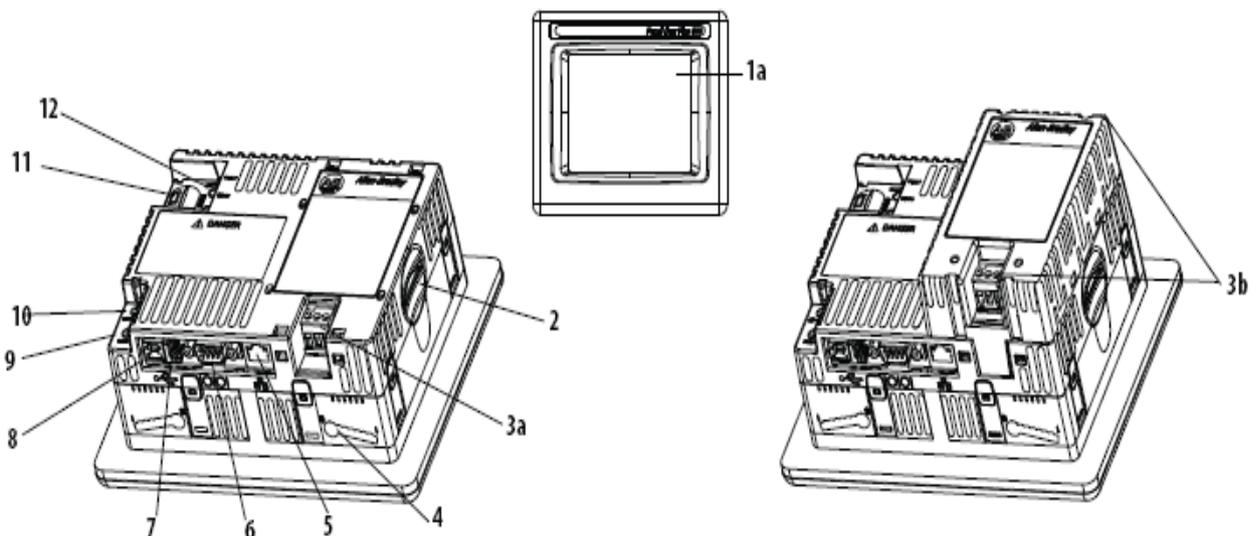
Compatibilidad con software La tabla lista los programas de software compatibles con los terminales.

Tabla 2 – Compatibilidad con software de PanelView Plus 6

Software	Descripción	Versión
FactoryTalk View Machine Edition Station	Entorno en tiempo de ejecución para aplicaciones FactoryTalk View Machine Edition .mer. Machine Edition Station está precargado en cada terminal y no requiere activación de FactoryTalk View.	<ul style="list-style-type: none"> • 6.10 o posterior (terminales 400 y 600) • 6.0 o posterior (terminales 700 a 1500)
FactoryTalk View Studio para Machine Edition	Software de configuración para desarrollar aplicaciones HMI que se ejecutan en los terminales PanelView Plus 6. El software RSLinx [®] Enterprise se incluye con el software FactoryTalk View Studio y se carga durante la instalación.	
FactoryTalk ViewPoint (terminales 700 a 1500 solamente)	Capacidad Add-on proporcionada con el software FactoryTalk View Studio: <ul style="list-style-type: none"> • Esta solución de cliente eficiente, basada en la web, permite a los fabricantes o usuarios casuales monitorear o descargar cambios a una aplicación Machine Edition en ejecución desde lugares remotos mediante un explorador de Internet. • Se incorpora una licencia individual con cada terminal para una sola conexión de cliente al terminal. No se requiere software adicional. 	1.2 o posterior
Windows CE 6.0 OS	Sistema operativo que se ejecuta en todos los terminales.	6.0

CARACTERÍSTICAS DE LOS TERMINALES PANEL VIEW PLUS 6 600

Figura 2 – Terminales táctiles 600



ANEXO C	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TERMINAL PANELVIEW PLUS 6/600	C-4
----------------	--	------------

Tabla 4 – Componentes del terminal PanelView Plus 6 – 600

Ítem	Componente	Ítem	Componente
1a	Pantalla a colores o con escala de grises de 5.7 pulg. con una pantalla táctil	6	Puerto serial RS-232 para comunicación del controlador, impresión o transferencias de archivos
1b	Pantalla a colores o con escala de grises de 5.7 pulg., ya sea con <ul style="list-style-type: none"> • Teclado • Combinación de teclado y pantalla táctil 	7	Un puerto anfitrión de alta velocidad (tipo A) USB 2.0 para conectar dispositivos USB periféricos tales como el mouse, teclado, impresora y unidades USB intercambiables en actividad en lugares no peligrosos
2	Ranura para tarjeta Secure Digital (SD) compatible con las tarjetas n° de cat. 1784-SDx	8	Un puerto de dispositivo de alta velocidad (tipo B) USB 2.0 para conectar una computadora principal
3a	Entrada de alimentación de CC, no aislada ⁽¹⁾ 24 VCC nom. (18...30 VCC)	9	Interruptor de reinicio para restablecer el terminal sin tener que desconectar y reconectar la alimentación eléctrica
3b	Módulo de fuente de alimentación eléctrica de CA con entrada de alimentación eléctrica de CA ⁽¹⁾ 100...240 VCA (50...60 Hz)	10	Interruptor predeterminado para acceder a operaciones de mantenimiento, tal como restaurar los valores predeterminados establecidos en la fábrica
4	Ranuras de montaje (cuatro en terminales con pantalla táctil, seis en terminales con teclado)	11	Compartimento de la batería
5	Puerto Ethernet para comunicación del controlador, 10/100Base-T, Auto MDI/MDI-X ⁽²⁾	12	Indicadores que proporcionan estado de comunicación y fallo

(1) La presencia del módulo de alimentación eléctrica de CA o entrada de alimentación eléctrica de CC depende del número de catálogo. Si se retira el módulo de fuente de alimentación eléctrica de CA quedará anulada la garantía del terminal.

(2) La presencia del puerto Ethernet depende del número de catálogo.

Selecciones de terminales 400/600

La tabla muestra el desglose de número de catálogo para los terminales 400 y 600.

Boletín	Tipo de entrada	Tamaño de pantalla	Tipo de pantalla	Comunicación	Alimentación eléctrica	Sistema operativo
2711P-	K = Teclado	4 = 3.5 pulg.	C = Color	5 = RS-232, USB	A = CA	8 = Windows CE 6.0
	B = Teclado y pantalla táctil	6 = 5.7 pulg.	M = Escala de grises	20 = Ethernet, RS-232, USB	D = CC	9 = Windows CE 6.0 con características extendidas
	T = Pantalla táctil					

Tabla 11 – PanelView Plus 6 – Terminales 600 sin características extendidas

N.º de cat.			Pantalla		Puertos de comunicación		Puertos USB		Entrada Alimentación eléctrica	Memoria (MB) ⁽¹⁾	
Teclado	Pantalla táctil	Teclado y pantalla táctil	Tamaño	Tipo	RS-232	Ethernet	Anfitrión	Dispos.		RAM	No volátil
2711P-K6M5A8	2711P-T6M5A8	2711P-B6M5A8	5.7 pulg.	Escala de grises	•		•	•	CA	256	512
2711P-K6M5D8	2711P-T6M5D8	2711P-B6M5D8			•		•	•	CC	256	512
2711P-K6M20A8	2711P-T6M20A8	2711P-B6M20A8			•	•	•	•	CA	256	512
2711P-K6M20D8	2711P-T6M20D8	2711P-B6M20D8			•	•	•	•	CC	256	512
2711P-K6C5A8	2711P-T6C5A8	2711P-B6C5A8	5.7 pulg.	Color	•		•	•	CA	256	512
2711P-K6C5D8	2711P-T6C5D8	2711P-B6C5D8			•		•	•	CC	256	512
2711P-K6C20A8	2711P-T6C20A8	2711P-B6C20A8			•	•	•	•	CA	256	512
2711P-K6C20D8	2711P-T6C20D8	2711P-B6C20D8			•	•	•	•	CC	256	512

(1) Los terminales son compatibles con el software FactoryTalk View Machine Edition, versión 6.10 o posterior y el sistema operativo Windows CE 6.0.

Tabla 12 – PanelView Plus 6 – Terminales 600 con características extendidas

N.º de cat.			Pantalla		Comunicación		Puertos USB		Entrada Alimentación eléctrica	Memoria (MB) ⁽¹⁾	
Teclado	Pantalla táctil	Teclado y pantalla táctil	Tamaño	Tipo	RS-232	Ethernet	Anfitrión	Dispos.		RAM	No volátil
2711P-K6C5A9	2711P-T6C5A9	2711P-B6C5A9	5.7 pulg.	Color	•		•	•	CA	256	512
2711P-K6C5D9	2711P-T6C5D9	2711P-B6C5D9			•		•	•	CC	256	512
2711P-K6C20A9	2711P-T6C20A9	2711P-B6C20A9			•	•	•	•	CA	256	512
2711P-K6C20D9	2711P-T6C20D9	2711P-B6C20D9			•	•	•	•	CC	256	512

(1) Los terminales son compatibles con el software FactoryTalk View Machine Edition, versión 6.10 o posterior y el sistema operativo Windows CE 6.0 con características extendidas y visores de archivos.

ANEXO D:
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL
105TX INDUSTRIAL ETHERNET SWITCH.

DESCRIPCIÓN DEL 105TX INDUSTRIAL ETHERNET SWITCH

N-TRON
THE INDUSTRIAL NETWORK COMPANY

105TX

The N-Tron® 105TX is a low cost unmanaged five port Industrial Ethernet Switch. It is housed in a hardened, metal, DIN-Rail enclosure, and is designed for use in mission critical data acquisition, control, and Ethernet I/O applications.

PRODUCT FEATURES

- Compact, Space Saving Package
- Full IEEE 802.3 Compliance
- American Bureau of Shipping (ABS) Type Approval
- EN50155 for Railway applications
- Five 10/100BaseTX RJ-45 Ports
- Unmanaged Operation
- Extended Environmental Specifications
 - -40°C to 80°C Operating Temperature
 - >2M Hours MTBF
- Supports Full/Half Duplex Operation
- Up to 1.0Gbps Maximum Throughput
- MDIX Auto Sensing Cable
- Auto Sensing Speed and Flow Control
- Full Wire Speed Communications
- Store-and-forward Technology
- Redundant Power Inputs (10-30 VDC)
- LED Link/Activity Status Indication
- Hardened Metal DIN-Rail Enclosure

PRODUCT OVERVIEW

The 105TX Industrial Network Switch is designed to solve the most demanding industrial communication requirements while providing high throughput and minimum downtime.

The 105TX provides five RJ-45 auto sensing 10/100BaseTX ports. All ports are full/half duplex capable, using "state of the art" Ethernet switching technology. The 105TX auto-negotiates the speed and flow control capabilities of the five TX port connections, and configures itself automatically.

Since the 105TX is auto sensing, there will be no need to make extensive wiring changes if upgrades are made to host computers, plant systems, or Ethernet I/O modules. The switching fabric simply scales up or down automatically to match specific network environments.



The 105TX supports up to 2,000 MAC addresses, enabling these products to support extremely sophisticated and complex network architectures.

This is an ideal candidate for upgrading existing hubs and repeaters to increase bandwidth and determinism by virtually eliminating network collisions. The N-Tron 105TX combines affordability and the plug & play simplicity of the unmanaged hub.

The 105TX can simplify plant wiring by eliminating the need to bring data acquisition and control network connections back to a climate controlled environment. The 105TX has extended operating environmental specifications to meet the harsh needs of the industrial environment. For cost savings and convenience it can be DIN-Rail mounted alongside Ethernet I/O or other Industrial Equipment.

To increase reliability the 105TX provides dual redundant power inputs. LED's are provided to display the link status and activity of each port.



QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001:2008

105TX SPECIFICATIONS

Case Dimensions

Height:	2.9"	(7.3cm)
Width:	1.5"	(3.8 cm)
Depth:	3.6"	(9 cm)
Weight:	0.6 lbs.	(0.28 kg)
DIN-Rail:	35mm	

Electrical

Input Voltage:	10-30 VDC
Steady Input Current:	215mA@24V
Inrush:	7.8Amp/0.7ms@24V

Environmental

Operating Temperature:	-40°C to 80°C
Storage Temperature:	-40°C to 85°C
Operating Humidity:	10% to 95% (Non Condensing)
Operating Altitude:	0 to 10,000 ft.

Shock and Vibration (bulkhead mounted)

Shock:	200g @ 10ms
Vibration/Seismic:	50g, 5-200Hz, Triaxial

Reliability

MTBF:	>2 Million Hours
-------	------------------

Network Media

10BaseT:	>Cat3 Cable
100BaseTX:	>Cat5 Cable

Connectors

10/100BaseTX:	Five (5) RJ-45 TX Copper Ports
---------------	-----------------------------------

Recommended Wiring Clearance

Front:	2" (5.08 cm)
Top:	1" (2.54 cm)

BENEFITS

Industrial Network Switch

- Compact Size / Small Footprint
- Extended Environmental Specifications
- Hardened Metal DIN-Rail Enclosure
- High Performance
- High MTBF >2M Hours
- ESD Protection Diodes on RJ-45 Ports
- Surge Protection Diodes on Power Inputs

Ease of Use

- Plug & Play Operation
- Auto Sensing 10/100BaseTX
- Auto Negotiation Full/Half Duplex
- MDIX Auto Cable Sensing
- Unmanaged Operation

Increased Performance

- Full Wire Speed Capable
- Full Duplex Capable
- Eliminates Network Collisions
- Increases Network Determinism

Regulatory Approvals

FCC Title 47 Part 15 Class A; ICES-003- Class A
CE: EN61000-6-2,4; EN61000-4-2,3,4,5,6; EN55011
UL Listed (US and Canada) per ANS/ISA-12.12.01-2007,
Class 1, Div 2, Groups A,B,C,D,T4A
GOST-R Certified
ABS Type Approval for Shipboard Applications
DNV Type Approval Certification
EN50155 for Railway Applications
RoHS Compliant

Designed to comply with:
IEEE 1613 for Electric Utility Substations
NEMA TS1/TS2 for Traffic Control Equipment

N-TRON USA & Corporate Headquarters
3101 International Blvd. Building 6
Mobile, AL 36606 • USA
Phone +1-251-342-2164
Fax +1-251-342-6353
www.n-tron.com

N-TRON
THE INDUSTRIAL NETWORK COMPANY

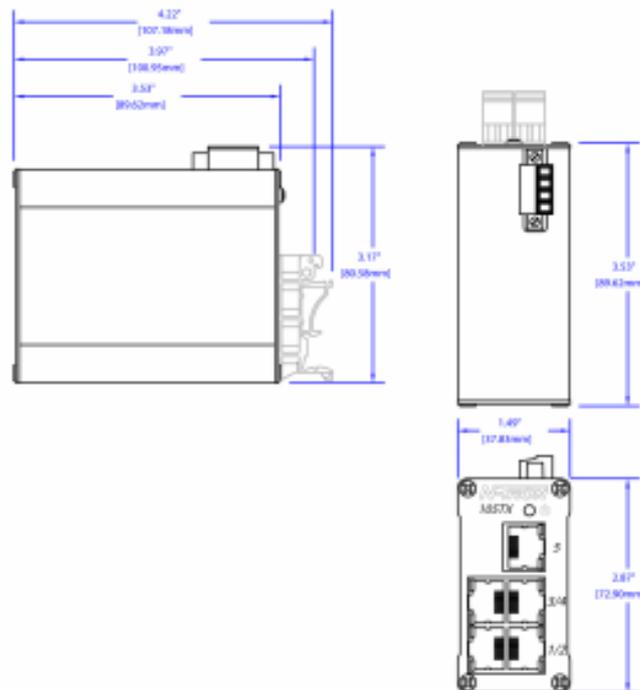
QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001:2008

Ordering Information

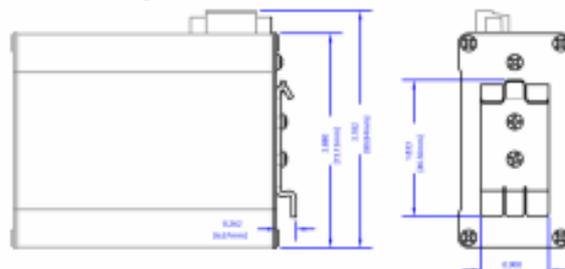
105TX	Five 10/100BaseTX Ports
105TX-MDR	Five 10/100BaseTX Ports with Metal DIN Rail mount (MDR) option*
NTPS-24-1.3	DIN-Rail Power Supply 24V@1.3 Amp
1000-PM	Panel Mount Option**

* MDR option must be specified with switch order - not field upgradable
**1000-PM Panel mount kit requires the MDR Metal DIN Rail option.

105TX with Standard DIN rail Mount



Optional MDR Metal DIN Rail Mount



ANEXO E:
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA
FUENTE LOGO!POWER 24 V
ESTABILIZADA 6EP1332-1SH43

SIEMENS

hoja de datos del producto

6EP1332-1SH43



LOGO!POWER 24 V FUENTE ALIMENT. ESTABILIZADA
ENTRADA: AC 100-240 V (DC 110-300 V) SALIDA: DC 24
V/2,5 A

Datos técnicos

Producto	LOGO!Power
Fuente de alimentación, tipo	24 V/2,5 A
Entrada	
Entrada	AC monofásica o DC
Tensión nominal U_e nom/mín.	100 ... 240 V
Rango de tensión/mín.	85 ... 264 V
Tensión de entrada / con DC	110 ... 300 V
Entrada de rango amplio	SI
Resistencia a sobretensiones	2,3 x U_e nom, 1,3 ms
Respaldo de red con la nom, mín.	40 ms
Respaldo de red	Con $U_e = 187$ V
Frecuencia nominal de red/1	50 / 60 Hz
Rango de frecuencia de red/mín.	47 ... 63 Hz
Intensidad de entrada/con valor nominal de la tensión de entrada 120 W/valor nominal	1,22 A
Intensidad de entrada/con valor nominal de la tensión de entrada 230 W/valor nominal	0,66 A
Limitación de la intensidad de conexión (+ 25 °C), máx.	46 A
I^2t , máx.	3 A ² -s
Fusible de entrada incorporado	Interno

Protección del cable de red (IEC 898)	Interruptor magnetotérmico recomendado: a partir de 16 A, característica B o a partir de 10 A, característica C
Salida	
Salida	Tensión continua estabilizada y aislada galvánicamente
Tensión nominal U_s nom DC	24 V
Tolerancia total, estática \pm	3 %
Compens. estática variación de red, aprox.	0,1 %
Compens. estática variación de carga, aprox.	1,5 %
Ondulación residual entre picos, máx.	200 mV
Ondulación residual entre picos, tip.	10 mV
Spikes entre picos, máx. (ancho de banda aprox. 20 MHz)	300 mV
Spikes entre picos, tip. (ancho de banda aprox. 20 MHz)	50 mV
Rango de ajuste/mín.	22,2 ... 26,4 V
Función del producto/tensión de salida ajustable	SI
Ajuste de la tensión de salida	Mediante potenciómetro
Pantalla normal	LED verde para tensión de salida O. K.
Comportamiento al conectar/desconectar	Sin rebase transitorio de U_a (arranque suave)
Retardo de arranque, máx.	0,5 s
Subida de tensión, tip.	10 ms
Intensidad nominal I_a nom	2,5 A
Rango de intensidad	0 ... 2,5 A
+ Observación	2,5 A a +55 °C, 1,7 A a +70 °C
Potencia activa entregada/típica	60 W
Posibilidad de conex. en paralelo para aumento de potencia	SI
Número de equipos conectables en paralelo para aumentar la potencia, unidades	2
Rendimiento	
Rendimiento con U_a nominal, I_a nominal, aprox.	88 %
Pérdidas con U_a nom, I_a nom, aprox.	8 W
Regulación	
Compens. dinám. variación de red (U_e nom \pm 15%), máx.	0,2 %
Compens. dinám. variación de carga (I_a : 10/90/10%), U_a \pm tip.	2 %
Tiempo de recuperación escalón de carga 10 a 90%, tip.	1 ms
Tiempo de recuperación escalón de carga 90 a 10%, tip.	1 ms
Protección y vigilancia	
Protección sobretensión en salida	SI, según EN 60950
Limitación de intensidad, tip.	3,3 A
Propiedades de la salida/resistente a cortocircuitos	SI
Prot. contra cortocircuito	Característica de intensidad constante
Intensidad de cortocircuito sostenido/valor eficaz/máxima	4,8 A

Seguridad	
Aislamiento galvánico primario/secondary	Si
Aislamiento galvánico	Tensión de salida MBTS/SELV Us según EN 60950-1 y EN 50178
Clase de protección	Clase II (sin conductor de protección)
Marcado CE	Si
Homologación UL/CSA	Si
Aprobación UL/cUL (CSA)	cULus-Listed (UL 508, CSA C22.2 No. 107.1), File E197259; cURus-Recognized (UL 60950, CSA C22.2 No. 60950), File E151273
Protección contra explosiones	ATEX (EX) II 3G Ex nA IIC T3; cCSAus (CSA E60079, UL 60079), Class I, Div. 2, Group ABCD, T4
Homologación FM	Class I, Div. 2, Group ABCD, T4
Homologación CB	Si
Homologación para la construcción naval	GL, ABS, DNV, LRS (BV en preparación)
Grado de protección (EN 60529)	IP20
CEM	
Emisión de interferencias	EN 55022 clase B
Limitación de armónicos en red	No aplicable
Inmunidad a interferencias	EN 61000-6-2
Datos de servicio	
Temperatura ambiente/durante la operación/valor inicial	-20 ... +70 °C
• Observación	Con convección natural
Temperatura ambiente/durante el transporte/valor inicial	-40 ... +85 °C
Temperatura ambiente/durante el almacenamiento/valor inicial	-40 ... +85 °C
Clase de humedad según EN 60721	Clase climática 3K3, sin condensación
Mecánica	
Sistema de conexión	conexión por tornillo
Conexiones/entrada de red	L, N: 1 borne de tornillo resp. para 0,5 ... 2,5 mm ² monofilar/flexible
Conexiones/salida	+, -: 2 bornes de tornillo resp. para 0,5 ... 2,5 mm ²
Conexiones/contactos auxiliares	-
Ancho/de la caja	72 mm
Altura/de la caja	90 mm
Profundidad/de la caja	55 mm
Ancho de montaje	72 mm
Altura de montaje	130 mm
Peso aprox.	0,25 kg
Característica del producto/de la carcasa/carcasa disponible en hilera	Si
Tipo de fijación/montaje en pared	No
Tipo de fijación/montaje en perfil normalizado	Si

Tipo de fijación/montaje en perfil soporte S7-300

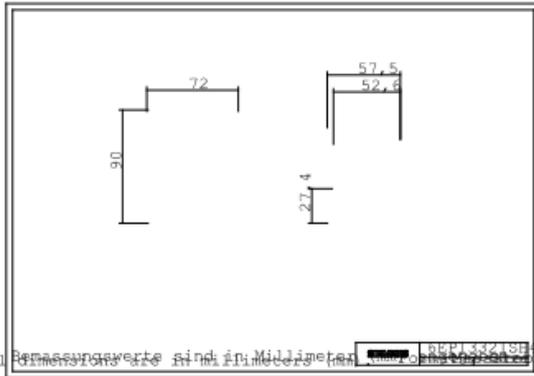
No

Montaje

Sobre perfil normalizado EN 60715 35x7,5/15 por abroche

notas adicionales

Siempre que no se diga lo contrario, son aplicables todos los datos para la tensión nominal de entrada y una temperatura ambiente de +25 °C



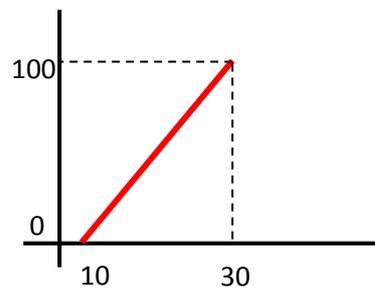
letzte Änderung:

10-sep-2012

ANEXO F:
ESCALAMIENTO DE VARIABLES
(PROCESS VALUE, CONTROL VALUE,
SET-POINT).

EJEMPLO ESTACIÓN DE PRESIÓN

SET-POINT:



$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{100 - 0}{30 - 10}$$

$$m = 5$$

$$y = mx + b$$

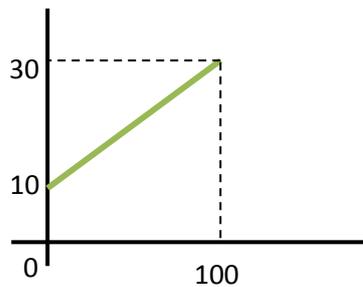
$$b = 10 - 5 \cdot 30$$

$$b = -50$$

$$y = 5x - 50$$

EJEMPLO ESTACIÓN DE PRESIÓN

CONTROL VALUE:



$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{30 - 10}{100 - 0}$$

$$m = 0,20$$

$$y = mx + b$$

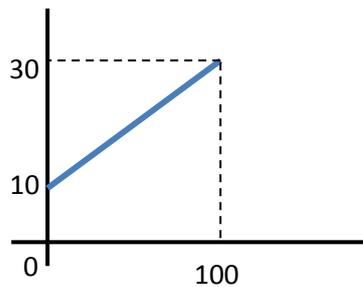
$$b = 10 - 0,20 \cdot 0$$

$$b = 10$$

$$y = 0,20x + 10$$

EJEMPLO ESTACIÓN DE PRESIÓN

PROCESS VALUE:



$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{30 - 10}{100 - 0}$$

$$m = 0,20$$

$$y = mx + b$$

$$b = 10 - 0,20 \cdot 0$$

$$b = 10$$

$$y = 0,20x + 10$$

ANEXO G:
CONFIGURACIÓN DE LOS TAGS
PRODUCIDOS Y CONSUMIDOS PARA LA
RED ETHERNET INDUSTRIAL EN EL
COMPACTLOGIX L32E (SERVIDOR).

CONFIGURACIÓN EN EL SERVIDOR ETHERNET (RSLOGIX 5000)

Alcance: <input type="text" value="SERVIDORETHERNET"/> <input type="button" value="Mostrar..."/> <input type="button" value="Mostrar todos"/>					
	Nombre	Valor	Máscara de fuerza	Estilo	Data Type
<input checked="" type="checkbox"/>	CV_FLUJO	45.060326		Float	REAL
<input type="checkbox"/>	CV_NIVEL	20.0		Float	REAL
<input type="checkbox"/>	CV_PRESION	16.02372		Float	REAL
<input type="checkbox"/>	PV_FLUJO	39.611183		Float	REAL
<input type="checkbox"/>	PV_NIVEL	13.618385		Float	REAL
<input type="checkbox"/>	PV_PRESION	19.998169		Float	REAL
<input type="checkbox"/>	SP_FLUJO	40.0		Float	REAL
<input type="checkbox"/>	SP_NIVEL	15.0		Float	REAL
<input type="checkbox"/>	SP_PRESION	20.0		Float	REAL

ANEXO H:
PROGRAMACIÓN DEL COMPACTLOGIX
L32E (ESTACIÓN DE PRESIÓN).

ESCALAMIENTO:

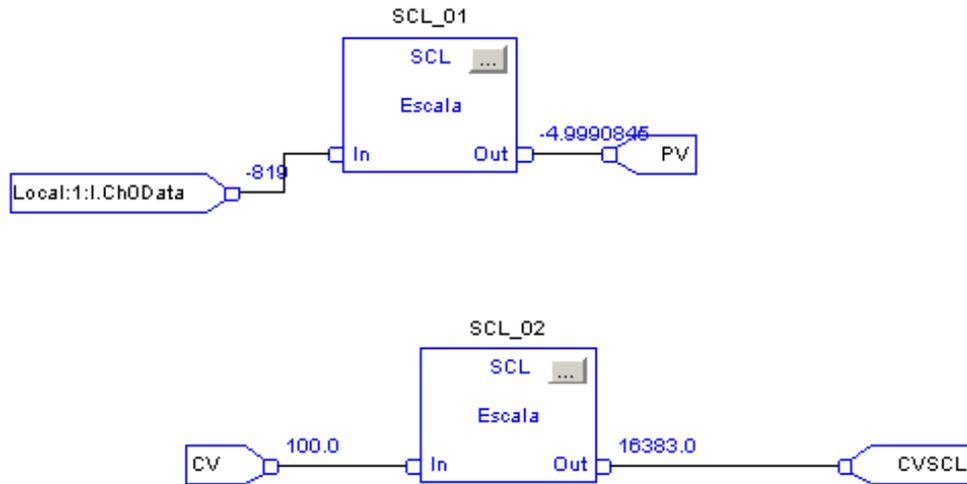
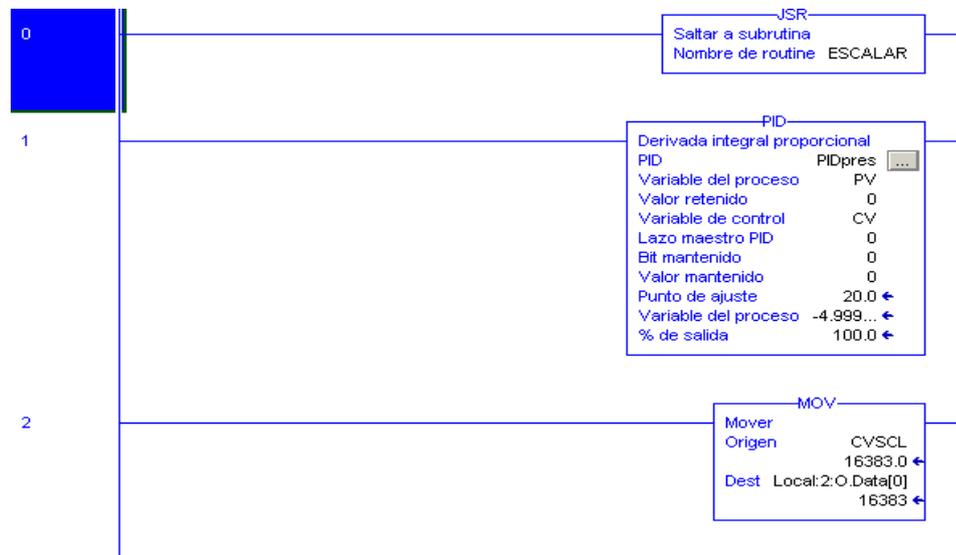
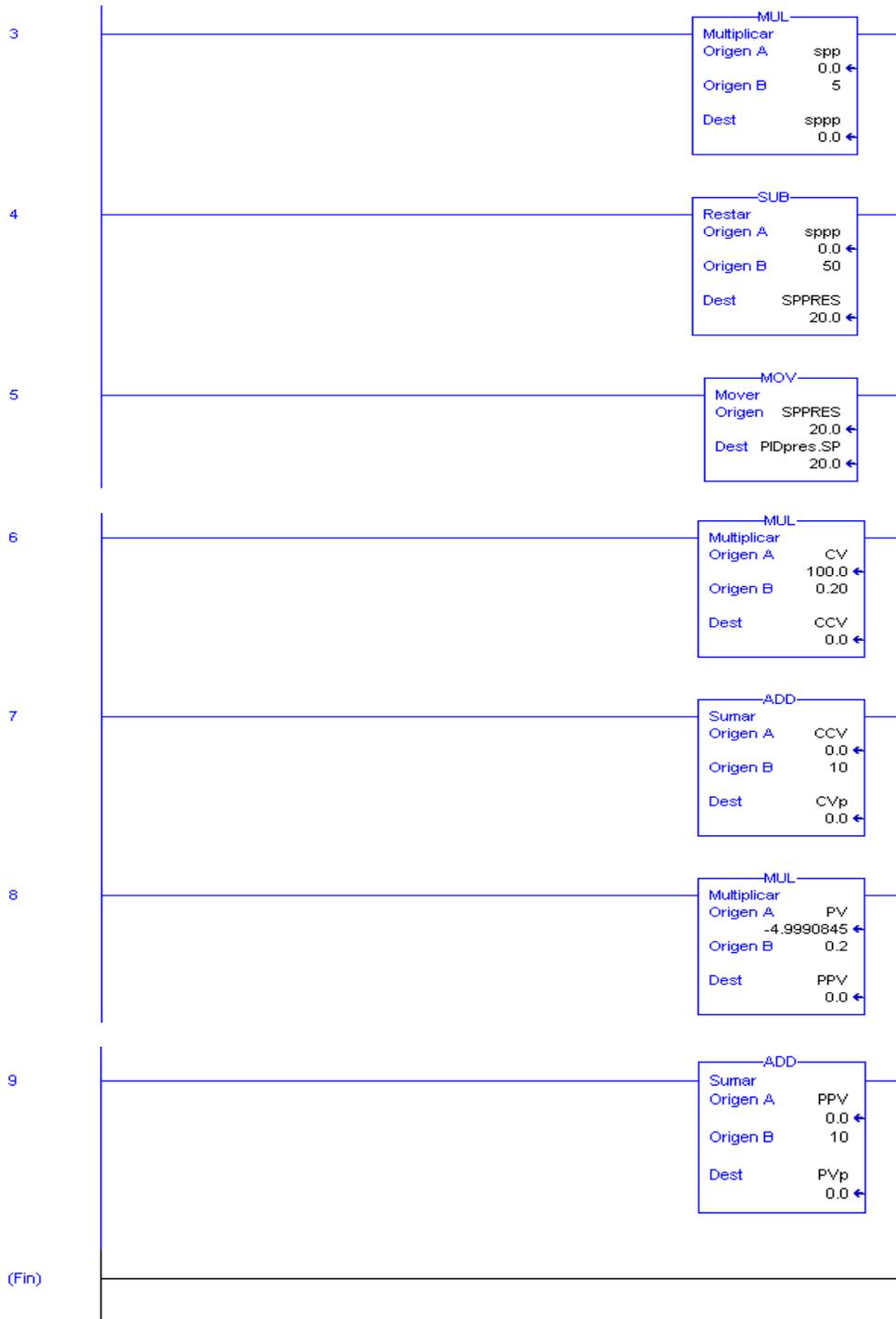


DIAGRAMA LADDER:





ANEXO I:
PROGRAMACIÓN DEL COMPACTLOGIX
L32E (ESTACIÓN DE FLUJO).

ESCALAMIENTO:

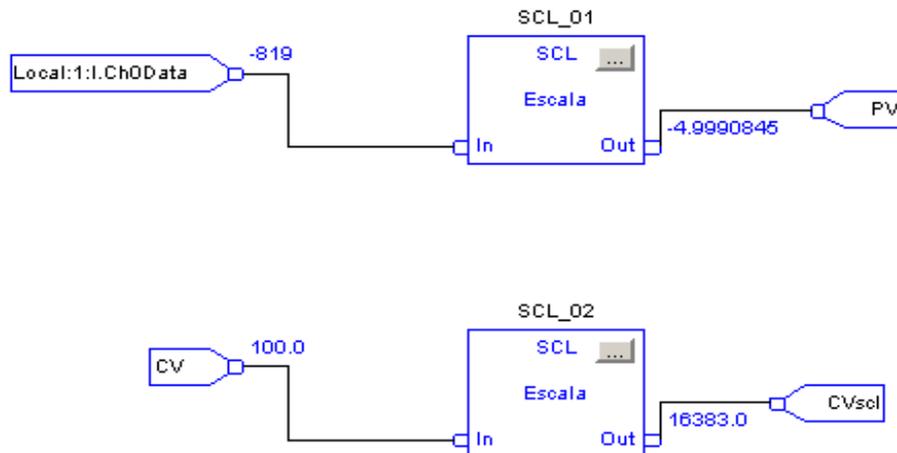
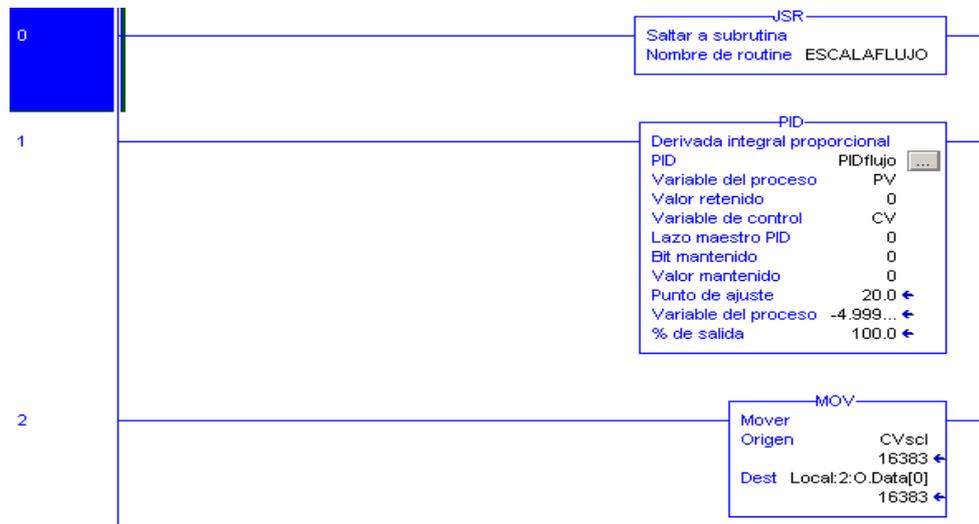
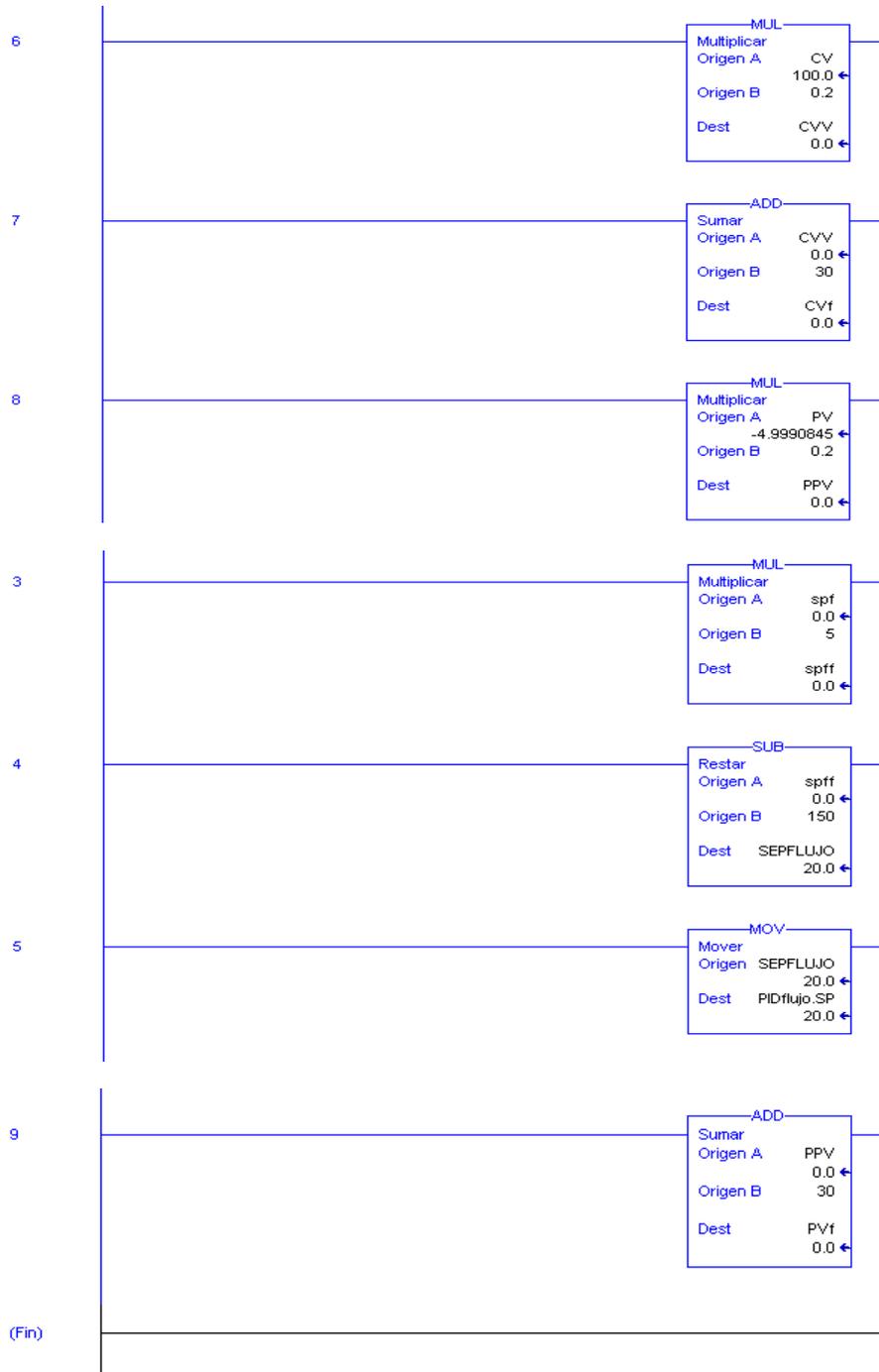


DIAGRAMA LADDER:





ANEXO J:
PROGRAMACIÓN DEL COMPACTLOGIX
L32E (ESTACIÓN DE NIVEL).

ESCALAMIENTO:

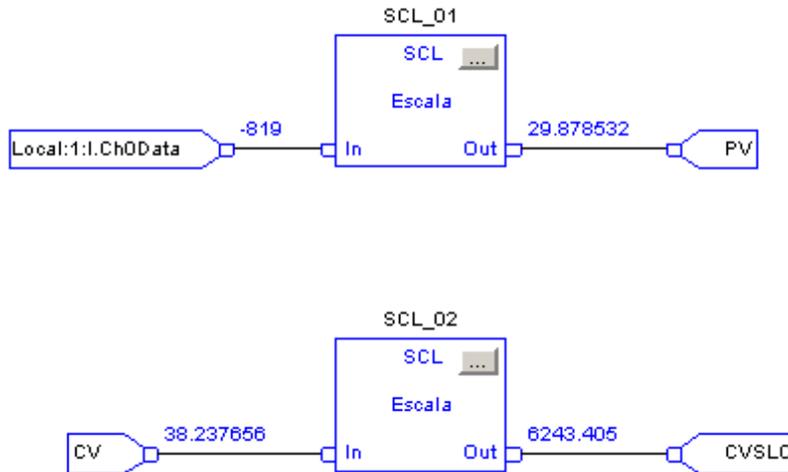
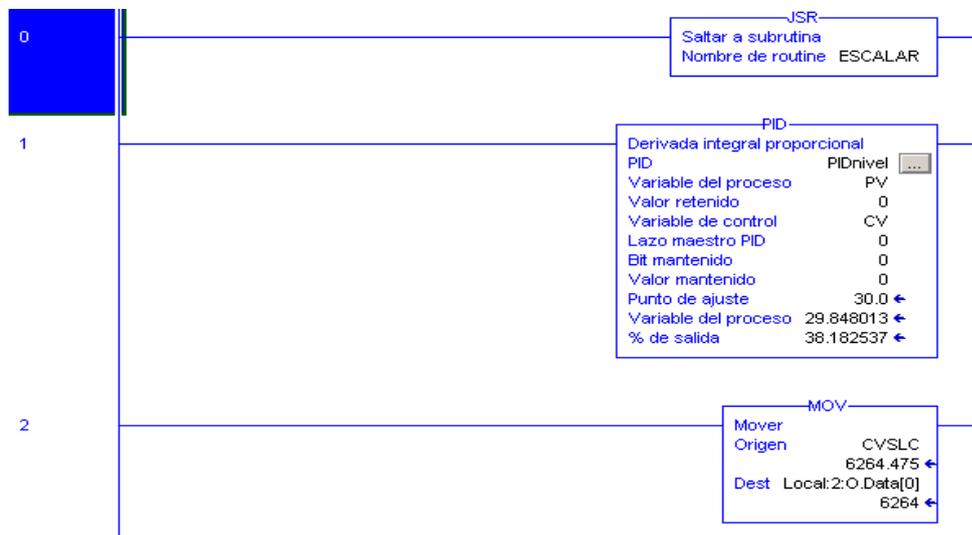
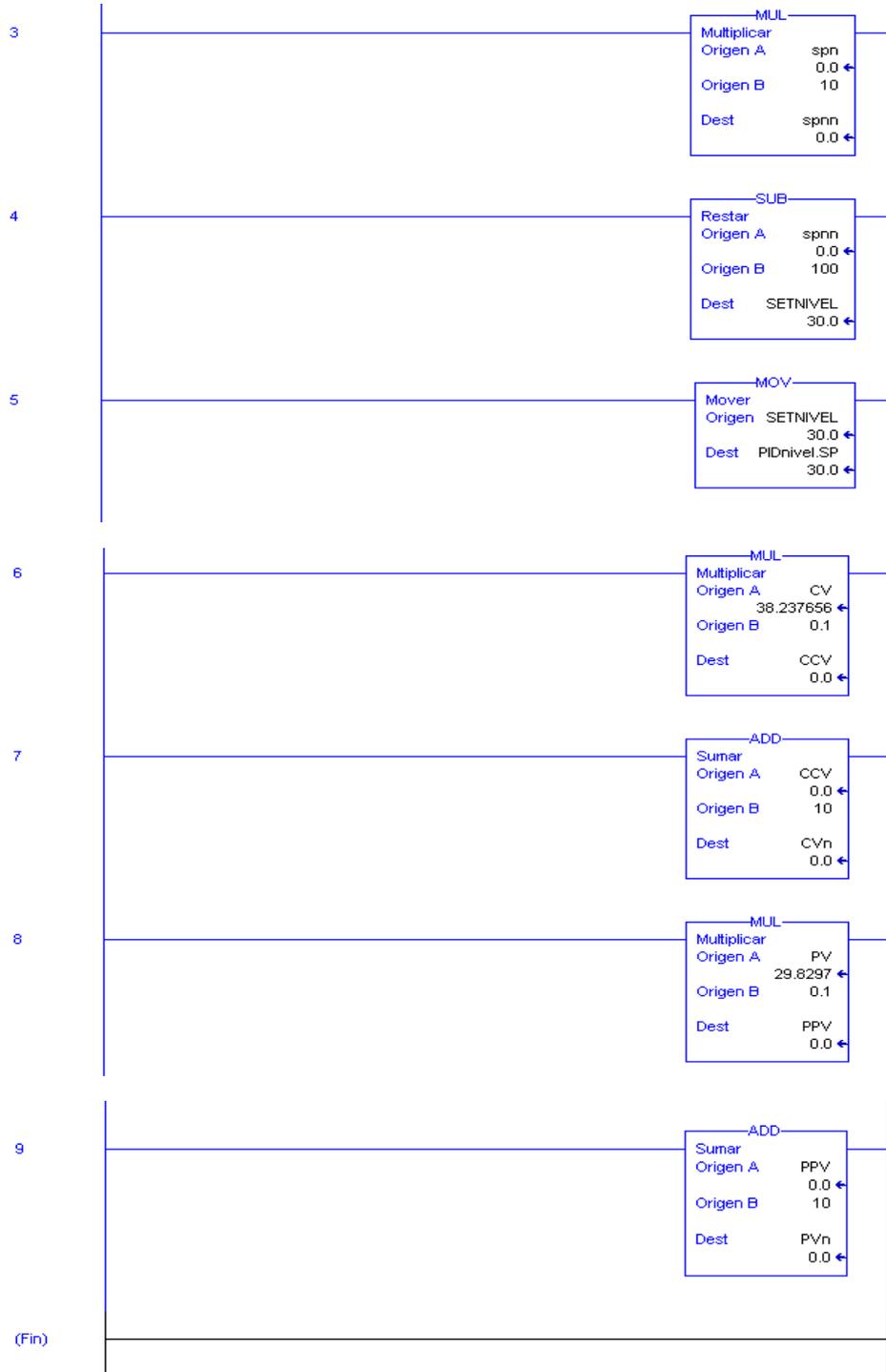


DIAGRAMA LADDER:





Latacunga, Febrero del 2014

AUTORÍA

ELABORADO POR:

Iván Darío Ganchala Chusín
C.I. 0503352155

Javier Israel Pullupaxi Galora
C.I. 1804613634

APROBADO POR:

Ing. José Bucheli
**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN**

CERTIFICADO POR:

Dr. Rodrigo Vaca
**SECRETARIO ACADÉMICO
UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO**