

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
SEDE – LATACUNGA**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**CONTROL Y MONITOREO DE LOS SISTEMAS HVAC Y
NIVEL DE LÍQUIDOS MEDIANTE PANELVIEW 600 A
TRAVÉS DE UNA RED SERIAL.**

ELABORADO POR:

**MULLO QUEVEDO ALVARO SANTIAGO
NOROÑA HEREDIA MARCELO ALEJANDRO**

Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del grado de:

INGENIERO ELECTROMECAÁNICO

Año

2007

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Srs. Mullo Quevedo Álvaro Santiago y Noroña Heredia Marcelo Alejandro, como requerimiento parcial a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico.

Fecha

Ing. Mario Jiménez
DIRECTOR

Ing. Washington Freire
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Un profundo agradecimiento a la ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO por abrirme las puertas para culminar mis metas. A mis profesores que me guiaron durante todos mis años de estudio, en especial al Ing. Mario Jiménez e Ing. Washington Freire. Y a mi compañero de tesis Marcelo Noroña.

Álvaro M.

Mi agradecimiento va dirigido de una manera muy especial a la ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO SEDE LATACUNGA y a los profesores de la carrera de Ingeniería en Electromecánica que gracias a sus conocimientos impartidos me permiten cumplir con las metas que me he trazado, a nuestro director y codirector de tesis Ing. Mario Jiménez e Ing. Washington Freire que gracias a su ayuda se pudo culminar el presente proyecto, a mis compañeros que al formar un grupo solidario pudimos juntos culminar la carrera de forma conjunta en especial a mi compañero de tesis Álvaro Mullo.

Marcelo Noroña.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios por darme la vida y estar junto a mí en todos los momentos de dificultad. A mis padres que me dieron la confianza y la oportunidad de poder ser un profesional y a mis hermanas Mayri y Martina que gracias a su apoyo pude salir adelante cuando las fuerzas flaqueaban.

Marcelo N.

A Dios por darme bendiciones todos los días. A mis padres y hermanos por estar siempre a mí lado apoyándome y confiar en mí, a mi hijo ALVARO ISSAC quien me ha llenado de alegría infinita en sus dos años de vida, a mi esposa CARINA quien me ha ayudado a tener nuevas luchas y mirar el futuro de mejor manera.

Álvaro M.

INDICE DE CONTENIDOS

	PG
i.- INTRODUCCIÓN.	i
ii.- ANTECEDENTES.	ii
iii.- OBJETIVO GENERAL.	ii
iv.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	ii
v.- JUSTIFICACIÓN.	ii
vi.- ALCANCES Y METAS.	iii

CAPITULO I

CONCEPTOS GENERALES

1.1. Introducción	1
1.2. Definiciones fundamentales en control.	2
1.2.1. Medición	2
1.2.2. Instrumento	2
1.2.3. Alcance (Span)	2
1.2.4. Rango de medida (Range)	3
1.2.5. Error	3
1.2.6. Precisión	3
1.2.7. Repetitividad	3
1.2.8. Sensibilidad	4
1.2.9. Linealidad	4
1.3. Fundamentos	4
1.4. Sensores de control	4
1.4.1. Sensores de caudal	5
1.4.1.1. Generalidades	5
1.4.1.2. Modalidades de medida del caudal.	5

1.4.1.3. Medidores de presión diferencial	6
1.4.1.4. Medidores de área variable	12
1.4.1.5. Medidores de velocidad	12
1.4.1.6. Medidores de fuerza	13
1.4.1.7. Tensión inducida	14
1.4.1.8. Sensores de desplazamiento positivo	15
1.4.1.9. Sensores de desplazamiento	16
1.4.1.10. Medidor de paletas	16
1.4.2. Sensores de temperatura	17
1.4.2.1. Generalidades	17
1.4.2.2. Termocuplas	18
1.4.2.3. Termómetros de vidrio	19
1.4.2.4. Termómetros de bulbo	20
1.4.2.5. Termómetros bimetálicos	21
1.4.2.6. Termómetro de resistencia metálica. RTD	21
1.4.2.7. Termistores	22
1.4.2.8. Pirómetros ópticos	23
1.4.2.9. Pirómetros de radiación total	24
1.4.3. Sensores de nivel de líquidos	24
1.4.3.1. Generalidades	24
1.4.3.2. Tipos de medidores de nivel de líquidos	24
a) Medidor de sonda	25
b) Medidor de cristal	26
c) Medidor de flotador	26
d) Medidor manométrico	27
e) Medidor de diafragma	27
f) Medidor de burbujeo	28
g) Medidor de nivel tipo desplazamiento	29
h) Medidor de nivel conductivo resistivo	29
i) Medidor de nivel por ultrasonido	30
1.5. Interacción hombre-maquina (H.M.I)	31

1.5.1. Introducción al H.M.I.	31
1.5.2. Diseño de interfase para hacer H.M.I.	32
1.5.2.1. Modelos	32
a) Modelo del usuario	32
b) Modelo del programador	33
c) Modelo del diseñador	33
1.6. Tecnología de monitoreo (scada).	34
1.6.1. ¿Que es un sistema de monitoreo scada?	35
1.6.2. Funciones básicas de un Sistema Scada	36
1.6.3. Requisitos	37
1.6.4. Prestaciones	37
1.6.5. Módulos	38
1.7. Panel de monitoreo industrial	39
1.7.1. El PanelView 600	40

CAPITULO II

REDES E INTERFASES DE COMUNICACIÓN

2.1. Redes de comunicación	41
2.1.1. Clasificación de las redes según su tamaño y extensión	41
2.1.1.1. Redes LAN (Local Area Network)	41
2.1.1.2. Redes MAN (Metropolitan Area Network)	42
2.1.1.3. Redes WAN (Wide Area Network)	42
2.1.1.4. Redes Internet	42
2.1.1.5. Redes inalámbricas	43
2.1.2. Clasificación de las redes según la tecnología de transmisión	43
2.1.2.1. Redes de Broadcast	43
2.1.2.2. Redes Point-To-Point	43
2.1.3. Clasificación de las redes según el tipo de transferencia de datos que soportan	43
2.1.3.1. Redes de transmisión simple	43

2.1.3.2. Redes Half-Duplex	43
2.1.3.3. Redes Full-Duplex	43
2.1.4. Topologías de redes	43
2.1.4.1. Red en anillo	43
2.1.4.2. Red en estrella	44
2.1.4.3. Red en bus	45
2.2. Transmisión de datos	45
2.2.1. Mediante tarjeta de red	45
2.2.2. Mediante puerto serie	46
2.2.3. Mediante puerto paralelo	50
2.2.4. Mediante puerto USB	54
2.3. Protocolos de comunicación	57
2.3.1. FTP (File transfer Protocol), Protocolo de transferencia de archivos	57
2.3.2. HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), Protocolo para la transferencia de hipertextos	59
2.3.3. NFS (Network file system), Sistema de archivos de RED	60
2.3.4. POP3 (Post office protocol version 3), Protocolo de oficina de correos versión 3.	60
2.3.5. SCP (Simple Communication Protocol), Protocolo de comunicación simple	61
2.3.6. TCP/IP (Transfer Communication Protocol / Internet Protocol) - <i>Modelo OSI</i>	62
2.3.6.1. Nivel de aplicación	63
2.3.6.2. Nivel de transporte	64
2.3.6.3. Nivel de red.	64
2.3.6.4. Nivel de enlace	65
2.3.6.5. Nivel Físico	66
2.3.7. Ethernet	66
2.4. Tipos de redes industriales	67
2.4.1. Sensorbus.	68
2.4.2. Devicebus.	69

2.4.3. Fieldbus	69
2.4.3.1. Red DH-485	69

CAPITULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL MONITOREO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE FLUJO HVAC Y NIVEL DE LÍQUIDOS

3.1. Acondicionamiento de las señales de los procesos para el monitoreo.	73
3.1.1. Acondicionamiento de señales del sistema HVAC	73
3.1.2. Acondicionamiento de señales del sistema de control de Nivel de Líquidos	74
3.2. Ajuste y calibración de señales.	74
3.2.1. Ajuste y calibración de las señales del HVAC.	74
3.2.2. Ajuste y calibración de las señales del Nivel de Líquidos.	75
3.3. Diseño de la red DH – 485	75
3.3.1. Implementación de la red mediante las tarjetas AIC.	75
3.3.1.1. Cableado de la red	76
3.3.1.2. Implementación de los PLCs Micrologix a la red.	77
3.3.1.3. Implementación de la PC y el PanelView 600 a la red.	78
3.3.2. Estudio entorno al software RSLinx.	79
3.3.3. Pasos para la visualización de la red DH-485 mediante el RSLinx.	81
3.4. Diseño de las pantallas de control y monitoreo	84
3.4.1. Diseño de las pantallas touch–screen mediante el software PanelBuilder 32	84
3.4.1.1. Operación con menú o herramientas	85
3.4.1.2. Objetos y dibujos predefinidos	85
3.4.1.3. Pantallas de aplicación	86
3.4.1.4. Configuración y direccionamiento de comandos e íconos de control y visualización	88
3.4.2. Diseño del panel frontal principal.	89
3.4.3. Panel de operación individual de los dos procesos	91

3.4.3.1. Configuración de las pantallas y direccionamiento para la lectura de los parámetros del proceso HVAC	91
3.4.3.2. Configuración de las pantallas y direccionamiento para la lectura de los parámetros del proceso de Nivel de Líquidos	96
3.5. El PLC Micrologix 1200	98
3.5.1. Programación del PLC Micrologix 1200	99
3.5.2. Estudio del RSLogix 500 como software de programación del PLC Micrologix 1200	101
3.5.3. Programación del PLC Micrologix 1200 mediante el software RSLogix 500	105
3.5.3.1. Programación para el control del HVAC	105
3.5.3.2. Programación para el control de Nivel de Líquidos	110

CAPITULO IV

PRUEBAS DEL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL

4.1. Pruebas de monitoreo del sistema HVAC mediante PanelView	115
4.2. Pruebas de monitoreo del control de Nivel de Líquidos mediante PanelView	118
4.3. Comunicación entre los PLCs y la red implementada	120
4.4. Pruebas del funcionamiento de los procesos mediante las pantallas del panel	122
4.5. Pruebas de control del sistema HVAC	123
4.6. Pruebas de control de Nivel de Líquidos	128
4.7. Pruebas y resultados de los parámetros monitoreados en general	132
4.8. Pruebas y resultados de todo el sistema de red, control y monitoreo	132

CAPITULO IV

4.1. Conclusiones	135
4.2. Recomendaciones	136
Bibliografía	
Anexos	

INDICE DE FIGURAS
CAPITULO I
CONCEPTOS GENERALES

	PG.
Figura 1.1. Lazo abierto	1
Figura 1.2. Lazo cerrado	2
Figura 1.3. Definición de Instrumentos	3
Figura 1.4. Obtención de señales	4
Figura 1.5. Medidor Diferencial	7
Figura 1.6. Placas orificio	8
Figura 1.7. Secuencia de las Paletas	8
Figura 1.8. Ubicación de la placa en la tubería	8
Figura 1.9. Medidor diferencial de Tobera	9
Figura 1.10. Medidor Tubo Venturi	10
Figura 1.11. Medidores de caudal	11
Figura 1.12. Rotámetro	12
Figura 1.13. Sensor de turbina	13
Figura 1.14. Medidor de caudal tipo placa.	14
Figura 1.15. Sensor electromagnético	15
Figura 1.16. Sensores de desplazamiento	16
Figura 1.17. Medidor de paletas	17
Figura 1.18. Circulación de corriente en la termocupla	18
Figura 1.19. Esquema de conexión de una termocupla	19
Figura 1.20. Termómetro de vidrio	20
Figura 1.21. Termómetro de bulbo	20
Figura 1.22. Termómetro bimetálico	21
Figura 1.23. (a) Linealidad de la RTD (b) Conexión de la RTD (c) Equipo con amplificador	22
Figura 1.24. Termistor de vidrio	23
Figura 1.25. Pirómetro óptico	23
Figura 1.26. Pirómetro de radiación total	24

Figura 1.27. Medidor de sonda (a) Tipo varilla (b) Tipo varilla con gancho (c) Cinta y plomada	25
Figura 1.28. Medidor de cristal	26
Figura 1.29. Medidor de flotador	26
Figura 1.30. Medidor Manométrico	27
Figura 1.31. Medidor de diafragma	28
Figura 1.32. Medidor de burbujeo (a) tanque abierto b) Tanque cerrado	38
Figura 1.33. Medidor de desplazamiento	29
Figura 1.34. Medidor de nivel conductivo resistivo	30
Figura 1.35. Medidor de ultrasonido	30
Figura 1.36. Interacción Hombre-Maquina (H.M.I.)	31
Figura 1.37. Diseño de la pantalla de control y monitoreo	33
Figura 1.38. Pantalla de monitoreo	34
Figura 1.39. Estación de control	35
Figura 1.40. Adquisición de datos para un sistema SCADA	36
Figura 1.41. Pantalla para control y monitoreo	39
Figura 1.42. El PanelView	40

CAPITULO II

REDES E INTERFASES DE COMUNICACIÓN

Figura 2.1. Red que contiene a redes LAN y WAN conectadas mediante dispositivos de comunicación	42
Figura 2.2. Red en anillo	44
Figura 2.3. Red en estrella	44
Figura 2.4. Red en Bus	45
Figura 2.5. Tarjeta de red o NIC	46
Figura 2.6. Tipos de conectores para comunicación serial (DB 25 y DB 9)	47
Figura 2.7. Transmisión serial del caracter ASCII “A”	50
Figura 2.8. Conector DB 25 para comunicación paralela	52
Figura 2.9. Tipos de conectores USB	57
Figura 2.10. Redes industriales	68
Figura 2.11. Cable Belden 9842 con terminales Phoenix de 6 pines	70

Figura 2.12. Red DH-485 típica	71
Figura 2.13. Tarjeta 1761-NET-AIC necesaria para construir una red DH-485	72

CAPITULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL MONITOREO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE FLUJO HVAC Y NIVEL DE LÍQUIDOS

Figura 3.1. Acondicionamiento de señales de temperatura y caudal	73
Figura 3.2. Sensor de nivel en el tanque	74
Figura 3.3. Puertos de comunicación de la AIC	76
Figura 3.4. Bornes del puerto RS-485 (Phoenix 6 pines)	76
Figura 3.5. Conexión en cadena	76
Figura 3.6. Cableado del principio y final de la Red	77
Figura 3.7. Conexión de los PLCs a la red DH-485	78
Figura 3.8. a) Cable 1764-CBL-AS09 b) Distribución de pines	78
Figura 3.9. Red DH-485	79
Figura 3.10. Pantalla principal del RSLinx	80
Figura 3.11. Ventana de configuración de comunicación	80
Figura 3.12. Ventana de las propiedades de comunicación	81
Figura 3.13. Ventana de inicio del RSLinx	82
Figura 3.14. Ventana de configuración de Drive	82
Figura 3.15. Ventana de configuración de las AIC	83
Figura 3.16. Ventana de propiedades de la comunicación	83
Figura 3.17. Pantalla principal RSWho	84
Figura 3.18. Ventanas de trabajo del Panel Builder	85
Figura 3.19. Iconos predeterminados	86
Figura 3.20. Ventana de configuración del Panel	86
Figura 3.21. Pantalla típica de control	87
Figura 3.22. Pantalla de control y monitoreo en el PanelView	87
Figura 3.23. Creación de Pantallas	88
Figura 3.24. Direccionamiento del tag del botón.	88
Figura 3.25. Diagrama de envío de datos.	89
Figura 3.26. Pantalla de inicio del proyecto	90

Figura 3.27. (a) Ventana de acceso a la pantalla de Nivel de Líquidos	90
Figura 3.27. (b) Ventana de acceso a la pantalla de HVAC	91
Figura 3.28. Pantalla principal de control y monitoreo del HVAC	91
Figura 3.29. Pantalla de ingreso de valores de ganancia del HVAC	92
Figura 3.30. Ventana de propiedades de temperatura	92
Figura 3.31. Ventana de edición del Tag	93
Figura 3.32. Ventana de propiedades del caudal	93
Figura 3.33. Ventana de edición del Tag	94
Figura 3.34. Ventanas de configuración de lectura de temperatura	94
Figura 3.35. Ventanas de configuración de lectura de caudal	95
Figura 3.36. Ventanas de configuración de lectura de temperatura	95
Figura 3.37. Ventanas de configuración de los valores de ganancia de Kp	96
Figura 3.38. (a) Pantalla principal de control y monitoreo del Nivel de Líquidos	96
Figura 3.38. (b) Pantalla de ingreso de valores de ganancia del Nivel de Líquidos	97
Figura 3.39. Configuración del Set-point del nivel	97
Figura 3.40. Configuración de la lectura del nivel	98
Figura 3.41. Descripción del hardware	98
Figura 3.42. Montaje del modulo E/S 1762-IF2OF2	99
Figura 3.43. Comunicación del PLC mediante Red DH-485	100
Figura 3.44. Pantalla principal del RSLogix	101
Figura 3.45. Ventana de configuración del canal de comunicación	102
Figura 3.46. a) Ventana de configuración del modulo de expansión	102
Figura 3.46. b) Escalado del módulo de E/S analógicas para PID	103
Figura 3.47. Ventana de configuración del PID.	103
Figura 3.48. Programación del sistema HVAC	106
Figura 3.49. Ventana setup del control de temperatura	109
Figura 3.50. Ventana setup del control de caudal	109
Figura 3.51. Ventana de configuración del nodo y la comunicación	110
Figura 3.52. Programación del Nivel de Líquidos	111
Figura 3.53. Ventana setup del Nivel de Líquidos	112
Figura 3.54. Ventana de configuración de la comunicación y nodo	112
Figura 3.55. Red DH-485 implementada para control y monitoreo	113
Figura 3.56. Ventana de configuración de nodos del PanelBuilder	113

Figura 3.57. Ventana para programar el PanelView 600	114
Figura 3.58. Descarga del programa al PLC	114

CAPITULO IV

PRUEBAS DEL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL

Figura 4.1. Red para monitoreo del sistema HVAC	115
Figura 4.2. Visualización de la red en el programa RSLinx	116
Figura 4.3. Programa del PLC para monitoreo del sistema HVAC	116
Figura 4.4. Diseño de pantalla para el monitoreo del sistema HVAC	117
Figura 4.5. Programación del PLC para el monitoreo del Nivel de Líquidos	119
Figura 4.6. Diseño de pantalla para el monitoreo del control de Nivel de Líquidos	119
Figura 4.7. Red de monitoreo y control de procesos	121
Figura 4.8. Visualización de la red completa en el programa RSLinx	121
Figura 4.9. Pantallas anexadas	122
Figura 4.10. Programa de control del sistema HVAC	123
Figura 4.11. Pantallas del sistema HVAC en el PanelView	127
Figura 4.12. Programa del control de Nivel de Líquidos	128
Figura 4.13. Pantallas del control de Nivel de Líquidos en el PanelView	131
Figura 4.14. Diseño de pantallas para que los procesos funcionen en red y de forma simultánea	133

INDICE DE TABLAS

CAPITULO I

CONCEPTOS GENERALES

	PG
Tabla 1.1. Clasificación de sensores de caudal	6
Tabla 1.2. Clasificación de los sensores de temperatura	17
Tabla 1.3. Rangos de temperatura de los tipos de medidores	18
Tabla 1.4. Clasificación de los medidores de nivel de líquidos	25

CAPITULO II

REDES E INTERFASES DE COMUNICACIÓN

Tabla 2.1. Disposición de conectores para comunicación serial	48
Tabla 2.2. Disposición del conector DB 25 para puerto paralelo	52
Tabla 2.3. Direcciones de los puertos paralelos de una PC	53
Tabla 2.4. Diámetros y longitudes de cables USB	56
Tabla 2.5. Distribución de pines	56
Tabla 2.6. Red industrial y red empresarial	67
Tabla 2.7. Características de las redes industriales	68

CAPITULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL MONITOREO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE FLUJO HVAC Y NIVEL DE LÍQUIDOS

Tabla 3.1. Tabla de descripción de I / O del nivel del HVAC	106
Tabla 3.2. Tabla de descripción de I / O del control de Nivel de Líquidos	110

CAPITULO IV

PRUEBAS DEL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL

Tabla 4.1. Direccionamiento de los espacios de memoria del PLC en el PanelView para el monitoreo del sistema HVAC	118
Tabla 4.2. Valores límite de las variables del sistema HVAC	118
Tabla 4.3. Direccionamiento de los espacios de memoria del PLC en el PanelView para el monitoreo del control de Nivel de Líquidos	120
Tabla 4.4. Valores límite del control de Nivel de Líquidos	120
Tabla 4.5. Direcciones de memoria del sistema HVAC	126
Tabla 4.6. Direcciones de memoria del control de Nivel de Líquidos	131
Tabla 4.7. Rango de valores de las variables de los procesos	132
Tabla 4.8. Datos recopilados del sistema HVAC	134
Tabla 4.9. Datos recopilados del control de Nivel de Líquidos	134

ANEXOS

ANEXOS A

ANEXO A1 : PANELVIEW

ANEXO A2 : TARJETA 1761 – NET AIC

ANEXO A3 : SENSOR ULTRASONICO

ANEXO A4 : RSLinx

ANEXO A5 : PANELBUILDER 32

ANEXO A6 : PLC MICROLOGIX 1200

ANEXO A7 : MODULO 1762 – IF2OF2

ANEXO A8 : RSLogix

ANEXOS B

ANEXO B1 : DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA INSTALACIÓN ELECTRICA

ANEXO B2 : ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL

ANEXO B3 : CONTROL DEL ENCENDIDO DE LAS RESISTENCIAS

ANEXO B4 : CONEXIÓN DEL CABLEADO DEL CIRCUITO DE CONTROL

ANEXO B5 : DISTRIBUCIÓN ELECTRICA DEL CIRCUITO DE POTENCIA

ANEXOS C

FOTOGRAFÍAS

i.- INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la tecnología y el mercado competitivo, obliga a las industrias a mejorar sus técnicas de control. Varias empresas privadas y petroleras del país usan tecnología Allen Bradley que con la ayuda de un panel de control visual, se puede tener supervisión del estado de los elementos que interactúan en un proceso en tiempo real.

La automatización y el monitoreo en la actualidad son técnicas muy utilizadas en la industria, ya que facilitan al operador a visualizar y controlar los parámetros importantes que se encuentran dentro de un proceso industrial.

Con estas técnicas se ha logrado disminuir costos y tiempos de operación, elevar la productividad, mejorar la calidad de los productos, disminuir riesgos de operación tanto en el proceso como para los operadores, logrando una mejor y más segura comunicación hombre-máquina.

Con el objetivo de abarcar una mayor cantidad de parámetros a controlar, la tecnología de redes también ha evolucionado, la cual permite que la automatización tenga una mayor cobertura sobre el proceso, así como incrementar las distancias de los elementos, sobre los cuales se puede tener control.

El PLC Micrologix 1200 es un controlador lógico programable que maneja señales analógicas y digitales muy utilizado en el control de procesos. Tiene la posibilidad de aumentar su capacidad de entradas y salidas mediante tarjetas de expansión, diseñado principalmente para un ambiente industrial, posee puertos de comunicación estándar RS-232, y mediante tarjetas puede trabajar en DH-485 y DeviceNet. Los parámetros a controlar son en tiempo real cuando se lo usa en sistemas SCADA.

El PanelView 600 es un equipo de la marca Allen Bradley, utilizado por las industrias para monitorear parámetros principales como temperatura, presión, distancias, etc. La implementación de una pantalla de tacto, ayuda a concentrar a todo un tablero de control en una sola pantalla ahorrando espacio y eficiencia en el trabajo. Tiene la capacidad de aumentar su nivel de memoria mediante la utilización de una tarjeta de memoria.

ii.- ANTECEDENTES.

Las industrias en la actualidad han tenido un continuo avance con respecto al control y monitoreo de los procesos, de esta manera se obtiene mejoras en la producción. Por esto se ve necesario el uso de un equipo de control y supervisión industrial, como módulo de estudio para la carrera; que con la ayuda de una red industrial se pueda extender el control a todos los puntos que se desea gobernar.

iii.- OBJETIVO GENERAL.

CONTROLAR Y MONITOREAR LOS SISTEMAS HVAC Y NIVEL DE LÍQUIDOS MEDIANTE PANELVIEW 600 A TRAVÉS DE UNA RED SERIAL

iv.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Implementar una red DH-485 que permita visualizar los parámetros de funcionamiento de los procesos.
- Manejar un software para controlar procesos mediante el PanelView 600.
- Diseñar pantallas para el control y monitoreo de procesos mediante el PanelView 600.
- Visualizar los elementos que interactúan dentro de la red DH-485.
- Manejar dos sistemas diferentes a través de la red DH-485.
- Desarrollar el programa de control en los PLCs Micrologix 1200.

v.- JUSTIFICACIÓN.

Un sistema de control automático con la implementación de una red de tipo industrial y un panel de supervisión es importante en la actualidad ya que permitirá visualizar los diferentes elementos controlados, así como también el comportamiento de las variables que maneja cada uno de estos elementos, como por ejemplo: caudal, temperatura, nivel, voltajes, corrientes, potencias, etc.

También se considera que este proyecto ayuda a tener un mayor conocimiento de lo que se está utilizando en las industrias, para poder de esta forma elevar al máximo el aprovechamiento que se da en los procesos.

Ayudará a fortalecer los conocimientos y poder brindar un buen servicio a una empresa en el campo laboral. Como es el hecho de concentrar todos los controles de un proceso en un solo lugar, desde donde se podrá visualizar y controlar el proceso. Cabe mencionar que no solo puede ser un proceso ya que pueden ser varios procesos existentes en una empresa.

El presente proyecto servirá como base investigativa para las futuras generaciones de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, a partir de la cual se podrá mejorar este tipo de controles en función del adelanto de la tecnología, ya que se prevee que este proyecto así como sus elementos servirán como herramientas didácticas para el mejor aprendizaje de las materias afines.

vi.- ALCANCES Y METAS.

- Alcanzar una interacción del PanelView con los demás dispositivos de la red como son los PLCs y por medio de estos al variador de frecuencia.
- Al término del presente proyecto se obtendrá una visualización de dos procesos en tiempo real.
- Programar el PLC Micrologix 1200 para el manejo de datos mediante sus entradas y salidas, analógicas y digitales.
- Manejar los lenguajes de comunicación que se utilizan para poder visualizar los parámetros de funcionamiento de los equipos industriales.

CAPITULO I

CONCEPTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

El control automático conjuntamente con dispositivos de monitoreo y transmisión en una empresa industrial (sistema de red), forman el equipo más completo y versátil para el control y monitoreo industrial, especialmente cuando hablamos de disminución de tiempos muertos, mejoras en procesos, optimización de recursos, etc. Todas las empresas exigen elementos que controlen, permanezcan estables ciertas variables y en diferentes procesos monitoreen, para de esta forma determinar el estado de la empresa por lo que se utilizan varios elementos de control que permiten obtener datos del proceso.

Un sistema de control es aquel que ante la presencia de una variable de proceso la compara con una constante y posteriormente corrige el sistema mediante una variable de control. Existen lazos o bucles de control abiertos (figura 1.1.) que son aquellos que no tienen una realimentación y cerrados (figura 1.2.). que tienen una realimentación para controlar el proceso.

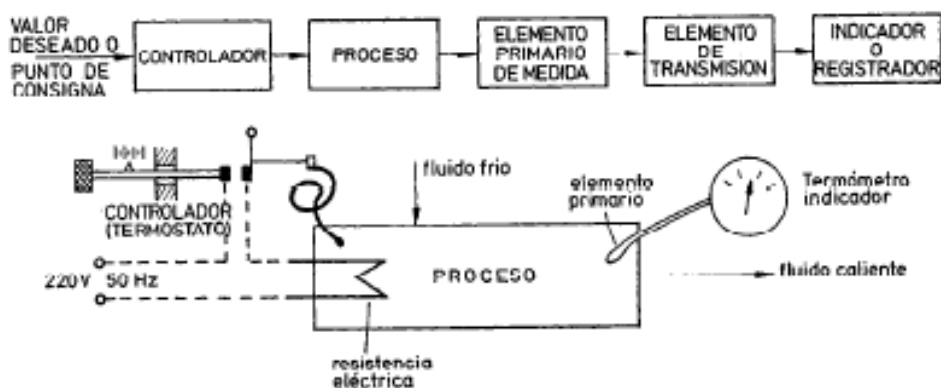


Figura 1.1. Lazo abierto

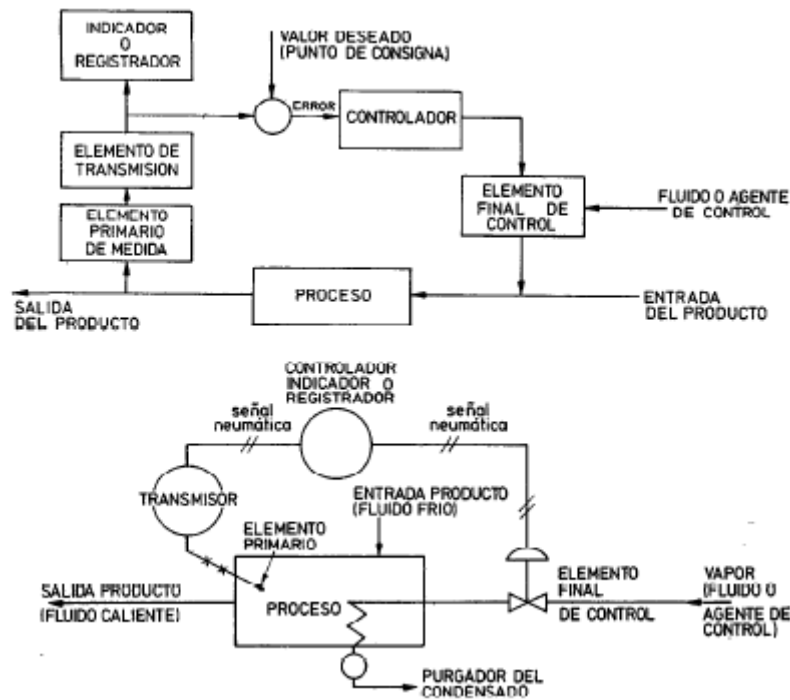


Figura 1.2. Lazo cerrado

1.2. DEFINICIONES FUNDAMENTALES EN CONTROL.

Los elementos de control son utilizados en todo tipo de industrias ya sean estas químicas, industriales, petroleras, metalúrgicas, textiles, etc., teniendo como funciones principales controlar, registrar y transmitir señales que permiten hacer un lazo de control, además de tener su propia terminología. 1/

1.2.1. Medición.- Medición es un proceso que requiere el uso de un instrumento físico para determinar la magnitud de la variable.

1.2.2. Instrumento.- Es un aparato físico que ayuda a determinar la magnitud de la variable de la cual se desea obtener una lectura.

1.2.3. Alcance (Span).- Es la diferencia aritmética que existe entre el valor superior e inferior. En la figura 1.3. podemos observar que el alcance para este instrumento de medida es de 200°C.

1/ Instrumentos industriales, Creuss, Octava edición, página 38.

1.2.4. Rango de Medida (Range).- Es la capacidad que existe entre sus valores extremos. Por ejemplo en la figura 1.3. el rango es de 100-300°C.

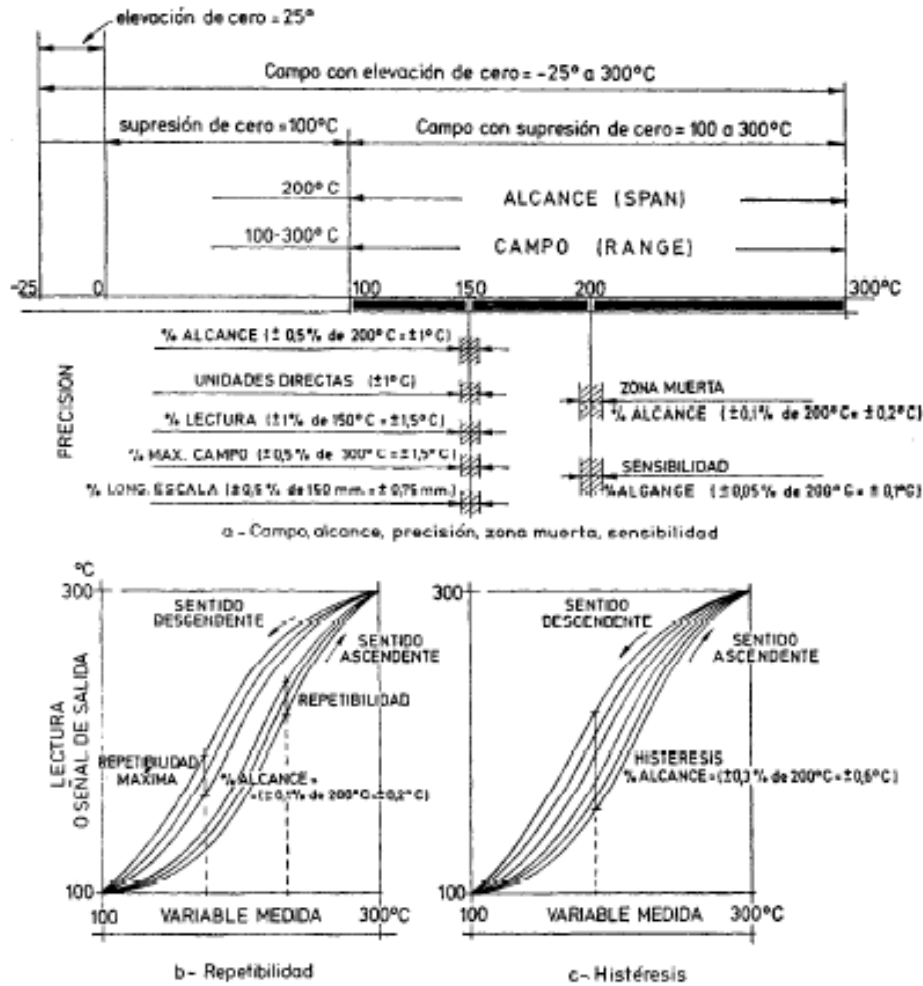


Figura 1.3 Definición de Instrumentos

1.2.5. Error.- Es la diferencia algebraica que existe entre el valor leído y transmitido por el instrumento en comparación con el valor real de la variable a medir.

1.2.6. Precisión.- Es la cualidad que caracteriza la capacidad de un instrumento para que permita una lectura de un valor aproximado al valor real de la magnitud medida.

1.2.7. Repetitividad.- Cuando se toma varias medidas en un corto espacio de tiempo.

1.2.8. Sensibilidad.- Es la pendiente de la curva de calibración o curva ideal que el sensor debe seguir. También se lo conoce como la razón entre el incremento de la variable de lectura y la variable que la ocasiona, cuya razón debe ser lineal y si es posible constante.

1.2.9. Linealidad.- Es la aproximación o grado de coincidencia de la curva de calibración con una línea recta específica.

1.3. FUNDAMENTOS

Los elementos de control en un proceso o magnitud, interactúan entre si para mantenerlo estable acorde a sus exigencias, además toman señales del proceso ya sean de presión, temperatura, velocidad, caudal, nivel, humedad, etc. y posteriormente pasan por un sistema de transductores para convertir estas señales en corriente, voltaje, etc., para luego dirigirse a un sistema de adquisición de datos o sistemas informáticos y de esta forma controlar el proceso manteniendo estables las variables que se deseen. En la figura 1.4. se puede observar como se obtiene señales de un proceso.

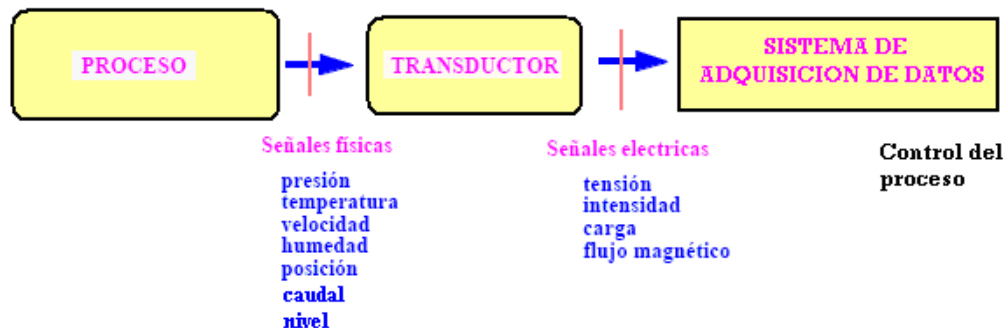


Figura 1.4. Obtención de señales.

1.4. SENSORES DE CONTROL

Los sensores de control ayudan a mantener en condiciones estables a un proceso, ya que permiten obtener lecturas de las variables más usadas y estos son: sensores de caudal, temperatura, volumen, velocidad, nivel, etc. 2/

2/ Instrumentos industriales, Creuss, Octava edición, página 158.

1.4.1. Sensores de Caudal

1.4.1.1. Generalidades

En el mundo actual, la necesidad de medir el caudal es de vital importancia, ya que en la mayoría de industrias se debe medir caudales de aire, gasolina, diesel, agua, etc., por lo que se usan elementos llamados sensores de caudal que contabilicen la cantidad de producto consumido en unos casos, sin embargo, en otros casos es necesario medir el caudal con el fin de controlar procesos, regular redes de suministro de agua, obtener datos de crecidas de ríos, cantidad de flujo de aire enviado hacia algún cuarto especial, etc.

1.4.1.2. Modalidades de Medida del Caudal.

De acuerdo a como se encuentre físicamente el fluido estas pueden ser:

- a. Medida en canales abiertos.
- b. Medida en conducciones cerradas.

Tradicionalmente, la medida en canales abiertos se ha venido realizando con vertederos, o dispositivos similares; si bien es cierto que en la actualidad existen sensores capaces de trabajar en este terreno, existen también sensores que ayudan a la medición de caudal en un ambiente cerrado.

Para la medición del caudal existen varios métodos, algunos de los cuales están indicados en la tabla 1.1. y sirven para darse cuenta de la existencia de una gran diversidad de medidores de caudal clasificados según el método de medición.

Sistema	Elemento	Transmisor
Presión diferencial	Placa orificio o tobera Tubo Venturi Tubo Pitot	Equilibrio de fuerzas Silicio difundido
Área variable	Rotámetros	Equilibrio de movimientos. Potenciométrico. Puente de impedancias.
Velocidad	Vertedero con flotador Turbinas Sondas ultrasónicas	Potenciométrico Piezoelectrico
Fuerza	Placa de impacto	Equilibrio de fuerza Galga extensiométrico
Tensión inducida	Medidor magnético	Convertidor potenciométrico
Desplazamiento positivo	Disco giratorio Pistón oscilante Pistón alternativo Medidor rotativo Medidor de paletas	Medidor tacométrico o transductor de pulsos

Tabla 1.1. Clasificación de los sensores de caudal

1.4.1.3. Medidores de Presión Diferencial.

Este tipo de medidores presenta una reducción de la sección de paso del fluido, dando lugar a que el fluido aumente su velocidad, originando un aumento de su energía cinética y, por tanto, disminuya su presión, de acuerdo con el teorema de Bernoulli para una tubería horizontal, según se ilustra en la figura 1.5.

En la práctica se deben agregar factores de corrección que tienen en cuenta la desigualdad de velocidades, la contracción de la vena del fluido, las rugosidades de la tubería, el estado del líquido, del gas, del vapor etc., así como también la turbulencia del fluido ya que puede ocasionar lecturas erróneas del caudal que circula por el conducto cerrado.

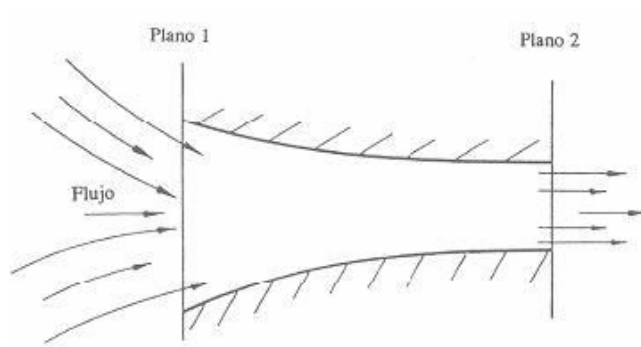


Figura 1.5. Medidor Diferencial

En caso de ser un flujo compresible donde varía su densidad, se multiplica por un factor de compresibilidad. Cabe mencionar que todo sensor diferencial posee dos partes que ayudan a medir el caudal como son:

- Dispositivo primario: La tubería.
- Dispositivo secundario: Mide la presión diferencial.

Los sensores de caudal más conocidos son los siguientes:

- Placas orificio
- Toberas.
- Tubos Venturi.
- Tubos Pitot.
- Tubos Annubar.
- Codos
- Medidores de área variable.

a) Placas orificio.

Este tipo de medidores son a manera de paletas y cada una de estas poseen un agujero que tiene la misión de generar una presión diferencial, las cuales se pueden observar en la figura 1.6.

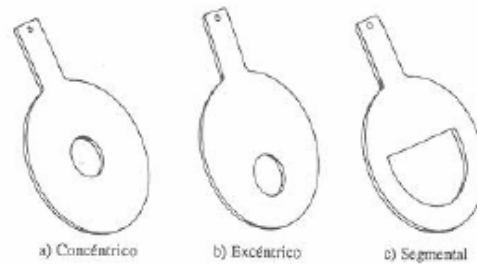


Figura 1.6. Placas orificio

Posee un orificio de purga para evitar el arrastre de sólidos y en cuanto a los bordes, el más utilizado es el de cantos vivos, seguido de las placas de cuarto de círculo que se puede apreciar en la figura 1.7. así como los otros tipos de bordes de las paletas.

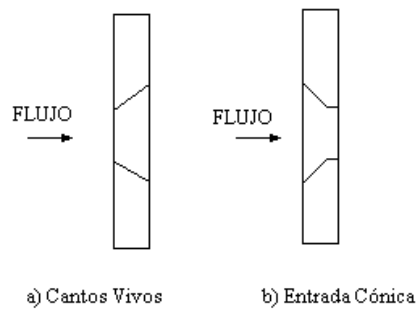


Figura 1.7. Secuencia de las Paletas

La instalación de este dispositivo se lo hace conectando dos tomas, una en la parte anterior y otra en la posterior de la placa, ya sea en las bridas, en la vena contraída, en la tubería, etc. En la figura 1.8. se tiene una disposición en brida, en la que se produce una contracción del fluido y por consiguiente una caída de presión.

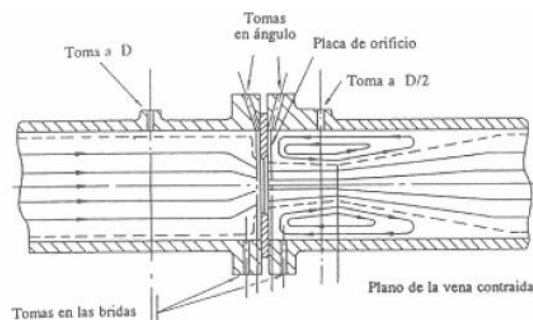


Figura 1.8. Ubicación de la placa en la tubería

b) Toberas

Se las utiliza como medidores y reguladores de velocidad en gases; al usarlas como un medidor de caudal diferencial, constan de una entrada con una cierta curvatura que posteriormente pasa por un cuello cilíndrico, para luego desfogar en un cuello en forma de cono, esto permite hacer una diferencia de presiones y así medir el caudal, como se puede apreciar es similar a usar paletas ya que en los dos casos el principio es el mismo. En la figura 1.9. se puede observar la tobera.

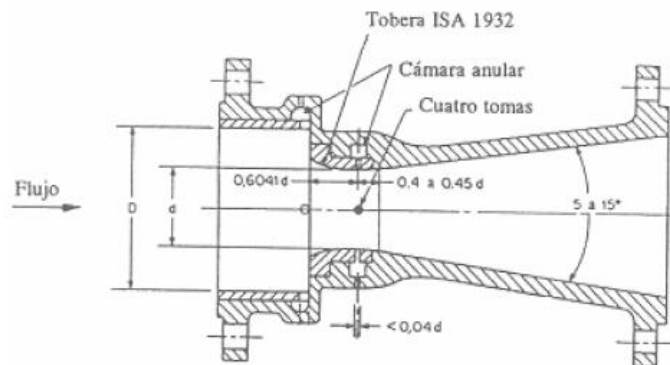


Figura 1.9. Medidor diferencial de Tobera

c) Tubos Venturi

El Tubo Venturi (figura 1.10.) es un medidor de presión diferencial que permite una medición de caudal en un 60% superior al medidor de paletas, con pérdidas del 10 al 20% debido a la forma cónica, por lo que se considera un instrumento de medida de buena precisión ya que el coeficiente de descarga ronda el 0.98 dependiendo del número de Reynolds pero generalmente está entre 0.96 y 0.99. En un medidor de caudal Tubo Venturi se pueden distinguir las siguientes partes:

- Sección de entrada cónica.
- Sección cilíndrica
- Sección de salida cónica.

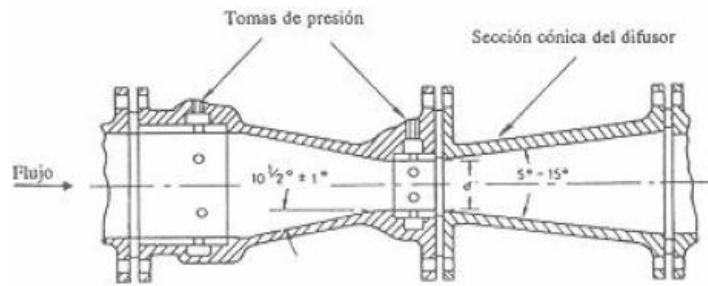


Figura 1.10. Medidor Tubo Venturi

d) Otros dispositivos

Existen otros elementos clásicos de la ingeniería que crean una diferencia de presiones para poder medir en forma directa o indirecta el caudal volumétrico, como son los siguientes:

- Tubo Pitot.- mide la diferencia entre la presión total y la presión estática, o sea la presión dinámica, la cual es proporcional al cuadrado de la velocidad; es sensible a las variaciones en la distribución de velocidades, de ahí que es necesario utilizarlo con flujo laminar ubicándolo en un tramo recto de tubería. Su precisión es baja, del orden de 1,5 a 4%, y se utiliza normalmente para la medición de grandes caudales de fluidos limpios con una baja pérdida de carga.
- Tubo Annubar.- Es una variable del tubo Pitot. Dispone de varias tomas, a lo largo de la sección transversal, para medir la presión total en varios puntos y así obtener la medida de todos esos valores, evitando el error que producía el Pitot.
- Toma en un codo.- Al pasar el fluido por un codo se crean dos presiones, alta presión en la parte exterior del codo y baja presión en la parte interior del mismo, obteniendo así las dos presiones necesarias para determinar el caudal.
- Rotámetros.- El rotámetro se basa en el principio que si la diferencia de presiones es constante, hay un área de orificio diferente para cada flujo. El área de circulación es la separación anular entre el flotador y la cámara por la que pasa el fluido. A medida que

aumenta el flujo el flotador sube aumentando así el área de circulación hasta que la diferencia de presiones se equilibre exactamente al peso del flotador. Este llega, hasta una posición exactamente proporcional al flujo.

En la figura 1.11. se puede observar todos estos tipos de medidores.

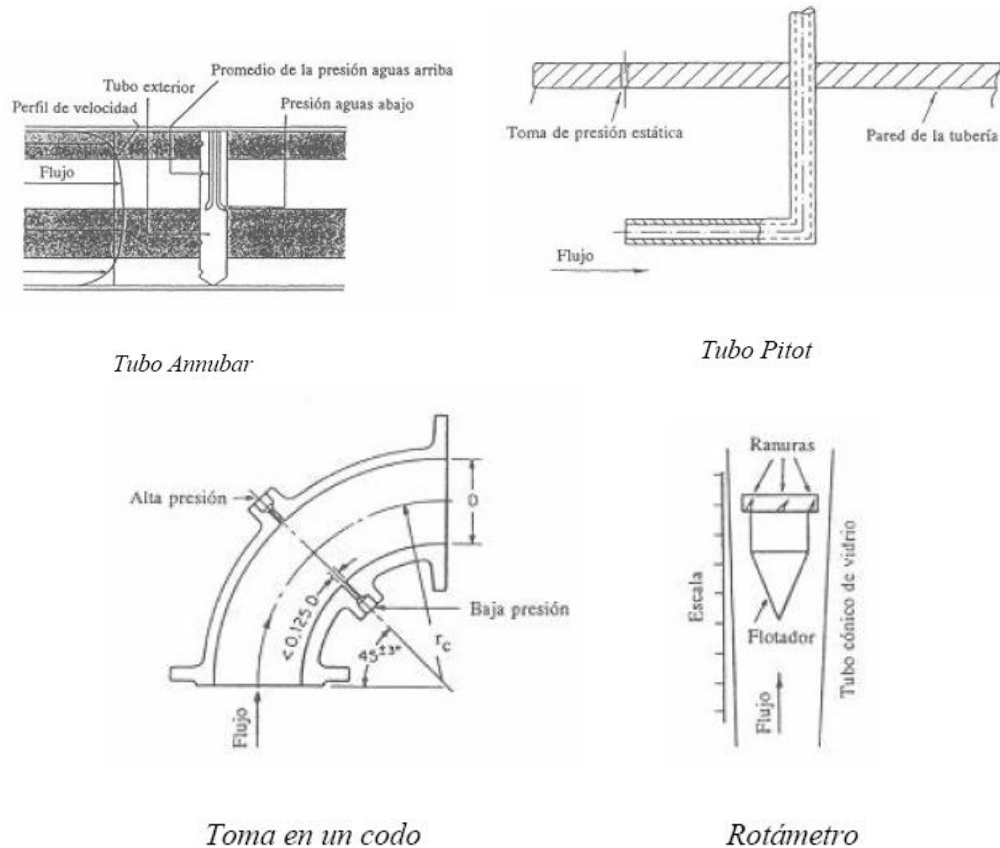


Figura 1.11. Medidores de caudal

e) Ventajas e inconvenientes de los medidores de caudal Diferencial

La principal ventaja de estos sensores es su sencillez al momento de entregar los datos así como la manipulación y la construcción; de igual forma es de fácil instalación siempre y cuando el caudal a medir no sea de exactitud elevada y precisión, y por ello el principal inconveniente es que estos medidores no se usan con bajos caudales; otro inconveniente es el envejecimiento de las instalaciones pues esto influye directamente con la diferencia de presión que se produce y por ende influye en la lectura del caudal.

1.4.1.4. Medidores de Área Variable.

Estos medidores permiten variar el área por donde circula el caudal y de esta manera medir la cantidad de caudal que circula. El principal elemento que tiene esta característica es el medidor de área variable o rotámetro, que consta de un flotador el cual se mueve en un espacio cónico, el mismo que permite medir el caudal mediante la posición del rotámetro como se puede observar en la figura 1.12.

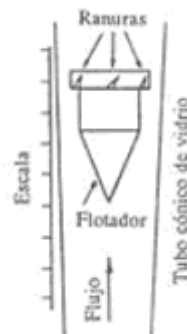


Figura 1.12. Rotámetro

1.4.1.5. Medidores de Velocidad.

Estos medidores permiten medir de forma directa el caudal que circula por el sistema por medio de la velocidad del flujo.

a) Medidor tipo Turbina

Como su nombre lo indica consta de una turbina, que se la coloca en el ducto donde circula el fluido de tal forma que incida de manera axial proporcionando una velocidad angular al rodete y así obtener una lectura del caudal a medir como se observa en la figura 1.13.

Para el uso de este método hay que tomar en cuenta y tratar de evitar las cavitaciones que dan lecturas falsas. También se debe considerar que el fluido corra en tramos rectos de tubería. En cuanto a la viscosidad es muy sensible a cambios y por ende se lo debe regular por medio de la temperatura del fluido.

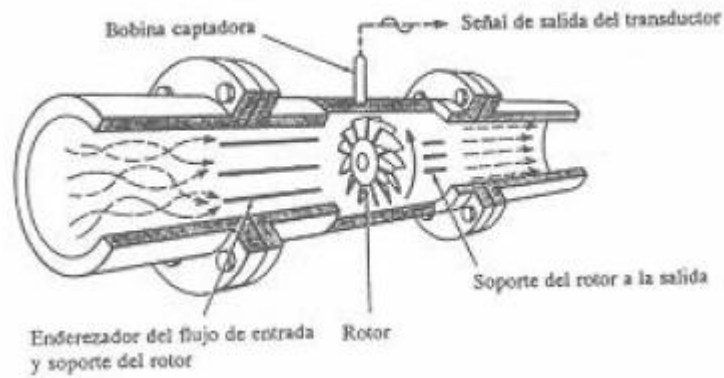


Figura 1.13. Sensor de turbina

1.4.1.6. Medidores de Fuerza.

Este tipo de sensores usa la fuerza de impacto del flujo para realizar la lectura.

a) El medidor de placa

Consiste en una placa (figura 1.14.) que se la coloca en el ducto por donde circula el fluido, haciendo que la fuerza de este impacte en la misma, de tal forma que la fuerza generada es igual a la energía cinética del fluido y depende del área anular existente entre las paredes de la tubería y la placa; la fuerza se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$F = \frac{C_e \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A}{2} \quad \text{Ec. 1.3.}$$

F = Fuerza total de la placa [N]

ρ = Densidad del fluido [Kg/m³]

v = Velocidad del fluido [m/s]

A = Área de la placa [m²]

C_e = Constante experimental

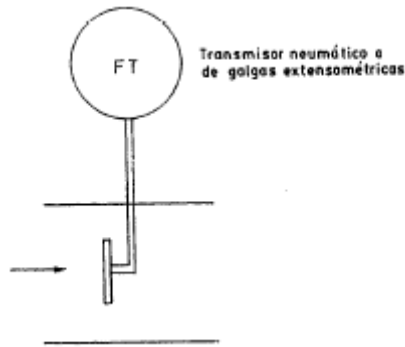


Figura 1.14. Medidor de caudal tipo placa.

Mediante la ecuación 1.4. se puede determinar el caudal en función de la velocidad del fluido y de la sección del ducto.

Caudal volumétrico es:

$$Q = S \cdot v$$

Ec. 1.4.

Q = Caudal [m³/s]

S = Sección [m²]

V = Velocidad [m/s]

1.4.1.7. Tensión Inducida

Este tipo de medidores utilizan energía eléctrica para generar un campo magnético y mediante distintos métodos se aprovecha las variaciones de este para medir el caudal.

a) Sensores Electromagnéticos

Este tipo de medidores se basan en el principio de Faraday según el cual cuando un conductor se mueve en el seno de un campo magnético, se genera una fuerza electromotriz. La construcción del equipo de medición se observa en la figura 1.15.

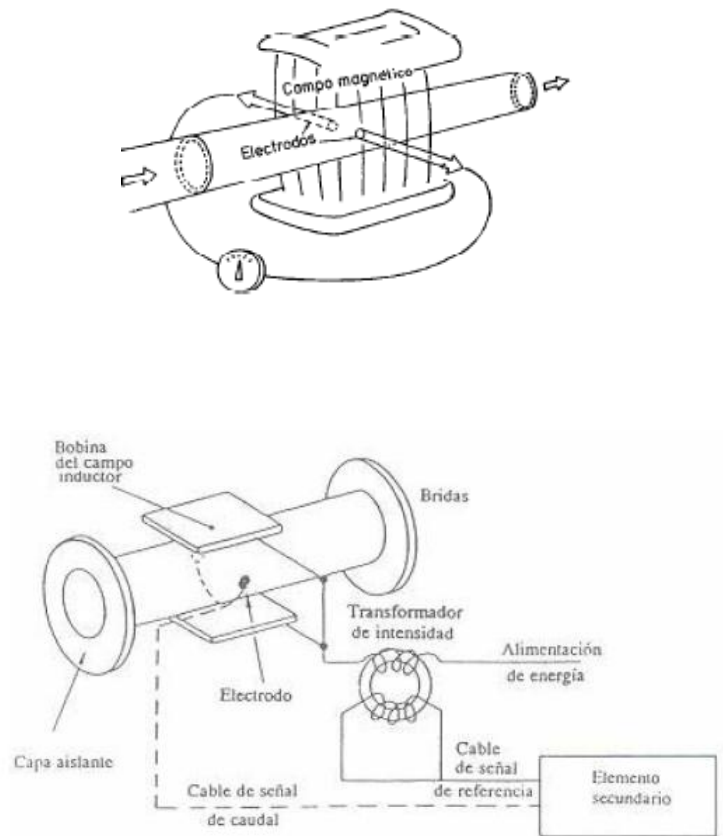


Figura 1.15. Sensor electromagnético

Este es un equipo que posee un dispositivo primario que produce la señal y es un tubo de acero inoxidable no magnético revestido de material aislante. El campo magnético es producido por las bobinas y existen electrodos dentro de la tubería que se mueven con la acción del fluido. El dispositivo secundario amplifica la señal recibida por los electrodos generando una variación de campo magnético que es aprovechada para obtener una medida del caudal que está circulando.

1.4.1.8. Sensores de Desplazamiento Positivo

Este tipo de sensores miden el caudal en función del volumen, contando o integrando volúmenes separados del líquido. Las partes mecánicas del dispositivo se mueven aprovechando el movimiento del fluido, teniendo como principales tres partes, que son: La cámara (donde se llena el fluido), el desplazador (transfiere el fluido) y el mecanismo (indicador).

1.4.1.9. Sensores de Desplazamiento

El más común es el de pistón, usado para mediciones precisas en pequeños caudales en el cual el flujo del fluido genera el movimiento del pistón cuya velocidad de giro es proporcional al caudal; estos sensores pueden ser de pistón oscilante montado excéntricamente dentro de un cilindro o de tipo alternativo donde los cilindros se van llenando y vaciando de líquido, cuando el líquido entra a la cámara de un cilindro, este obliga al restante a salir del otro cilindro y viceversa, este mecanismo se puede ver en la figura 1.16.

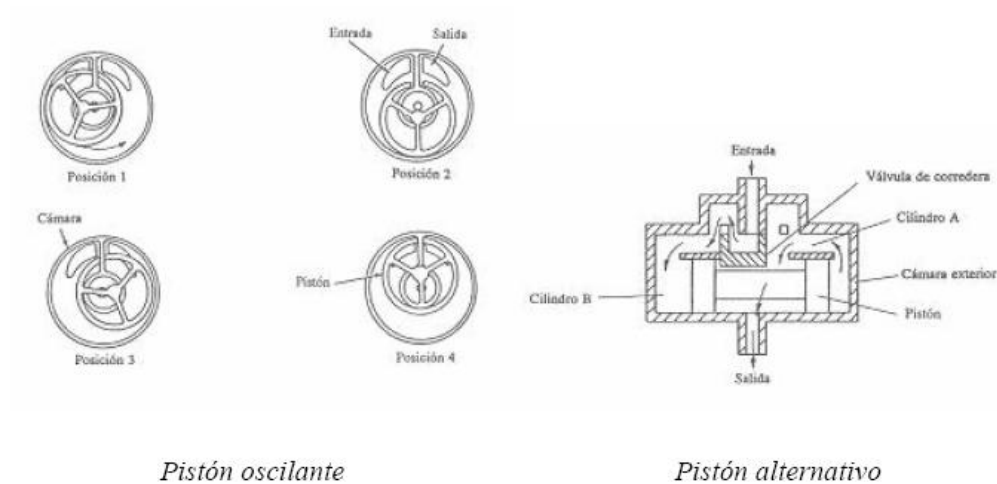
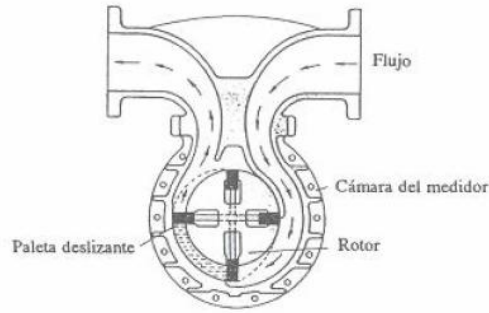


Figura 1.16. Sensores de desplazamiento

1.4.1.10. Medidor de Paletas

Este medidor de paletas se lo puede apreciar en la figura 1.17. la cual nos indica que posee un rotor en forma de paletas, que se deslizan hacia adentro y hacia fuera, forzando al líquido a seguir un solo camino logrando así medir el caudal por medio de la velocidad que alcance el rotor del mismo por efecto de la velocidad del fluido, que es transmitida al rotor en forma directa por sus paletas.



Medidor de paletas

Figura 1.17. Medidor de paletas

1.4.2. Sensores de Temperatura

1.4.2.1. Generalidades

Cada proceso en la industria debe ser controlado de alguna manera, y esta necesidad con frecuencia incluye la medición de temperaturas por lo que se dispone de una gran variedad de sensores de temperatura para llevar a cabo esta tarea, tal como se muestra su clasificación en la tabla 1.2. de la que se deberán escoger los elementos que mejor se adapten al proceso para el cual vayan a ser destinados y esto debe ser hecho por personal capacitado para esta tarea.

Eléctricos	Mecánicos	Radiación térmica	Varios
Termocuplas	Sistemas de dilatación	Pirómetros de radiación:	Indicadores de color:
Termorresistencias	Termómetros de vidrio con líquidos	- Total (banda ancha)	- Lápices
Termistores	Termómetros bimetalicos	- Óptico	- Pinturas
Diodos			Sensores ultrasónicos
Transistores			Indicadores pirométricos
			Indicadores de luminiscencia (Termografía)

Tabla 1.2. Clasificación de los sensores de temperatura

Al momento de seleccionar un sensor se debe considerar los siguientes factores, como son: rangos de temperatura, exactitud, velocidad de respuesta, costo y requerimientos de mantenimiento, siendo los más usados en las industrias las termocuplas, termoresistencias (RTD) , termistores, sistemas de dilatación y pirómetros de radiación u ópticos. En la tabla 1.3. se pone en consideración los rangos de temperatura de los dispositivos de medición más comunes:

SISTEMA	RANGO EN °C
Termocuplas	-200 a 2800
Sistemas de dilatación (capilares o bimetálicos)	-195 a 760
Termoresistencias	-250 a 850
Termistores	-195 a 450
Pirómetros de radiación	-40 a 4000

Tabla 1.3. Rangos de temperatura de los tipos de medidores

1.4.2.2. Termocuplas

El funcionamiento de las termocuplas se basa en el efecto SEEBEK, que calentando la junta de dos materiales distintos que componen un circuito cerrado, se establece una corriente como se puede observar en la figura 1.18.

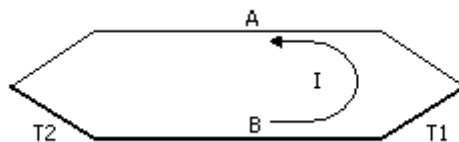


Figura 1.18. Circulación de corriente en la termocupla

Las leyes principales que rigen su funcionamiento son:

- 1) Ley de Homogeneidad del circuito: No se puede obtener corriente calentando un solo metal. (Efecto Thompson).
- 2) Ley de Metales Intermedios: La sumatoria de las diferencias de potencial térmicas es cero en un circuito con varios metales, si estos están a temperatura uniforme.

Por lo tanto una termocupla consiste de un par de conductores de diferentes metales o aleaciones en donde uno de los extremos (junta de medición) está colocado en el lugar donde se ha de medir la temperatura y los dos conductores salen del área de medición y terminan en el otro extremo (junta de referencia) que se mantiene a temperatura constante; se produce entonces una fuerza electromotriz (f.e.m.) que es función de la diferencia de temperatura entre las dos juntas, como se observa en la figura 1.19.

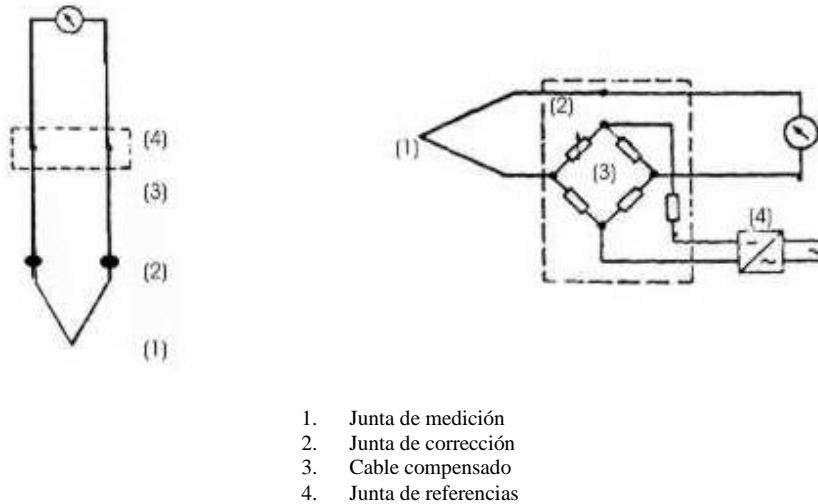


Figura 1.19. Esquema de conexión de una termocupla

1.4.2.3. Termómetros de vidrio

Este tipo de dispositivos se puede observar en la figura 1.20. y permite hacer una lectura de temperatura mediante la diferencia entre el coeficiente de dilatación del vidrio y el líquido empleado. Entre los líquidos más empleados están:

Mercurio:	- 37° C a 315° C
Mercurio con gas inerte (N ₂):	37° C a 510° C
Alcohol:	hasta -62° C
Precisión:	1%

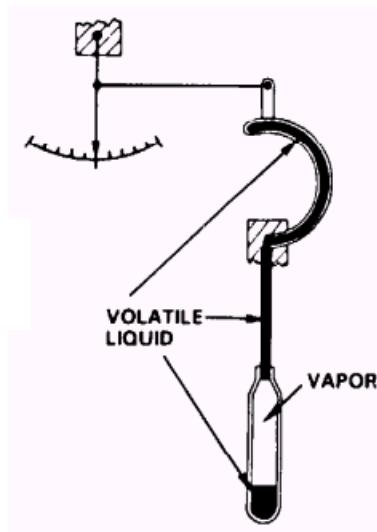


Figura 1.20. Termómetro de vidrio

1.4.2.4. Termómetros de Bulbo

Es un instrumento que mediante variación de temperatura permite la expansión y contracción de un fluido que deforma el recinto que lo contiene, cuya deformación es apreciada por un fuelle **Bourdon** y transmite a un indicador como se puede ver en la figura 1.21.

- Rango: - 40° C a +425° C
- Precisión: 1%



Figura 1.21. Termómetro de bulbo

1.4.2.5. Termómetros bimetálicos

Constan de dos láminas metálicas de diferente coeficiente de dilatación que por efecto de la temperatura se dilatan y deforman o flejan produciéndose un desplazamiento que es usado para mover una aguja en un indicador tal como se observa en la figura 1.22.

- Rango: 0 a 500° C
- Precisión: 1%

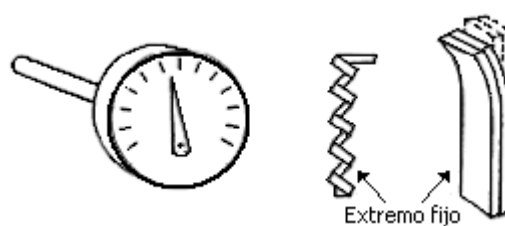


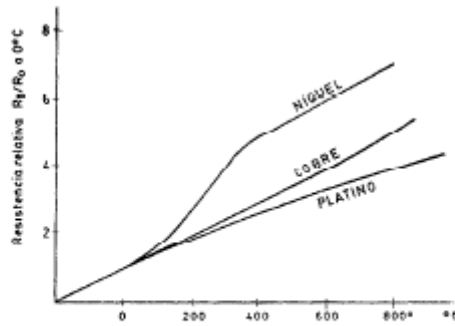
Figura 1.22. Termómetro bimetalico

1.4.2.6. Termómetro de resistencia metálica. RTD

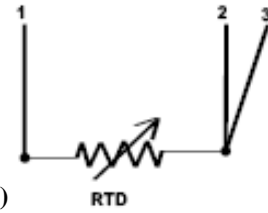
Este tipo de dispositivo de medición se basa en el principio de que la resistencia eléctrica varía en forma directamente proporcional a la temperatura y en algunos materiales esta variación es casi lineal como se observa en la figura 1.23. (a); y en (b) y (c) se aprecia la representación del mismo y un equipo conectado a un amplificador respectivamente.

Este dispositivo es considerado como uno de los más precisos en la medición por lo que los materiales de los que está conformado deben reunir las siguientes condiciones de trabajo: resistencia a la corrosión, comportamiento lineal, alta sensibilidad, fáciles de manipular, fácil fabricación, que sean lo más estable posible.

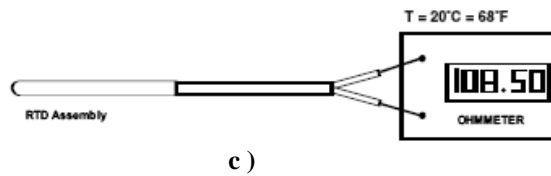
Entre los materiales más óptimos y utilizados para la fabricación de las RTDs se usan platino (Pt), cobre (Cu) y níquel (Ni) por sus características lineales de variación de resistencia aceptables en función de la temperatura, comparadas con las de otros materiales cuyas variaciones no tienen una linealidad aceptable.



a) Curvas de resistencia relativa de varios metales en función de la temperatura.



b)



c)

Figura 1.23. (a) Linealidad de la RTD (b) Conexión de la RTD (c) Equipo con amplificador

1.4.2.7. Termistores NTC Coeficiente de Temperatura Negativo.

Es un sensor compuesto por elementos semiconductores electrónicos con un coeficiente de resistencia negativo de valor elevado, debido a esto presenta cambios muy rápidos ante variaciones pequeñas, su estructura se puede observar en la figura 1.24. Se construyen de óxido de níquel, magnesio, hierro, cobalto, titanio y poseen las siguientes características:

- Alta sensibilidad 100 ohmios/ grado
- No lineal
- La ecuación 1.5. permite determinar el valor de resistencia de acuerdo a la temperatura:

$$R_T = R_{T_0} B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)$$

Ec. 1.5.

R_T = Resistencia final en ohms Ω ,

T = Temperatura final

R_{T_0} = Resistencia conocida, típicamente a la temperatura de 25°C,

“ B ” = Parámetro de ajuste.

T_0 = Temperatura inicial (25°C)

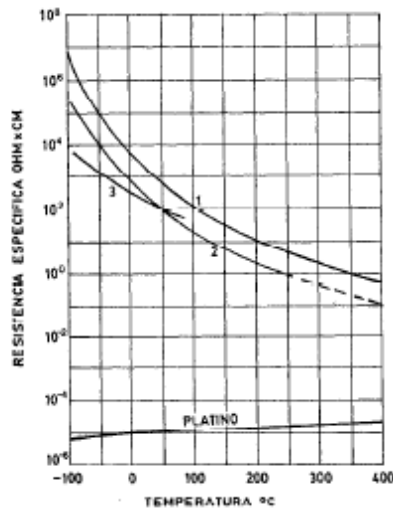


Figura 1.24. Termistor de vidrio

1.4.2.8. Pirómetros Ópticos

Su funcionamiento es comparar de manera visual la luminosidad del objeto radiante con el filamento de la lámpara incandescente; para hacer esta comparación se sobreponen las dos señales, como se puede apreciar en la figura 1.25. Cada valor de temperatura posee una variación de corriente que hay que calibrar.

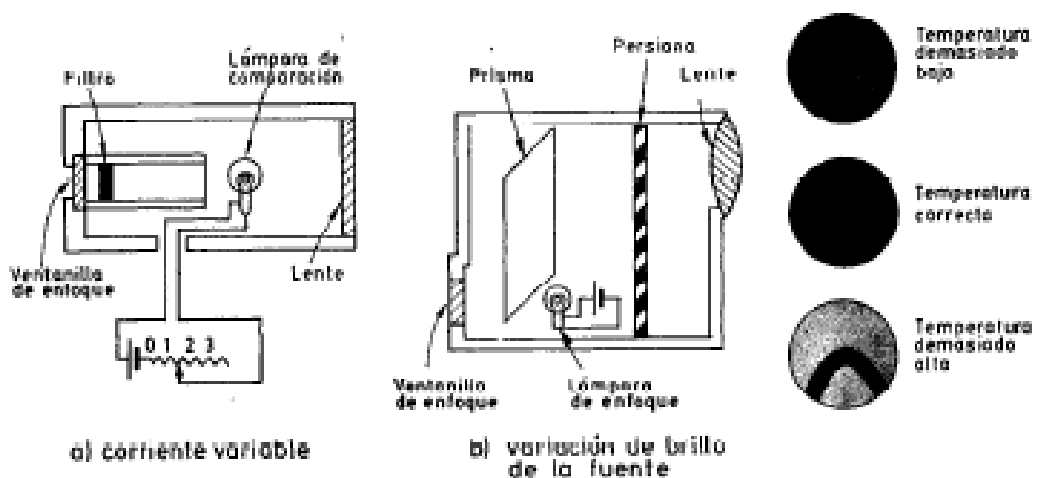


Figura 1.25. Pirómetro óptico

1.4.2.9. Pirómetros de radiación total

Son sensores que captan la radiación emitida por un espectro entre 0.3 y 20 micras, los detectores térmicos se los conoce como “termopilas” que es la formación de termopares (Pt o Pt-Rd) acoplados en serie. Estos elementos detectan la variación de temperatura y envían una señal en milivoltios al sensor para luego ofrecer una lectura, como se observa en la figura 1.26.

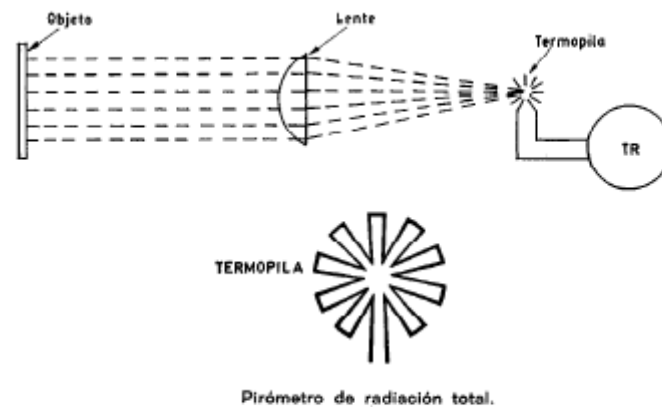


Figura 1.26. Pirómetro de radiación Total

1.4.3. Sensores de nivel de líquidos

1.4.3.1. Generalidades

La medición de nivel de líquidos al igual que la medición de temperatura y caudal, es muy importante dentro de las industrias ya que permiten tener un proceso automático prácticamente inteligente.

1.4.3.2. Tipos de medidores de nivel de líquidos

Los sensores de nivel de líquidos miden el nivel directamente ya sea mediante características de presión, conductividad eléctrica, o simplemente por el desplazamiento de un flotador. Para tener una mejor idea de los tipos de sensores se presenta una clasificación de los mismos en la tabla 1.4.

Sensores de medición directa	<ul style="list-style-type: none"> - Medidor de sonda - Medidor de cinta - Medidor de plomada - Medidor de cristal y flotador
Sensores que aprovechan la presión hidrostática	<ul style="list-style-type: none"> - Medidor de membrana - Medidor de burbujeo - Medidor manométrico - Medidor de diafragma
Sensores que aprovechan la características eléctricas del líquido	<ul style="list-style-type: none"> - Medidor resistivo - Medidor conductivo - Medidor capacitivo - Medidor ultrasónico

Tabla 1.4. Clasificación de los medidores de nivel de líquidos

a) Medidor de sonda

Este tipo de medidor consta de una regleta graduada que se introduce dentro del recipiente de líquido y de acuerdo a la superficie mojada podemos realizar una lectura. Otro tipo de sonda es el de tipo gancho el cual se introduce en el líquido luego este por diferencia de presiones empieza a flotar y se realiza la lectura. También tenemos el tipo plomada que es similar al de regleta pero este posee una cinta graduada como se indica en la figura 1.27.

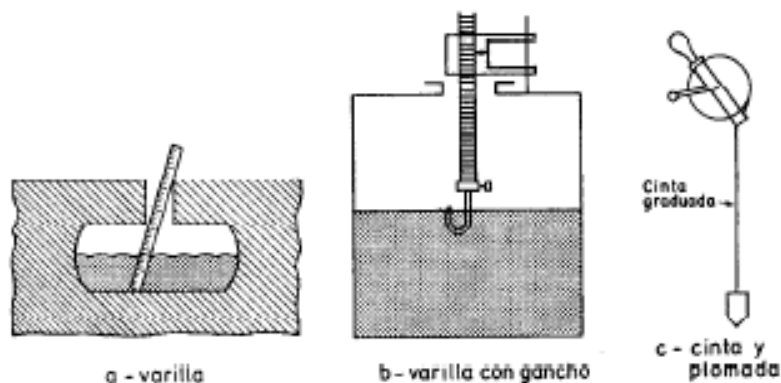


Figura 1.27. Medidor de sonda (a) Tipo varilla (b) Tipo varilla con gancho (c) Cinta y plomada

b) Medidor de cristal

El medidor de cristal permite hacer una lectura muy directa con el nivel de líquido de un recipiente, consta de un tubo de cristal o polietileno transparente el cual se conecta en la parte lateral del tanque, y por seguridad se colocan llaves de paso al inicio y final de este, adicionalmente una llave para purgar. La figura 1.28. muestra este tipo de medidor.

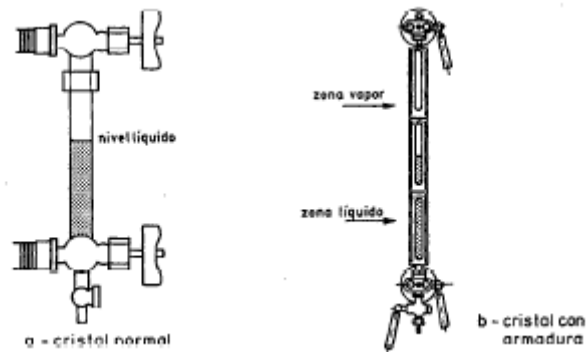


Figura 1.28. Medidor de cristal

c) Medidor de flotador

Es un instrumento que consta de un flotador que se lo coloca en la superficie del líquido, el cual puede ir anexado a una cinta graduada que permita obtener una lectura o conectarse a sensores eléctricos o electrónicos, como en la figura 1.29.

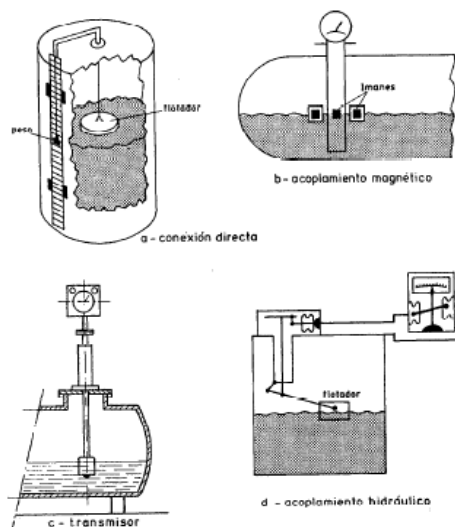


Figura 1.29. Medidor de flotador

d) Medidor manométrico.

Consiste en un manómetro que se lo coloca en la parte inferior del tanque el cual mediante la presión del líquido permite hacer una lectura del nivel, como se muestra en la figura 1.30. Este método de medición se basa en el principio de Pascal, cuya ecuación 1.6. permite determinar la presión de una columna de agua.

$$P = \delta \cdot h \cdot g$$

Ec. 1.6.

P = presión [Pa]

δ = densidad del agua [Kg m/s²]

g = gravedad [m/s²]

h = altura [m]

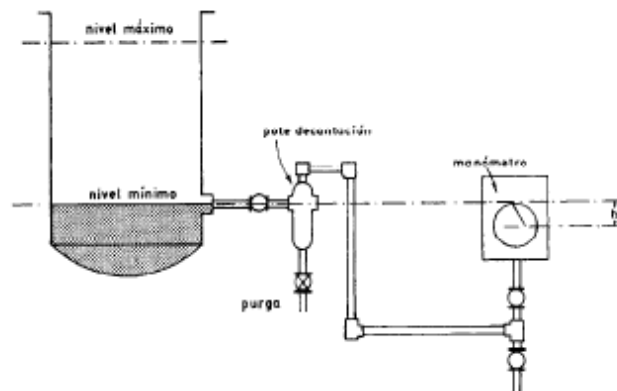


Figura 1.30. Medidor manométrico

e) Medidor de diafragma.

Este dispositivo está formado por dos cámaras llenas de aire separadas por una membrana, cada cámara tiene un ducto de entrada o salida de aire, por el cual una de las cámaras es sometida a presión haciendo que la membrana se deforme y reduzca el volumen de la otra cámara por lo que el aire existente en esta es comprimido y a su vez la segunda cámara se encuentra conectada a un tubo estanco y esto es aprovechado para hacer una lectura directa de acuerdo a la presión, como se observa en la figura 1.31., este dispositivo es usado en alturas no mayores a 15m y posee una precisión del +/- 1%.

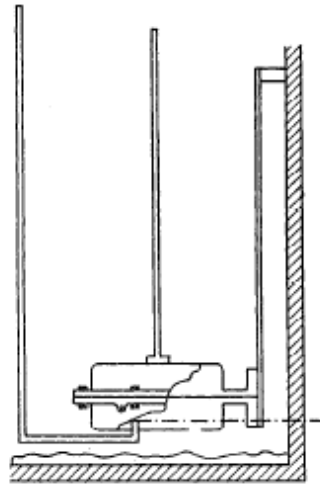


Figura 1.31. Medidor de diafragma

f) Medidor de burbujeo.

Este es un medidor que utiliza un sistema de burbujeo, el cual inyecta aire al líquido y la fuerza que se necesite para el burbujeo, es igual a la presión hidrostática, y por ende directamente proporcional a la altura. También se los hace en tanques cerrados en líquidos principalmente corrosivos; no solamente el burbujeo se lo hace con aire también con inyección de gases inertes, la conexión se observa en la figura 1.32. en tanque abierto y cerrado.

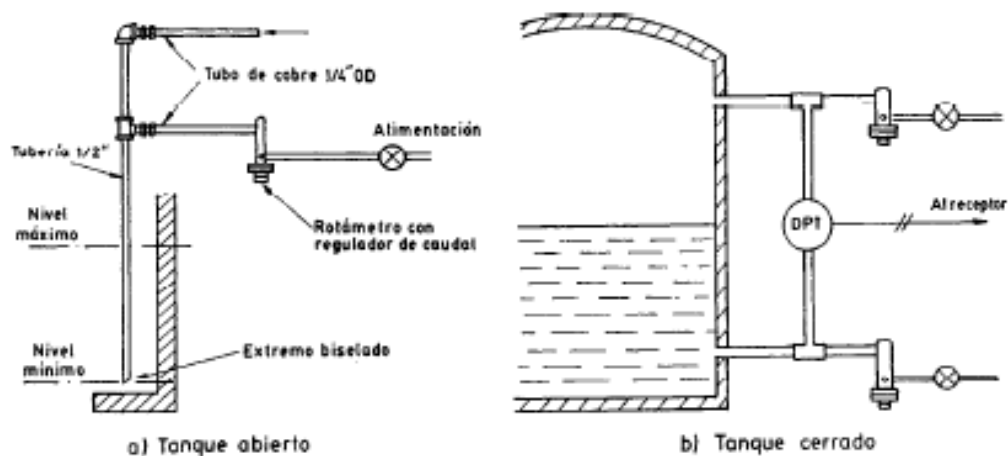


Figura 1.32. Medidor de burbujeo (a) tanque abierto

(b) Tanque cerrado

g) Medidor de nivel tipo desplazamiento.

Este sistema consiste en un flotador que se conecta mediante un brazo el cual permitirá acoplar a otro sistema ya sea este resistivo, mecánico, electrónico, galgas extensiométricas, etc., lo que ayuda a obtener una lectura referencial del nivel, como se indica en la figura 1.33.

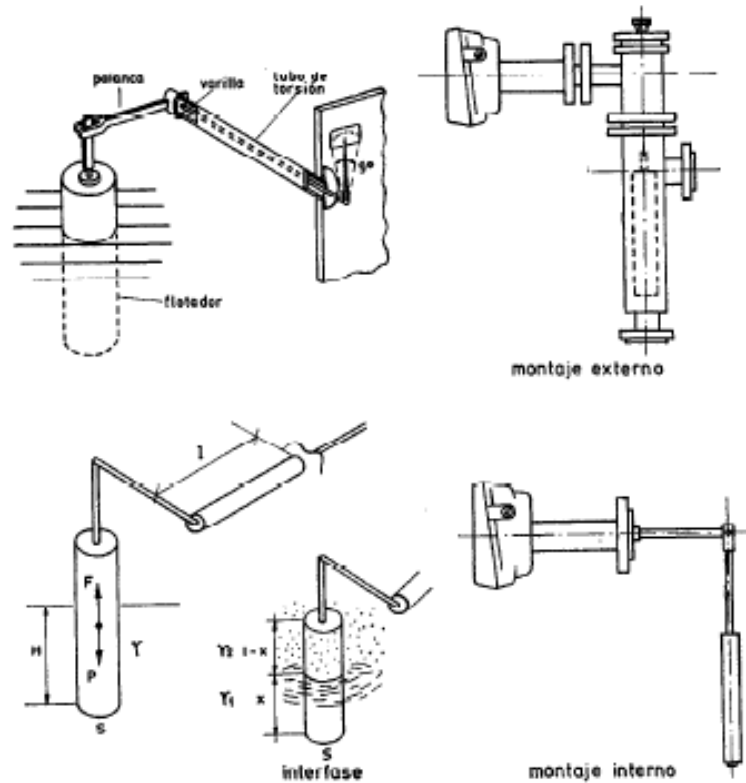


Figura 1.33. Medidor de desplazamiento

h) Medidor de nivel conductivo resistivo.

Consiste en un grupo o una sola varilla conductora acoplada a un sistema eléctrico-electrónico, el cual mediante conducción del líquido permite obtener una lectura de voltaje o corriente cuando el mismo varía su nivel. Este tipo de sistema no permite tener un control continuo, observe la figura 1.34.

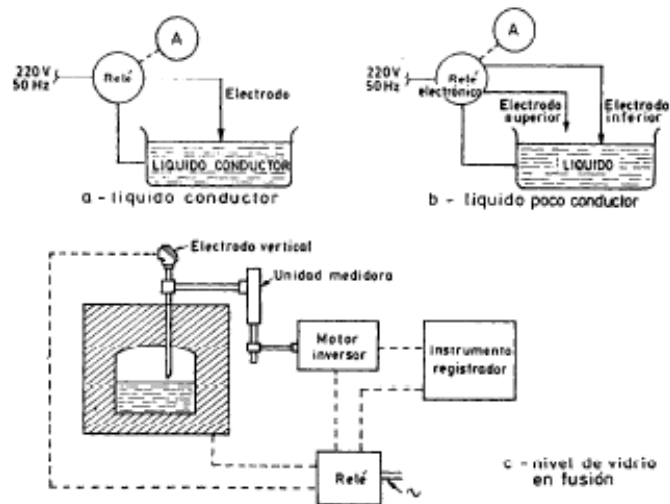


Figura 1.34. Medidor de nivel conductivo resistivo

i) Medidor de nivel por ultrasonido.

Es un sensor que permite tener una señal continua ya que su funcionamiento se basa en la emisión de una señal ultrasónica y el tiempo que se demora en enviar y regresar esta a un receptor, lo que permite medir el nivel; la posición del sensor se observa en la figura 1.35.

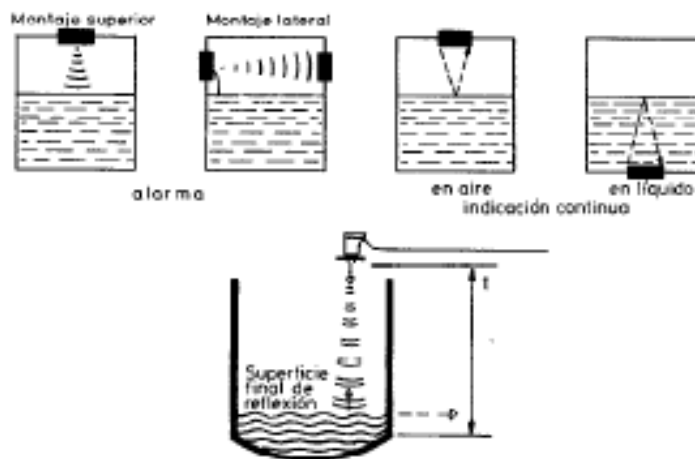


Figura 1.35. Medidor de ultrasonido

1.5. INTERACCIÓN HOMBRE-MAQUINA (H.M.I).

1.5.1. Introducción al H.M.I.

Un operario continuamente esta interactuando con los objetos que lo rodean y crea expectativas sobre estas, dando ordenes sobre como deben comportarse, basándose en experiencias con los objetos.

Cuando los seres humanos y los computadores interactúan lo hacen a través de un medio o interfase hombre – máquina, que se define como HMI y que es el punto en el que seres humanos y computadores se ponen en contacto, transmitiéndose mutuamente tanto información, órdenes y datos como sensaciones, intuiciones y nuevas formas de ver las cosas. En la figura 1.36. se muestra la comunicación que existe entre el operario y la máquina.

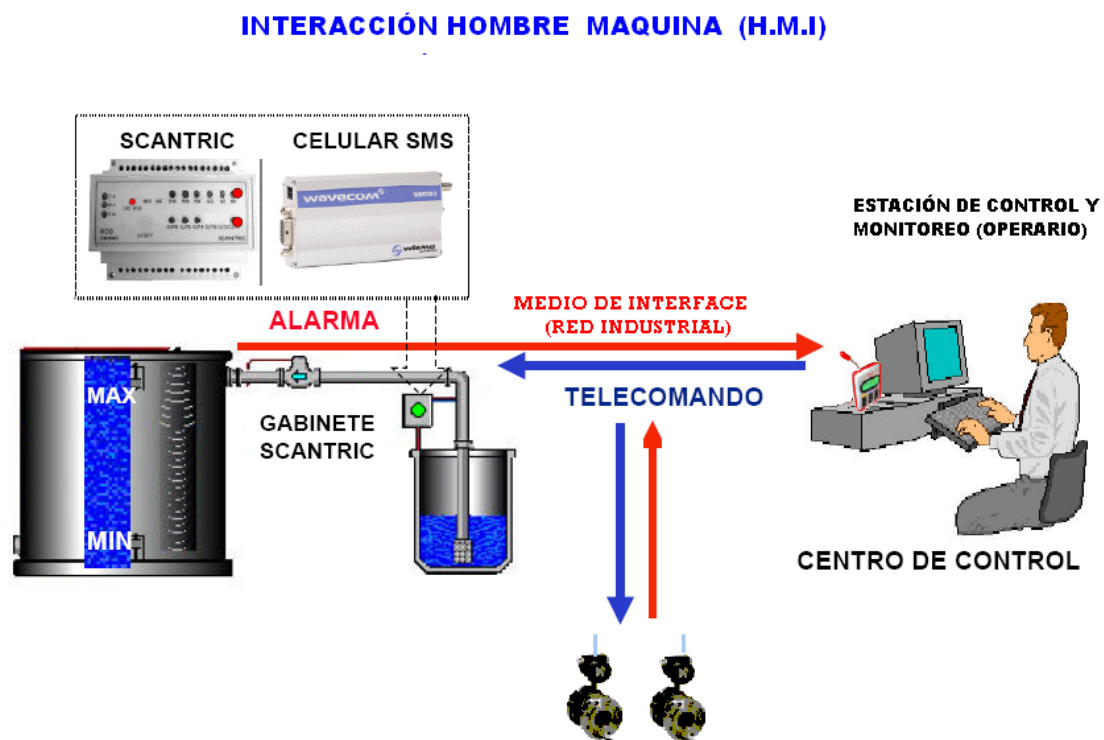


Figura 1.36. Interacción Hombre-Maquina (H.M.I.)

Por otro lado, la interfase es también un límite a la comunicación en muchos casos, ya que aquello que no sea posible expresar a través de ella permanecerá fuera de esta relación

mutua. Es así como en muchos casos la interfase se convierte en una barrera debido a un pobre diseño y una escasa atención a los detalles de la tarea a realizar. Si la interfase está bien diseñada, el usuario encontrará la respuesta que espera a su acción; si no es así, puede ser frustrante para el usuario, que habitualmente tiende a culparse a sí mismo por no saber usar el objeto. Además, un buen programa con una pobre interfase tendrá una mala imagen, y al contrario, una buena interfase puede realzar un programa mediocre.

1.5.2. Diseño de interfase para hacer H.M.I.

Para realizar la comunicación directa con una máquina o un proceso (H.M.I.) se lo hace ya sea mediante un pulsador, interruptor, etc., es decir de diferentes formas con el fin de cumplir el objetivo de la comunicación. Un método más actual es el método de interfases graficas, y las tres más comunes son:

- WYSIWYG What you see is what you get. Que significa: Lo que tú ves es lo que tú puedes conseguir.
- Manipulación directa e interfase basados en iconos.
- Interacción mediante: Menú de selección, lenguaje de comandos, lenguaje natural, dialogo de pregunta- respuesta.

1.5.2.1. Modelos

Existen tres puntos de vista distintos en una HMI: el del usuario, el del programador y el del diseñador, cada uno tiene un modelo mental propio de la interfaz, que contiene los conceptos y expectativas acerca de la interfase, desarrollados a través de su experiencia.

a) Modelo del usuario

La pantalla de interfase debe permitir que el operario pueda distinguir todos los equipos a controlar y tenga en la pantalla iconos o botones que permitan la interacción directa con la máquina de manera clara. Para ello se usan iconos de escritorio y gráficas del proceso industrial cuyo diseño se puede apreciar en la figura 1.37. ^{3/}

^{3/} www.hmi.control.iautomatic.maximac.interface.com

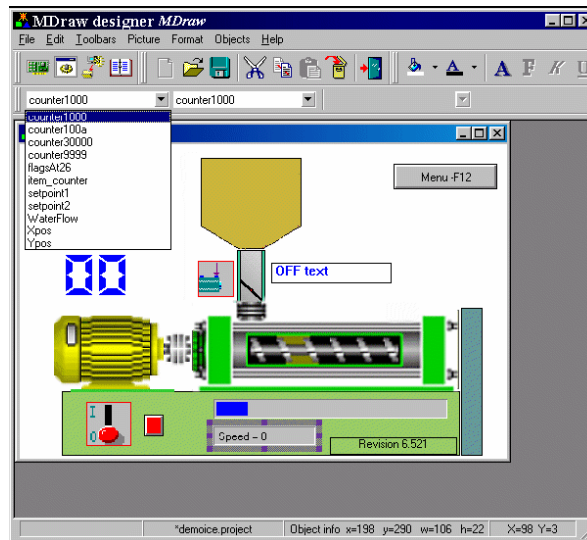


Figura 1.37. Diseño de la pantalla de control y monitoreo

b) Modelo del programador

El programador es el encargado de manejar la base de datos – agenda electrónica. Estas acciones deben ser escondidas al operador. El programador hace el desarrollo del sistema operativo, esto también implica que debe ofrecer al operario pantallas en las cuales este pueda trabajar mediante modelos adecuados.

c) Modelo del diseñador

El diseñador mezcla las necesidades, ideas, deseos del usuario y los materiales de que dispone el programador para diseñar un producto de *software*. El modelo del diseñador describe los objetos que utiliza el usuario, su presentación y las técnicas de interacción para su manipulación. El modelo tiene tres partes: presentación, interacción y relaciones entre los objetos.

Presentación: Es lo que primero capta la atención del usuario, pero más tarde pasa a un segundo plano. La presentación no es lo más relevante, y un abuso en la misma (por ejemplo, en el color) puede ser contraproducente, distrayendo al usuario.

Interacción: A través de diversos dispositivos que utiliza el usuario.

Relaciones entre los objetos: Es donde el diseñador determina los íconos y gráficos adecuados que encaja con el modelo mental del usuario, como por ejemplo en la figura 1.38. se presenta una pantalla donde se encuentran valores monitoreados de motores y se muestra parámetros como por ejemplo: corrientes, revoluciones, longitudes de desplazamiento, comandos, etc. En la figura 1.37. se puede observar de la misma forma un gráfico donde se describe los componentes de un proceso industrial lo más cercano al proceso real de tal forma que el operario tenga una idea acertada del tipo de proceso que va a manejar.



Figura 1.38. Pantalla de monitoreo

1.6. TECNOLOGÍA DE MONITOREO (SCADA).

En la actualidad las industrias a nivel mundial se han visto en la necesidad de mejorar sus sistemas de control optimizando la supervisión y monitoreo de todos los procesos industriales, tal es el caso de los sistemas SCADA. Como sucede con otros sistemas basados en redes industriales, la tecnología de estos sistemas ha evolucionado en forma impresionante, lo que obliga a los profesionales de la Industria, a estar actualizados permanentemente en este campo. 4/

4/ www.scada.monitor.ac.technology.com



Figura 1.39. Estación de control

Los equipos de control situados en las estaciones analizan los parámetros más importantes recogiendo los valores aportados por los diferentes tipos de sensores (figura 1.39.). Cuando se identifica una situación especial o de alerta; estos equipos realizan la actuación pertinente y advierten del mismo al puesto de control. Desde el puesto central se procesa la información y se genera de forma automática el procedimiento de actuación pertinente. De igual forma, desde el puesto central se puede obtener, en tiempo real, cualquier información relativa a las estaciones remotas.

1.6.1. ¿Que es un sistema de monitoreo SCADA?

SCADA, sus siglas significan Supervisory Control and Data Adquisición (Supervisión de Control y Adquisición de Datos).

Se lo conoce como un sistema basado en aplicaciones de software que proporciona la comunicación con los dispositivos de campo (PLC, Unidad Terminal Remota (RTU), etc.) y obtener el control de la producción en forma automática desde una pantalla. De esta manera permite controlar a distancia a toda una industria mejorando la eficiencia del monitoreo y control proporcionado, brindando información oportuna y la toma de decisiones, en la figura 1.40. se aprecia el diagrama de secuencia para un sistema Scada. También nos permite tener una base de datos de alarmas, paros históricos, producción; etc. y siempre se distinguen tres partes básicas:

- 1) Computador con su hardware y software de base.
- 2) Software de adquisición de datos y control.
- 3) Dispositivos de entrada/salida (sensores, actuadores y controladores)

Esta tecnología es muy usada en la industria mundial ya que permite una optimización de los procesos en cuanto al control y la visualización de los parámetros más importantes que rigen el buen funcionamiento de las empresas.

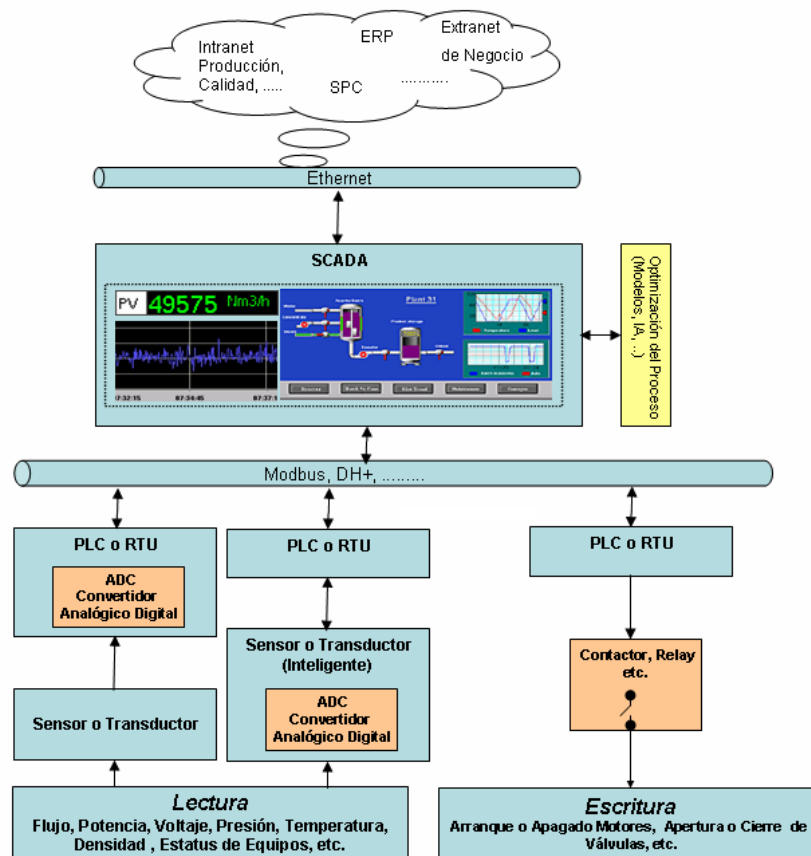


Figura 1.40. Adquisición de datos para un sistema SCADA

1.6.2. Funciones Básicas de un Sistema SCADA

Entre las funciones básicas de un sistema SCADA están:

Recabar, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable, correspondiente a la señalización de campo: estados de dispositivos, mediciones, alarmas, etc.

Ejecutar acciones de control iniciadas por el operador, tales como: abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar bombas, etc.

Alertar al operador de cambios detectados en la planta, tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como cambios que se produzcan en la operación diaria de la planta (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.

Aplicaciones en general, basadas en la información obtenida por el sistema, tales como: reportes, gráficos de tendencia, historia de variables, cálculos, predicciones, detección de fugas, etc.

1.6.3. Requisitos

Deben ser sistemas de arquitectura *abierta*, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa.

Deben comunicarse con total facilidad y de forma transparente con el usuario, con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión).

Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables con el usuario.

1.6.4. Prestaciones

Adquisición de datos. Recolección de datos.

Trending. Salvar los datos en una base de datos, y ponerlos a disposición de forma grafica para su análisis.

Procesamiento de Alarmas. Analizar los datos recogidos para ver si han ocurrido condiciones anormales, y alertar a personal de operaciones sobre las mismas.

Control. Control a Lazo Cerrado, e iniciados por el operador.

Visualizaciones. Gráficos del equipamiento actualizado para reflejar datos del campo.

Hot Standby, es decir, mantener un sistema idéntico con la capacidad segura de asumir el control inmediatamente si el principal falla.

Interfaces con otros sistemas. Transferencia de datos hacia y desde otros sistemas corporativos para, por ejemplo, el procesamiento de órdenes de trabajo, de compra, la actualización de bases de datos, etc.

Seguridad. Control de acceso a los distintos componentes del sistema.

Administración de la red. Monitoreo de la red de comunicaciones.

Administración de la Base de datos. Agregar nuevas estaciones, puntos, gráficos, puntos de cambio de alarmas, y en general, reconfigurar el sistema.

Aplicaciones especiales. Software de aplicación especial, asociado generalmente al monitoreo y al control de la planta.

Sistemas expertos, sistemas de modelado. Incluir sistemas expertos incorporados, o capacidad de modelado de datos.

1.6.5. Módulos

Configuración: permite al usuario definir el entorno de trabajo de su SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se desea desarrollar.

Interfaz gráfico del operador: proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta.

Módulo de proceso: ejecuta las acciones de mando preprogramadas a partir de los valores actuales de variables leídas.

Gestión y archivo de datos: se encarga del almacenamiento, procesado y ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

Comunicaciones: se encarga de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA, y entre esta y el resto de elementos informáticos de gestión.

Servicios: interoperatividad y gestión del SCADA como son: mensajería, seguridad, balance de carga, etc.

1.7. PANEL DE MONITOREO INDUSTRIAL

Los paneles de monitoreo son pantallas que ayudan a visualizar los parámetros a controlar. En estas pantallas industriales se puede simular iconos de animación, curvas y tableros de control (botoneras) que permiten tener una visión clara de lo que esta sucediendo con el proceso tal como se observa en la figura 1.41.

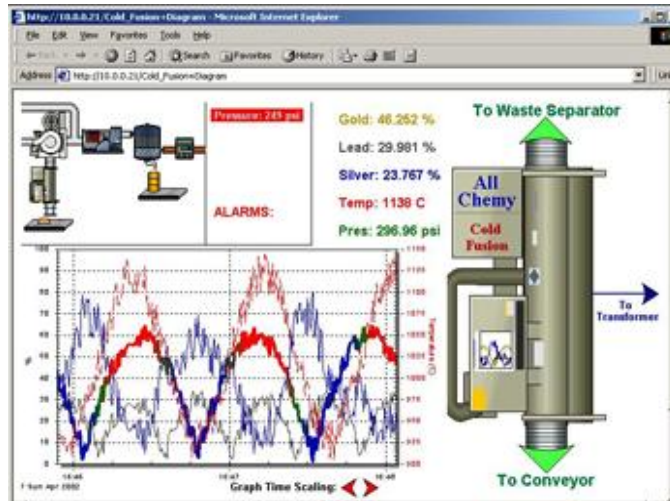


Figura 1.41. Pantalla para control y monitoreo

Uno de los equipos de monitoreo más utilizados por las industrias es el PanelView de la marca Allen Bradley que se muestra en la figura 1.42. que por su gran funcionalidad en sistemas Scada se dice que es un equipo muy versátil.

1.7.1. El PanelView 600



Figura 1.42. El PanelView

El PanelView que se observa en la figura 1.42. es un dispositivo electrónico de interfase de operador, proporciona un poderoso control de planta y capacidades de monitoreo de datos para una mayor productividad. El PanelView estándar de Allen-Bradley es un dispositivo extraordinario en el universo real de automatización de sistemas de control. Todos los terminales PanelView están diseñados para ofrecer capacidad de escalado, confiabilidad y compatibilidad. Las características que presentan son:

- Fácil de usar, robustos y confiables
- Ahorran valioso espacio de panel
- Diseñados para una fácil modificación a medida que se expande o cambia el proceso

El panel proporciona una interfase de operador con las ventajas de montaje en espacios reducidos, pantallas planas o de hasta tamaños de 14 pulg. Estas interfases electrónicas de operador ofrecen cualidades como desplegados de gráficos en píxeles y la mejora de la funcionalidad de las pantallas en color frente a las versiones anteriores de los de escala de grises. Tiene una

Funcionalidad mejorada que incluye manejo de alarmas, entradas y desplegados en caracteres, soporte universal de idiomas, tarjetas de memoria de respaldo y/o de expansión, números de punto flotante y el uso de impresoras en línea.

Las especificaciones técnicas del PanelView se indican en el ANEXO A1.

CAPITULO II

REDES E INTERFASES DE COMUNICACIÓN

2.1. REDES DE COMUNICACIÓN

Una red de comunicación es un conjunto o serie de terminales autónomos (host) y dispositivos especiales intercomunicados entre si. Como este concepto de red es muy extenso permitió tener una gran diversidad de redes y configuraciones de las mismas, por lo que surgió la necesidad de clasificar e identificar estructuras de red. ^{1/}

2.1.1. Clasificación de las redes según su tamaño y extensión

2.1.1.1. Redes LAN (Local Area Network). Son redes de área local de ordenadores con una extensión que varía entre 10 metros y 1 kilómetro, por lo que se dice que son redes pequeñas que se utilizan en microempresas, colegios, oficinas, etc. y por lo general utilizan tecnología broadcast que es aquella que utiliza un solo cable para conectar a todas las máquinas, además, por su dimensión restringida siempre es conocido su peor tiempo de transmisión de datos, siendo las velocidades típicas de redes LAN las que van de 10 a 100 Mbps (Megabits por segundo).

En la figura 2.1 se muestra una red que contiene a redes más pequeñas como redes LAN y WAN, y que se encuentran interconectadas con dispositivos Hubs y Routers que son los encargados de transmitir, direccionar y amplificar la información que llega a ellos, haciendo que la transmisión de datos sea más confiable entre las diferentes redes que se encuentran interconectadas, además de que su velocidad de transmisión de datos también se incrementa.

^{1/} <http://mx.geocities.com/alfonsoaraujocardenas/redes.html>.

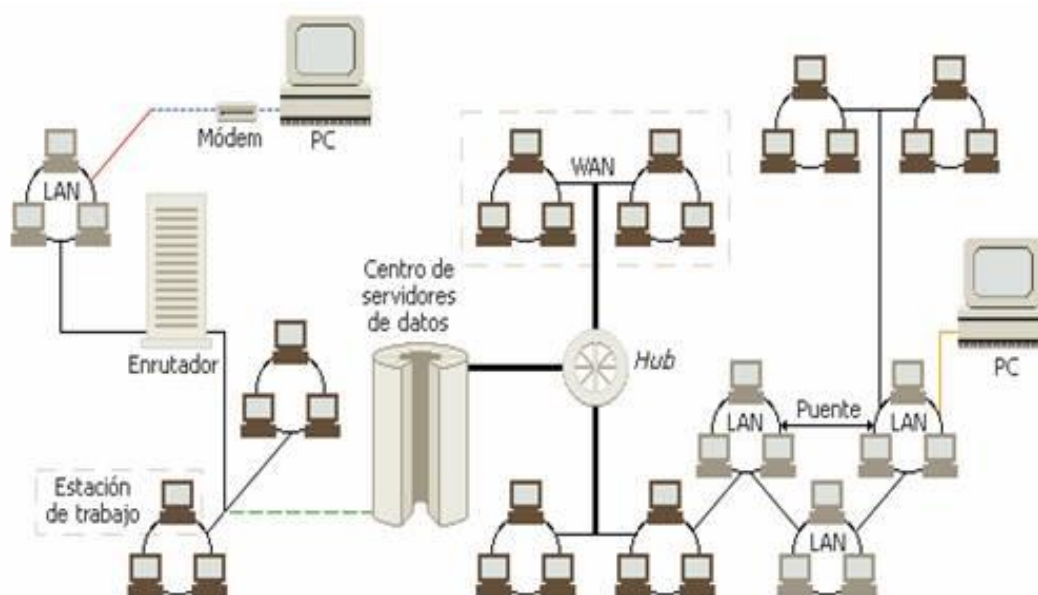


Figura 2.1. Red que contiene a redes LAN y WAN conectadas mediante dispositivos de comunicación

2.1.1.2. Redes MAN (Metropolitan Area Network). Las redes de área metropolitana son redes de ordenadores de tamaño superior a una LAN, pudiendo abarcar una ciudad, por lo que son utilizadas por empresas y organizaciones que tienen distintas oficinas o sucursales distribuidas en la ciudad o espacio metropolitano; el tamaño máximo de este tipo de red es de unos 10 kilómetros de área.

2.1.1.3. Redes WAN (Wide Area Network). Las redes de área amplia son de tamaño superior a una red MAN y están compuestas por un conjunto de terminales (host) o de redes LAN conectadas por una subred, que está formada por varias líneas de transmisión interconectadas por medio de ruteadores (routers) que son los encargados de amplificar, sincronizar y rutear o dirigir las señales de datos hacia la LAN o host adecuado, pasando estos paquetes de un router a otro. El tamaño de estas redes oscila entre 100 y 1000 kilómetros.

2.1.1.4. Redes internet. Es una red de redes que están vinculadas mediante ruteadores gateways. Un gateway o transportador es un computador especial que puede traducir información y comunicar a sistemas con formato de datos diferentes. El tamaño de esta red puede ir desde 10000 kilómetros en adelante, y su ejemplo más claro es Internet, la red de redes mundial.

2.1.1.5. Redes inalámbricas. Son redes cuyos medios físicos no son cables de cobre de ningún tipo a diferencia de las anteriores. Están basadas en la transmisión de datos mediante ondas de radio, microondas, satélites o infrarrojos.

2.1.2. Clasificación de las redes según la tecnología de transmisión

2.1.2. 1. Redes de Broadcast. Son redes en las que la transmisión de datos se realiza por medio de un solo canal de comunicación compartido por todos los equipos de la red por lo que cualquier paquete enviado a la red por cualquier máquina es recibido por todas las máquinas de la red.

2.1.2.2. Redes Point-To-Point. Son redes que poseen varias conexiones entre parejas individuales de máquinas; muchas veces para que los paquetes pasen de una máquina a otra es necesario que estos pasen por máquinas intermedias para lo cual se deben crear trazados de rutas mediante routers.

2.1.3. Clasificación de las redes según el tipo de transferencia de datos que soportan

2.1.3.1. Redes de transmisión simple. Son aquellas redes en las que los datos solo pueden viajar en un sentido.

2.1.3.2. Redes Half-Duplex. Aquellas en las que los datos pueden viajar en ambos sentidos, pero solo en uno de ellos en un momento dado. Es decir, solo puede haber transferencia en un sentido a la vez.

2.1.3.3. Redes Full-Duplex. Aquellas en las que los datos pueden viajar en ambos sentidos a la vez.

2.1.4. Topologías de redes

2.1.4.1. Red en anillo. Es una red en la que los ordenadores llamados también nodos están conectados en un bucle cerrado o anillo como se puede ver en la figura 2.2., por lo que los mensajes o paquetes en una red anillo pasan de un nodo a otro en una dirección específica, y al momento de que el mensaje pasa de un nodo a otro cada nodo examina la dirección de

destino adjunta al mensaje, hasta que la dirección de un nodo coincida con la dirección de destino del mensaje, en tal caso el mensaje es aceptado y en el caso opuesto el nodo regenera la información y pasa la misma al siguiente nodo dentro del anillo. La regeneración que realiza cada nodo permite que la red en anillo pueda cubrir mayores distancias que las redes en estrella y redes en bus; pero tiene como desventaja que como forma un bucle cerrado es difícil anexar otro nodo o equipo a esta red.

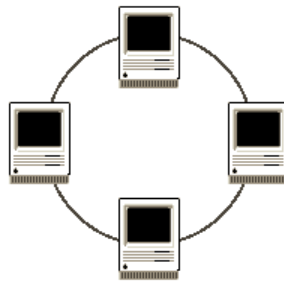


Figura 2.2. Red en anillo

2.1.4.2. Red en estrella. Red en la cual cada dispositivo u ordenador, denominado nodo, está conectado a un ordenador o computador central (hub) con una configuración en forma de estrella que se la puede ver en la figura 2.3., en la que los paquetes pasan directamente al nodo hub el cual programa la distribución o redistribución de la información a los demás nodos. Esta red tiene una buena fiabilidad en cuanto a que si se daña un nodo esto no afecta a los demás nodos de la red pero tiene como desventaja que si el nodo hub tiene un fallo esto hace que toda la red se caiga, además que el costo del cableado puede resultar un poco elevado por que cada nodo posee una conexión independiente.

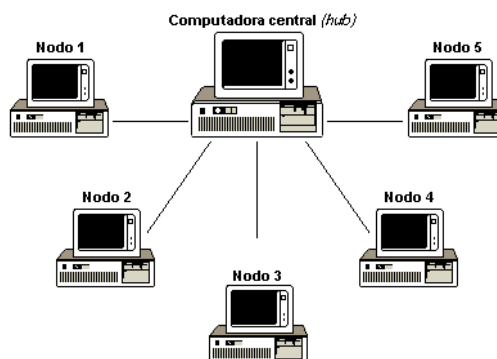


Figura 2.3. Red en estrella

2.1.4.3. Red en bus. La configuración de la red en bus es aquella en la que todos los nodos están conectados a la línea principal de comunicaciones (bus) en donde cada equipo supervisa la actividad de la línea y los mensajes son detectados por todos los nodos pero solamente aceptados por el o los nodos a los cuales va dirigida la información. Esta red en bus se basa en una “autopista” de datos común por lo que si un nodo se avería, solo este nodo deja de comunicarse sin interrumpir la operación como puede ocurrir en una red en anillo. Para evitar colisiones que se producen cuando dos nodos intentan utilizar la red al mismo tiempo, esta red utiliza detección de colisiones o paso de señales para regular el tráfico. En la figura 2.4. se puede apreciar una red en Bus.

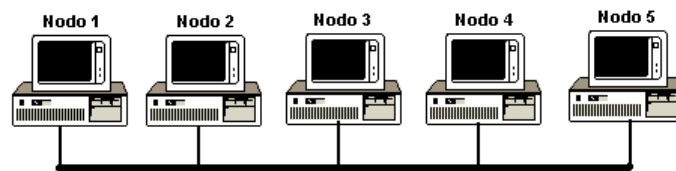


Figura 2.4. Red en Bus

2.2. TRANSMISIÓN DE DATOS

2.2.1. Mediante tarjeta de red

A las tarjetas de interfaz de red también se las conoce por sus siglas en inglés como NIC (Network Interface Card) y como adaptadora o tarjeta adaptadora. Esta tarjeta es una placa de circuito integrado que se instala en un ordenador o equipo de informática para permitir que dicho equipo se pueda conectar a una red como se puede ver en la figura 2.5. Existen algunos parámetros de esta tarjeta que son importantes conocerlos para saber cual es el funcionamiento de la tarjeta y si satisface las necesidades del usuario.

- La velocidad de la tarjeta y la velocidad del equipo o terminal al cual va a estar conectada, como pueden ser concentradores, conmutadores, etc.
- El tipo de conexión que necesita ya que puede ser un conector RJ-45 para cable par trenzado o conector BNC para cable coaxial.
- El tipo de conector, ISA que mide 14 cm. de longitud o PCI que mide 9 cm. de longitud, pero teniendo este último un mayor rendimiento.

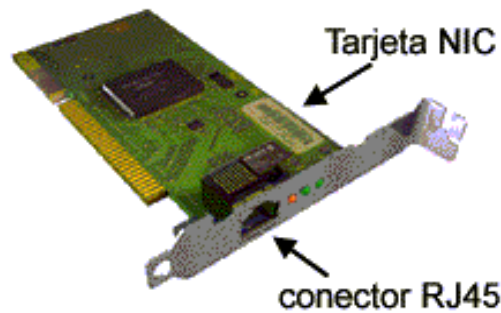


Figura 2.5. Tarjeta de red o NIC

Una tarjeta de red para poder comunicarse debe estar conectada a un concentrador, conmutador o a otro PC, que estarán diseñados para comunicarse mediante el protocolo Ethernet o Fast-Ethernet, diferenciándose estos protocolos en su velocidad de transmisión que es de 10Mbps o 100Mbps respectivamente; o sea que todos los dispositivos que se van a conectar a la red deben tener el mismo protocolo de comunicación. La tarjeta de interfaz obtiene la información del PC, la convierte al formato adecuado y la envía a través del cable a otra tarjeta de interfaz de la red local. Esta tarjeta recibe la información, la traduce para que el PC pueda entender y la envía al PC. Cada tarjeta de red tiene un número identificativo único de 48 bits en hexadecimal llamado MAC (direcciones de hardware); estas direcciones de hardware únicas son proporcionadas por el IEEE (Institute of Electronic and Electrical Engineers), en las cuales los tres primeros octetos del número MAC conocidos como OUI están destinados a identificar a proveedores específicos designados por la IEEE. En la actualidad existen tarjetas de red o NIC's inalámbricas que cumplen las mismas funciones que una tarjeta de red normal con la diferencia que estas ya no poseen el medio físico de conexión entre ellas que es el cable de conexión. Como se menciono en los párrafos anteriores, estas tarjetas se comunican en la red por medio del protocolo de comunicación Ethernet (IEEE 802.3), el cual se lo revisara más adelante en el capítulo de protocolos de comunicación.

2.2.2. Mediante puerto serie

El puerto serie no es más que una interfaz de comunicaciones entre ordenadores y periféricos o terminales, en donde la información es transmitida bit a bit siendo enviado un solo bit a la vez, además cabe mencionar que esta comunicación ha sido muy utilizada por su simplicidad en la transmisión de datos, ya que puede utilizar desde 3 cables hasta 25; en

su forma más básica utiliza un cable para el envío de datos, otro cable para la recepción de datos y otro cable para la tierra. Para la comunicación serial se utilizan 2 tipos de conectores en la fabricación de los cables de comunicación, como son el conector DB 25 que consta de 25 pines pero de los cuales la mayoría de pines no se utilizaba por lo cual se redujo el número de pines y se creó el conector de 9 pines denominado DB 9, los cuales se pueden apreciar en la figura 2.6. 2/

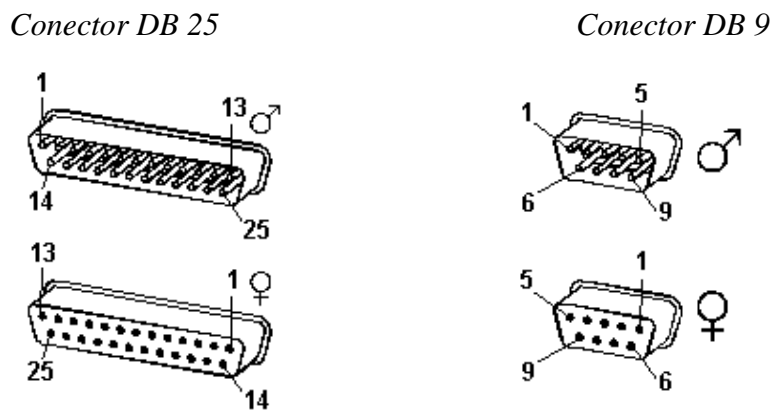


Figura 2.6. Tipos de conectores para comunicación serial (DB 25 y DB 9)

Estos dos tipos de conectores contienen las funciones más importantes de la conexión serie como son:

TXD	Transmitir datos	Señal de salida
RXD	Recibir datos	Señal de entrada
RTS	Solicitud de envío	Señal de salida
DTR	Terminal de datos listo	Señal de salida
CTS	Libre para el envío	Señal de entrada
DSR	Equipo de datos listo	Señal de entrada
DCD	Detección de portadora	Señal de entrada
SG	Tierra	Referencia para señales
RI	Indicador de llamada	Señal de entrada

2/ <http://usuarios.lycos.es/cursosimm/capitulo10.htm>

En la tabla 2.1. se presenta la disposición de los conectores pudiendo tener una idea de las diferencias físicas entre los mismos:

Conector 25 pines	Conector 9 pines	Nombre	Descripción
1	1	-	Masa chasis
2	3	TXD	Transmit data
3	2	RXD	Receive data
4	7	RTS	Request to send
5	8	CTS	Clear to send
6	6	DSR	Data set ready
7	5	SG	Signal ground
8	1	DCD	Data carrier detect
15	-	TXC	Transmit clock
17	-	RXC	Receive clock
20	4	DTR	Data terminal ready
22	9	RI	Ring indicator
24	-	RTXC	Transmit/receive clock

Tabla 2.1. Disposición de conectores para comunicación serial

Una PC para controlar al puerto serie emplea algunas direcciones como 3F8h (0x3f8) e IRQ 4 para el COM1 y 2F8h (0x2f8) e IRQ 3 para el COM2 y para otros puertos tendrán otras direcciones pero pueden compartir las direcciones de IRQ que son instrucciones de bloqueo, además se debe tomar en cuenta las utilidades del puerto ya que si comparten las direcciones IRQ dos puertos y se los quiere utilizar de forma simultánea estos van a tener conflictos.

Así mismo el PC para controlar el puerto serie utiliza un dispositivo UART (Transmisor Receptor Asíncrono Digital), siendo este dispositivo el que determina la velocidad de transmisión, que se mide en baudios (bits/ segundo), utilizando los siguientes niveles lógicos de voltaje:

- Un “1” lógico es un voltaje comprendido entre -5v y -15v en el transmisor y entre -3v y -25v en el receptor.

- Un “0” lógico es un voltaje comprendido entre +5v y +15 v en el trasmisor y entre +3v y +25 v en el receptor.

Estos niveles de voltaje hacen posible la transmisión de datos a mayores distancias que el puerto paralelo, que son de aproximadamente 15 metros dependiendo del ambiente donde se encuentre la red. El UART se comunica mediante una comunicación asincrónica que quiere decir que no existe una señal de reloj asociada a la señal de datos; cada palabra es sincronizada empleando un bit de comienzo (start bit) y un reloj interno en cada lado mantiene la temporización.

Para la transmisión por lo general se emplea un formato 8N1 que quiere decir 8 bits de datos, sin paridad, y un bit de parada (stop bit), la línea para iniciar la transmisión se pone en “0”, siendo enviado un bit a la vez por la línea iniciando por el menos significativo y al final aparece un “1” finalizando la transmisión y manteniéndose así cuando no está transmitiendo.

En resumen lo que ocurre en la transmisión es lo siguiente:

- 1 bit de comienzo o “start”
- 7 u 8 bits de datos
- 1 o 2 bits de parada o “stop”
- 1 bit de paridad

La paridad consiste en contar todos los bits que van circulando en ese momento y ver si el número de unos lógicos es par o impar (“Odd” o “Even”). Si es par, se escribirá un uno y si es impar se escribirá un cero que luego nos servirá para ver si la información enviada es correcta y detectar así posibles errores de transmisión.

En la figura 2.7. se muestra un ejemplo de transmisión con el carácter ASCII “A”, que es el 65 cuya representación binaria es 01000001 y como nos podemos dar cuenta la transmisión de los datos inicia enviando un cero lógico, luego se envían los datos, sabiendo que estos han finalizado cuando se envía un uno lógico, seguidos de un bit de paridad y por último el bit de parada, culminando así la transmisión de este carácter.

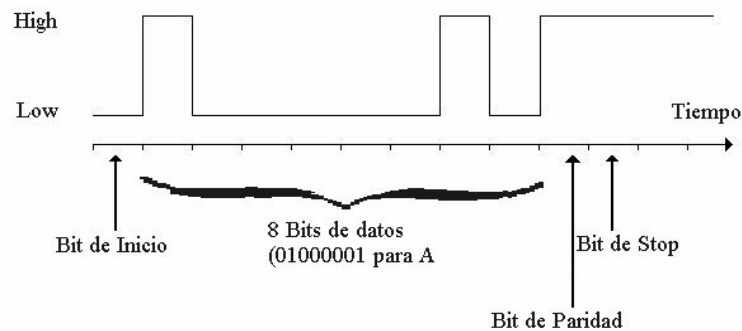


Figura 2.7. Transmisión serial del carácter ASCII "A"

2.2.3. Mediante puerto paralelo

A diferencia de la comunicación en serie que transmite un bit a la vez, la comunicación mediante puerto paralelo lo puede hacer transmitiendo n número de bits a la vez por n número de cables, por lo que sería lógico pensar que este tipo de transmisión podría ser n veces mas rápida que mediante un puerto serie, pero esto en la práctica no se cumple debido al medio de transmisión o sea debido al tipo de cable que se utiliza. Es cierto que una comunicación en paralelo puede utilizar cualquier número de cables, sin embargo el sistema paralelo mas difundido es el que utiliza 8 líneas de datos para transmitir un byte a la vez, también existen otros sistemas como el SCSI que permite la transmisión de datos en configuraciones que van desde los 8 hasta los 32 bits en paralelo. Utiliza niveles de voltaje de 5V para "1 lógico" y de 0V para "0 lógico"

La comunicación en paralelo se puede hacer en una dirección (unidireccional) o en las dos direcciones (bidireccional). La comunicación unidireccional se la realiza mediante dos dispositivos a los cuales se los denomina parte transmisora y parte receptora de la siguiente manera: la parte transmisora coloca la información en las líneas de datos e informa a la parte receptora que la información o los datos están disponibles, entonces la parte receptora lee la información de las líneas de datos e informa a la parte transmisora que ha tomado la información. Como se puede observar las dos partes sincronizan su acceso a las líneas de datos, la parte receptora no leerá las líneas de datos hasta que la parte transmisora se lo indique, en tanto que la parte transmisora no colocará nueva información en las líneas de datos hasta que la parte receptora remueva la información y le indique a la parte

transmisora que ya ha tomado los datos, a esta sincronización o coordinación se la llama acuerdo o entendimiento y en inglés se la conoce como handshaking (apretón de manos).

Para que el handshaking pueda funcionar debe utilizar otras dos líneas de datos adicionales que son, la línea strobe (estroboscopio) que es la que utiliza la parte transmisora para indicarle a la parte receptora la disponibilidad de información y la línea acknowledge (admisión), es la línea que utiliza la parte receptora para indicarle a la parte transmisora que ha tomado la información y que está lista para recibir más datos. El puerto paralelo provee al handshaking de otra línea llamada busy (ocupado) que puede ocupar la parte receptora para indicarle a la parte transmisora que está ocupada y por lo tanto la parte transmisora no debe intentar colocar nueva información en las líneas de datos. A continuación se presenta una secuencia de handshaking en una transmisión de datos.

Parte transmisora:

- La parte transmisora chequea la línea busy para ver si la parte receptora está ocupada. Si la línea busy está activa, la parte transmisora espera en un bucle hasta que la línea busy esté inactiva.
- La parte transmisora coloca la información en las líneas de datos.
- La parte transmisora activa la línea de strobe.
- La parte transmisora espera en un bucle hasta que la línea acknowledge está activa.
- La parte transmisora inactiva la línea de strobe.
- La parte transmisora espera en un bucle hasta que la línea acknowledge esté inactiva.
- La parte transmisora repite los pasos anteriores por cada byte a ser transmitido.

Parte receptora:

- La parte receptora inactiva la línea busy (asumiendo que está lista para recibir información).
- La parte receptora espera en un bucle hasta que la línea strobe esté activa.
- La parte receptora lee la información de las líneas de datos (y si es necesario, procesa los datos).
- La parte receptora activa la línea acknowledge.

- La parte receptora espera en un bucle hasta que esté inactiva la línea de strobe.
- La parte receptora inactiva la línea acknowledge.
- La parte receptora repite los pasos anteriores por cada byte que debe recibir.

Existen tres tipos de conectores para puerto paralelo como son el 1284 tipo A, 1284 tipo B, y 1284 tipo C, siendo el tipo A hembra (DB-25) el mas utilizado en los computadores, el cual se puede apreciar en la figura 2.8. y en la tabla 2.2. se tiene la disposición de este conector.

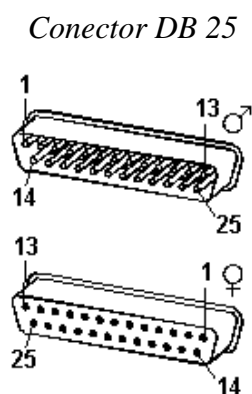


Figura 2.8. Conector DB 25 para comunicación paralela

Conector	Nombre	E/S	Polaridad activa	Descripción
1	Strobe	Salida	0	-
2 - 9	Datos	Salida	-	bit 0/terminal 2, bit 7/terminal 9
10	Acknowledge	Entrada	0	Activa cuando el sistema remoto toma datos
11	Busy	Entrada	0	Si está activa, el sistema remoto no acepta datos
12	Falta de papel	Entrada	1	Si está activa, falta papel en la impresora
13	Select	Entrada	1	Si está activa, la impresora se ha seleccionado
14	Autofeed	Salida	0	Si está activa, la impresora inserta una nueva línea por cada retorno del carro
15	Error	Entrada	0	Si está activa hay un error en la impresora
16	Init	Salida	0	Si se mantiene activa por al menos 50 micro segundos, esta señal auto-inicializa la impresora
17	Select input	Salida	0	Cuando está activa, obliga a la impresora a salir de línea
18-25	Tierra eléctrica	-	-	-

Tabla 2.2. Disposición del conector DB 25 para puerto paralelo

Existen 5 modos de operación del puerto paralelo diferenciándose entre estos por su velocidad y por la cantidad de datos que pueden manejar y son:

- Modo compatible
- Modo nibble
- Modo byte
- Modo EPP, puerto paralelo ampliado
- Modo ECP, puerto de capacidad extendida

En una PC el puerto paralelo es conocido como LPT1 o LPT2 o LPT3 ya que por lo general 3 es el número máximo de puertos paralelos que una PC puede tener y sus direcciones se encuentran especificadas en la tabla 2.3.

Nombre	Direcciones			
	Datos	Estado	Control	Reservado
LPT1 o PRN	03BC	03BD	03BE	03BF
LPT2	0378	0379	037A	037B
LPT3	0278	0279	027A	027B

Tabla 2.3. Direcciones de los puertos paralelos de una PC

Las principales desventajas de la comunicación en paralelo son las siguientes:

- Las conexiones paralelas causan más problemas que las serie.
- Sufren por malos contactos eléctricos, además de que es más caro por la necesidad de utilizar amplificadores a largas distancias.
- Son más frágiles.
- Tienen más pérdida de señal a cortas distancias.
- La distancia de transmisión máxima es aproximadamente 20 pies (6 metros) porque a distancias superiores los datos se distorsionan y esto se debe a que los voltajes de transmisión son bajos.

2.2.4. Mediante puerto USB

Este puerto USB (Universal Serial Bus) o bus universal serie a mejorado notablemente las comunicaciones entre dispositivos, ya que transmite datos a una mayor velocidad que con los puertos serial o paralelo, así como también la posibilidad de conectar varios dispositivos hasta un máximo de 127 equipos conectados en cascada, que pueden funcionar de manera simultánea. Posee tecnología “plug and play” o también llamada Pnp, la cual nos permite que los dispositivos se puedan conectar sin reiniciar la PC o que la PC esté desconectada sin peligro para los equipos, ya que existe una comunicación inmediata entre ellos, porque el dispositivo USB es reconocido e instalado en el instante que se lo conecta si el sistema operativo tiene los controladores o drivers, caso contrario estos serán solicitados al usuario.

La comunicación USB en la actualidad posee dos puertos o normas que son USB 1.1 y USB 2.0 diferenciándose entre ellos en la velocidad de manejo de datos ya que el USB 1.1 maneja 1.5 Mbps para baja velocidad (low speed), para periféricos que no necesitan un gran ancho de banda y 12 Mbps para velocidad total (full speed) para dispositivos que necesitan mayor rapidez y el USB 2.0 permite velocidades de hasta 480 Mbps, denominada alta velocidad (high speed). Cabe mencionar que los dispositivos diseñados para USB 1.1 si pueden ser conectados en USB 2.0 pero no se pueden conectar en forma inversa.

Otra característica importante del puerto USB es que maneja voltajes de 5V por lo que algunos dispositivos son alimentados directamente por este puerto cuando consumen una corriente de 100 mA (bajo consumo) hasta una corriente de 500 mA (alto consumo). La máxima potencia que puede suministrar el puerto USB es de 2.5W, por lo que los dispositivos que tengan un consumo superior a 500 mA deberán ser alimentados por una fuente externa. Además debido a los niveles de voltaje que este puerto maneja, los cables de conexión deberán tener una longitud máxima de 5 metros.

La topología utilizada por los dispositivos USB es en estrella, la cual se organiza por niveles a partir de un controlador host o principal instalado en la tarjeta madre y es el que actúa como interfaz entre el bus y el primer dispositivo USB, existe un concentrador llamado concentrador raíz (root hub) que también está instalado en la tarjeta madre. El controlador host es único y suele ser un chip Intel con una denominación de: 82371AB/EB

y pueden existir varios concentradores raíz en las tarjetas madre, cada uno con su propia salida que por lo general son 2 conectores tipo A, cada uno de estos concentradores se los considera como el origen de un bus que se numeran desde el cero sucesivamente en el orden en que han sido detectados por el sistema.

Todos los periféricos que se encuentran conectados al bus USB pueden intercambiar simultáneamente datos con un ordenador anfitrión o principal, también comparten el ancho de banda del bus por medio de un protocolo de arbitraje basado en testigos (tokens).

Existen dos tipos de elementos en un bus USB que son el anfitrión (host) y los dispositivos, que a su vez se los clasifica en concentradores y funciones; siendo los concentradores (hubs) el centro de una configuración en estrella y sirven para conectar con el sistema anfitrión a otro hub o a una función. Cada hub puede conectar hasta 7 dispositivos aunque se toma como normal conectar 4 salidas que proporcionan 2.5 W de potencia con niveles de voltaje de $5V_{cc} \pm 0.25V$. A diferencia de un concentrador, una función es un dispositivo que tiene la capacidad de recibir o transmitir datos o información de control en el bus USB, comúnmente es un dispositivo independiente conectado por medio de un cable con un distancia inferior a los 5m a un puerto del hub o directamente al sistema anfitrión.

Una conexión punto a punto es cada segmento del bus y pueden ser:

Sistema anfitrión ↔ Función

Sistema anfitrión ↔ Concentrador

Concentrador ↔ Concentrador

Concentrador ↔ Función

La comunicación por medio de un bus USB es síncrona y utiliza el algoritmo de codificación NRZI (Non Return to Zero Inverted) que posee dos niveles de voltaje opuestos, la tensión de referencia es tomada como “1”, pero no existe retorno a cero entre bits, de modo que una serie de unos es un nivel de voltaje constante y uniforme, en cambio los ceros se identifican como cambios de nivel de tensión de modo que una cadena o sucesión de ceros ocasiona sucesivos cambios de tensión entre los conductores de señal.

El protocolo de comunicación utilizado por este puerto es el de testigo, que tiene similitud con el sistema Token-Ring de IBM; la transmisión de datos se lo hace en paquetes debido a que todos los dispositivos periféricos comparten el bus y pueden funcionar simultáneamente, cada paquete tiene una cabecera que indica al periférico de destino. Existen 4 tipos de paquetes: Token, Datos, Handshake y Especial, siendo el tamaño máximo por paquete 8, 16, 32, 64 Bytes, y para detectar y corregir errores se utiliza el sistema tipo CRC (Cyclical Redundancy Check).

Todo el funcionamiento se centra en el host ya que este decide todas las acciones, incluyendo el número que se asigna automáticamente a cada uno de los elementos cada vez que el sistema inicia, o se añade o elimina un dispositivo del bus.

El cable para bus USB es de 4 hilos que son líneas de señal o datos y alimentación, por lo que las funciones pueden utilizar un único cable. Este cable es de dos tipos: apantallado y sin apantallar, teniendo el apantallado sus hilos de señal trenzados, los de tierra y alimentación rectos y la protección o pantalla solo puede conectarse a tierra en el anfitrión, a diferencia del sin apantallar que tiene sus 4 hilos rectos y se utiliza para velocidades de transmisión inferiores a 15 Mbps.

Los diámetros de los hilos de alimentación del bus son estándar, para cada sección se puede utilizar cables de 5m. En la tabla 2.4. se presenta las distancias recomendadas según el diámetro de los hilos y en la tabla 2.5. la distribución de pines de los conectores y colores de los cables de comunicación.

AWG	mm Ø	Long. Max.
28	0.321	0.81 m
26	0.405	1.31 m
24	0.511	2.08 m
22	0.644	3.33 m
20	0.812	5.00 m

Tabla 2.4. Diámetros y longitudes de cables USB

Pin	Nombre	Descripción	Color
1	VBUS	+ 5Vcc	Rojo
2	D -	Data -	Azul
3	D +	Data +	Amarillo
4	GND	Tierra	Verde

Tabla 2.5. Distribución de pines

Existen dos tipos de conectores, A y B, polarizados y utilizan sistemas de presión para sujetarse. Los de tipo A utilizan la hembra en el sistema anfitrión y por lo general se los utiliza cuando la conexión es permanente. Los de tipo B utilizan la hembra en el dispositivo USB (función) y se utilizan en sistemas móviles. En general se puede afirmar que la hembra de los conectores tipo A están en el lado del host (PC), o de los concentradores hub, mientras que las del tipo B están en los periféricos. Ver figura 2.9.



Figura 2.9. Tipos de conectores USB

2.3. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Son una serie de normas que deben proveer las siguientes funcionalidades:

- Permitir localizar un ordenador de forma inequívoca.
- Permitir realizar una conexión con otro ordenador.
- Permitir intercambiar información entre ordenadores de forma segura, independiente del tipo de máquinas que estén conectadas (PC, Mac, AS-400...).
- Abstracter a los usuarios de los enlaces utilizados (red telefónica, radioenlaces, satélite...) para el intercambio de información.
- Permitir liberar la conexión de forma ordenada.

2.3.1. FTP (File transfer Protocol), Protocolo de transferencia de archivos

Este protocolo tiene varios objetivos como son el de compartir archivos entre PC's, transferir datos de forma segura y óptima. Este protocolo más que para ser usado por un usuario directamente es para que los programas lo usen para comunicarse entre ellos, con lo que se logra facilitar al usuario la utilización de una computadora.

Con el pasar del tiempo ha ido evolucionando ya que empezó en 1971 como un modelo de transferencia llamado RFC 141 y luego de algunas revisiones llegó a RFC 265 que ya fue considerado como un modelo de transferencia de archivos completa entre terminales (host), y finalmente fue declarado un FTP oficial el RFC 454.

Entre la terminología más importante de este protocolo tenemos:

- *ASCII*.- Se usan todos los caracteres dentro de los 8 bits en su valor bajo.
- *Access controls*.- Este sirve para hablar acerca de los derechos de la red de cada usuario, tanto en archivos como en dispositivos.
- *Data connection*.- Habla de cuando hay una comunicación Full Duplex entre dos computadores.
- *DTP*.- Proceso de la transferencia.
- *Error recovery*.- Este es un procedimiento que le permite al usuario en algunos casos recuperar información perdida en el proceso de transferencia.

En la transferencia FTP existen tres tipos de datos que son:

- *ASCII*.- Es el tipo más común en el protocolo FTP, y es usado cuando se transfieren archivos de texto, el computador que envía (sender) sin importar cual fuere su estructura debe convertir sus datos al formato genérico de 8 bits, y el que recibe (receiver) lo debe convertir a su formato propio.
- *EBCDIC*.- Es el más eficiente cuando el que envía y el que recibe lo usan como formato propio, este tipo también se representa en 8 bits pero de forma EBCDIC, diferenciándose del anterior en la forma de reconocer los códigos de los caracteres.
- *IMAGEN*.- Es cuando se empaca todo lo que se quiere enviar en cadenas seguidas de paquetes de 8 bits, sin importar el formato interno con que se maneje la información; cuando se envía se debe hacer una conversión de 8 bits en 8 bits y cuando se recibe todo el paquete debe codificarlos de nuevo para que la transmisión sea completada.

En la estructura FTP se consideran tres tipos diferentes de archivos:

- *File-structure*.- Donde no hay estructuras internas y el archivo es considerado como una secuencia continua de bytes.
- *Record-structure*.- Los archivos contienen registros iguales de estructura.
- *Page-structure*.- Los archivos contienen páginas enteras indexadas separadas.

El mecanismo de transferencia en FTP consiste en colocar bien la transferencia de datos en los puertos adecuados y al concluir la comunicación los puertos deben ser cerrados adecuadamente. El tamaño de transferencia es de 8 bits, además de que el que va a transferir, debe escuchar desde el puerto hasta que el comando enviado sea recibido y este será el que de la dirección de la transferencia. Una vez recibido el comando y establecido una transferencia del servidor al que solicita se inicializa la comunicación de la transferencia para verificar la conexión, esta es una cabecera con un formato específico, después de esto se comienza a enviar las tramas de 8 bits sin importar el tipo de datos que sea y al finalizar se envía otra trama cabecera ya establecida confirmando la transferencia completada.

Existen tres modos de transferencia en FTP que son stream mode, block mode y compressed mode.

2.3.2. HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), Protocolo para la transferencia de hipertextos

Este protocolo es necesario para los sistemas de información distribuidos que tengan la necesidad de mostrar la información y pasarla por una comunicación normal haciendo uso de las leyes de este lenguaje.

La primera versión de este lenguaje fue usada en 1990 y luego en 1991 fue implementado para WWW como iniciativa de software y se denominó HTTP 0.9; el protocolo completo fue definido en 1992 e implementado en 1993.

La terminología usada por este protocolo es:

- *Conexión.*- Es el circuito virtual establecido entre dos programas en una red de comunicación con el proceso de una simple comunicación.
- *Mensaje.*- Esta es la unidad básica de un protocolo HTTP, estos consisten en una secuencia estructurada que es transmitida siempre entre los programas.
- *Cliente.*- Es el programa que hace la llamada al servidor y es el que atiende en toda la transmisión la trama de los mensajes.
- *Servidor.*- El que presta el servicio en la red.
- *Proxy.*- Un programa intermedio que actúa sobre los dos, el servidor y el cliente.

2.3.3. NFS (Network file system), Sistema de archivos de RED

NFS es un sistema distribuido para archivos, en redes heterogéneas, con este protocolo, el usuario solo ve un directorio cuando esta dentro de la red, claro que tiene ramas dentro, pero no puede ver más arriba de el nivel en el que entra, puede darse el caso que los archivos dentro de esta estructura del directorio, ni siquiera estén en la misma computadora.

2.3.4. POP3 (Post office protocol version 3), Protocolo de oficina de correos versión 3.

Es un protocolo usado solamente para la administración de correo de internet, permitiendo que una estación de trabajo acceda dinámicamente a un maildrop, que es el lugar donde el sistema de transporte de mensajes almacena el correo, para que los otros nodos puedan trabajar con él sin necesidad de que estos tengan su propio sistema de transporte de mensajes.

El acceso permitido por el protocolo POP3 a un servidor debe ser de forma útil y eficiente, lo que quiere decir que este protocolo se usa para permitir a una estación de trabajo recobrar correo que el servidor tiene almacenado, pero no tiene como función proveer de extensas operaciones de manipulación de correo sobre el servidor, además de que el correo es transmitido y luego borrado.

Inicialmente el servidor comienza el servicio POP3 leyendo el puerto 110 TCP que es un puerto de conexión virtual que usa este protocolo. Cuando el host cliente desea hacer uso del servicio establece una conexión TCP (protocolo de control de transmisión) con el servidor y cuando la conexión se establece, el servidor POP3 envía un saludo, entonces el cliente y el servidor POP3 intercambian comandos y respuestas respectivamente hasta que la conexión se cierra o finaliza.

Los comandos en el POP3 consisten en una palabra clave (keyword), posiblemente seguida de uno o más argumentos que consisten en caracteres ASCII separados cada uno de ellos por el carácter espacio y finalizan con un par CRLF. Las palabras clave son de una longitud de tres o cuatro caracteres, mientras que cada argumento puede ser de hasta 40 caracteres de longitud. Las respuestas en el POP3 consisten en un indicador de estado y una palabra clave posiblemente seguida de información adicional y finalizando con un par CRLF cuya dimensión puede ser de hasta 512 caracteres de longitud, incluyendo el CRLF. También posee dos indicadores de estado, uno positivo o afirmativo “+ OK” otro negativo “- ERR”.

Una sesión POP3 se desarrolla a través de una serie de estados en el transcurso de su vida útil. Luego de abrirse la conexión y que el servidor de POP3 ha enviado el saludo, la sesión entra en el estado de autorización (AUTHORIZATION), estado en el cual el cliente debe identificarse al servidor de POP3 para que el servidor adquiera los recursos asociados al maildrop de éste, y la sesión entra en el estado de transacción (TRANSACTION), en donde el cliente realiza una serie de solicitudes al servidor. Cuando el cliente ha emitido el comando de finalización (QUIT), la sesión entra en el estado de actualización (UPDATE) en donde el servidor libera cualquier recurso adquirido en el estado de transición y la conexión se cierra.

2.3.5. SCP (Simple Communication Protocol), Protocolo de comunicación simple

Protocolo en el cual permite al servidor y al cliente tener múltiples conversaciones sobre una TCP normal y está diseñado para que su implementación sea simple. Este protocolo está destinado al control del diálogo entre el servidor y el cliente, administrando y agilizando sus conversaciones en un alto porcentaje, este protocolo le permite a cualquiera de los dos (servidor o cliente) establecer una sesión virtual.

2.3.6. TCP/IP (Transfer Communication Protocol / Internet Protocol)

Se llama TCP/IP a la familia de protocolos que permite la conexión a internet y su nombre proviene de los dos protocolos mas importantes de esta familia:

- *Protocolo TCP*, funciona en el nivel de transporte del modelo OSI, proporcionando un transporte fiable de datos.
- *Protocolo IP*, funciona en el nivel de red del modelo OSI, que nos permite encaminar nuestros datos hacia otras máquinas.

Algunas características de los protocolos TCP/IP son:

- Los programas de aplicación no tienen conocimiento del hardware que se utilizara para realizar la comunicación (módem, tarjeta de red...)
- La comunicación no esta orientada a la conexión de dos máquinas, eso quiere decir que cada paquete de información es independiente, y puede viajar por caminos diferentes entre dos máquinas.
- La interfaz de usuario debe ser independiente del sistema, así los programas no necesitan saber sobre que tipo de red trabajan.
- El uso de la red no impone ninguna topología en especial.

Toda arquitectura de protocolos se descompone en una serie de niveles, usando como referencia el modelo OSI para dividir el problema global en subproblemas para facilitar su solución, por lo que es necesario conocer el modelo OSI y se presenta a continuación:

Modelo OSI

El modelo que plantea la organización internacional de estándares (ISO) es un modelo abstracto de interconexión llamado "Modelo abierto de interconexión" (OSI). ^{3/}

Tiene 7 capas que se describen a continuación:

^{3/} http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_OSI

a) *Física (physical layer)*: Trata el problema de la transmisión de datos. En esta capa están principalmente las especificaciones mecánicas de los conectores, los niveles de tensión, los rangos de tiempo de las señales, etc.

b) *Enlace de datos (data link layer)*: Esta capa se ocupa de presentar una transmisión libre de errores a la capa siguiente. Resuelve los problemas de pérdida y duplicación de paquetes de datos.

c) *Red (network layer)*: Controla la forma que se rutean o direccionan los paquetes de un origen a un destino, problemas de congestión, etc.

d) *Transporte (Transport layer)*: Esta capa es la que provee una comunicación end-to-end (extremo a extremo) confiable.

e) *Sesión (Session layer)*: Permite que los usuarios en distintas máquinas establezcan sesiones entre ellos.

f) *Presentación (Presentation layer)*: Se encarga del problema de la representación de la información: codificación (e.g. ASCII, EBCDIC, etc.), compresión, encriptado, etc.

g) *Aplicación (Application layer)*: Son los programas de aplicación que utilizan la red (FTP, protocolos de mail, etc).

A diferencia del modelo OSI que está formado por siete niveles, TCP/IP se descompone en cinco niveles, cuatro niveles de software y un nivel de hardware, los cuales se analizan a continuación.

2.3.6.1. Nivel de aplicación

Constituye el nivel más alto de la torre TCP/IP que a diferencia del modelo OSI se trata de un nivel simple en el que se encuentran las aplicaciones que acceden a los servicios disponibles a través de internet, que están sustentados por una serie de protocolos que los proporcionan, como por ejemplo el protocolo FTP (File Transfer Protocol), que proporciona los servicios necesarios para la transferencia de ficheros entre dos ordenadores o el SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), protocolo de correo electrónico.

2.3.6.2. Nivel de transporte

Proporciona la comunicación de extremo a extremo entre programas de aplicación, en la cual la máquina remota recibe exactamente lo mismo que le envió la máquina origen. En este nivel el emisor divide la información que recibe del nivel de aplicación en paquetes, le añade los datos necesarios para el control de flujo y control de errores, y se los pasa al nivel de red junto con la dirección destino. El receptor de este nivel se encarga de ordenar y unir las tramas para generar de nuevo la información original.

Para implementar el nivel de transporte se utilizan dos protocolos:

- *UDP*: proporciona un nivel de transporte no fiable de datagramas que es un paquete de información que no está orientado a la conexión, conteniendo encabezamientos (headers) que proporcionan los encaminadores (routers) con las direcciones de destino; se dice que no es fiable ya que apenas añade información al paquete que envía al nivel inferior, solo la necesaria para la comunicación extremo a extremo.
- *TCP (Transport Control Protocol)*: es el protocolo que proporciona un transporte fiable de flujo de bits entre aplicaciones y esta pensado para poder enviar grandes cantidades de información de forma fiable, liberando al programador de aplicaciones de la dificultad de gestionar la fiabilidad de la conexión (retransmisiones, pérdida de paquetes, orden en que llegan los paquetes ,duplicados de paquetes, etc.) que gestiona el propio protocolo, pero la complejidad de la gestión de la fiabilidad tiene un coste en eficiencia, ya que para llevar a cabo las gestiones anteriores se tiene que añadir bastante información a los paquetes a enviar.

2.3.6.3. Nivel de red.

También recibe el nombre de nivel Internet y coloca la información que le pasa el nivel de transporte en datagramas IP, le añade una cabecera necesaria para su nivel y lo envía al nivel inferior. Es en este nivel donde se emplea el algoritmo de encaminamiento, al recibir un datagrama del nivel inferior decide, en función de su dirección, si debe procesarlo y pasarlo al nivel superior, o bien encaminarlo hacia otra máquina. Para implementar este nivel se utilizan los siguientes protocolos:

- *IP (Internet Protocol)*: es un protocolo no orientado a la conexión, con mensajes de un tamaño máximo. Cada datagrama se gestiona de forma independiente, por lo que dos datagramas pueden utilizar diferentes caminos para llegar al mismo destino, provocando que lleguen en diferente orden o bien duplicados. Es un protocolo no fiable, eso quiere decir que no corrige los anteriores problemas, ni tampoco informa de ellos. Este protocolo recibe información del nivel superior y le añade la información necesaria para su gestión (direcciones IP , checksum o revisión total).
- *ICMP (Internet Control Message Protocol)*: proporciona un mecanismo de comunicación de información de control y de errores entre máquinas intermedias por las que viajarán los paquetes de datos. Estos datagramas los suelen emplear las máquinas (gateways o encaminadores, host, etc.) para informarse de condiciones especiales en la red, como la existencia de una congestión, la existencia de errores y las posibles peticiones de cambios de ruta.
- *IGMP (Internet Group Management Protocol)*: este protocolo está íntimamente ligado a IP . Se emplea en máquinas que emplean IP multicast . El IP multicast es una variante de IP que permite emplear datagramas con múltiples destinatarios.

2.3.6.4. Nivel de enlace

Este nivel se limita a recibir datagramas del nivel superior (nivel de red) y transmitirlo al hardware de la red. Pueden usarse diversos protocolos: DLC(IEEE 802.2), Frame Relay, X.25, etc.

La interconexión de diferentes redes genera una red virtual en la que las máquinas se identifican mediante una dirección de red lógica. Sin embargo a la hora de transmitir información por un medio físico se envía y se recibe información de direcciones físicas.

Un diseño eficiente implica que una dirección lógica sea independiente de una dirección física, por lo tanto es necesario un mecanismo que relacione las direcciones lógicas con las direcciones físicas. De esta forma podremos cambiar nuestra dirección lógica IP conservando el mismo hardware, del mismo modo podremos cambiar una tarjeta de red, la cual contiene una dirección física, sin tener que cambiar nuestra dirección lógica IP.

2.3.6.5. Nivel Físico

Al igual que en el modelo OSI este nivel se encarga del problema de la transmisión de datos y es la capa en donde se encuentran principalmente las especificaciones mecánicas de los conectores, los niveles de tensión, los rangos de tiempo de las señales, etc.

2.3.7. Ethernet

Es una de las arquitecturas de red local más conocidas y populares. Cuando se habla de ethernet nos referimos a una tecnología de enlace de datos.

Ethernet fue desarrollada por Xerox en los laboratorios de Palo Alto en California. Utilizaron el protocolo CSMA/CD y los nodos de la red conectados mediante cable coaxial, usaban direcciones de 48 bits. Estas características permitían reorganizar la red sin tener que efectuar cambios en el sistema operativo (SO), lo cual tiene mucho que ver con su enorme éxito en la actualidad.

Considerando las desventajas de CSMA/CD se comprende que esta forma de funcionar ofrezca dificultades cuando en el canal de comunicación se produce un uso intensivo. Las inevitables colisiones se traducen en una pérdida de rendimiento en situaciones de sobrecarga de la red. En la práctica la mayoría de los nodos de una gran red intercambian información entre ellos de forma ocasional y las redes se dividen en subredes para minimizar colisiones de mensajes. El modelo de la arquitectura Ethernet es ante todo muy flexible y facilita la creación y gestión de redes muy grandes sin grandes problemas.

En la actualidad hay una amplia variedad de formas de interconectar máquinas en una LAN. Incluso se pueden utilizar los puertos serie o paralelo, para ello lo más frecuente es usar Ethernet mediante tarjetas de red. Se puede usar cable coaxial que en sus extremos posee terminales especiales y admiten enlaces en forma de T para conectar tantos puertos como sea necesario sin tener que adquirir un "hub" (dispositivo concentrador que dispone de varios puntos de conexión a la salida). Con este cable se puede prescindir de un "hub" solo en el caso de interconectar dos ordenadores, y para ello el cable ha de ser especial, ya que la posición de algunos de los 8 pines que tiene el conector RJ45 deberán ir cruzados.

2.4. TIPOS DE REDES INDUSTRIALES

Se dice que una red industrial es una red de tiempo real utilizada en un sistema de producción para conectar distintos procesos industriales o de aplicación con la finalidad de asegurar la explotación y mejorar la eficiencia y la efectividad de los procesos y se lo puede hacer en los niveles de comando, mantenimiento, supervisión y gestión. ^{4/}

La tabla 2.6. presenta una comparación entre una red industrial y una red empresarial:

	Red Industrial	Red Empresarial
Usuario	Procesos	Personas
Tráfico	Determinístico	Aleatorio
Servicios	Predeterminado	Adaptados al usuario
Simultaneidad	Predeterminada	Todos los usuarios
Tiempo de respuesta	Crítico	No crítico
Método de comunicación	Según la aplicación	Generales

Tabla 2.6. Red industrial y red empresarial

Estas redes también se referencian en el modelo OSI, y como se analizó anteriormente, para redes empresariales tiene y utiliza 7 niveles o capas y en una red industrial por lo general solamente se utilizan 3 capas que son: la capa física, la capa de enlace (MAC - LLC) y la capa de aplicación siendo las capas 1, 2 y 7 del modelo OSI.

Los tipos de comunicación que existen son: punto a punto, en la cual solo intervienen dos entidades o dispositivos que los puede llamar como primario/secundario, emisor/receptor, pozo/fuente, cliente/servidor; multipunto, aquella en la que mas de dos entidades o dispositivos están involucrados; y la difusión, en la que todas las entidades o dispositivos están involucradas.

Existen tres niveles de redes industriales o también llamados buses de campo que se muestran en la figura 2.10. y estos son: sensorbus, devicebus y fieldbus así como también en la tabla 2.7. se puede observar sus características.

^{4/} <http://www.fi.uba.ar/materias/6629/redes1c.pdf>

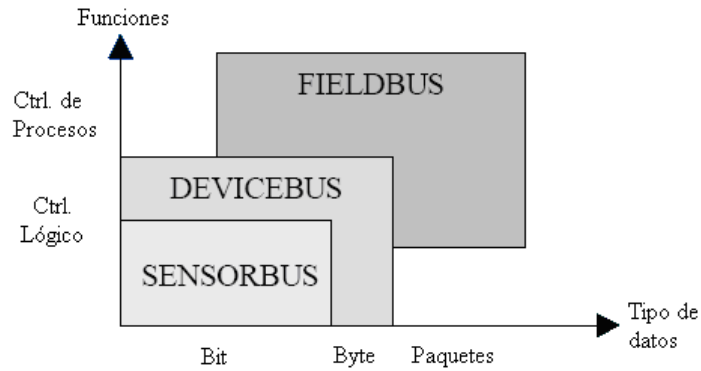


Figura 2.10. Redes industriales

	<i>Sensorbus</i>	<i>Devicebus</i>	<i>Fieldbus</i>
Aplicaciones	Discretas-maquina	Discretas-maquina	Proceso
Control típico	PLC / PC	PLC / PC	Distribuído
Basado en micro-procesador	NO	SI	SI
Inteligencia interna	NO	Algunos	SI
Diagnóstico	NO	Simples	Sofisticados
Tiempo de resp.	5 mseg o menos	5 mseg o menos	10 mseg
Ejemplo	Sensor de proximidad	Sensor fotoeléctrico con diagnóstico	Válvula inteligente control PID y diagnóstico.

Tabla 2.7. Características de las redes industriales

2.4.1. Sensorbus.

Conecta equipos simples y pequeños directamente a la red, los cuales necesitan una comunicación rápida en niveles discretos o señales digitales, esta comunicación se realiza en bits. Los dispositivos que comúnmente se conectan son sensores, actuadores, botoneras interruptores, etc. con un controlador central. Esta red no tiene como función cubrir grandes distancias sino, mantener tan bajos costos como sea posible en la distribución de E/S digitales. Algunos ejemplos de sensorbus son: ASi, FlexIO, Interbus Loop, Seriplex, Sensoplex.

2.4.2. Devicebus.

Este bus se encuentra entre sensorbus y fieldbus ya que puede abarcar distancias de alrededor de 500m. Las variables que maneja devicebus son digitales o discretas, algunas analógicas o en menor grado una mezcla de las dos. La transmisión de la información es en bytes aunque en algunos casos permite transferencia de bloques pero de menor prioridad; tiene menos requisitos en la transferencia de datos que sensorbus pero puede controlar más dispositivos y datos. Los dispositivos que se conectan en esta red pueden ser controladores (PLCs), PCs, etc. La función principal de esta red es la de compartir dispositivos de campo entre varios equipos de control y comando. Algunos ejemplos de esta red son DeviceNet, CAN, Smart Distributed System (SDS), Profibus DP, LONWorks, Interbus-S, FIPIO.

2.4.3. Fieldbus

Interconecta equipos de E/S más inteligentes y cubre distancias superiores a las que se puede cubrir con las redes anteriores; la inteligencia que poseen los equipos que se conectan en esta red permite realizar funciones específicas de control como lazos PID, controles de flujo y otras redes, por lo cual manejan variables analógicas, digitales, parámetros, programas e información de usuario. La función primordial de la red es repartir la aplicación a todos los dispositivos que se conectan como son controladores, PCs, etc. Algunas de las redes fieldbus son Fieldbus Foundation (FF), Profibus PA, WorldFIP, ControlNet, HART, IEC/ISA SP50, Modbus+ / DH+ (DH-485).

2.4.3.1 Red DH-485

Es una red LAN industrial diseñada para aplicaciones en algunos departamentos de fábricas. En la marca Allen Bradley DH-485 permite la conexión de hasta 32 dispositivos, incluyendo controladores SLC 500 y Micrologix 1000, sistemas de gráficos a color, y computadores personales (PC). El enlace DH-485 junto con el enlace auxiliar RS-232-C (Protocolo DF1), constituyen la red DH-485.

En el caso de Allen-Bradley se puede utilizar el software llamado RSLinx que instalado en una PC y configurado para este tipo de red, permite la comunicación con otros nodos de la

red, además que las opciones de esta interface permiten una fácil reconfiguración de la red cuando esta cambia.

La conexión de la red DH-485 se recomienda realizar mediante el cable Belden 9842 que se puede apreciar en la figura 2.11. y se observa que está formado por 4 cables que llegan al los terminales Phoenix de 6 pines que son los utilizados para esta red.

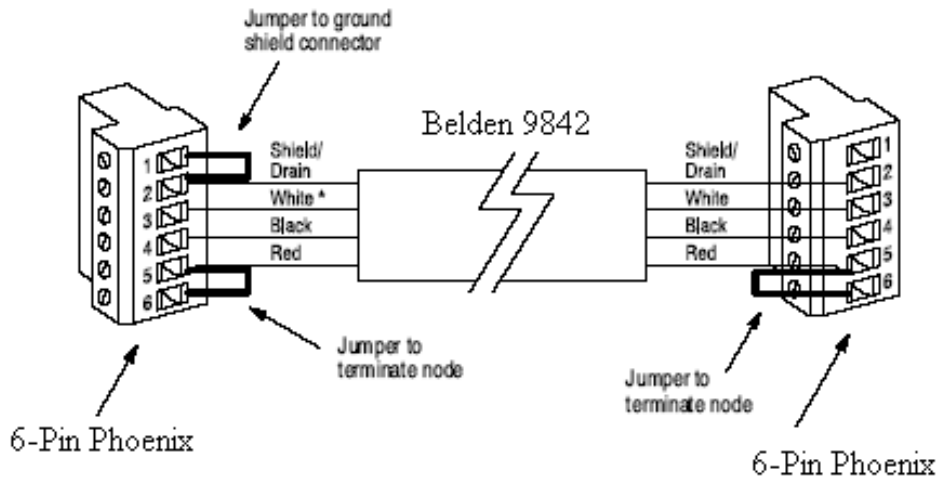


Figura 2.11. Cable Belden 9842 con terminales Phoenix de 6 pines

La longitud máxima de la línea principal (Trunkline) de la red puede tener una longitud máxima de 4000 pies (1219 metros) con una velocidad de transmisión máxima de 19.2 Kbits/seg, utilizando el método “token passing”.

En la figura 2.12. se muestra una configuración típica de una red DH-485, la cual muestra los accesorios principales que son necesarios para construir esta red como las tarjetas 1747-AIC o 1761-NET-AIC (Advanced Interface Converter), esta última se analizará a continuación ya que se la va a utilizar en la realización de este proyecto, siendo la columna principal del mismo.

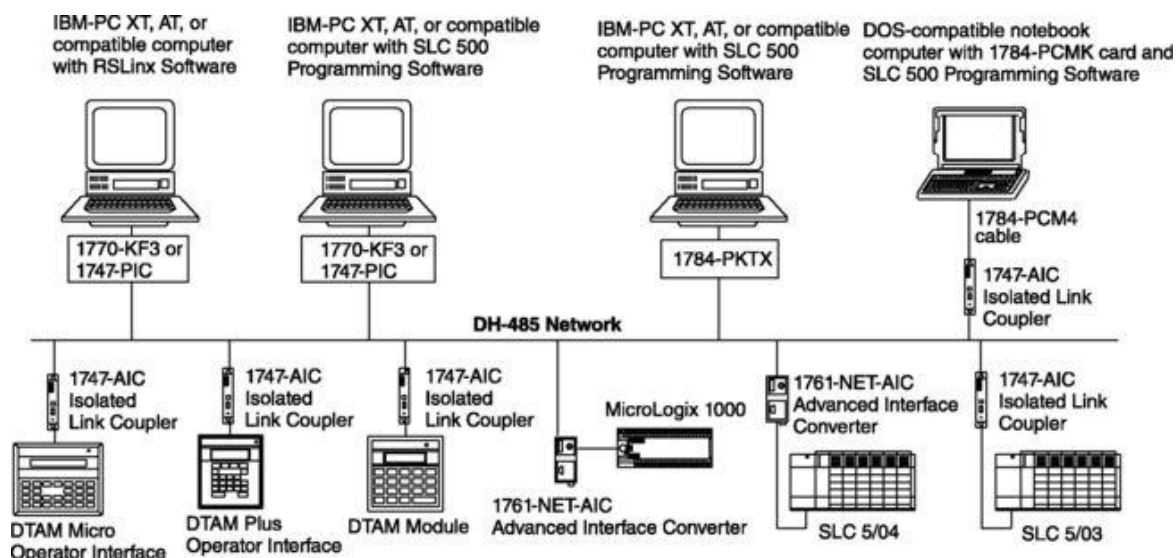


Figura 2.12. Red DH-485 típica

La tarjeta de red 1761-NET-AIC permite el acceso a la red DH-485 a cualquier dispositivo DH-485 que tenga un puerto RS-232, incluyendo todos los controladores micrologix, SLC 5/03 y 5/04, y PanelView, además de mantener el aislamiento entre todos los puertos para tener una mayor estabilidad en la red y proteger los dispositivos conectados a la misma.

Este equipo puede ser colocado en una riel DIN o en un panel ya que tiene una sujeción industrial. Los cables que se pueden conectar a la tarjeta AIC son de fácil conexión y puede ser entre tarjetas o con otros dispositivos.

Características de la tarjeta 1761-NET-AIC:

- Dos conexiones aisladas RS-232 (uno para terminal D de 9 pines y otro mini DIN de 8 pines).
- Acepta la alimentación por el puerto mini DIN de 8 pines proporcionada por el controlador Micrologix o por una conexión externa a una fuente de alimentación.
- Es compatible con SLC bajo DH-485 que usan la tarjeta 1747-AIC.
- La capacidad de seleccionar la velocidad de forma automática facilita la estructuración del sistema.
- Tiene LEDs de diagnóstico de monitoreo de puertos y de la actividad de la red.

Especificaciones técnicas:

- El voltaje de alimentación requerido de 24 Vcd puede variar entre 20.4 Vcd y 28.8 Vcd
- La corriente que consume es de 120 mA y la corriente de arranque es de 200 mA.
- Aislamiento interior de 500 Vcd
- La temperatura ambiente de operación es de 0 a 60 °C (32 a 140 °F)
- El número máximo de nodos es 32 en una red multipunto
- La máxima distancia de conexión es de 1219m (4000 ft) por red multipunto
- El máximo número de redes multipunto agrupadas es de 2.

En la figura 2.13. se tiene la tarjeta 1761-NET-AIC con los terminales que se mencionaron anteriormente. El ANEXO A2 indica las especificaciones técnicas de esta tarjeta.

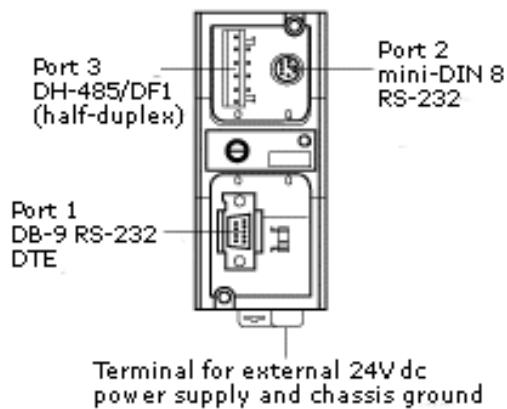


Figura 2.13. Tarjeta 1761-NET-AIC necesaria para construir una red DH-485

CAPITULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL MONITOREO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE FLUJO HVAC Y NIVEL DE LÍQUIDOS

3.1. ACONDICIONAMIENTO DE LAS SEÑALES DE LOS PROCESOS PARA EL MONITOREO.

3.1.1. Acondicionamiento de Señales del Sistema HVAC

Para obtener las señales de control de caudal de aire se lo realizó mediante un medidor de fuerza tipo placa que mueve a una resistencia variable y para obtener las señales de temperatura se lo realizó mediante el uso de una RTD (Pt-100). Ambas señales se las acondicionó mediante un puente de Wheatstone. Tal como se puede observar en la figura 3.1.

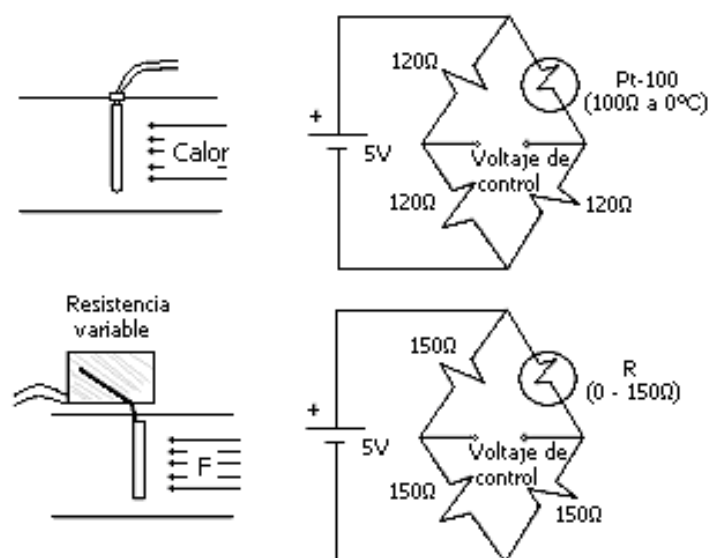


Figura 3.1. Acondicionamiento de señales de temperatura y caudal.

3.1.2. Acondicionamiento de Señales del Sistema de Control de Nivel de Líquidos

La lectura del control de nivel líquido se lo realizó mediante el uso de un sensor de ultrasonido el cual tiene un rango de lectura desde los 10 cm hasta 150cm teniendo una variación de voltaje proporcional a la distancia de 1 a 10 V (ANEXO A3), cuya señal de voltaje permite ingresar al PLC y realizar el control, se puede observar su instalación en la figura 3.2.

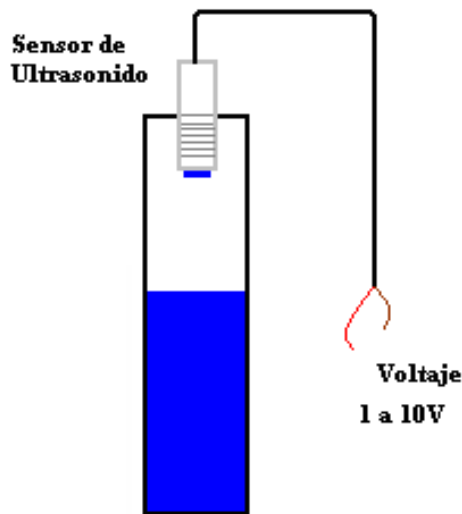


Figura 3.2. Sensor de nivel en el tanque.

3.2. AJUSTE Y CALIBRACIÓN DE SEÑALES.

3.2.1. Ajuste y Calibración de las Señales de HVAC.

El rango de voltaje de salida del puente de Wheatstone es muy bajo como para obtener un escalamiento proporcional tanto para el flujo de aire como para el control de temperatura, por lo que posteriormente se debe tener una etapa de amplificación sea por software o hardware. Las lecturas tomadas son las siguientes:

Valores medidos de voltaje del sensor resistivo del caudal.

Valor Mínimo: 0.12 V (200 bits) a 40 C.F.M

Valor Máximo: 0.78 V (1272 bits) a 80 C.F.M

Valores medidos de voltaje de la RTD.

Valor Mínimo: 2.26 V (3648 bits) a 22.5°C

Valor Máximo: 2.45 V (3960 bits) a 70°C

En vista que los datos de entradas y salidas analógicas del PLC Micrologix 1200 se maneja en función de datos en bits, se procede a hacer un escalamiento y amplificación por software mediante ecuaciones matemáticas de programación en el PLC, tal como puede observar en los programas de los procesos de este proyecto, de tal forma que el valor máximo equivalga a 10 V (16900 en bits) y el valor mínimo 0 V (0 bits). Y obtener de esta manera un escalamiento y poder realizar el control.

3.2.2. Ajuste y calibración de las señales del Nivel de Líquidos.

El sensor de ultrasonido tiene la característica de variar en forma proporcional de acuerdo a su distancia de un objeto de 1 a 10 V y este valor ingresa directamente al modulo de E/S analógicas del PLC para posteriormente calibrar el rango de ajuste de control del sensor mediante una proporción matemática en función del porcentaje de llenado del tanque, el valor que ingresa al PLC es escalado mediante la programación del PID como se aprecia en la figura 3.46. b).

3.3. DISEÑO DE LA RED DH-485

3.3.1. Implementación de la Red Mediante las Tarjetas AIC.

Una tarjeta AIC (ANEXO A2), se la conoce como un Convertidor de Interfase Avanzado, es decir que mediante esta tarjeta se puede realizar una configuración de la RED DH-485 para la marca exclusiva Allen-Bradley, donde interactúan varios equipos para formar un solo grupo de comunicación simultánea de acuerdo a los puertos que se observa en la figura 3.3., como son: el puerto 1 o (RS-232) que es un puerto serial usado ya sea para ingreso de una computadora a la red o del PLC, el puerto 2 (RS-232) conocido como Mini Din 8 que normalmente se lo usa para ingresar el PLC a la Red y por último tenemos el puerto 3 RS-485 (conector phoenix), con el cual se interconectan las tarjetas AIC para formar la red DH-485.

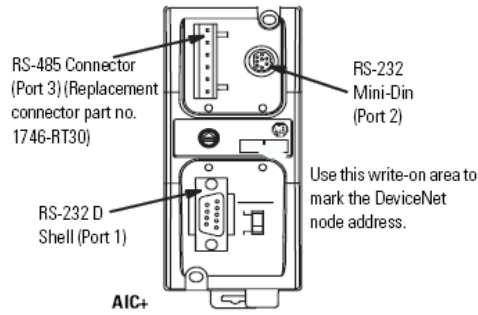


Figura 3.3. Puertos de comunicación de la AIC

En el puerto de la red DH-485 se tiene el conector Phoenix que posee seis terminales los cuales se describen en la figura 3.4.



Figura 3.4. Bornes del puerto RS-485 (Phoenix 6 pines)

3.3.1.1. Cableado de la Red

Para realizar la conexión de la red DH-485 se recomienda usar el cable Belden 9842 o un bus de cables, evitando hacer una triple conexión de AICs en cualquiera de los terminales como se muestra en la figura 3.5, en la misma se aprecia la forma correcta de conexión.

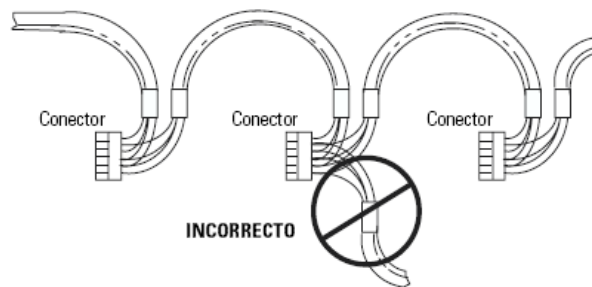


Figura 3.5. Conexión en cadena

Se debe tomar en cuenta el inicio y el final de la red ya que como se puede observar en la figura 3.6 existe una conexión para señalar el inicio para lo cual se cortocircuita los bornes Term con el borne de comunicación A y el Shield con el Gnd. Para marcar el último nodo se cortocircuita el borne Term con el borne de comunicación A. Cabe destacar que cada AIC es un nodo de la red a donde se conectan los equipos. La red puede estar formada por una hasta un máximo de 32 AICs de acuerdo a las especificaciones propias que establece Allen Bradley. 1/

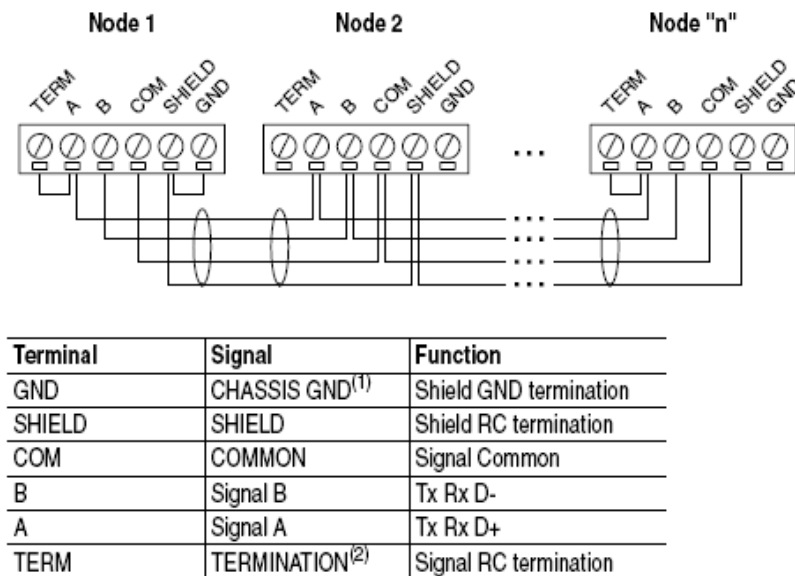


Figura 3.6. Cableado del principio y final de la Red

3.3.2.1. Implementación de los PLCs Micrologix a la Red.

Los PLCs se conectan a la red mediante los cables de programación 1761-CBL-HM02 los cuales poseen el terminal para conectar hacia las tarjetas AIC como se observa en la figura 3.7., y además se puede apreciar la conexión de los PLCs con sus respectivos módulos I/O 1762-IF2OF2 hacia la red que se ha implementado para este proyecto.

1/ Manual de la tarjeta 1761-NET-AIC (ver ANEXO A2)

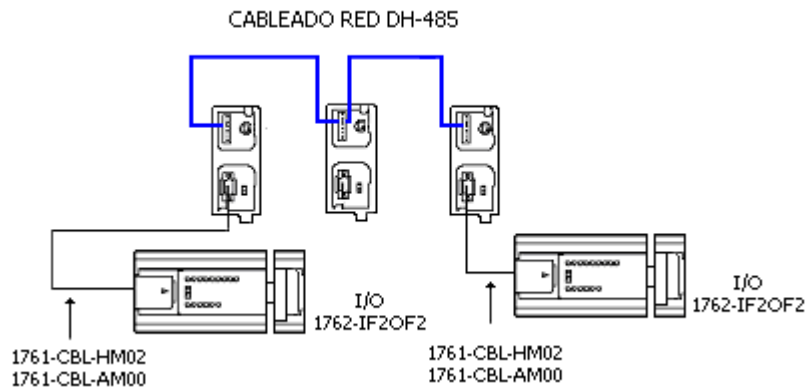


Figura 3.7. Conexión de los PLCs a la red DH-485

3.3.3.1. Implementación de la PC y el PanelView 600 a la Red.

La PC se conecta a la red mediante un cable serial cruzado que va desde esta hasta el puerto serial (RS-232) de la tarjeta AIC, permitiendo así a la PC programar todos los elementos terminales que se encuentran conectados a la red. Para conectar el PanelView 600 se usa un cable de conexión el mismo que al un extremo se conecta al PanelView con un conector RJ-45 tal como muestra la figura 3.8. a) y al otro extremo a la red DH-485 mediante el terminal Phoenix. Se recomienda usar un cable 1761-CBL-AS09 (figura 3.8. a)), también se puede construir de acuerdo ala distribución de pines como muestra la figura 3.8. (b). De esta manera conectamos estos dos equipos que van a estar en la red tal como se observa en la figura 3.9.

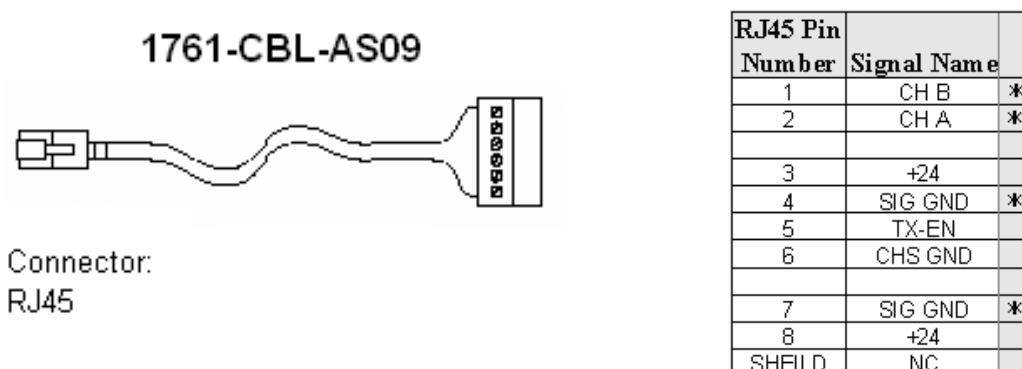


Figura 3.8. a) Cable 1761-CBL-AS09 b) Distribución de pines

* Terminales usados en la fabricación del cable para la conexión del PanelView a la red DH-485

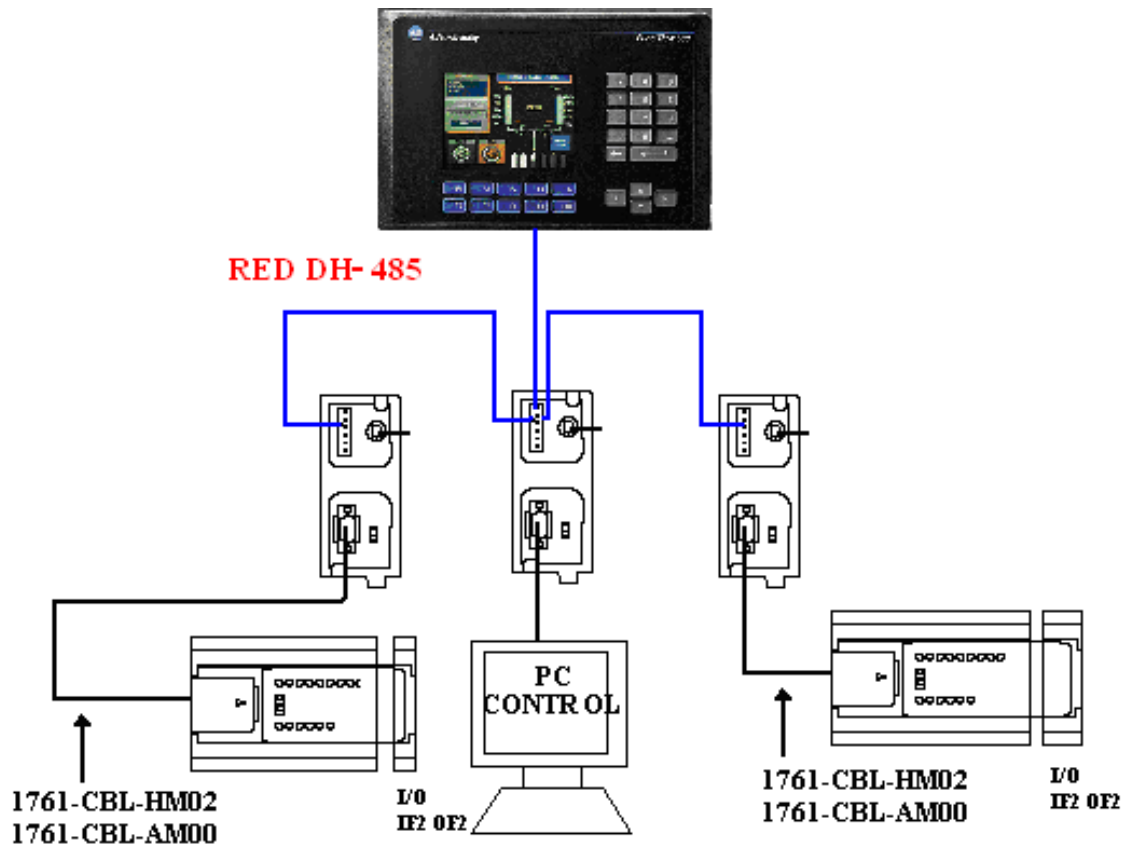


Figura 3.9. Red DH-485

3.3.2. Estudio entorno al software RSLinx.

El RSLinx es un software de la familia Allen Bradley que se lo utiliza mediante Windows para programar la visualización de una red o visualización de un producto Allen-Bradley que va a ser programado como por ejemplo: PLC Micrologix, SLC, Control Logix, PanelView, etc.

Este programa es un dispositivo que primeramente reconoce al equipo para posteriormente conectar a los otros programas de aplicación HMI como RS-Logix, RSNetWorx, RSView32, Panel Builder. RSWho es la ventana principal de RSLinx que despliega redes y dispositivos en un estilo similar al Explorador de Windows como se observa en la figura 3.10. En esta pantalla principal tenemos dos ventanas las cuales nos permiten visualizar el equipo que esta siendo reconocido por le software.

En el ANEXO A4 se presenta una descripción del software RSLinx.

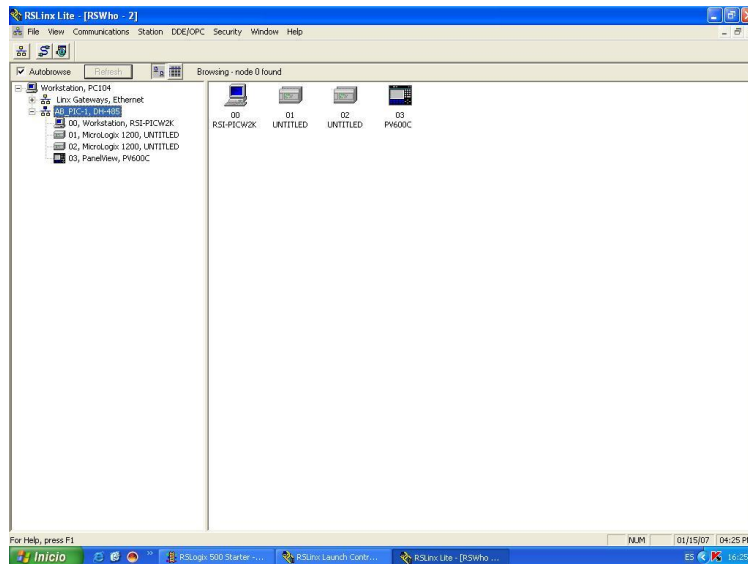


Figura 3.10. Pantalla principal del RSLinx

El RS-Linx posee una ventana para reconocer el tipo de comunicación que se va a realizar ya sea: RS 232, Ethernet, mediante AIC +, DH 485, ControlNet, SLC 500, PLC 5, y accesorios de Allen Bradley, etc. Se escoge la comunicación simplemente haciendo un click en la ventana Communications y posteriormente en Configure Drivers de acuerdo a la comunicación del equipo se selecciona una opción. Como se observa en la figura 3.11.

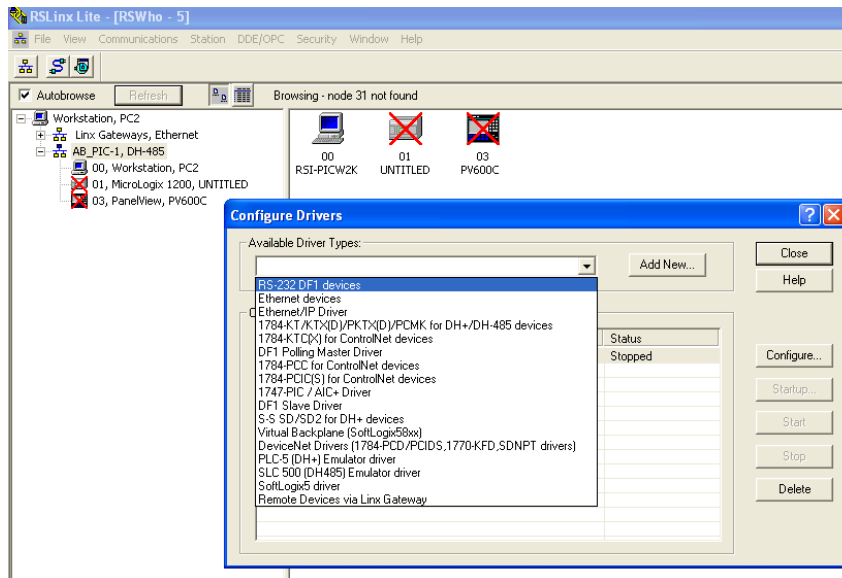


Figura 3.11. Ventana de configuración de comunicación

Una vez que se haya escogido el tipo de comunicación se procede a realizar las configuraciones de velocidad de transmisión al equipo o red, puerto de comunicación, etc., para realizar esta configuración damos un click en botón de comando Add New..., y aparecerá una ventana de configuración. Cada ventana es de acuerdo al tipo de comunicación que se ha escogido. En la figura 3.12. podemos observar la ventana de programación para una comunicación RS 232.

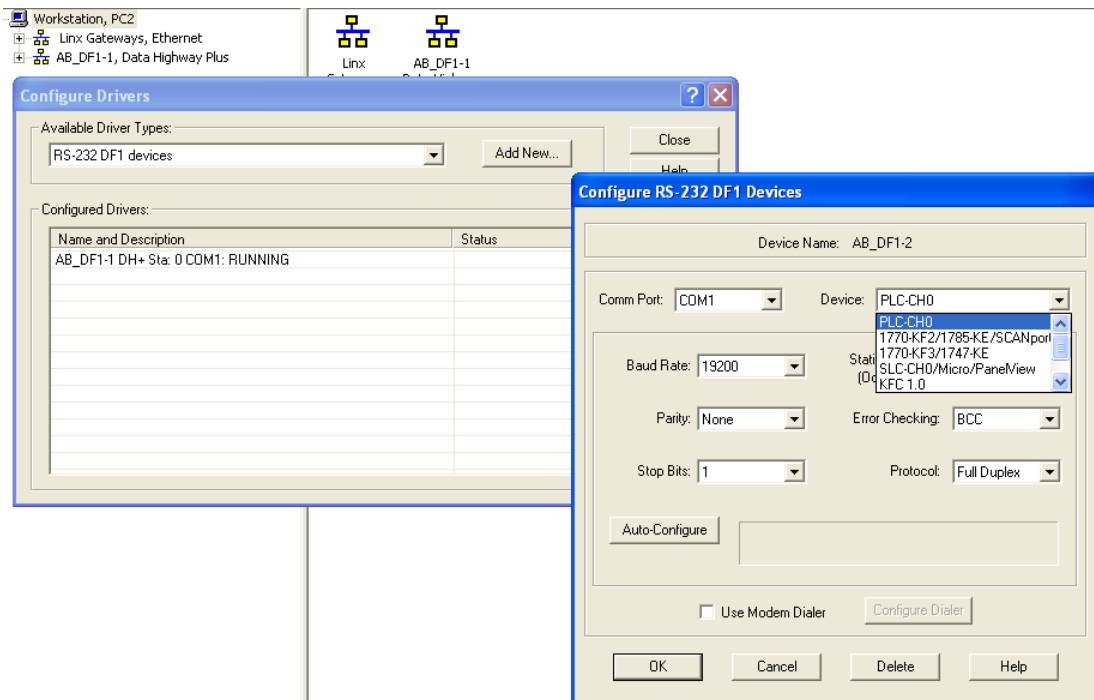


Figura. 3.12. Ventana de las propiedades de comunicación

3.3.3. Pasos para la visualización de la red DH-485 mediante el RSLinx.

a) Para monitorear y programar los equipos que se encuentren dentro de la red debemos reconocer a estos, mediante una programación de acuerdo a la comunicación que vamos a realizar. Se debe ingresar al programa Rockwell Software, y posteriormente a RSLinx Launch Control Panel, en esta ventana debemos verificar que Always Run As Service se encuentre desactivado como indica la figura 3.13., consiguiendo de esta manera que el Software reconozca a todos los elementos que están dentro de la red e ingresando la PC a la misma sin que esta sea Master y únicamente se la considere como equipo de programación.

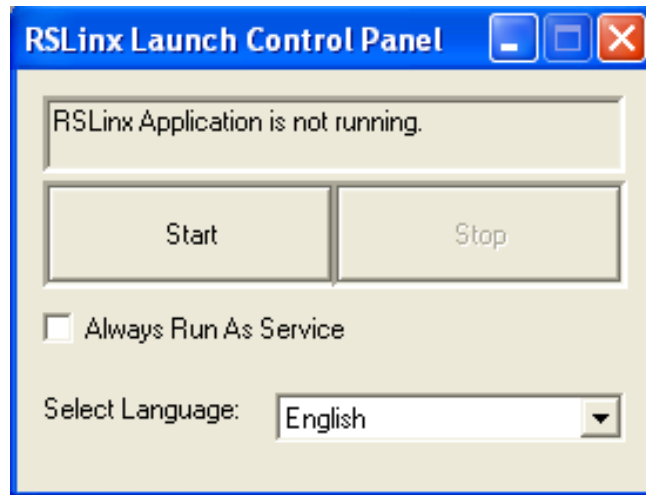


Figura. 3.13 Ventana de inicio del RSLinx

b) Posteriormente aparecerá la pantalla principal de RSLinx, una vez que se ingresa al programa se procede a configurar la comunicación, pulsando en el comando Communications y en la opción Configure Drivers tal como se observa en la figura 3.14., en la cual aparecerá una nueva ventana y aquí se escoge la comunicación que utilizaremos que para este proyecto al ser una Red DH-485 mediante AIC se selecciona la opción 1747-PIC/ AIC+ Driver tal como muestra la figura 3.15.

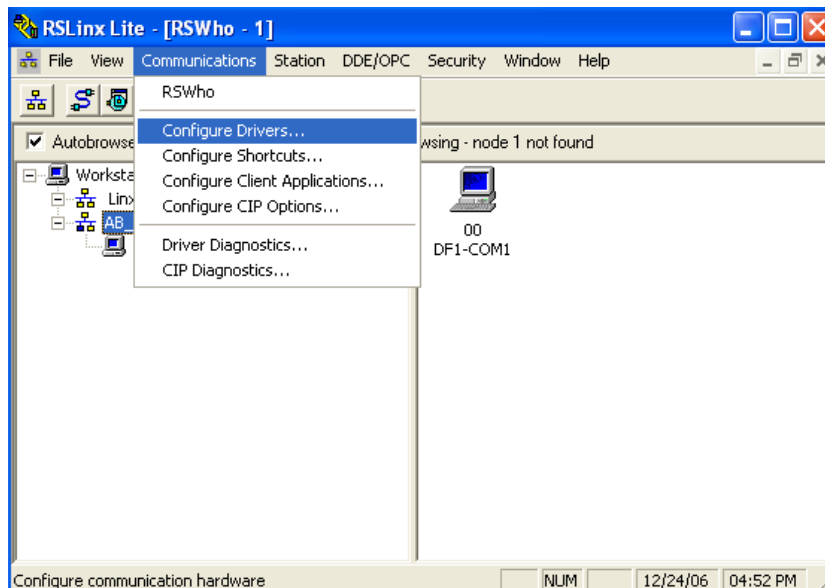


Figura 3.14. Ventana de configuración de Drive

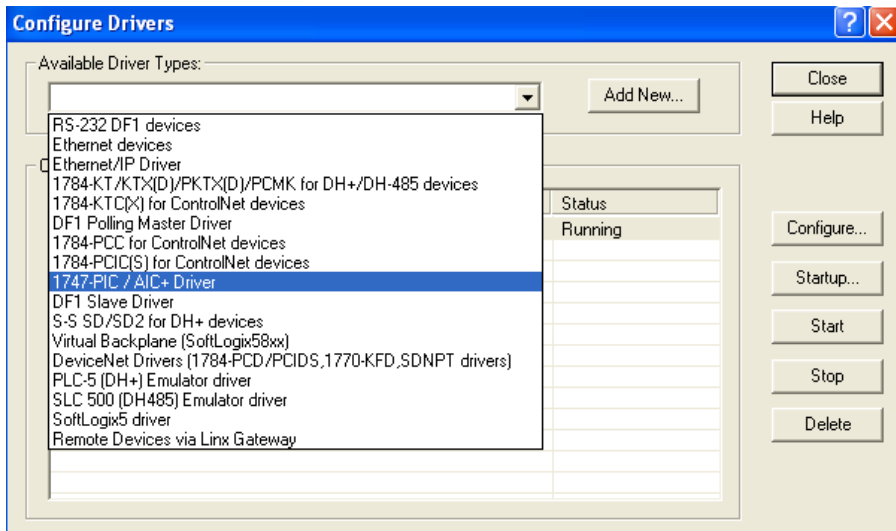


Figura 3.15. Ventana de configuración de las AIC

c) Una vez escogido el tipo de comunicación se pulsa en el botón Add New..., para que aparezca una nueva ventana (figura 3.16.) que permitirá establecer el numero máximo de nodos, la velocidad con la que se transmitirán los datos, el puerto de la computadora que vamos a usar y en número de la estación o nodo. Para este proyecto se usa el puerto Com1 de la computadora, se transmitirá a una velocidad de 19200, el número de estación será 0 y por último se configura a un máximo de tres nodos de acuerdo a las AICs existentes. Una vez realizada y aceptada esta programación aparecerá en la ventana Configure Drivers una comunicación DH-485 en funcionamiento.

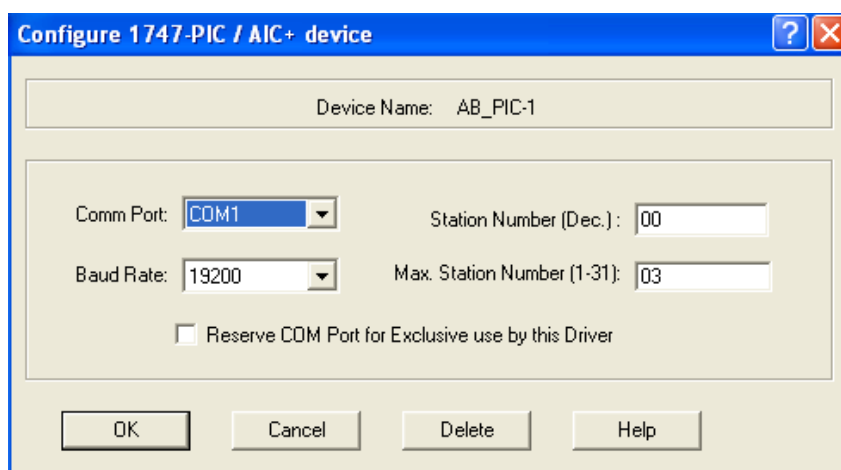


Figura 3.16. Ventana de propiedades de la comunicación

d) Terminadas estas configuraciones ingresamos a la pantalla principal de RSLinx Lite (RSWho_1), en esta pantalla se puede apreciar ya los elementos que interactúan dentro de la red como son los PLCs, el Panel View y la PC como muestra la figura 3.17.

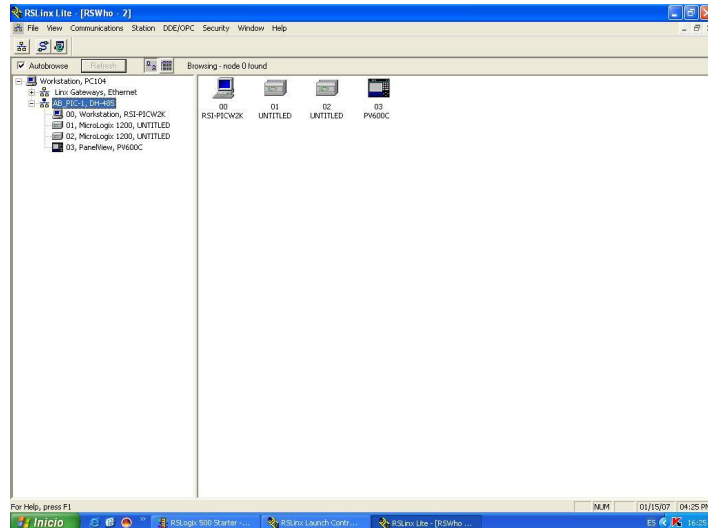


Figura 3.17. Pantalla principal RSWho

3.4. DISEÑO DE LAS PANTALLAS DE CONTROL Y MONITOREO

Para controlar y monitorear los procesos que son parte de la red se usará la pantalla de visualización industrial PanelView 600 de marca Allen-Bradley, la cual se programa mediante el Software PanelBuilder 32 que se estudiará a continuación.

3.4.1. Diseño de las pantallas touch–screen mediante el software PanelBuilder 32

PanelBuilder 32 es un paquete que permite diseñar las aplicaciones del panel de control para el terminal PanelView, que para simplificar el diseño del proyecto usa menús, cuadros de diálogo y herramientas bajo Windows. Una aplicación de PanelBuilder 32 es una serie de pantallas que contienen objetos tales como pulsadores, indicadores, listas del control, y gráficos de barra, etc., con los cuales el operador interactúa mediante teclas de función o toques de pantalla. En el ANEXO A5 se indica una descripción general del software de programación PanelBuilder 32.

Las aplicaciones se transfieren entre la computadora y un Terminal PanelView, usando una conexión serie o una tarjeta de memoria donde se encuentra el programa. Los puertos en el terminal PanelView determinan el protocolo de comunicaciones usado para cada aplicación de PanelBuilder 32 (archivo .PBA) y se asocia con un proyecto el mismo que identifica:

- Direcciones de controlador a las que los objetos de PanelBuilder escriben , o leen . (Las etiquetas se definen en el Editor de Etiquetas.).
- Tiempo de ejecución de parámetros de comunicación para el terminal PanelView y controlador. (Los dispositivos se definen en Configuración del Terminal.).

Aplicaciones diferentes pueden compartir etiquetas en un proyecto si las aplicaciones son del mismo protocolo de comunicación. Cabe destacar que el PanelBuilder únicamente sirve para programar el PanelView y no permite hacer ninguna simulación en el mismo.

3.4.1.1. Operación con menú o herramientas

El PanelBuilder opera dentro del entorno de Windows usando menús y herramientas para realizar la mayoría de las funciones como se observa en la figura 3.18.



Figura 3.18. Ventanas de trabajo del PanelBuilder

3.4.1.2. Objetos y dibujos predefinidos

Para simplificar el desarrollo de la aplicación, el PanelBuilder proporciona un conjunto de objetos predefinidos tales como pulsadores, gráficos de barra, etc. Gráficos adicionales están disponibles para crear sus propios dibujos o para personalizar las pantallas cuya barra se observa en la figura 3.19., también se puede importar mapa de bits, gráficos creados con otros programas, y una variedad de opciones para cambiar la apariencia de objetos y del texto.

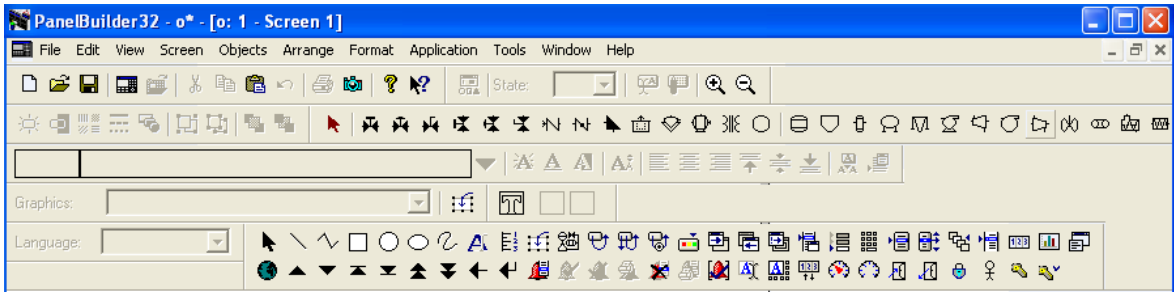


Figura. 3.19. Iconos predeterminados

3.4.1.3. Pantallas de aplicación

Al iniciar el programa aparece una ventana en la que se debe especificar el tipo de PanelView que se está usando, el lenguaje de transmisión de datos, el de control táctil o por tecla o los dos y por último el nombre de la aplicación como se observa en la figura 3.20.

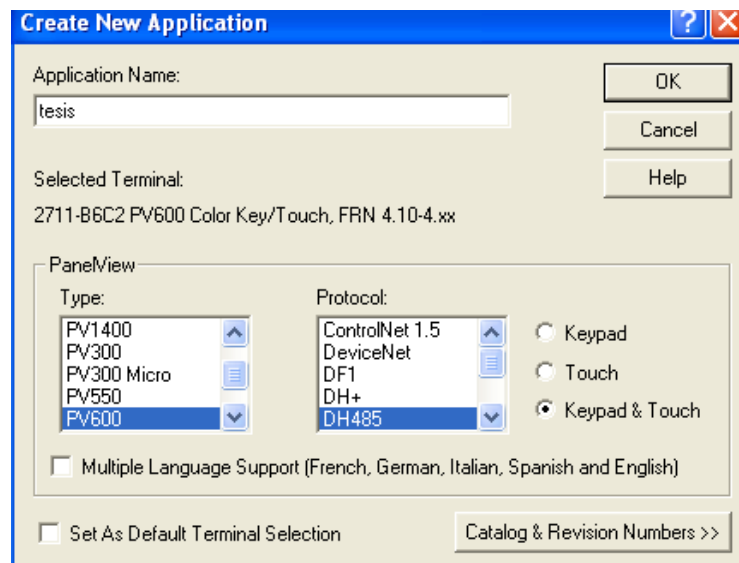


Figura 3.20. Ventana de configuración del Panel

Las pantallas de aplicación pueden contener una variedad de controles, displays u objetos gráficos, como se muestran en la figura 3.20. y estos son:

- El selector de la lista de control.
- Los puntos de cursor de la entrada numérica.

- Los gráficos de barra.
- El botón de “Ir A pantalla”.

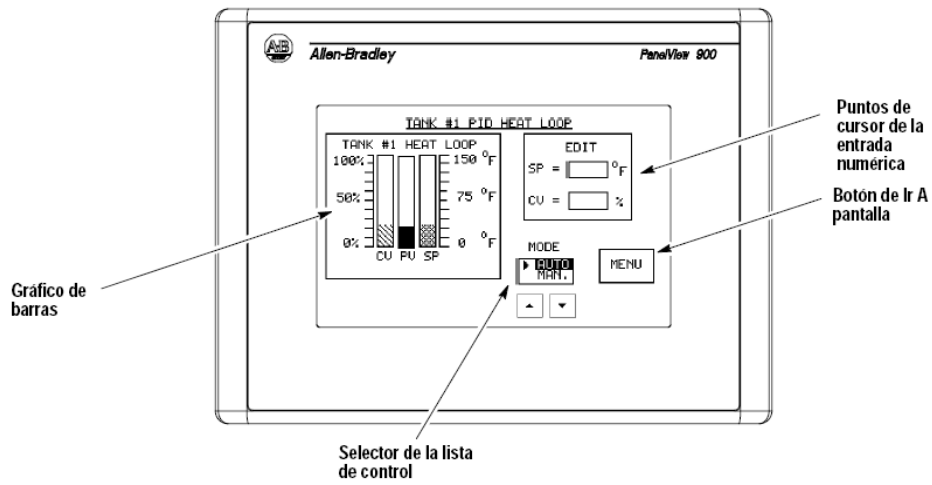


Figura 3.21. Pantalla típica de control

En terminales de pantalla táctil, el operador activa funciones de entrada tocando un objeto en la pantalla. Por ejemplo en la figura 3.22., para ver el menú principal de pantalla, el operador toca el botón de MENU.

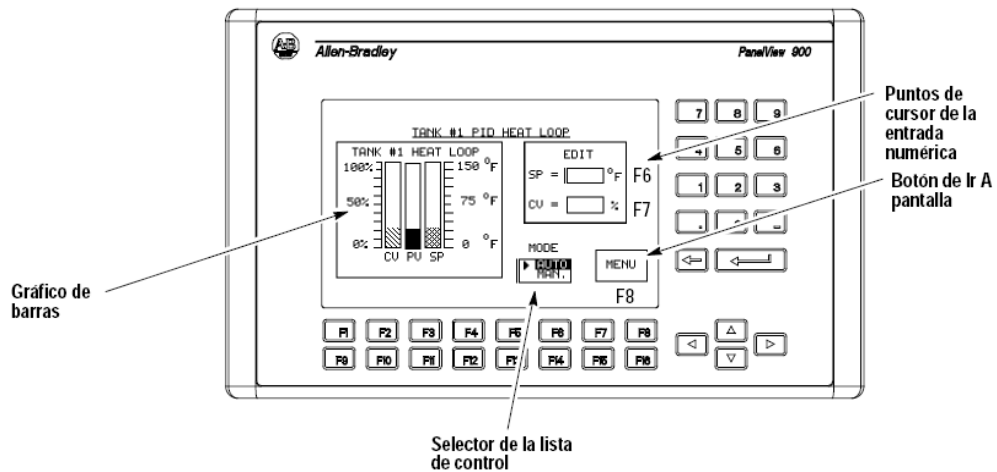


Figura 3.22. Pantalla de control y monitoreo en el PanelView

Lo versátil del PanelView es que su función principal es trabajar por medio de pantallas que permitan concentrar en un solo puesto de trabajo varios procesos. Cuyas pantallas se las crea pulsando en el icono New Screen tal como se muestra en la figura 3.23. en donde

se observa en la parte izquierda la cantidad de pantallas existentes cada una con una función específica dentro del proyecto.

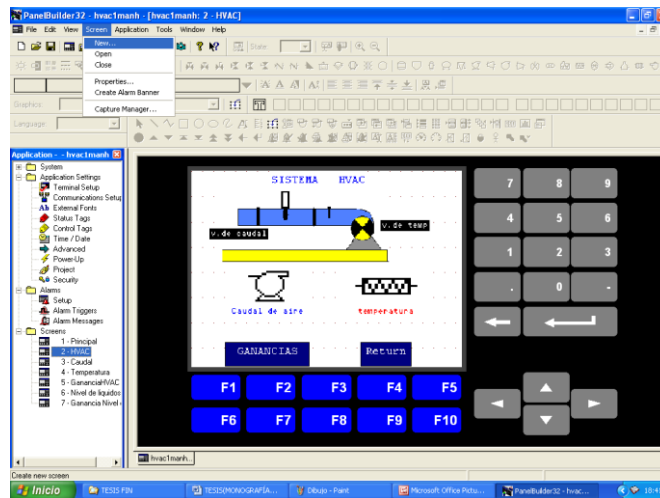


Figura 3.23. Creación de Pantallas

3.4.1.4. Configuración y direccionamiento de comandos e íconos de control y visualización.

Una vez configuradas las pantallas y colocados los elementos de control y monitoreo se debe asignar funciones para lo cual se necesita dar direcciones del tipo de control que se va a realizar dentro del PLC a través de la red. Como por ejemplo en la figura 3.24. se muestra un comando que va a ser control de un circuito abierto del PLC donde se debe configurar el TAG o dirección.

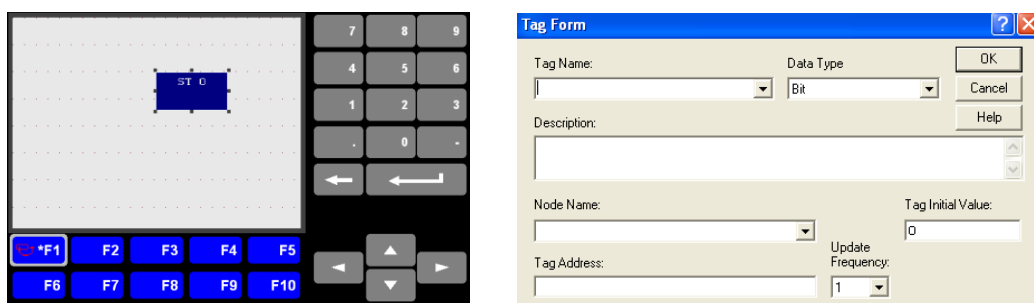


Figura 3.24. Direccionamiento del tag del botón.

Por ejemplo el botón de la figura 3.25. es un pulsador normalmente abierto de un contacto interno del PLC de dirección I: 032, esta dirección es la que se programa en el PLC, siguiendo la comunicación que se indica en la figura 3.25.

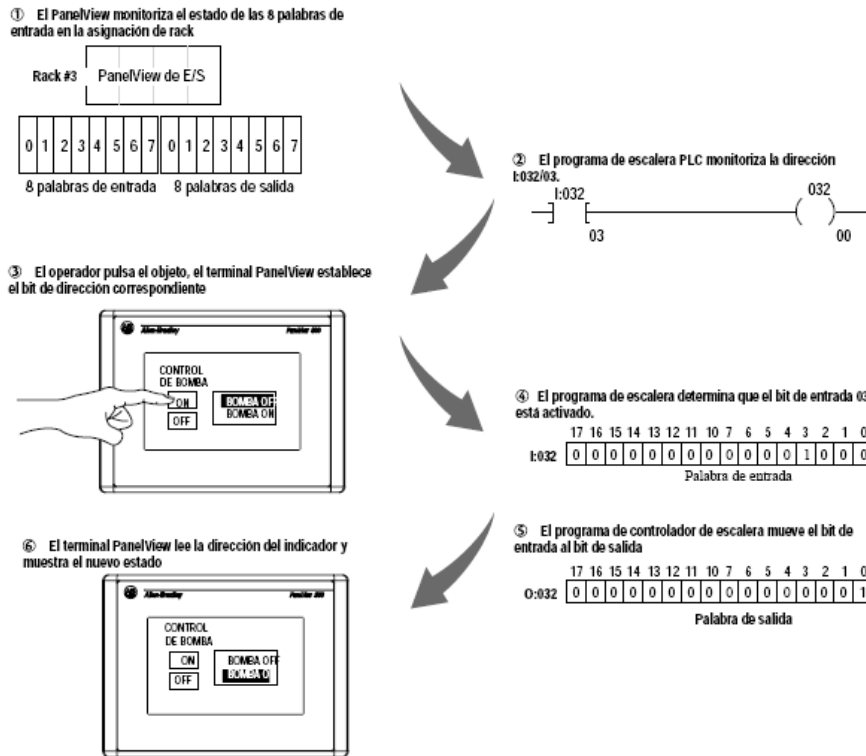


Figura 3.25. Diagrama de envío de datos.

De esta misma forma se configura el envío y recepción de los datos del PLC, lo que si se debe tomar en cuenta es el direccionamiento de las unidades de memoria para realizar el control y monitoreo apropiadamente.

3.4.1. Diseño del panel frontal principal.

La pantalla principal de la figura 3.26. se realizó en el PanelBuilder, aquí se tiene los botones que me permiten el ingreso a los dos procesos que se encuentran en la red indistintamente, cave destacar que en el presente programa en la parte izquierda que se encuentran las otras pantallas cada una de estas con sus respectivos nombres, las mismas que servirán para acceder a los procesos.

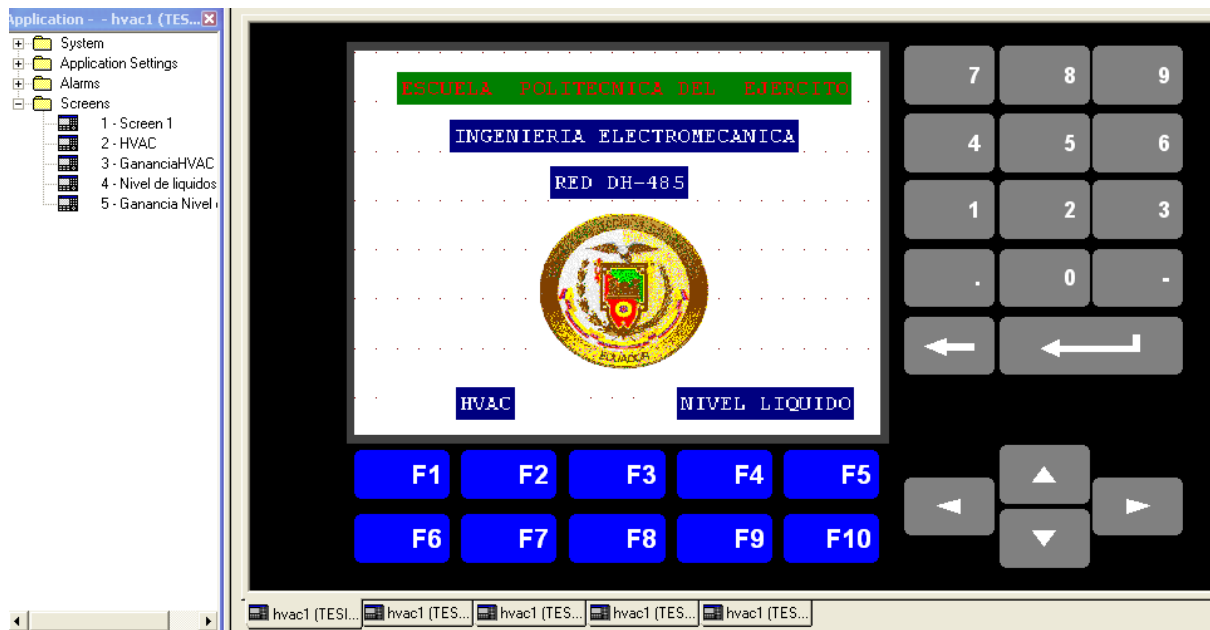


Figura 3.26. Pantalla de inicio del proyecto

Para configurar el ingreso a las pantallas de los procesos se da doble click en el elemento que va ser el acceso e ingresa a una ventana llamada **Screen Selector Object** en la cual se configura el acceso a la pantalla que va hacer el control y monitoreo, como se puede observar en la figura 3.27. (a) la configuración para el acceso al control y monitoreo del HVAC y en la figura 3.27. (b) se encuentra la configuración para el ingreso al proceso de nivel de líquidos

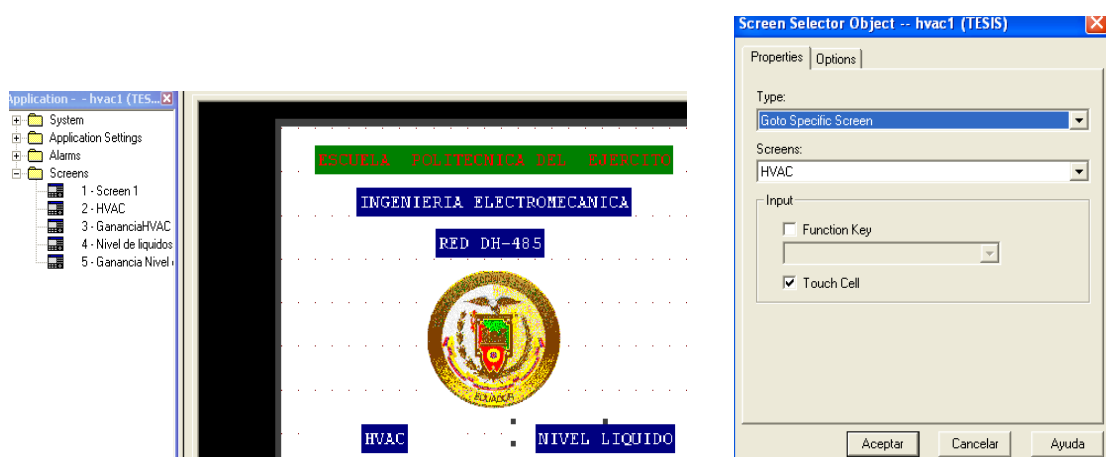


Figura 3.27. (a) Ventana de acceso a la pantalla de HVAC



Figura 3.27. (b) Ventana de acceso a la pantalla de Nivel de Líquidos

3.4.3. Panel de operación individual de los dos procesos

3.4.3.1. Configuración de las pantallas y direccionamiento para la lectura de los parámetros del proceso HVAC.

El proceso HVAC tiene dos pantallas principales, en la primera pantalla de la figura 3.28., se encuentra el encendido del sistema HVAC así como los accesos al control de los procesos como son el de control de flujo de aire y control de temperatura (figura 4.11). La segunda pantalla, figura 3.29. muestra los valores de ganancia proporcional (K_p), ganancia integral (K_i) y ganancia diferencial (K_d) del proceso, cuyos valores deben ser seteados adecuadamente ya que una mala calibración de las mismas ocasionan un proceso inestable.

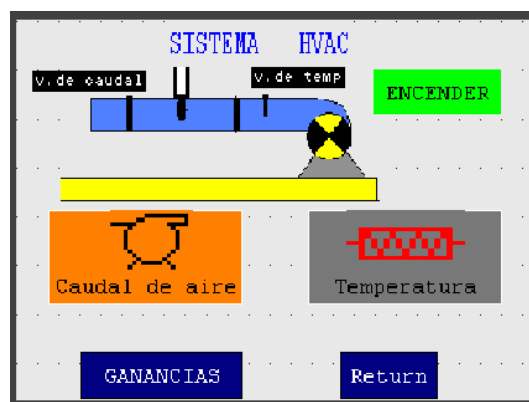


Figura 3.28. Pantalla principal de control y monitoreo del HVAC

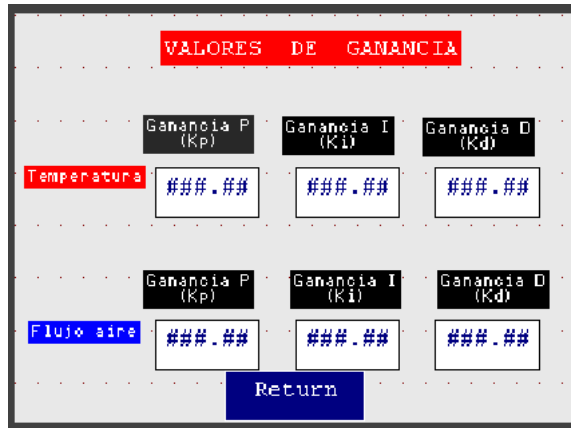


Figura 3.29. Pantalla de ingreso de valores de ganancia del HVAC

Una vez realizado el gráfico pertinente que permita tener la idea más cercana al proceso se procede a direccionar los parámetros que van a servir de control y los que van a ser de monitoreo. Antes de hacer esta programación se debe tener muy en cuenta las direcciones del PLC de tal manera que no exista ningún conflicto en el funcionamiento.

En la figura 3.30. se puede observar el direccionamiento para el Set-point del control de temperatura que a parte de funcionar con la pantalla Touch también se lo podrá hacer mediante la tecla F1 del panel, esta configuración se la realiza activando la función “Function Key”.

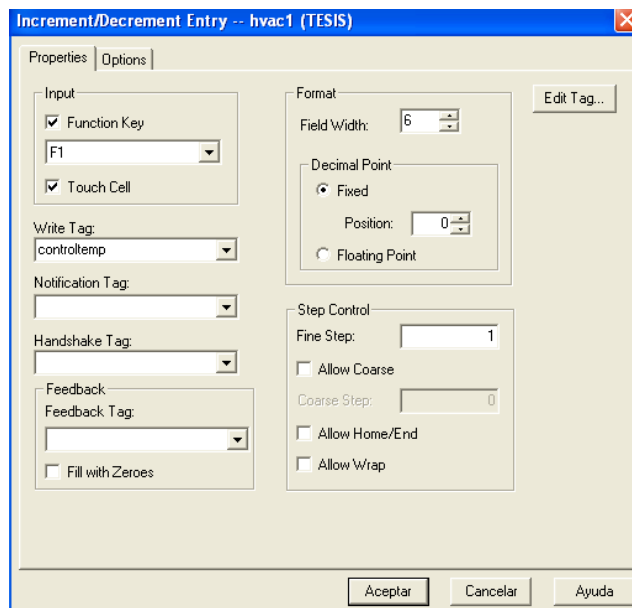
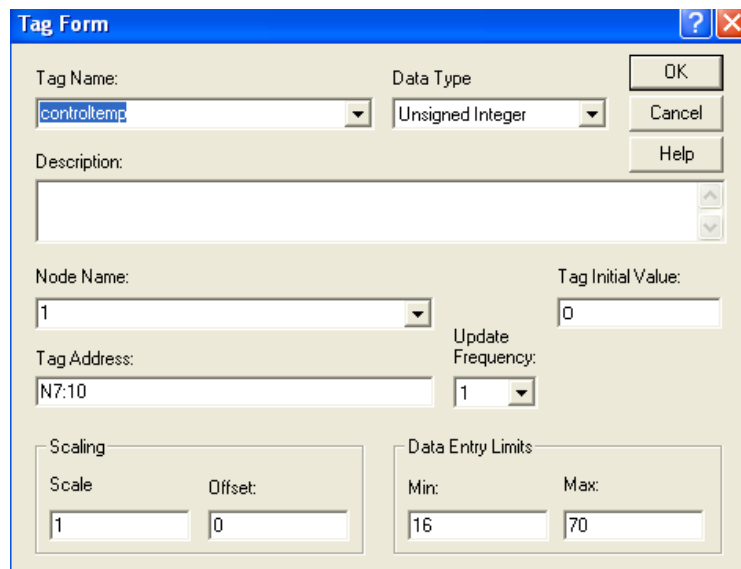


Figura 3.30. Ventana de propiedades de temperatura

Una vez realizada esta configuración se procede a editar el Tag o etiqueta que es poner la dirección de memoria del PLC a donde se va a enviar el dato, en la figura 3.31. se puede observar la dirección a donde se enviará el dato en el PLC que se direcciona en la opción Tag address, también se puede realizar otras configuraciones para escalar el valor y poner valor máximo y mínimo.

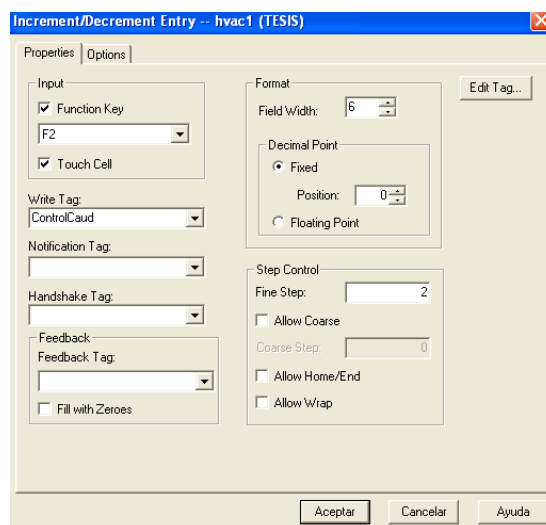


The 'Tag Form' dialog box contains the following fields and controls:

- Tag Name:** controltemp
- Data Type:** Unsigned Integer
- Node Name:** 1
- Tag Address:** N7:10
- Tag Initial Value:** 0
- Update Frequency:** 1
- Scaling:** Scale: 1, Offset: 0
- Data Entry Limits:** Min: 16, Max: 70

Figura 3.31. Ventana de edición del Tag

Este mismo procedimiento se lo realiza para la configuración de caudal de aire como observamos en las figuras 3.32. y 3.33.



The 'Increment/Decrement Entry' dialog box for 'hvac1 (TESIS)' contains the following settings:

- Input:** Function Key (F2), Touch Cell
- Write Tag:** ControlCaud
- Format:** Field Width: 6, Decimal Point: Fixed (Position: 0)
- Step Control:** Fine Step: 2, Allow Coarse, Coarse Step: 0, Allow Home/End, Allow Wrap

Figura 3.32. Ventana de propiedades del caudal

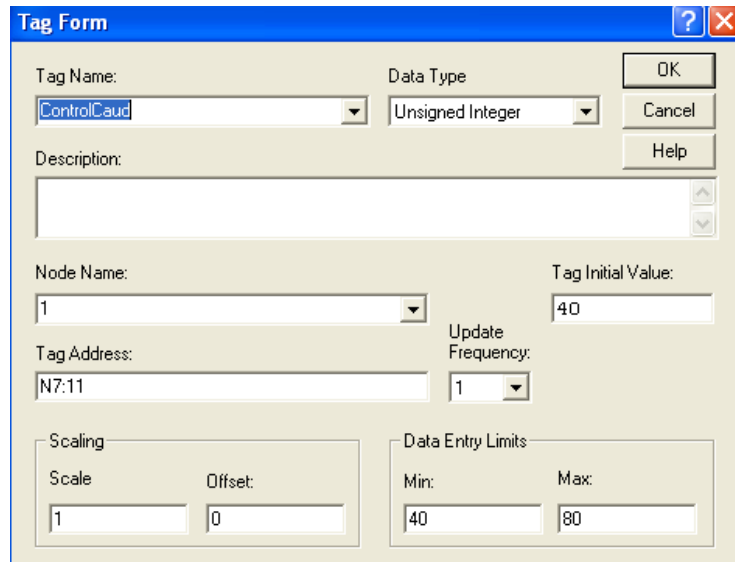


Figura 3.33. Ventana de edición del Tag

Siguiendo el mismo procedimiento podemos realizar la configuración de los valores de lectura de los parámetros medidos en el proceso así como para configurar los gráficos de visualización de la pantalla, como muestra la figura 3.34. la configuración de la lectura del display de temperatura y en la figura 3.35. la lectura del caudal.

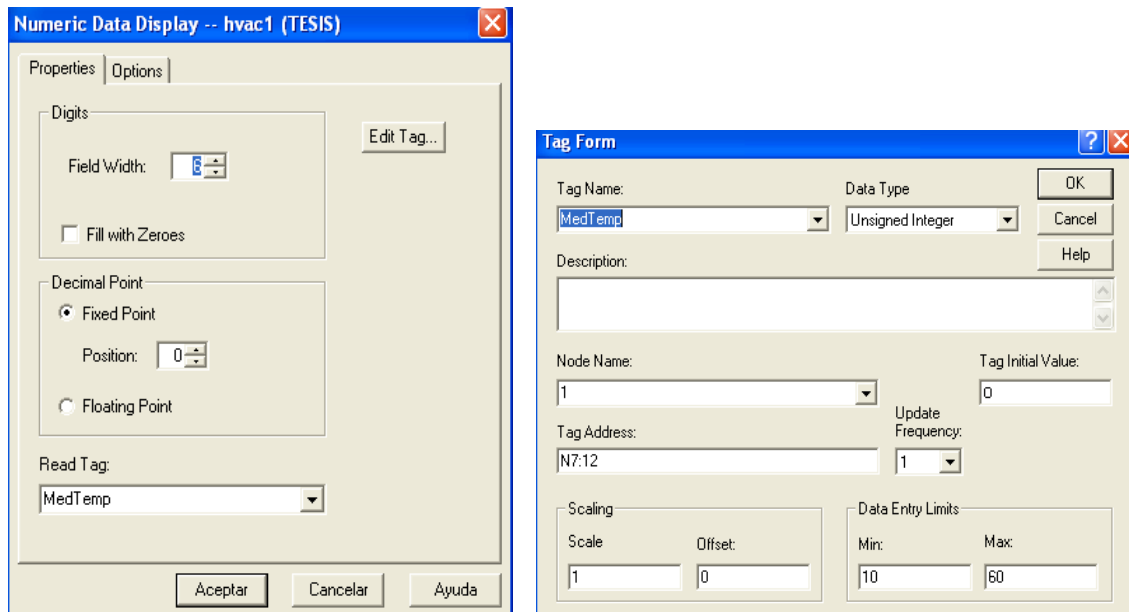


Figura 3.34. Ventanas de configuración de lectura de temperatura.

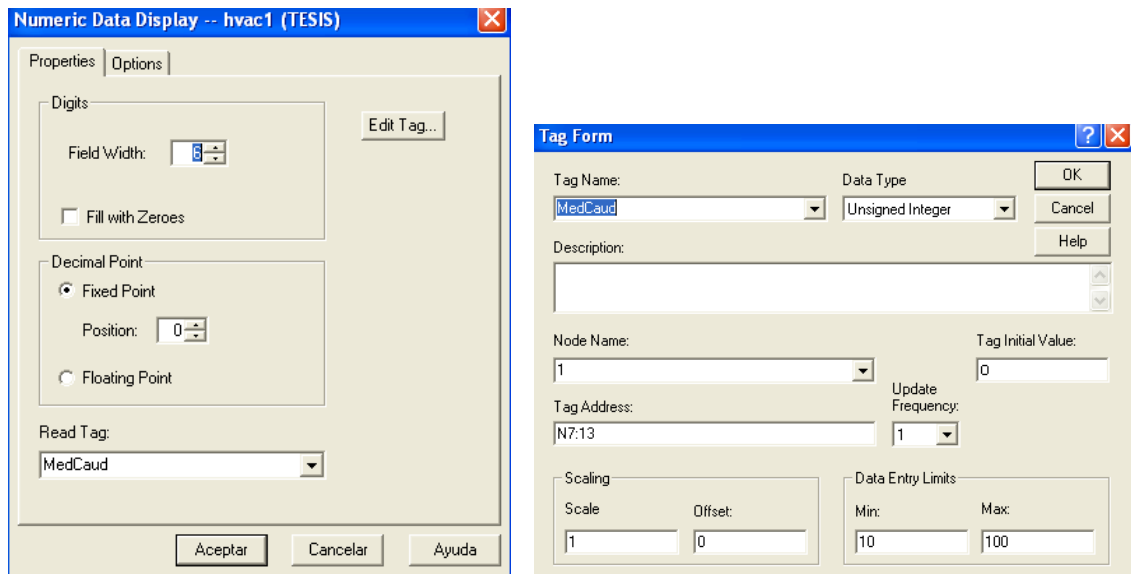


Figura 3.35. Ventanas de configuración de lectura de caudal.

En la figura 3.36. se observa los parámetros de configuración del gráfico de temperatura, como el nodo, la dirección de memoria en el PLC, el tipo de dato y los valores máximo y mínimo de visualización.

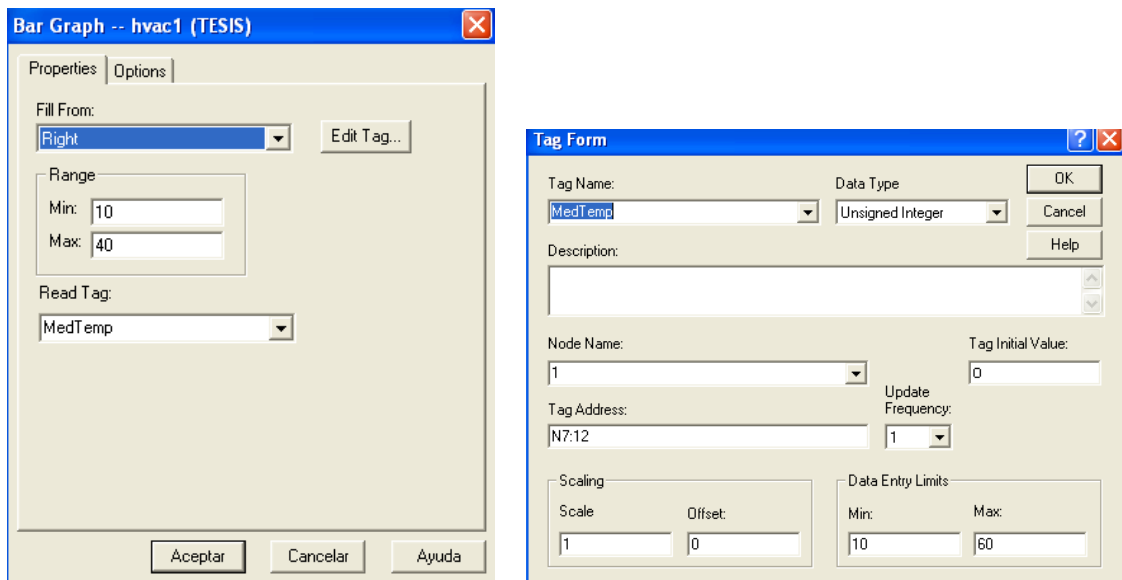


Figura 3.36. Ventanas de configuración de lectura de temperatura.

En la figura 3.37. se presenta la configuración de los valores de ganancia proporcional del HVAC, y de la misma manera se procede a configurar las direcciones de los valores de ganancia de Ki y Kd. El direccionamiento del Tag Address es F8:2 que según la

programación del PLC es una dirección que se le asigna a este valor para que sea leído desde el PanelView 600.

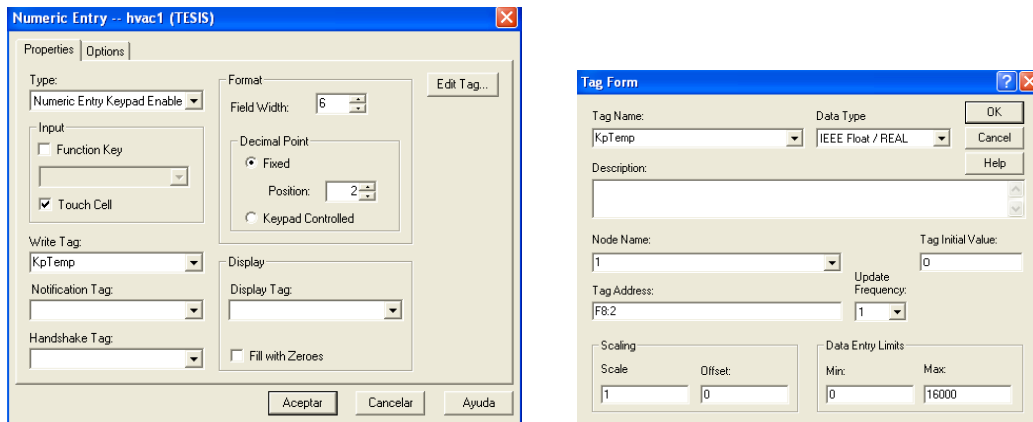


Figura 3.37. Ventanas de configuración de los valores de ganancia de Kp.

3.4.3.2. Configuración de las pantallas y direccionamiento para la lectura de los parámetros del proceso de control de Nivel de Líquidos

Para el control y monitoreo del Nivel de Líquidos tenemos la pantalla principal que se observa en la figura 3.38. (a) y también se presenta la pantalla que permite ingresar los valores de ganancia en la figura 3.38. (b).

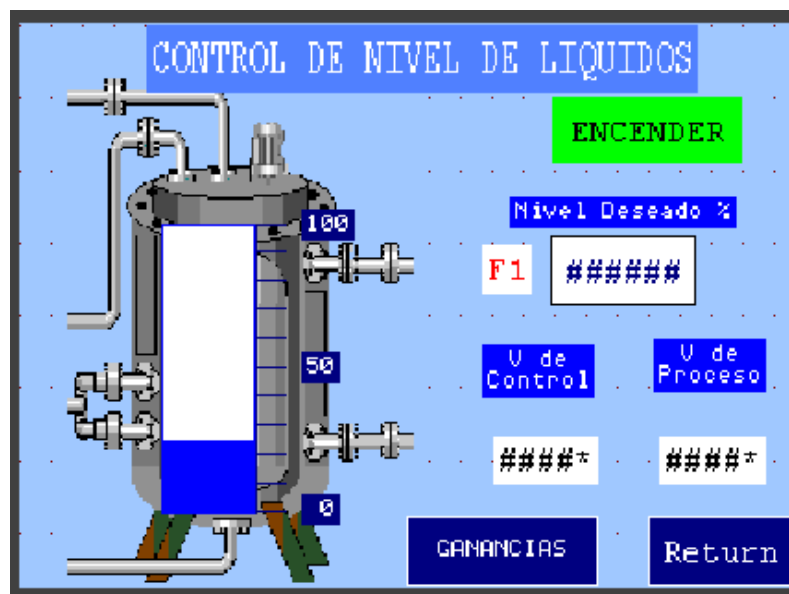


Figura 3.38. (a) Pantalla principal de control y monitoreo del Nivel de Líquidos

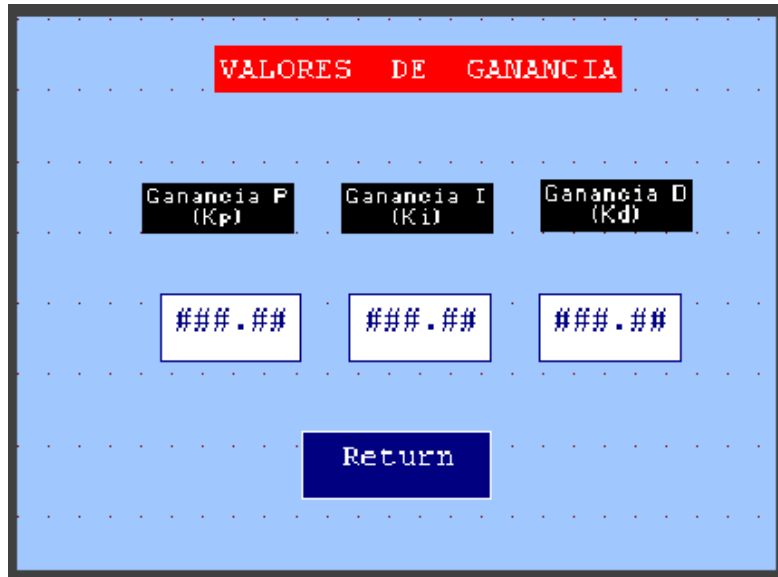


Figura 3.38. (b) Pantalla de ingreso de valores de ganancia del Nivel de Líquidos

La configuración del valor de entrada (Set-point) se aprecia en la figura 3.39 y para el valor de lectura (variable de proceso) se sigue el procedimiento anterior y lo muestra la figura 3.40.

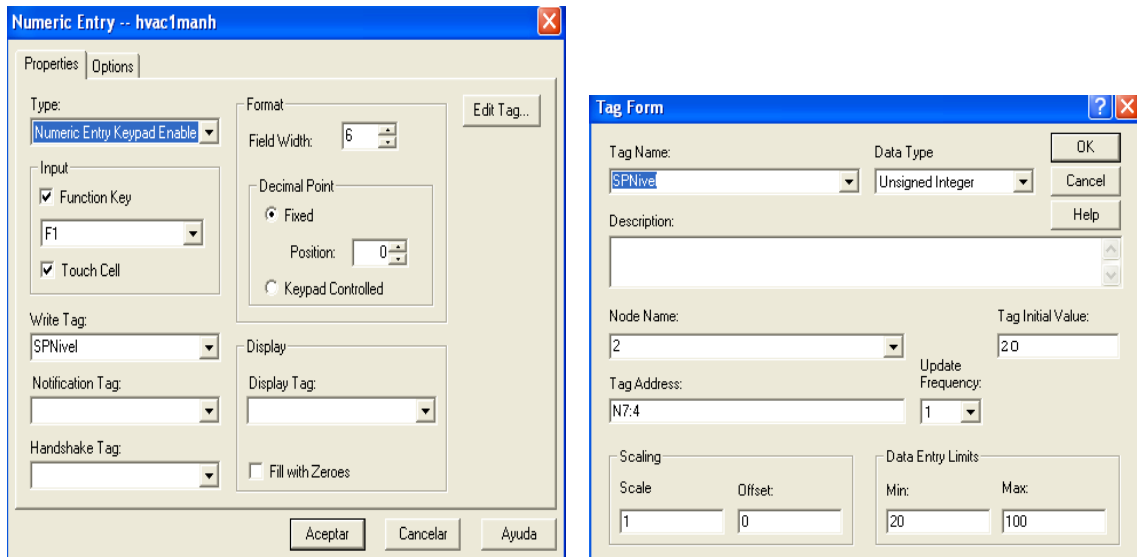


Figura 3.39. Configuración del Set-point del nivel

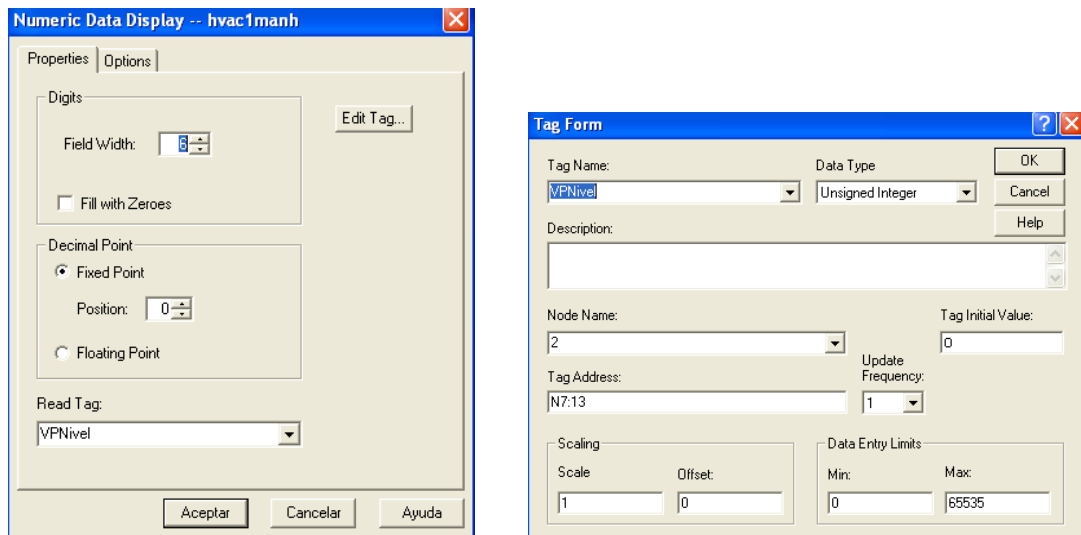


Figura 3.40. Configuración de la lectura del nivel.

3.5. El PLC Micrologix 1200

El PLC Micrologix 1200 es un equipo muy versátil dentro de la marca Allen-Bradley permite una gran funcionalidad para la construcción de redes Ethernet, Control Net, RS-485 como redes más comunes para este equipo. En la figura 3.41. se observa la descripción del hardware. En el ANEXO A6 se presenta una descripción mas detallada de este PLC así como sus datos técnicos

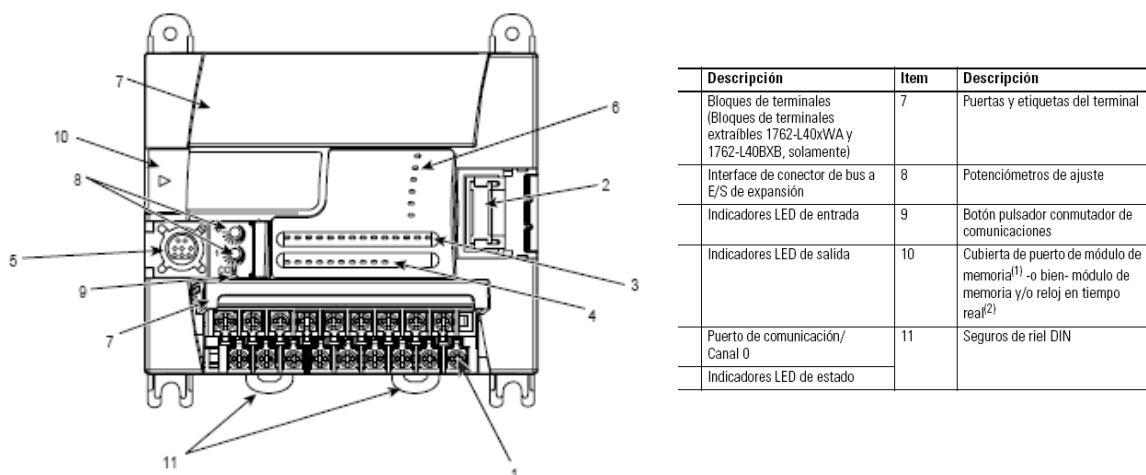


Figura 3.41. Descripción del hardware.

El PLC Micrologix tiene la capacidad de incorporar en su estructura entradas y salidas de señales analógicas que es el módulo E/S 1762-IF2OF2 como se muestra en la figura 3.42., este modulo permite tener entradas y salidas analógicas que van de 0 a 10Vcd o a su vez corrientes de 4 a 20mA. Se puede conectar a un controlador un máximo de seis módulos de E/S, en ciertas combinaciones. Cuando se conecta un dispositivo adicional al PLC al momento de programar se debe primeramente configurar al PLC con sus accesorios en el software RSLogix 500. En el ANEXO A7 se muestra los datos técnicos del módulo de E/S 1762-IF2OF2.

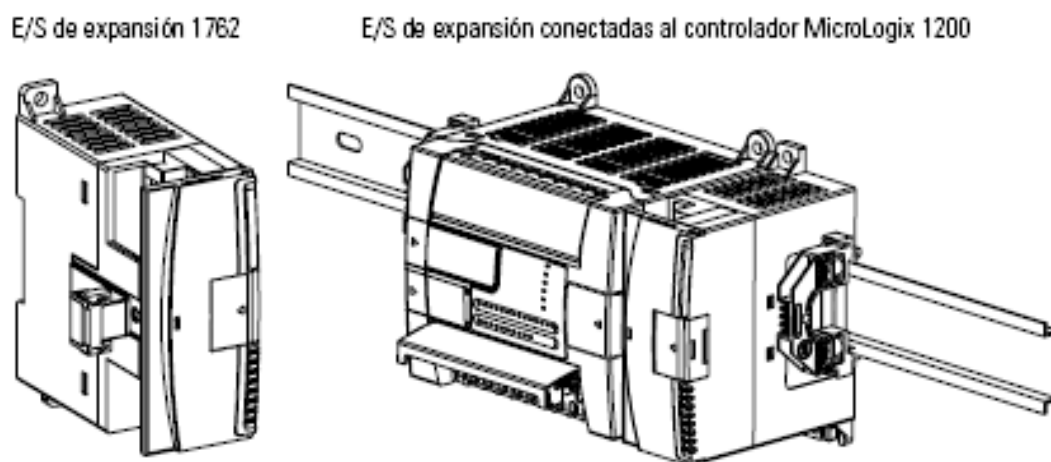


Figura 3.42. Montaje del modulo E/S 1762-IF2OF2

3.5.1. Programación del PLC Micrologix 1200

La programación del PLC Micrologix 1200 se puede realizar conectando a una computadora personal, también se puede conectar a la red DH-485 usando un Convertidor de Interface Avanzado (1761-NET-AIC) y a una red DeviceNet™ usando una Interface DeviceNet (1761-NET-DNI). El controlador también puede conectarse a las redes DF1 Half Duplex o Modbus™ SCADA como esclavo RTU.

Para la comunicación con el PLC mediante una red DH-485 la conexión de hardware se observa en la figura 3.43., así como la conexión del PLC a la red DH-485 mediante las tarjetas AIC. El PLC tiene la capacidad de conectarse a la tarjeta de dos maneras ya sea en el puerto RS-232 mini Din 8 o el puerto RS-232 serial.

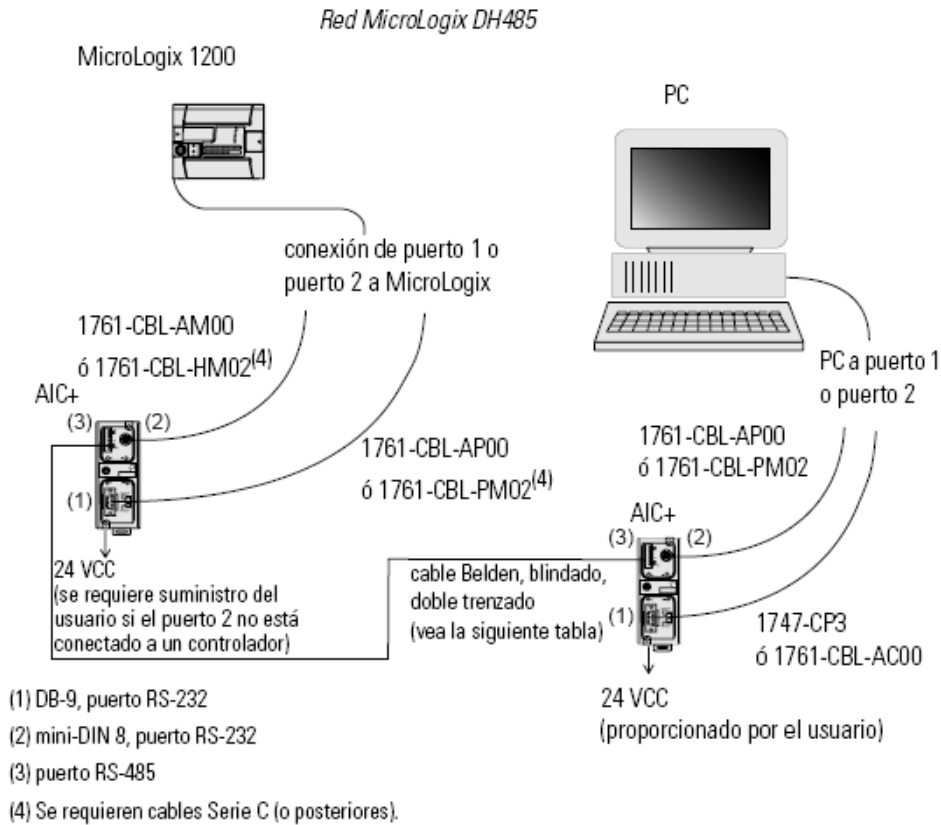


Figura 3.43. Comunicación del PLC mediante Red DH-485.

El PLC Micrologix 1200 es un equipo muy completo y versátil, por ello tiene grandes ventajas, entre ellas están:

- Reloj en tiempo real opcional para aplicaciones de control basadas en tiempo
- Módulos de memoria opcionales para el transporte y copias de seguridad de los programas
- Contador de alta velocidad con ocho modos de operación
- Dos potenciómetros de ajuste analógico incorporados
- PID incorporada
- Salidas de tren de pulsos (PTO) de alta velocidad o Salidas de amplitud de pulsos modulada (PWM)
- Compatibilidad con archivo de datos de punto flotante (coma flotante)

3.5.2. Estudio del RSLogix 500 como software de programación del PLC Micrologix 1200

Es un software para la programación del PLC, SLC, etc.; la programación se lo realiza en forma secuencial a manera de matrices ladder, con la ayuda de este programa se puede ingresar a la red de un proceso y verificar los valores que se desea monitorear. En la figura 3.44. se puede apreciar la pantalla principal donde se tiene la ventana de programación, la ventana de utilidades, la barra de iconos de programación, los accesos para ingresar en línea, etc. En el ANEXO A8 se presentan datos de programación más extensos y avanzados para el manejo del software RSLogix 500.

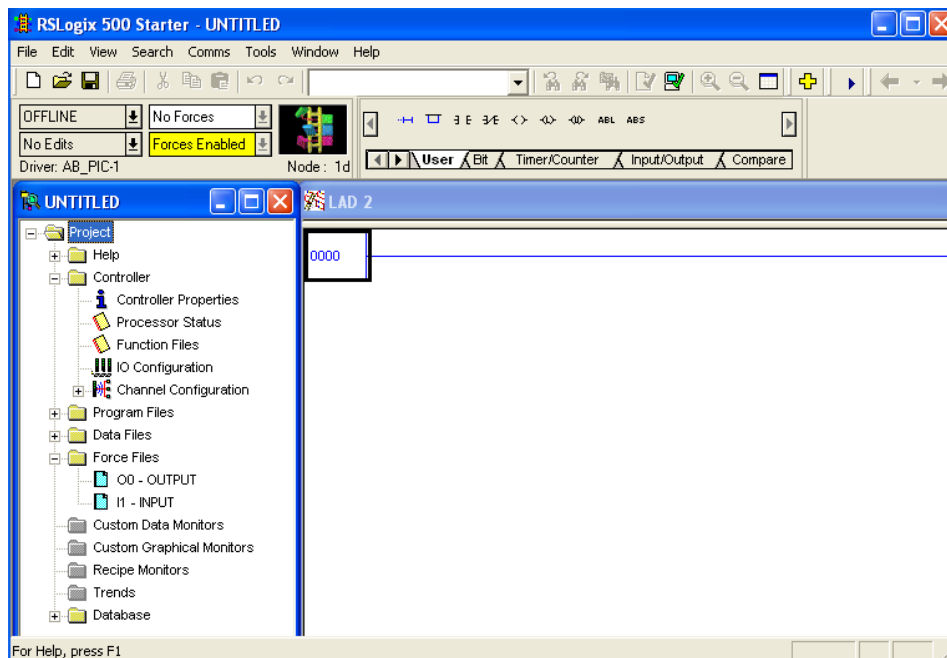


Figura 3.44. Pantalla principal del RSLogix.

Este programa permite la comunicación con el PLC mediante la red DH-485 o mediante comunicación directa RS-232. Al comunicarse a través de la red el programa permite visualizar los equipos que se encuentran dentro de la misma. Para configurar esta opción entramos en la ventana **Channel Configuration** como se observa en la figura 3.45., la misma que tiene varias opciones de configuración por ejemplo para: DH-485, DF1 Haf duplex Slave, DF1 Haf duplex Master, DF1 Radio Modem, Mod Bus RTU, también la velocidad de transmisión de datos, número de nodo en la red, etc.

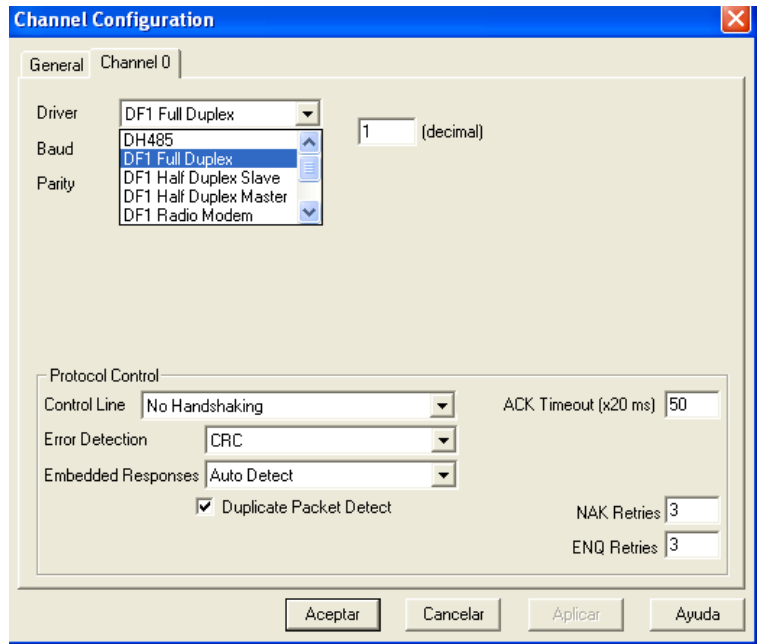


Figura 3.45. Ventana de configuración del canal de comunicación

Para configurar y reconocer el módulo de expansión que se adiciona al PLC se ingresa a la opción **I/O Configuration**. En la figura 3.46. (a) se indica la configuración para un módulo de entradas y salidas analógicas y se reconoce al 1762-IF20F2 y en la figura 3.46. (b) muestra la configuración de la tarjeta para el escalado de 0 a 10V del PID que se va a realizar.

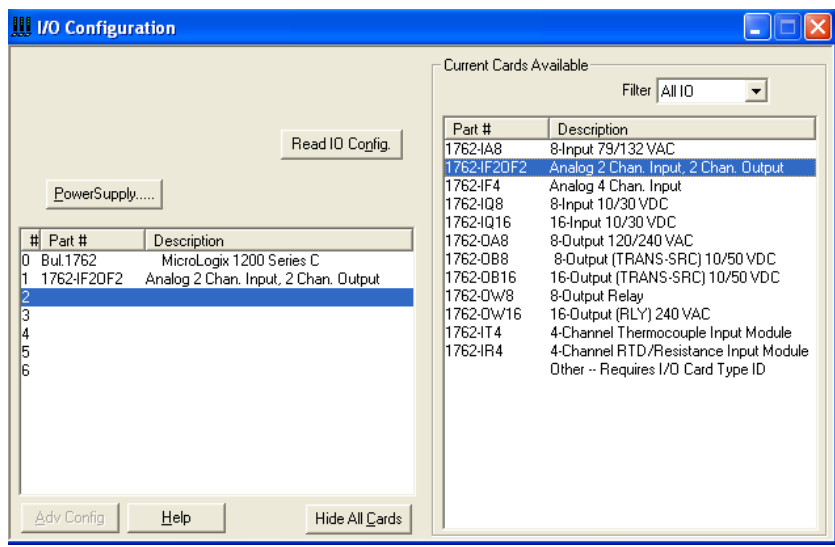


Figura 3.46. (a) Ventana de configuración del módulo de expansión.

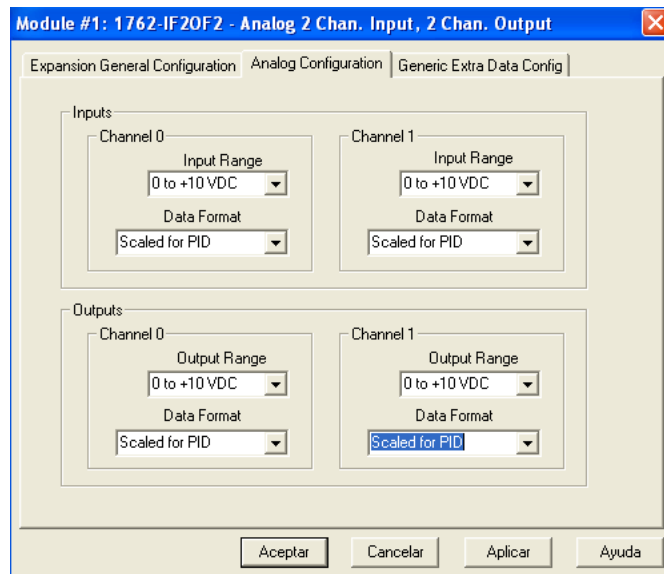


Figura 3.46. (b) Escalado del módulo de E/S para PID

Para realizar un control PID, el PLC tiene una ventaja, ya que el cálculo es interno y únicamente se necesita una entrada analógica para obtener una salida igual. Se debe tener en cuenta en setear los valores de ganancia correctamente en la ventana PID Setup de acuerdo a pruebas, cálculo o a la experiencia en control para que se establezca el sistema. La ventana de la figura 3.47. muestra esta configuración.

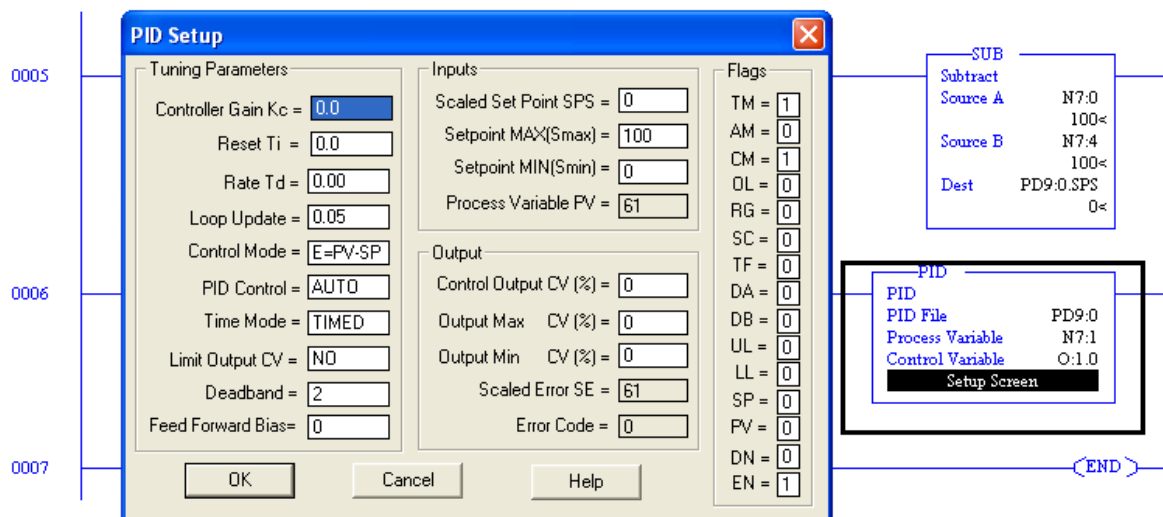


Figura 3.47. Ventana de configuración del PID.

La ventana de control PID posee los siguientes valores de entrada:

Ganancias del PID:

- Kc : Ganancia proporcional.
- Ti : Ganancia integral.
- Td : Ganancia derivativa.
- Loop Update: Intervalo de tiempo entre los cálculos de PID que se encuentran en intervalos de 0.01 segundos.
- Control Mode: Modo de control que es la diferencia que existe entre la variable de proceso y el SetPoint.
- PID Control: En esta opción se puede seleccionar: Temporizado (TIMED) que es la tiempo para la actualización de datos o también existe la opción del modo STI que el PID actualiza su rendimiento cada vez que se examina los cálculos internos Time Mode.
- Limit Output CV: Seleccione Sí o No. Seleccionando Sí bloquea la salida al rango de valores entre los valores mínimo y máximo. Seleccionando No, no aplica ningún límite a la salida de control.
- DeadBand (Banda muerta): Es el intervalo de valores superiores e inferiores al setpoint en los cuales puede oscilar la variable de control.

Entradas al PID:

- Scaled Set Point : Valor escalado de SetPoint.
- SetPoint Max : Valor Máximo escalado del SetPoint.
- SetPoint Min : Valor Mínimo escalado del SetPoint.
- Process Variable : Valor de lectura de la variable de proceso.
- Control Output: Control del valor de salida de la variable de control.
- Output Max: Valor máximo que puede tomar la variable de control.
- Output Min: Valor máximo que puede tomar la variable de control.
- Scale Error SE: Error escalado del PID

El ANEXO A8 muestra la configuración del PID en el PLC Micrologix 1200.

Flags:

- TM : Especifica el modo de PID si es fijo cuando el modo es CRONOMETRADO.
- AM : Automático/Manual
- CM : Esta opción aclara si el error se calcula con $E=SP-PV$ o $E=PV-SP$.
- OL : Limita las opciones PID.
- RG : Reset y mejora de proporción de ganancia
- SC : Bandera de Setpoint, cuando los valores de setpoint son especificados.
- TF : Actualización del tiempo rápido.
- DA : Especificación del derivativo.
- DB : Se especifica el límite de la banda muerta que debe ser en lo posible de 0.
- UL : Rendimiento Alarma del límite superior.
- LL : Rendimiento Alarma del límite inferior
- SP : Setpoint Fuera de Rango. Se activa cuando los setpoint excede el máximo valor o está bajo el mínimo valor.
- PV : Fuera de Rango, se activa cuando el escalado de la variable de proceso excede 16383bits o está por debajo del cero.
- DN : Es una computación de la proporción PID.
- EN : Esta opción fija mientras que el escalonamiento de la instrucción de PID se habilita.

3.5.3. Programación del PLC Micrologix 1200 mediante el software RSLogix 500**3.5.3.1. Programación para el control del HVAC**

Para la programación del sistema HVAC, primero se procede a ajustar el dato de entrada analógica antes que ingrese al PLC, como se dijo anteriormente los valores de salida del puente de Wheatstone es muy bajo y por ello es necesario ajustar este valor para que pueda hacer control desde 0 a 16300 bits que es el rango de 0 a 10 voltios. En las sub-rutinas del 2 al 7 de la programación se puede observar las expresiones matemáticas que se utilizó para acondicionar esta señal antes que ingrese al bloque PID como se nota en la figura 3.48. Los movimientos que se encuentran en el programa son únicamente para enviar los datos a una unidad de memoria para luego ser leídos por el PanelView 600.

En la figura 3.49. se puede observar la ventana de configuración del PID de temperatura así como la de escalamiento de los valores máximos y mínimos, error; etc., y en la figura 3.50. se visualiza la configuración del PID para el control de caudal. Cabe destacar también se debe reconocer al módulo de entradas y salidas analógicas tal como se observó en la figura 3.46 y en la tabla 3.1 se describe las entradas y salidas analógicas del PLC .

Para acondicionar la entrada al setpoint se utiliza la siguiente ecuación:

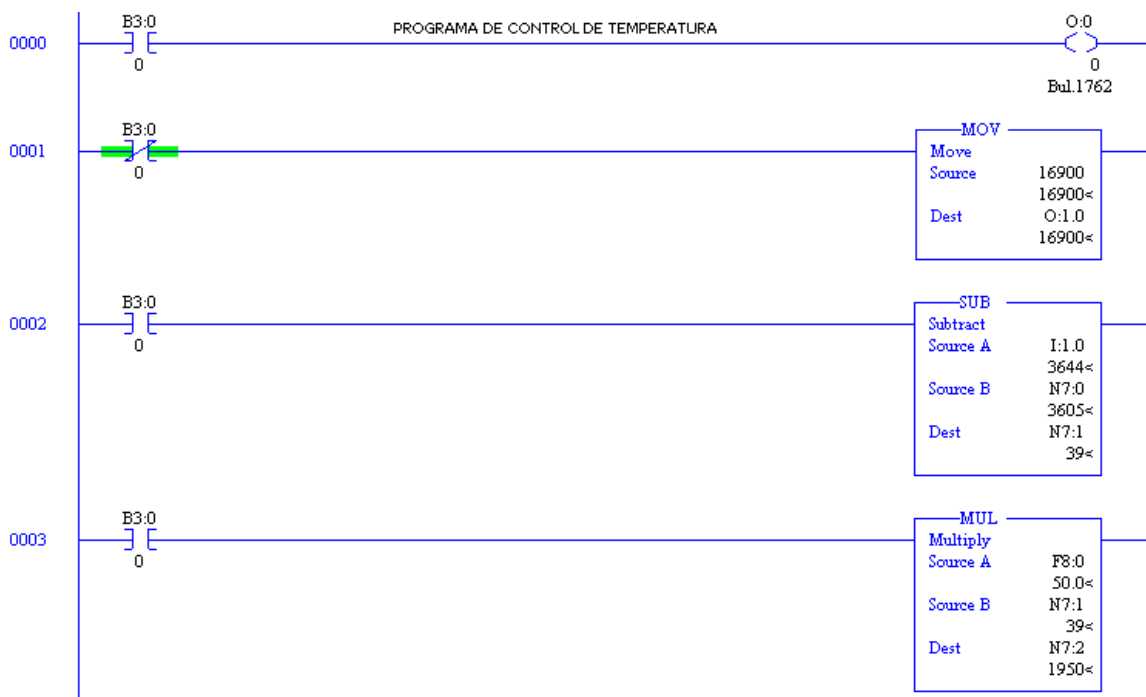
$$\text{Setpoint} = (\text{Entrada} - \text{constante numérica}) \cdot \text{factor multiplicativo.}$$

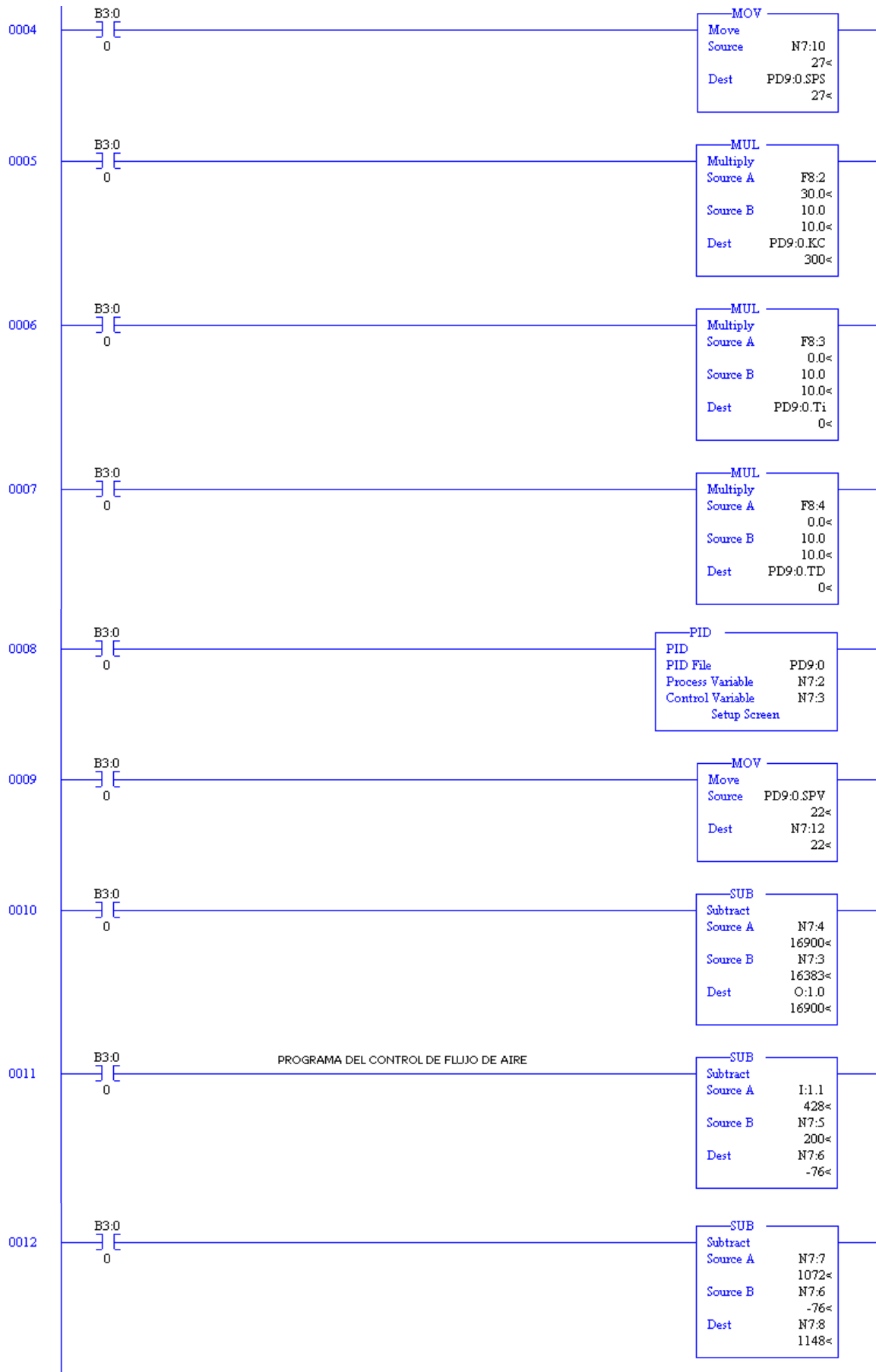
$$\text{PD9: O:SPS} = (\text{I:1.0} - \text{N7:0}) \text{ F:8.0}$$

Ec. 3.1

Dirección en el PLC	Aplicación	Dirección en el PLC	Aplicación
I:1.0	Sensor de temperatura.	N7:10	Set Point
I:1.1	Sensor de caudal.	N7:12	V. de proceso
O:1.0	Control de temperatura.	F8:2	G. proporcional
O:1.0	Control del motor.	F8:3	G. integral
F8:5	Entrada numérica	F8:4	G. derivativa
F8:6	Entrada numérica	F8:7	Entrada numérica

Tabla 3.1 Tabla de descripción de I / O del HVAC.





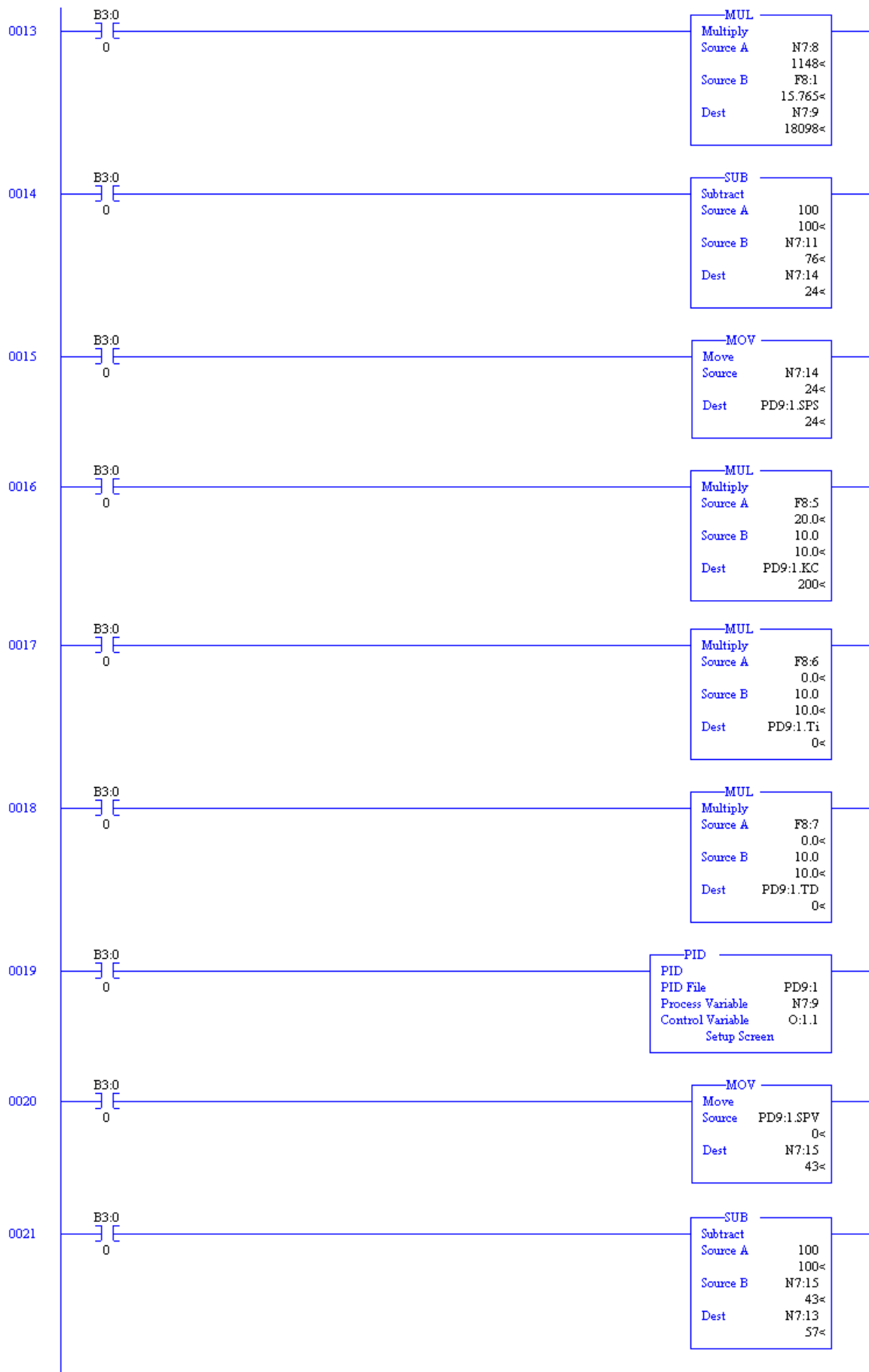


Figura 3.48. Programación del sistema HVAC

The screenshot shows the 'PID Setup' window with the following configuration:

Section	Parameter	Value
Tuning Parameters	Controller Gain Kc	24.0
	Reset Ti	5.6
	Rate Td	0.15
	Loop Update	0.05
	Control Mode	E=SP-PV
	PID Control	AUTO
	Time Mode	TIMED
	Limit Output CV	NO
	Deadband	0
	Feed Forward Bias	0
Inputs	Scaled Set Point SPS	27
	Setpoint MAX(Smax)	70
	Setpoint MIN(Smin)	16
	Process Variable PV	22
Output	Control Output CV (%)	100
	Output Max CV (%)	0
	Output Min CV (%)	0
	Scaled Error SE	5
	Error Code	0
Flags	TM	1
	AM	0
	CM	1
	OL	0
	RG	0
	SC	0
	TF	0
	DA	0
	DB	0
	UL	0
	LL	0
SP	0	
PV	0	
DN	0	
EN	1	

Buttons: OK, Cancel, Help

Figura 3.49. Ventana setup del control de temperatura

The screenshot shows the 'PID Setup' window with the following configuration:

Section	Parameter	Value
Tuning Parameters	Controller Gain Kc	50.0
	Reset Ti	26.3
	Rate Td	0.61
	Loop Update	0.05
	Control Mode	E=PV-SP
	PID Control	AUTO
	Time Mode	TIMED
	Limit Output CV	NO
	Deadband	0
	Feed Forward Bias	0
Inputs	Scaled Set Point SPS	24
	Setpoint MAX(Smax)	60
	Setpoint MIN(Smin)	0
	Process Variable PV	0
Output	Control Output CV (%)	0
	Output Max CV (%)	0
	Output Min CV (%)	0
	Scaled Error SE	0
	Error Code	0
Flags	TM	1
	AM	0
	CM	1
	OL	0
	RG	0
	SC	0
	TF	0
	DA	0
	DB	1
	UL	0
	LL	0
SP	0	
PV	0	
DN	0	
EN	1	

Buttons: OK, Cancel, Help

Figura.3.50. Ventana setup del control de caudal

Es también muy necesario configurar el nodo y el tipo de comunicación que va a tener el PLC, según la figura 3.56 el nodo de este sistema se lo ha nombrado como el nodo 1, el cual se configura ingresando a la opción Channel Configuration, en la opción Driver, se colocará la comunicación DH-485 y en Node Address el nodo que va funcionar en la red que para este caso es el 1, esta configuración observamos en la figura 3.51.

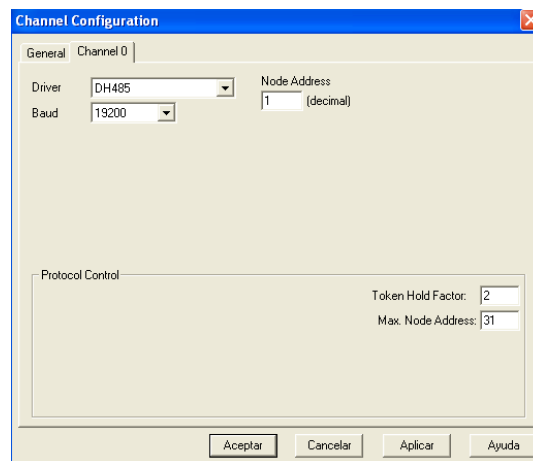


Figura 3.51. Ventana de configuración del nodo y la comunicación

3.5.3.2. Programación para el control de Nivel de Líquidos.

De acuerdo a las especificaciones técnicas el sensor de ultrasonido varía su voltaje de salida de 1 a 10 V de acuerdo a la distancia de objeto, para la aplicación de este proyecto el máximo nivel de líquido representa la mínima salida de voltaje del sensor y la máxima salida de voltaje del sensor representa el mínimo nivel de líquido por ende adecuamos esta señal usando la ecuación 3.2. El direccionamiento de las I / O observamos en la tabla 3.2

$$VP = (I:1.0 + N7:9)$$

Ec. 3.2.

Dirección en el PLC	Uso de la I / O
I:1.0	Entrada del sensor
O:1.0	Control al Variador
N7:3	V. Proceso
N7:4	Set Point
N7:5	V. Control

Tabla 3.2 Tabla de descripción de I / O del control de Nivel de Líquidos.

En la figura 3.53. se observa la ventana Setup del PID del control de nivel donde se encuentran ya los valores a los cuales el sistema es estable.

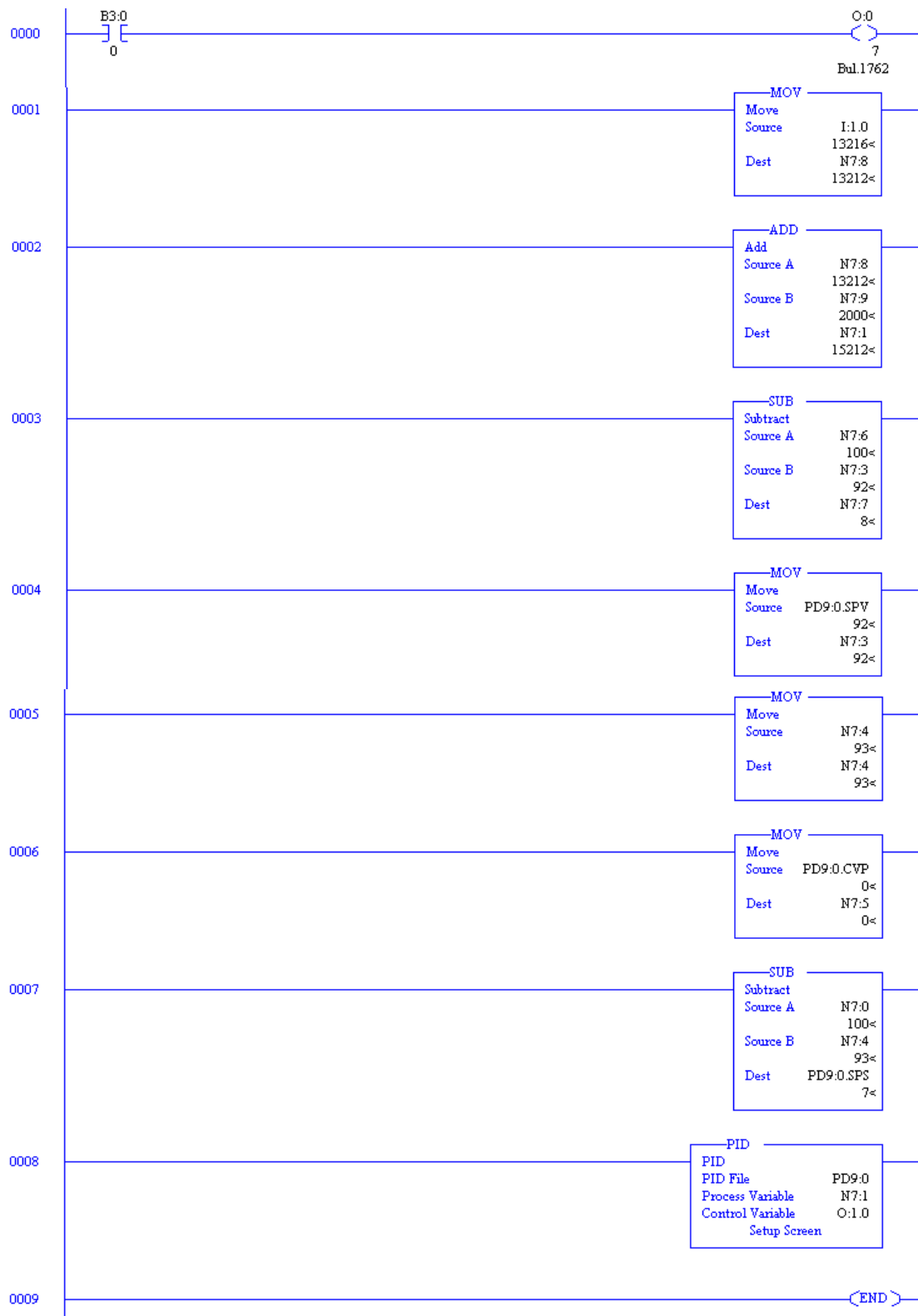


Figura 3.52. Programación del Nivel de Líquidos

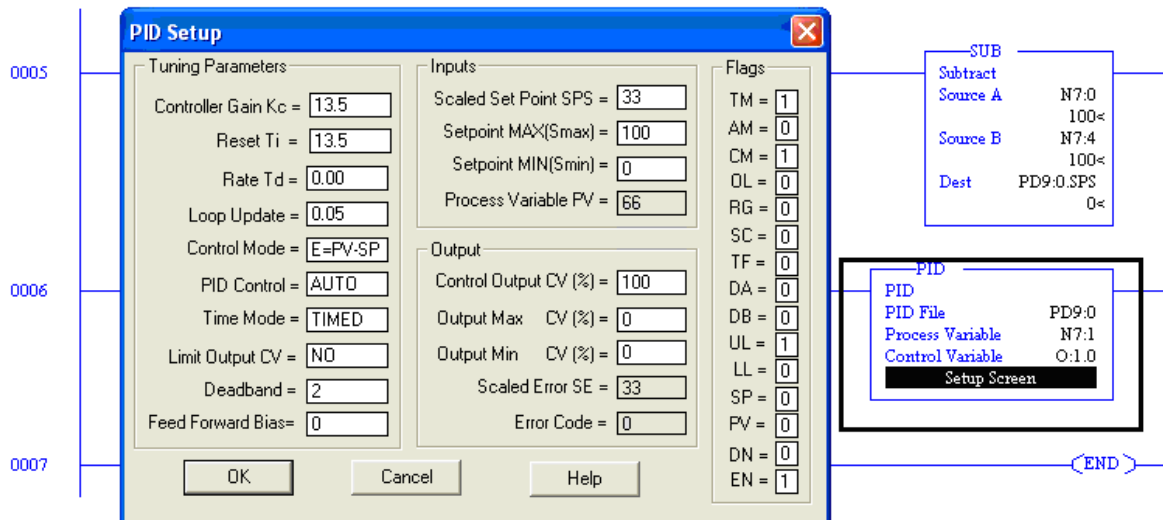


Figura 3.53. Ventana setup del Nivel de Líquidos

Es necesario configurar el nodo y el tipo de comunicación que va a tener el PLC según la figura 3.54. el nodo de este sistema se lo ha nombrado como el nodo 2, el cual se configura para la comunicación DH-485.

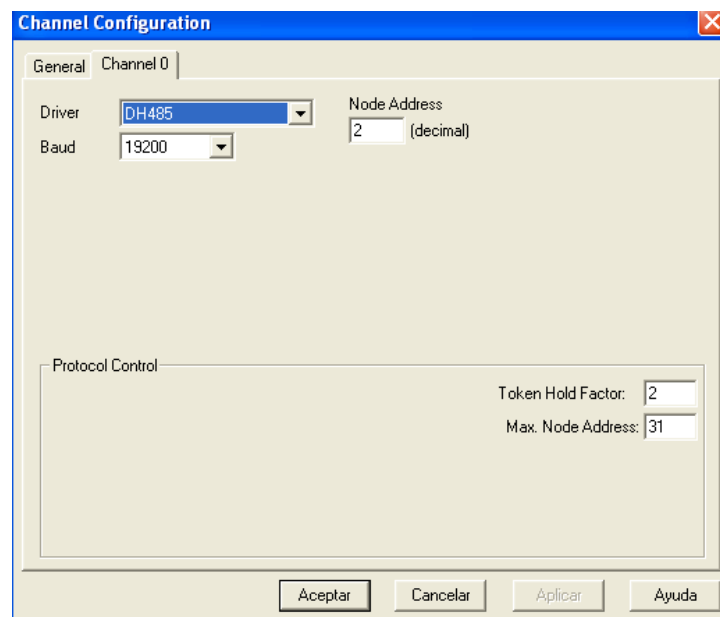


Figura.3.54 Ventana de configuración de la comunicación y nodo.

En la figura 3.55. se observa toda la implementación de la Red DH-485 del presente proyecto.

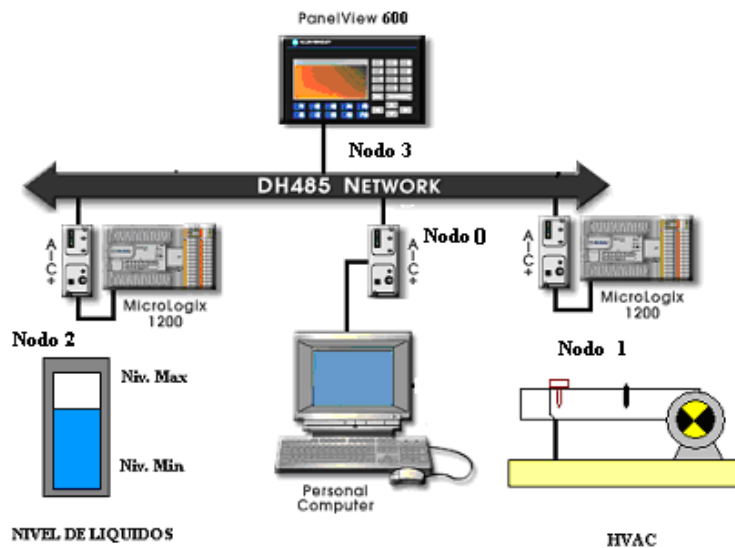


Figura 3.55. Red DH-485 implementada para control y monitoreo del HVAC y Nivel de Líquidos

Una vez realizado los programas de los procesos individuales en el PanelBuilder se ingresa a la ventana de Application Setting luego a Comms Setup, y en esta se configura el nodo al cual pertenecerá el PanelView que para este caso será el 3 y también se reconoce los nodos de los PLC de cada uno de los procesos como se observa en la figura 3.56., terminado esto se ingresa a la opción Download y se programa al PanelView como muestra la figura 3.57.

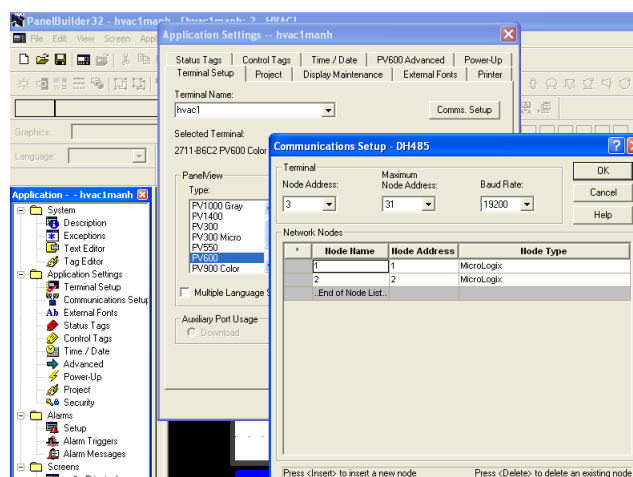


Figura 3.56. Ventana de configuración de nodos del PanelBuilder

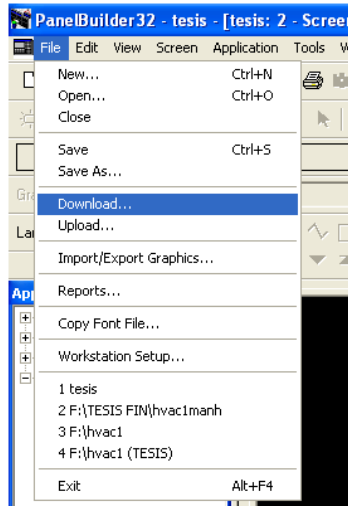


Figura 3.57. Ventana para programar el PanelView 600.

Para grabar el programa en el PLC a través de la RED DH-485 se debe seguir los pasos que indica la figura 3.58.

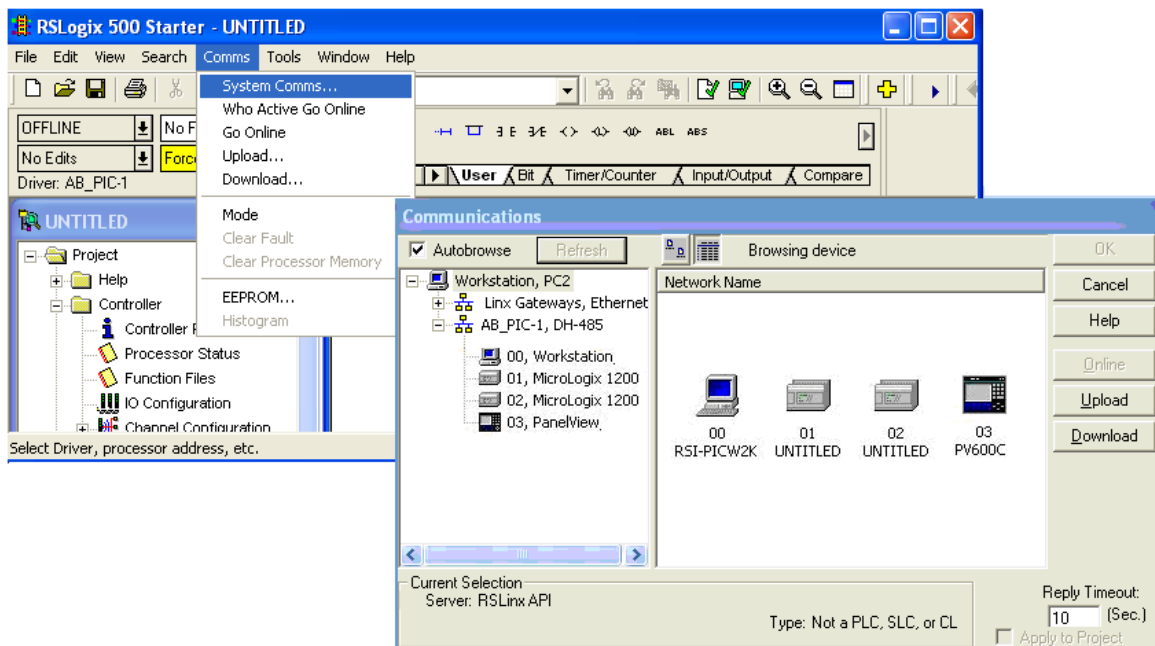


Figura 3.58. Descarga del programa al PLC

CAPITULO IV

PRUEBAS DEL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL

4.1. PRUEBAS DE MONITOREO DEL SISTEMA HVAC MEDIANTE PANELVIEW.

Para monitorear el sistema HVAC se armó una red entre el PanelView, la PC y el PLC Micrologix 1200 y por medio de este PLC se controla al variador de frecuencia Powerflex 70 y al circuito de disparo para el control de las resistencias térmicas, como se muestra en la figura 4.1.

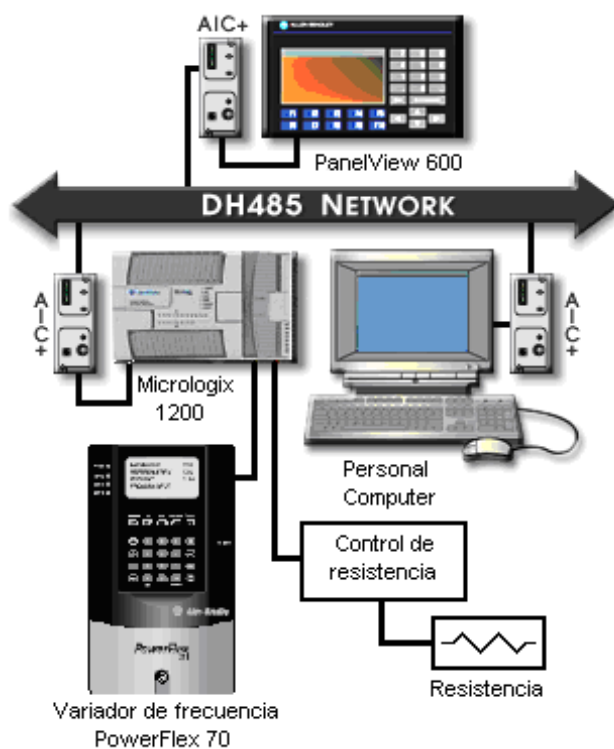


Figura 4.1. Red para monitoreo del sistema HVAC.

Una vez ensamblada la red se la visualiza en el programa RSLinx para comprobar si todos los elementos se encuentran en comunicación como se puede ver en la figura 4.2.

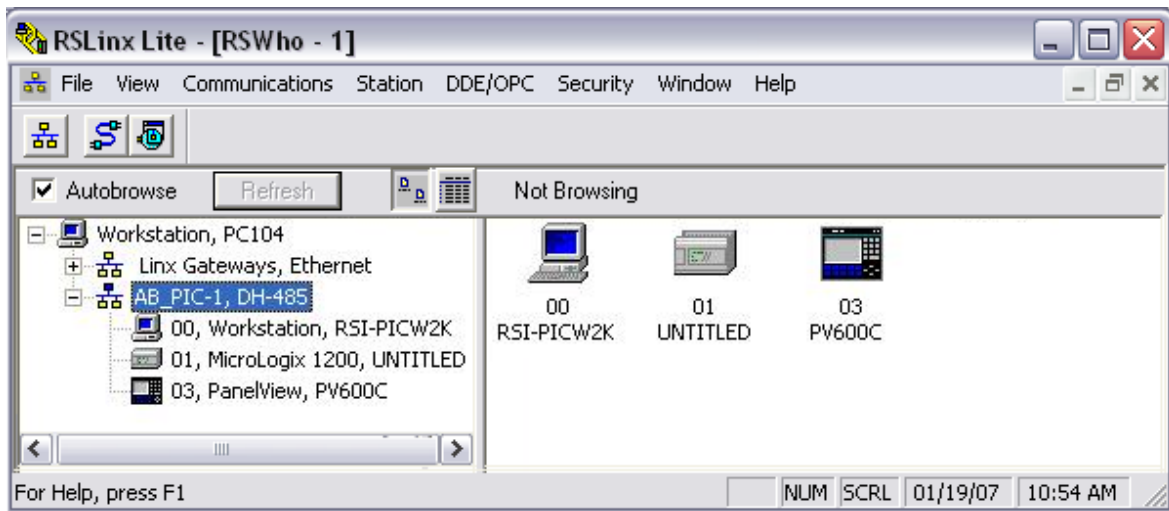
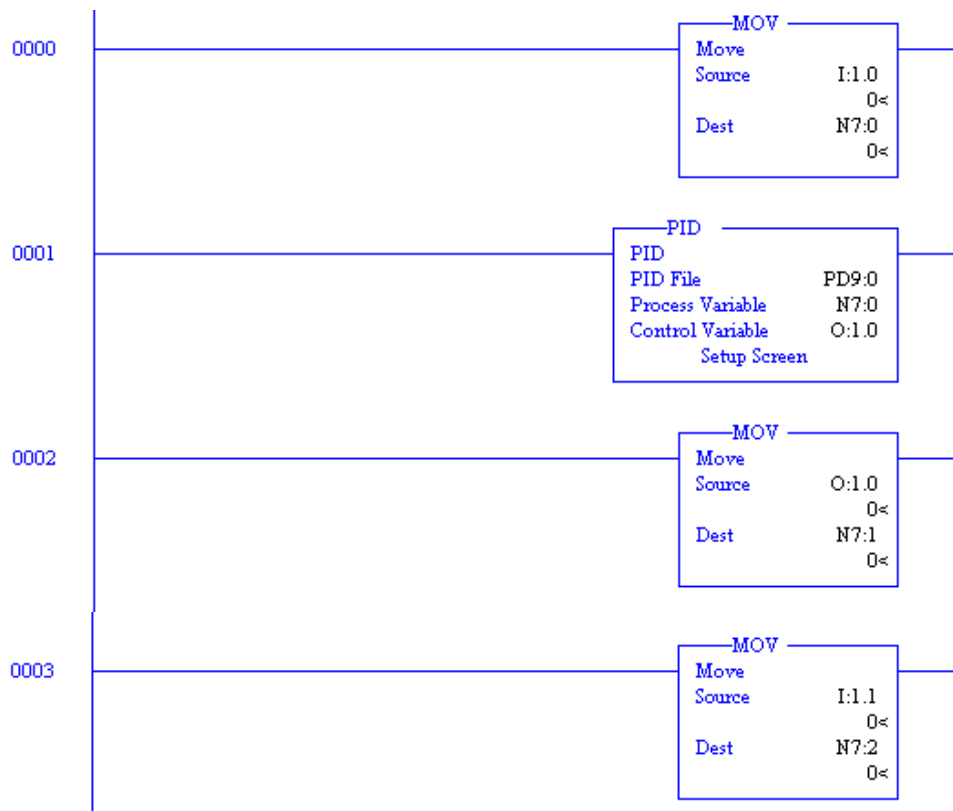


Figura 4.2. Visualización de la red en el programa RSLinx

El paso siguiente es realizar la programación para el PLC Micrologix 1200 en el programa RSLogix 500 para monitorear de forma básica al sistema HVAC; esta programación se la presenta en la figura 4.3.



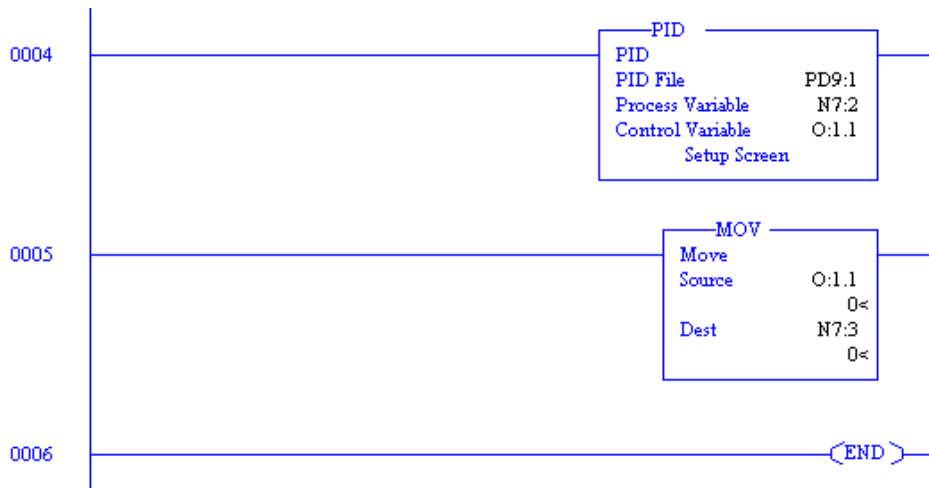


Figura 4.3. Programa del PLC para monitoreo del sistema HVAC

Los datos que se necesita para el buen desempeño de este programa, como son las ganancias del PID y los datos en general del PID se los setea con la PC mediante una interacción en línea de esta con el PLC en el programa RSLogix 500.

Luego se crea la pantalla para el PanelView en el programa PanelBuilder 32, que permitirá visualizar los parámetros que se direccionan como variable de proceso y variable de control en las dos magnitudes del sistema que son la temperatura y el caudal de flujo de aire. Cabe mencionar que los valores de las variables de proceso estarán dadas en bits de datos y las variables de control estarán dadas en porcentaje. El diseño de la pantalla se puede apreciar en la figura 4.4.

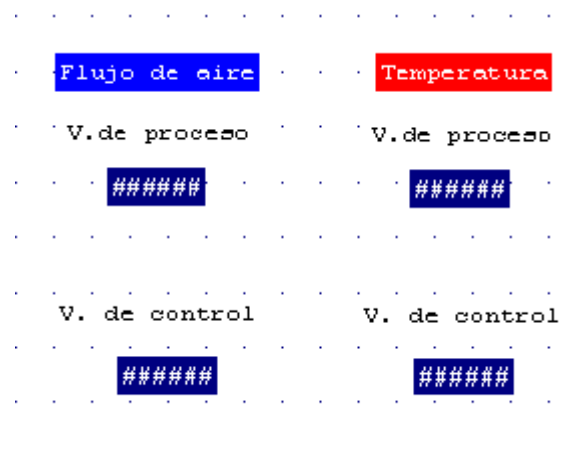


Figura 4.4. Diseño de pantalla para el monitoreo del sistema HVAC

Los espacios de memoria del PLC (Nodo 1) están enlazados con los displays que muestran las magnitudes de las variables del sistema HVAC en el PanelView como se muestra en la tabla 4.1.

	V. de proceso	V. de control
Flujo de aire	N7:0	N7:1
Temperatura	N7:2	N7:3

Tabla 4.1. Direccionamiento de los espacios de memoria del PLC en el PanelView para el monitoreo del sistema HVAC

En este monitoreo se obtienen los valores límites de la variable de proceso en las dos magnitudes de este sistema los cuales se muestra en la tabla 4.2. y la variable de control simplemente se visualiza como un porcentaje del voltaje de salida del PLC que varía de 0 a 10 voltios.

	Límite mínimo	Límite máximo
Flujo de aire	40 CFM (200 bits)	80 CFM (1272 bits)
Temperatura	16°C (3605 bits)	70°C (3960 bits)

Tabla 4.2. Valores límite de las variables del sistema HVAC

Estos valores límite de caudal de flujo de aire dado en pies cúbicos por minuto (CFM) y de temperatura dado en grados centígrados (°C) nos sirven para posteriormente acondicionar las señales.

4.2. PRUEBAS DE MONITOREO DEL CONTROL DE NIVEL DE LÍQUIDOS MEDIANTE PANEL VIEW.

Al igual que para el sistema HVAC, para el control de Nivel de Líquidos se siguen los mismos pasos como son, el ensamblaje y visualización de la red, diferenciándose del sistema anterior en la programación de los dispositivos ya que es un poco mas sencilla por que solamente se controla una variable que es el nivel, en el direccionamiento de los espacios de memoria del PLC y en los valores límites que se obtienen de este proceso.

La programación para el PLC Micrologix 1200 (Nodo 2) que monitoreará este proceso se presenta en la figura 4.5. y al igual que en el caso del sistema anterior los valores necesarios del PID para que el programa funcione de manera correcta son ingresados por medio de la PC en el programa RSLogix 500.

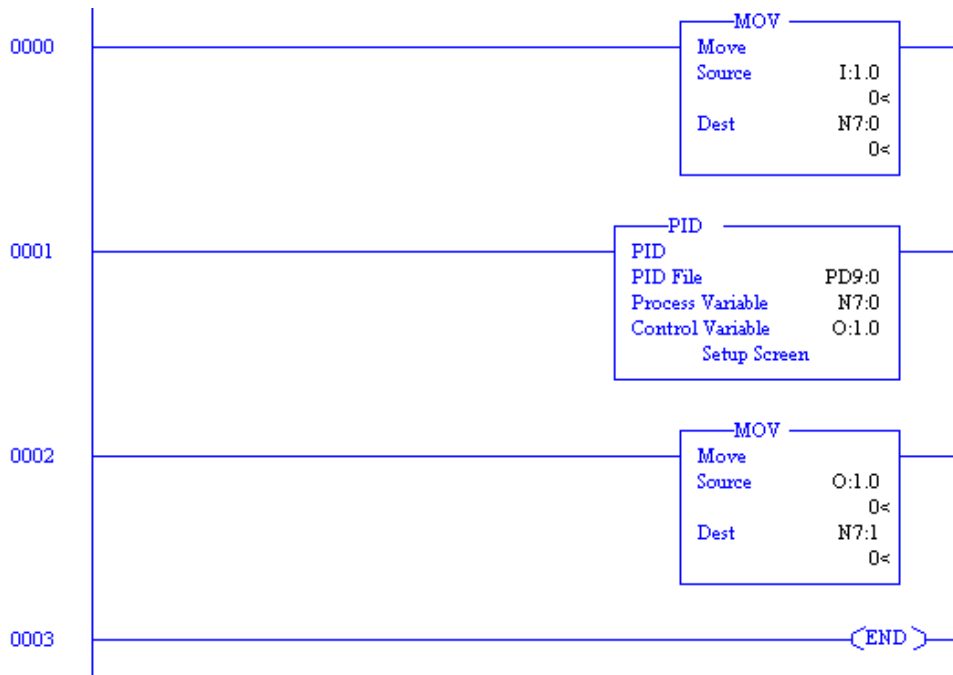


Figura 4.5. Programación del PLC para el monitoreo del Nivel de Líquidos

Al igual que se realizó con el sistema HVAC, para este proceso se creará la pantalla para el monitoreo en el PanelView y se la observa en la figura 4.6.

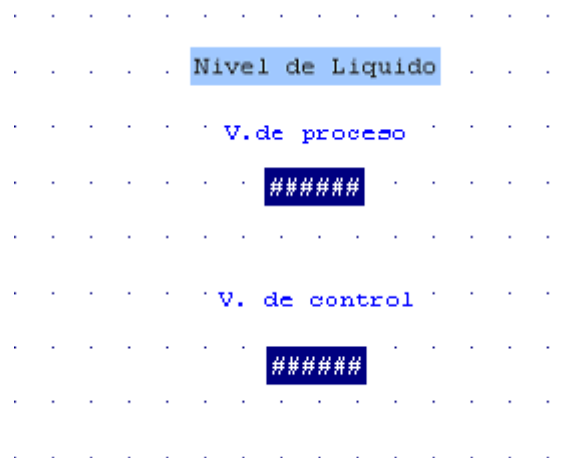


Figura 4.6. Diseño de pantalla para el monitoreo del control de Nivel de Líquidos

El direccionamiento de los espacios de memoria del PLC (Nodo 2) necesarios en el PanelView para el control de Nivel de Líquidos se presenta en la tabla 4.3.

	V. de proceso	V. de control
Control del Nivel de Líquidos	N7:0	N7:1

Tabla 4.3. Direccionamiento de los espacios de memoria del PLC en el PanelView para el monitoreo del control de Nivel de Líquidos

Los límites del nivel de líquido de este proceso se presentan en la tabla 4.4. y están dados en porcentaje, representando el 100% el llenado del tanque hasta un nivel seguro en el módulo didáctico y el 0% el tanque completamente vacío.

	Límite mínimo	Límite máximo
Control del Nivel de Líquidos	0% (11440 bits)	100% (1300 bits)

Tabla 4.4. Valores límite del control de Nivel de Líquidos

El nivel de líquido es detectado por un sensor de tipo ultrasónico cuya variación de voltaje es inversamente proporcional al nivel del líquido del tanque, por esta razón el límite mínimo tiene mayor cantidad de bits que el límite máximo.

4.3. COMUNICACIÓN ENTRE LOS PLCs Y LA RED IMPLEMENTADA

La comunicación entre los PLCs y la red implementada con las tarjetas 1761-NET-AIC para DH-485 se lo realiza mediante el cable 1761-CBL-PM02 y esto permite que se pueda tener una red general formada por todos los dispositivos mencionados anteriormente que se utilizará para poder controlar los dos procesos de forma simultánea mediante el PanelView. Esta red se la observa en la figura 4.7. y como se puede apreciar posee dos tipos distintos de variadores de frecuencia, pero en los dos casos se los controla mediante la entrada analógica de cada variador.

A más de poder monitorear los procesos con esta red, también nos permite programar cualquier dispositivo que se encuentre en la red sin necesidad de desconectarlo de ella, facilitándonos de esta forma el trabajo que se desee realizar.

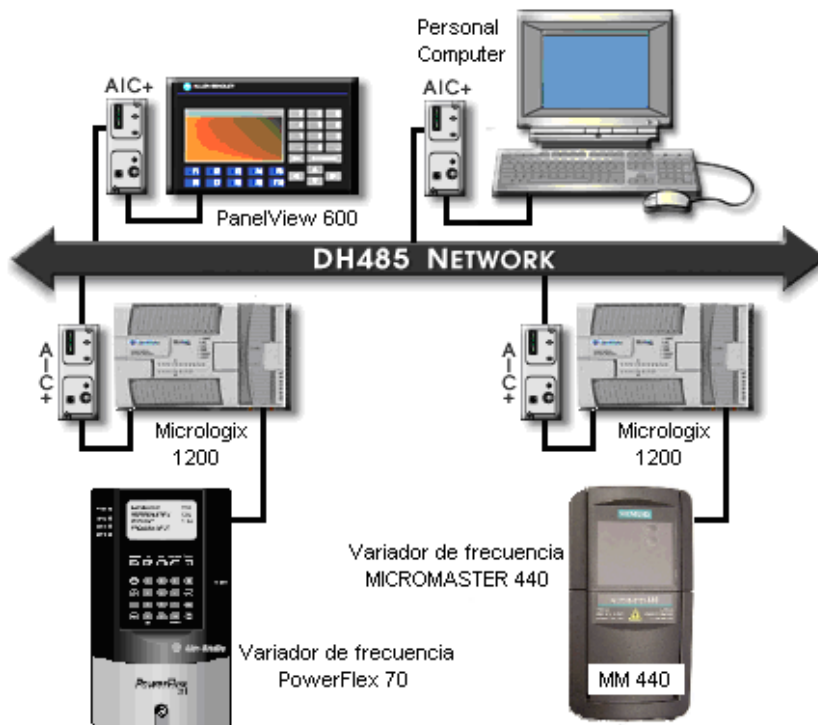


Figura 4.7. Red de monitoreo y control de procesos

Al igual que el procedimiento seguido para monitorear los procesos presentado anteriormente, a esta red la debemos visualizar en el programa RSLinx y comprobar si todos los dispositivos están comunicándose por la red y si esto ocurre visualizaremos una pantalla como se aprecia en la figura 4.8.

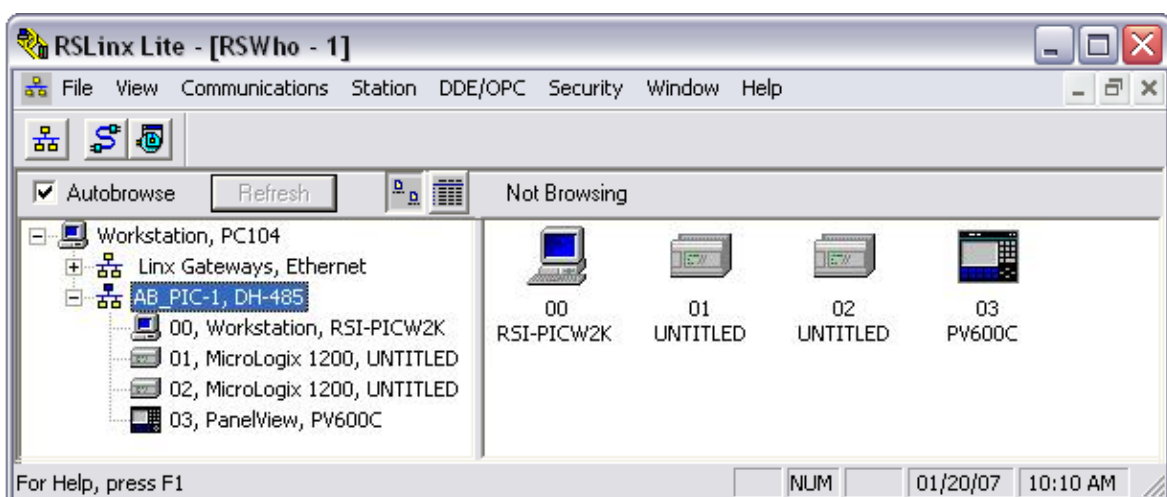


Figura 4.8. Visualización de la red completa en el programa RSLinx

4.4. PRUEBAS DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS PROCESOS MEDIANTE LAS PANTALLAS DEL PANEL.

Una vez que se tiene ensamblada y en funcionamiento la red completa de los equipos se procede a unificar las pantallas de los procesos, pasando las pantallas de monitoreo a un solo archivo y creando nexos entre estas pantallas para poder desplazarse entre estas, y esto se lo realiza mediante botones de desplazamiento de pantalla existentes en el programa PanelBuilder 32 que estamos utilizando, entonces las pantallas tienen la configuración como se muestra en la figura 4.9.

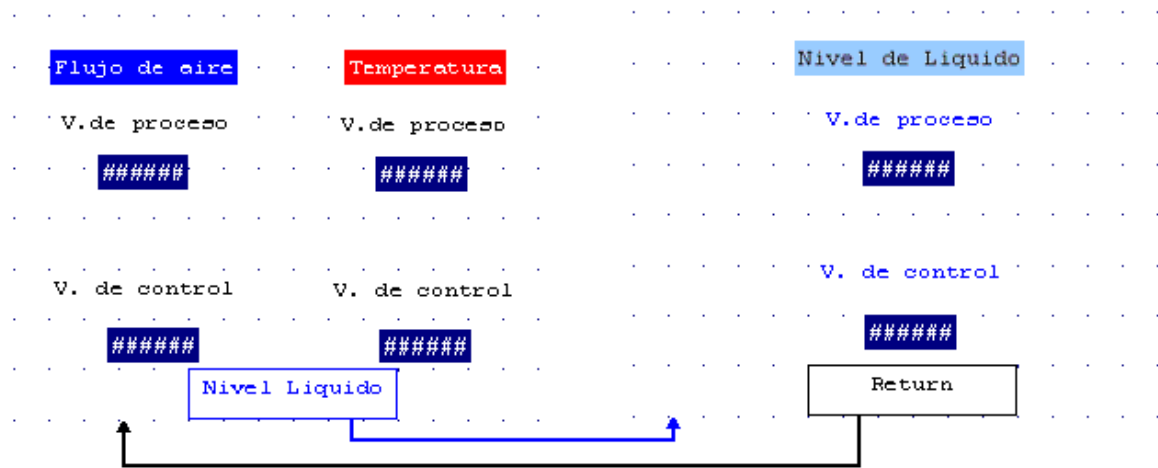


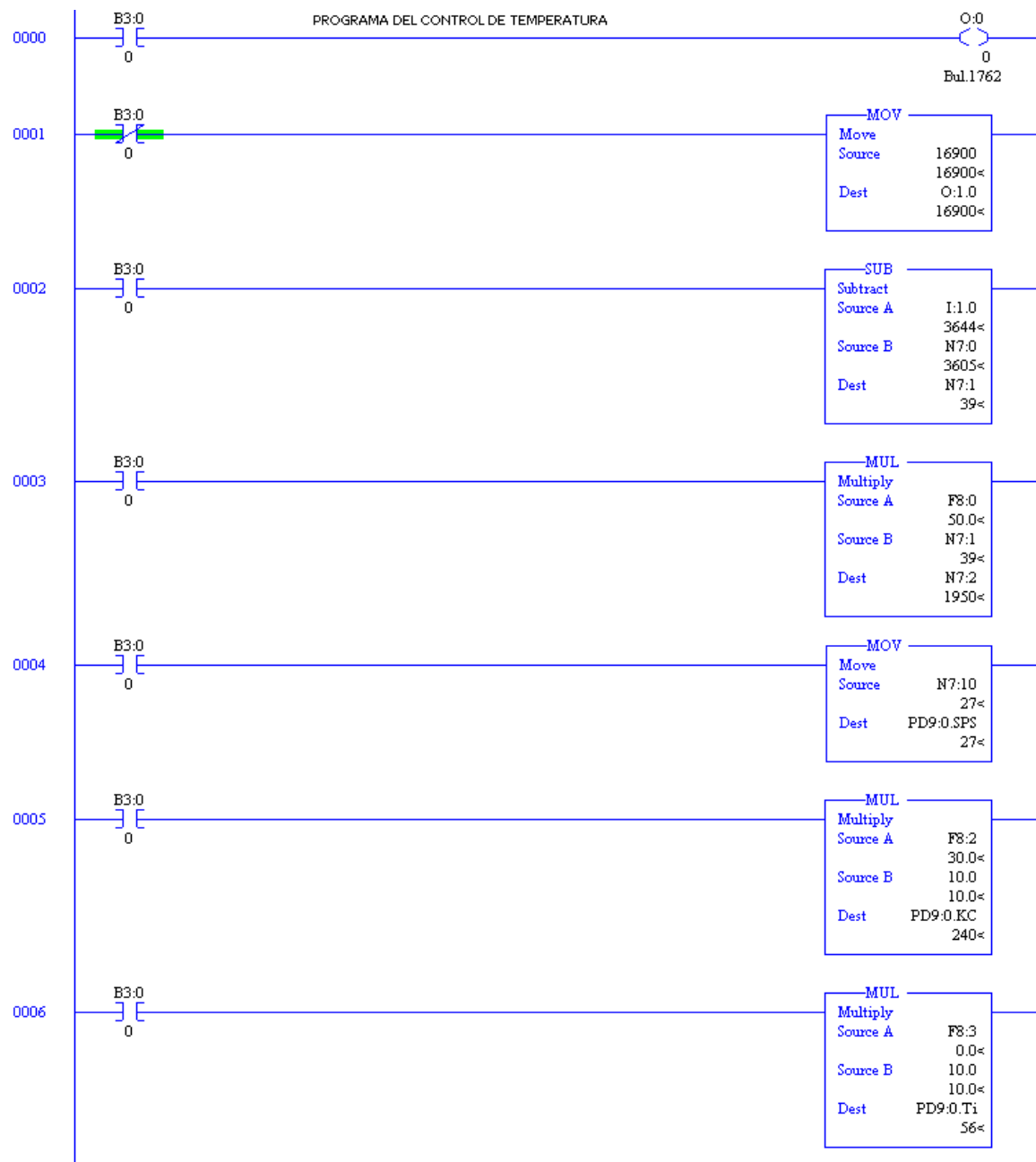
Figura 4.9. Pantallas anexas

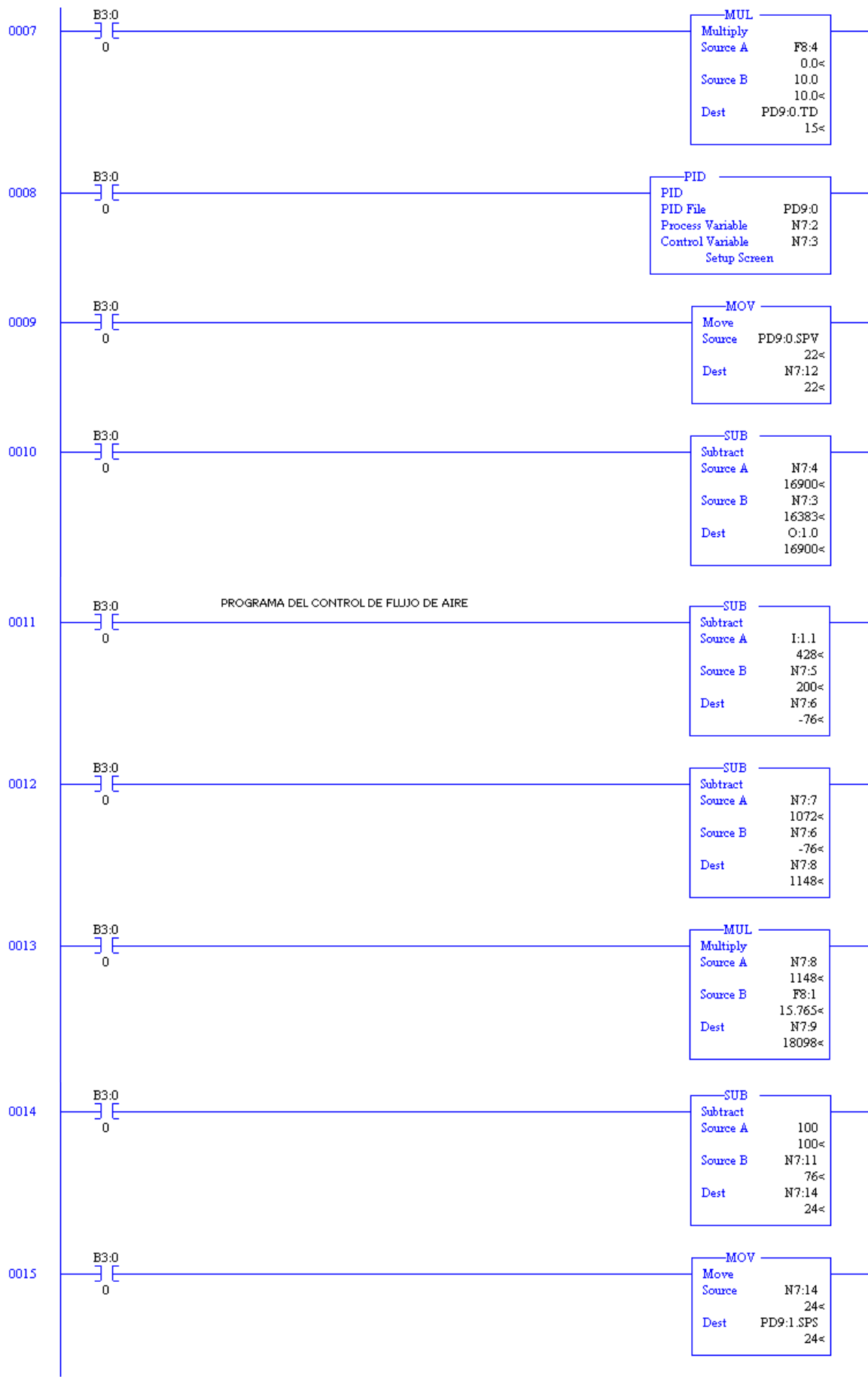
En este caso el botón “Nivel líquido” permite desplazarse a la pantalla que está monitoreando el proceso de control de Nivel de Líquidos y el botón “Return” permite regresar a la primera pantalla que monitorea el sistema HVAC, de esta manera se comprobó mediante la red que los procesos están funcionando de forma correcta ya que los valores obtenidos anteriormente coinciden con los valores obtenidos en esta prueba.

Es importante conocer que los displays de la pantalla del sistema HVAC tienen que estar direccionados al nodo 1 que es el PLC Micrologix 1200 que aparece en la red como 01 y es el que comanda este proceso, y del mismo modo los displays del nivel de líquido deben estar direccionados al nodo 2 que es el PLC que comanda al proceso de control de Nivel de Líquidos, ya que si se diera el caso de direccionar de forma errónea estos displays se va a generar un conflicto que no permitirá tener una visualización.

4.5. PRUEBAS DE CONTROL DEL SISTEMA HVAC.

Para las pruebas de control del sistema HVAC se utiliza la misma red que se utilizó para el monitoreo de este sistema mostrada en la figura 4.1. o la red mostrada en la figura 4.7. La programación del PLC difiere un poco de la de monitoreo, ya que en este caso se debe incrementar algunas instrucciones para el ingreso de datos desde el PanelView, para controlar el proceso, y esta programación se muestra en la figura 4.10.





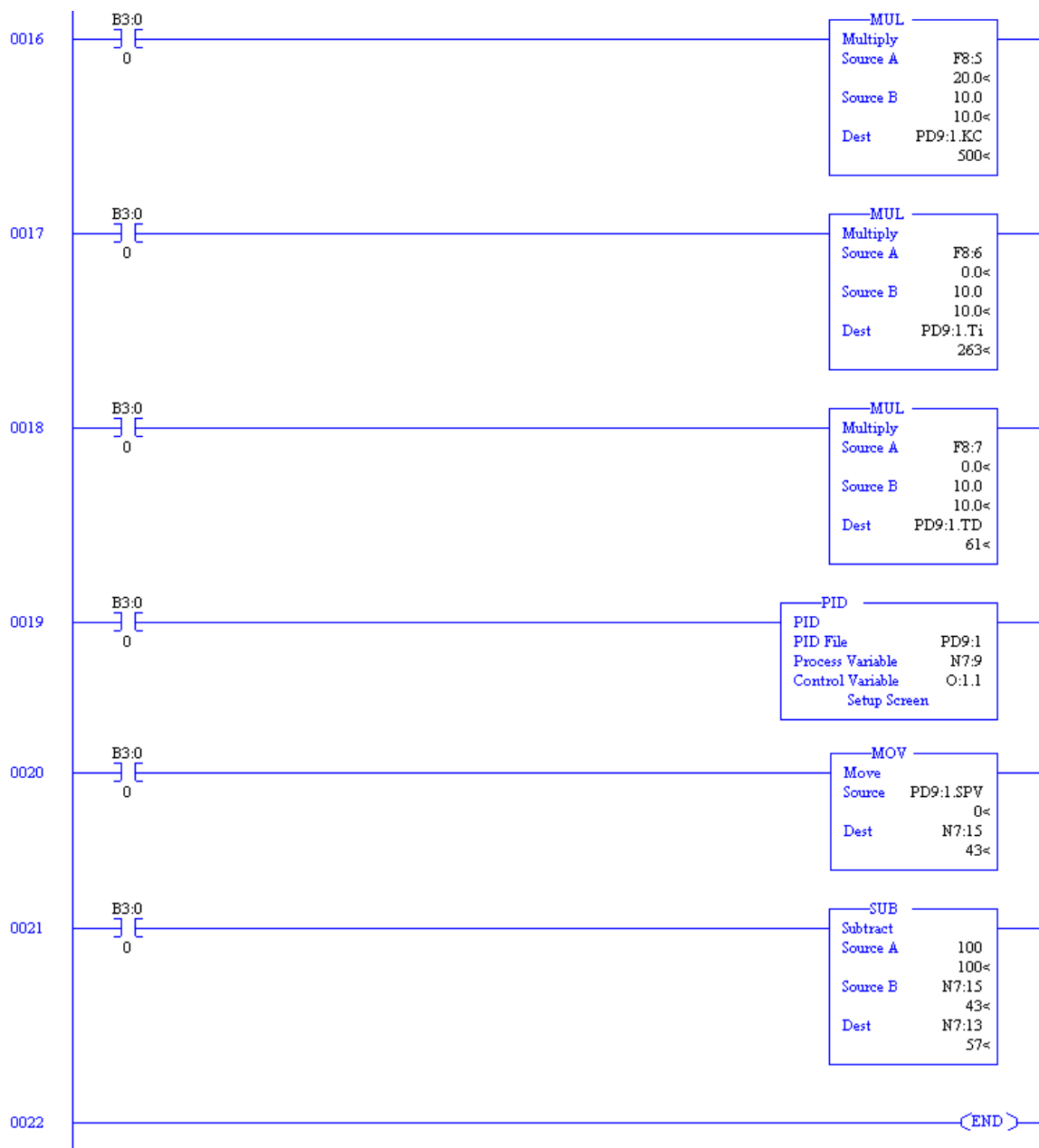


Figura 4.10. Programa de control del sistema HVAC

Las instrucciones que se incrementaron sirven para direccionar en el PanelView los espacios de memoria para ingresar los datos necesarios, y otras instrucciones sirven para acondicionar señales tomando como referencia que al escalar las entradas para PID, el nivel de voltaje de 10.48V en el programa se lo visualiza como 16300 bits. La ecuación 4.1. es usada para acondicionar la variable de proceso (VP) proporcionada por el sensor

(In), con la ecuación 4.2. se acondiciona la salida de voltaje analógico (Out) y por último la ecuación 4.3. permite acondicionar la señal de la variable de proceso que genera el sensor de caudal de flujo de aire (In).

Temperatura

$$(In - 3605bits) * 50 = V.P. \qquad \text{Ec. 4.1.}$$

$$(16900bits - V.C) = Out \qquad \text{Ec. 4.2.}$$

Caudal de aire

$$(1072bits - (In - 200bits)) * 15.765 = V.P. \qquad \text{Ec. 4.3.}$$

Finalizado el programa de control y monitoreo se crean las pantallas del PanelView para setear los valores que necesita el proceso y visualizar los datos que genera el mismo. Las pantallas del proceso HVAC se presentan en la figura 4.11.

Las direcciones de memoria de los displays y de las entradas numéricas de las pantallas del PanelView se presentan en la tabla 4.5.

Nombres	Temperatura	Flujo de aire	Acción
Set Point	N7:10	N7:11	Entrada numérica
V. de proceso	N7:12	N7:13	Display
G. proporcional	F8:2	F8:5	Entrada numérica
G. integral	F8:3	F8:6	Entrada numérica
G. derivativa	F8:4	F8:7	Entrada numérica
Encender	B3:0/0	B3:0/0	Entrada digital

Tabla 4.5. Direcciones de memoria del sistema HVAC

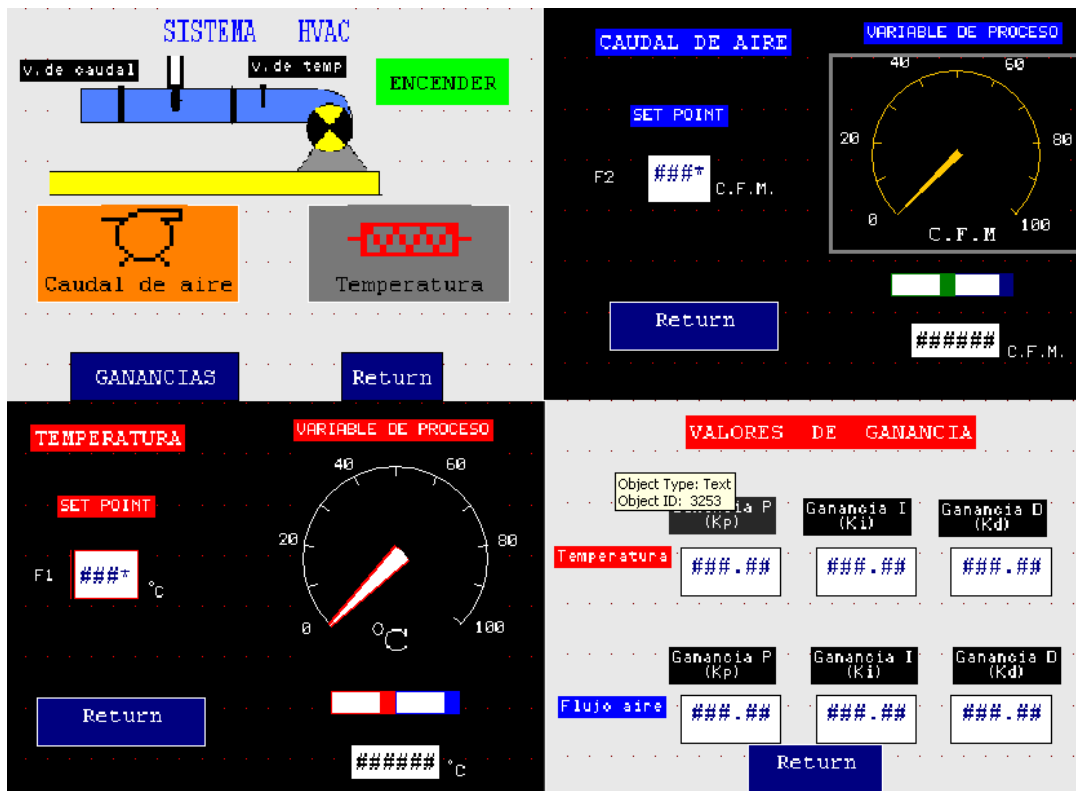


Figura 4.11. Pantallas del sistema HVAC en el PanelView

Luego de realizar las pruebas de funcionamiento del sistema HVAC se vio la necesidad de implementar el control PID con el fin de que el sistema tenga un funcionamiento mas estable, reduciendo las oscilaciones de la variable de control, para lo cual es necesario encontrar los valores de las ganancias del mismo como son la ganancia proporcional (K_c), la ganancia integral (T_i) y la ganancia derivativa (T_d); estas ganancias se las encontró aplicando el método de oscilación o método de respuesta en frecuencia, creado en base a práctica por Ziegler y Nichols (Z-N); es importante mencionar que el sistema debe estar a lazo cerrado para aplicar este procedimiento:

- Utilizando solo control proporcional, comenzando con un valor de ganancia pequeño, incrementar la ganancia hasta que el lazo comience a oscilar.
- Registrar la ganancia crítica del controlador ($K_p = K_c$) y el período de la oscilación de la salida del controlador (P_c).
- Ajustar los parámetros del controlador según las siguientes ecuaciones:

Control P: $K_c = 0.50 * K_p$

$$\text{Control PI: } K_c = 0.45 * K_p \quad T_i = \frac{P_c}{1.2}$$

$$\text{Control PID: } K_c = 0.60 * K_p \quad T_i = 0.5 * P_c \quad T_d = \frac{P_c}{8}$$

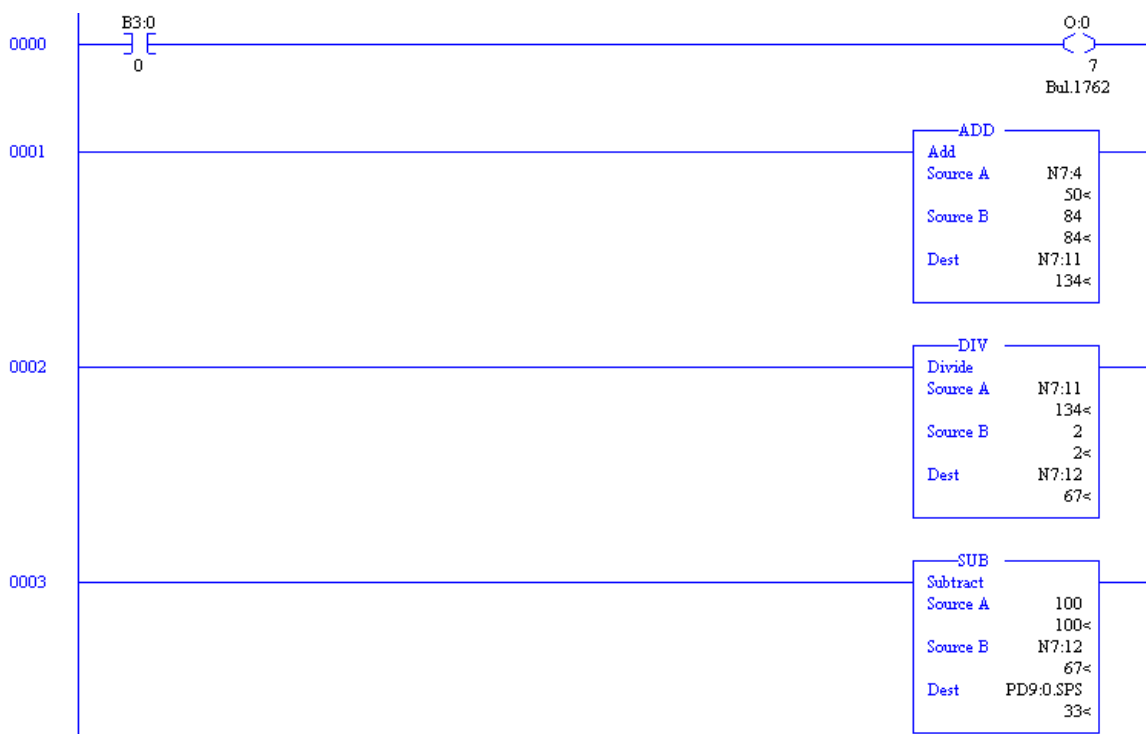
Siguiendo los pasos antes enunciados se determinó los datos necesarios para luego por medio de cálculos encontrar los valores de ganancias de las variables que se controlan en el sistema:

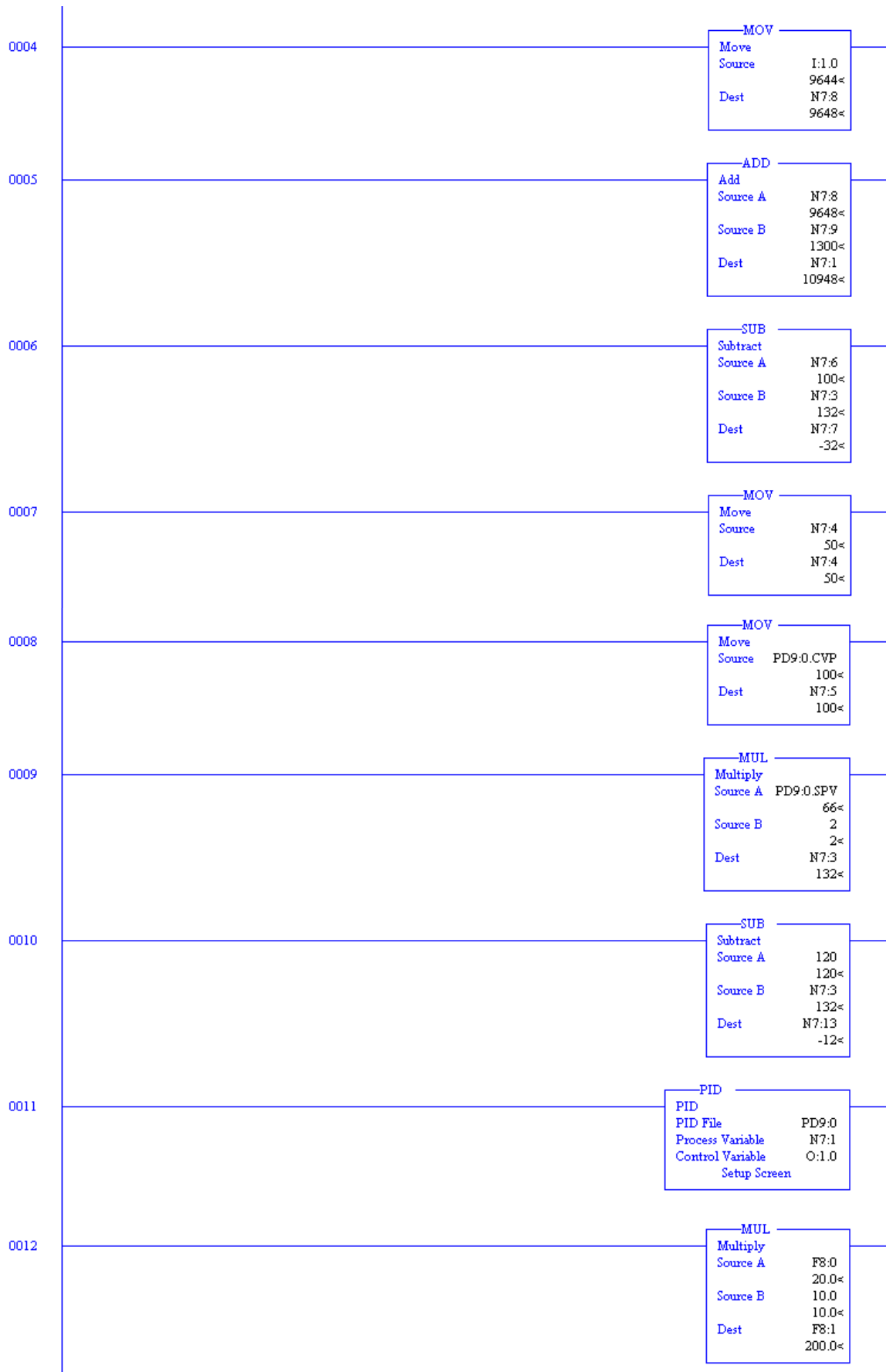
$$\text{Temperatura: } K_p = 40 \quad P_c = 11.2 \quad \rightarrow \quad K_c = 24 \quad T_i = 5.6 \quad T_d = 1.5$$

$$\text{Flujo de aire: } K_p = 50 \quad P_c = 5.26 \quad \rightarrow \quad K_c = 30 \quad T_i = 2.63 \quad T_d = 0.61$$

4.6. PRUEBAS DE CONTROL DE NIVEL DE LÍQUIDOS

La red usada para realizar estas pruebas es la misma usada en los casos anteriores. La programación difiere del sistema HVAC ya que los valores para el acondicionamiento de señales es otro además de que se debe nombrar a este PLC como nodo 2, por lo que en la figura 4.12. se muestra la programación para el control de Nivel de Líquidos.





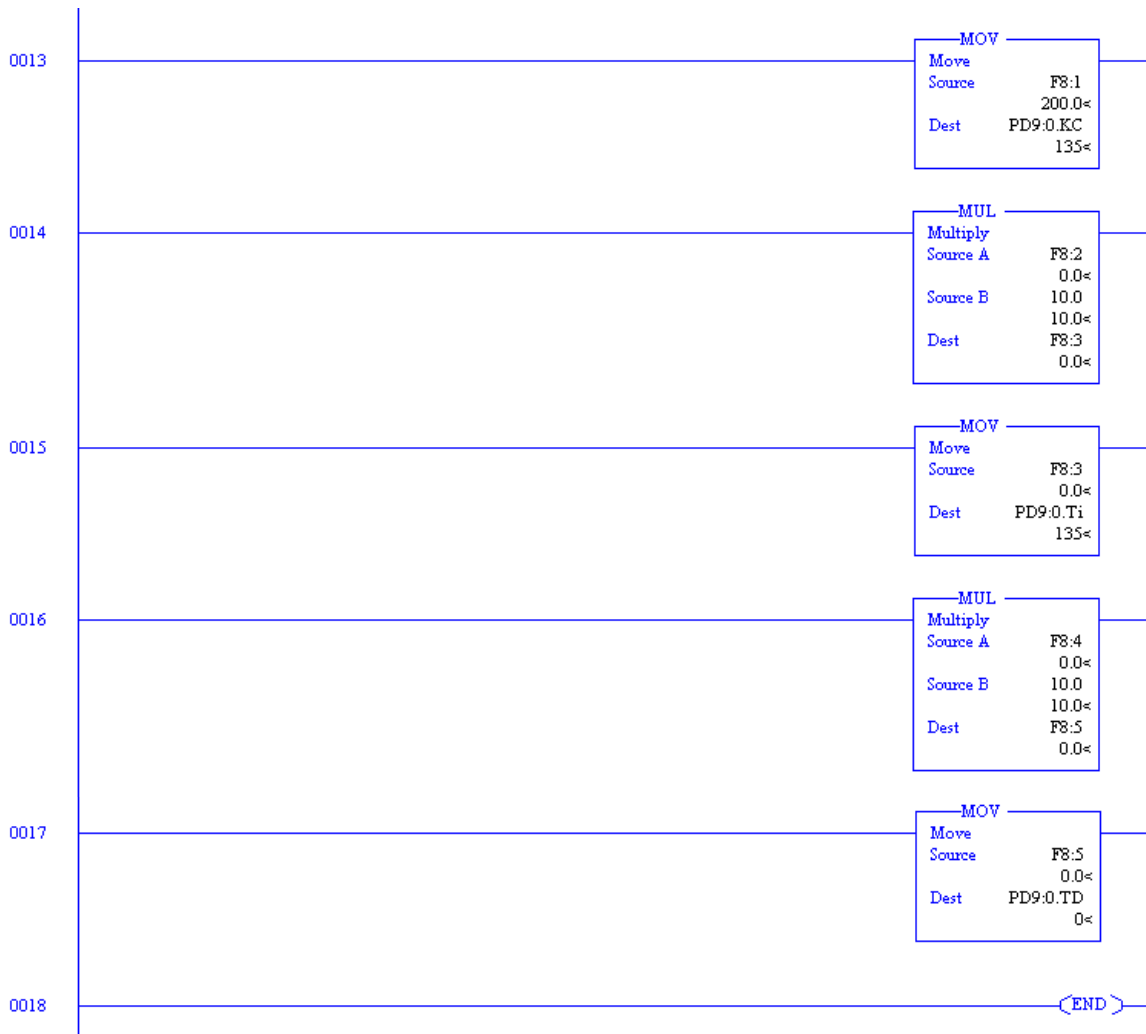


Figura 4.12. Programa del control de Nivel de Líquidos

En la figura 4.13. se muestra las pantallas en el PanelView para el control de Nivel de Líquidos, teniendo a la izquierda la pantalla principal del control de Nivel de Líquidos con los distintos elementos de control y monitoreo con son el set point, la variable de control y la variable de proceso además de dos botones de ir a pantalla, los cuales permiten desplazarse hacia la pantalla principal del sistema o hacia la pantalla de seteo de los valores de ganancias del controlador.

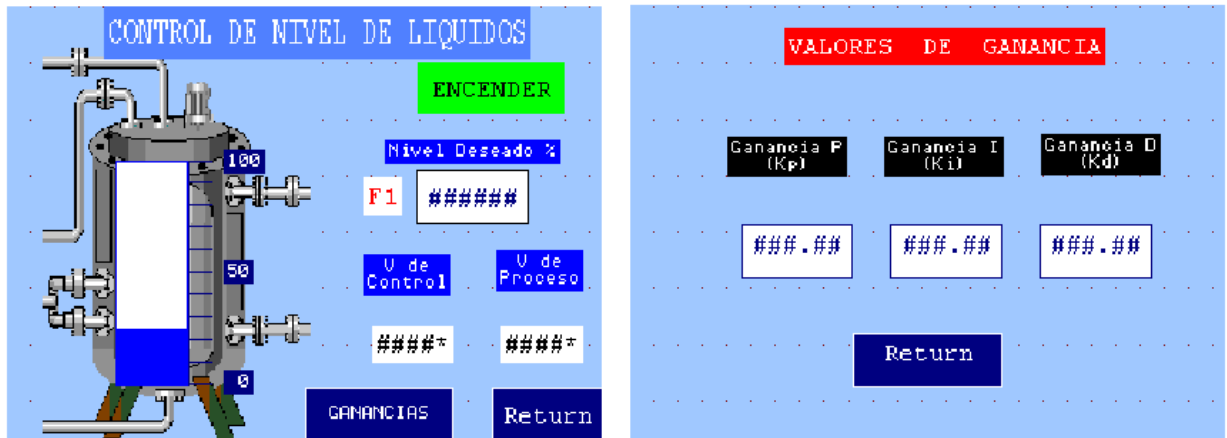


Figura 4.13. Pantallas del control de Nivel de Líquidos en el PanelView

A continuación se presenta la tabla 4.6. en donde se encuentran las direcciones de las entradas numéricas y de los displays del control de Nivel de Líquidos; cabe mencionar que todas estas direcciones se deben configurar para el nodo 2.

Nombres	Nivel de líquido	Acción
SetPoint	N7:4	Entrada numérica
V. de control	N7:5	Display
V. de proceso	N7:13	Display
G. proporcional	F8:0	Entrada numérica
G. integral	F8:2	Entrada numérica
G. derivativa	F8:4	Entrada numérica
Encender	B3:0/0	Entrada en Bit

Tabla 4.6. Direcciones de memoria del control de Nivel de Líquidos

La ecuación 4.4. es la que se utilizó para acondicionar la señal de entrada (In) o variable de proceso tomando en cuenta que se uso la misma referencia anterior que 10.48V equivale a 16900 bits en el programa.

$$In-1300 = V.P.$$

Ec. 4.4.

Se determinó que el control de Nivel de Líquidos requería ser más estable por lo que siguió el método de oscilación explicado anteriormente para determinar las ganancias del controlador PID, obteniendo los siguientes resultados.

$$\text{Nivel de Líquidos: } K_p = 30 \quad P_c = 16.28 \quad \rightarrow \quad K_c = 18 \quad T_i = 8.14 \quad T_d = 2.03$$

Luego de introducir los valores de ganancias en el controlador se observó que el sistema adquirió una mayor inestabilidad por lo que se decidió utilizar un controlador PI para lo cual se realizaron nuevos cálculos obteniendo los siguientes valores.

$$\text{Nivel de Líquidos: } K_p = 30 \quad P_c = 16.28 \quad \rightarrow \quad K_c = 13.5 \quad T_i = 13.5$$

4.7. PRUEBAS Y RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS MONITOREADOS EN GENERAL

Una vez realizados todos los pasos anteriores se puede hacer un monitoreo de los parámetros de los procesos, con lo cual se puede obtener los rangos de variación de las variables de los procesos con sus respectivas equivalencias en bits, y de esta forma acondicionar las señales para tener una mejor apreciación de las variables reales de los sistemas. Los valores de los rangos de variación de los procesos así como sus equivalencias en bits se encuentran expuestos en la tabla 4.7.

	Límite mínimo	Límite máximo
Flujo de aire	40 CFM (200 bits)	80 CFM (1272 bits)
Temperatura	16°C (3605 bits)	70°C (3960 bits)
Nivel de líquidos	0% (11440 bits)	100% (1300 bits)

Tabla 4.7. Rango de valores de las variables de los procesos

Con esta prueba comprobamos que los valores obtenidos son los mismos que cuando se monitoreó los procesos de forma individual, dejando en claro que los procesos están funcionando de forma correcta al conectarlos a la red sin la existencia de errores que puedan distorsionar la información verdadera de los procesos.

4.8. PRUEBAS Y RESULTADOS DE TODO EL SISTEMA DE RED, CONTROL Y MONITOREO.

Al igual que en el ítem anterior se sigue el mismo procedimiento, únicamente existe una diferencia con los pasos anteriores que es el anexo de una pantalla principal en el PanelView que permite acceder a cualquiera de los dos procesos que estarán funcionando de manera simultánea. Esta pantalla es la principal y a la que primero se accesa al encender el PanelView y de donde se puede trasladar al proceso que se desea controlar o monitorear; y en las respectivas pantallas principales de cada proceso se anexa un botón de regreso a la página principal y otro de encendido del proceso respectivo. Esta pantalla se la muestra en la figura 4.14.

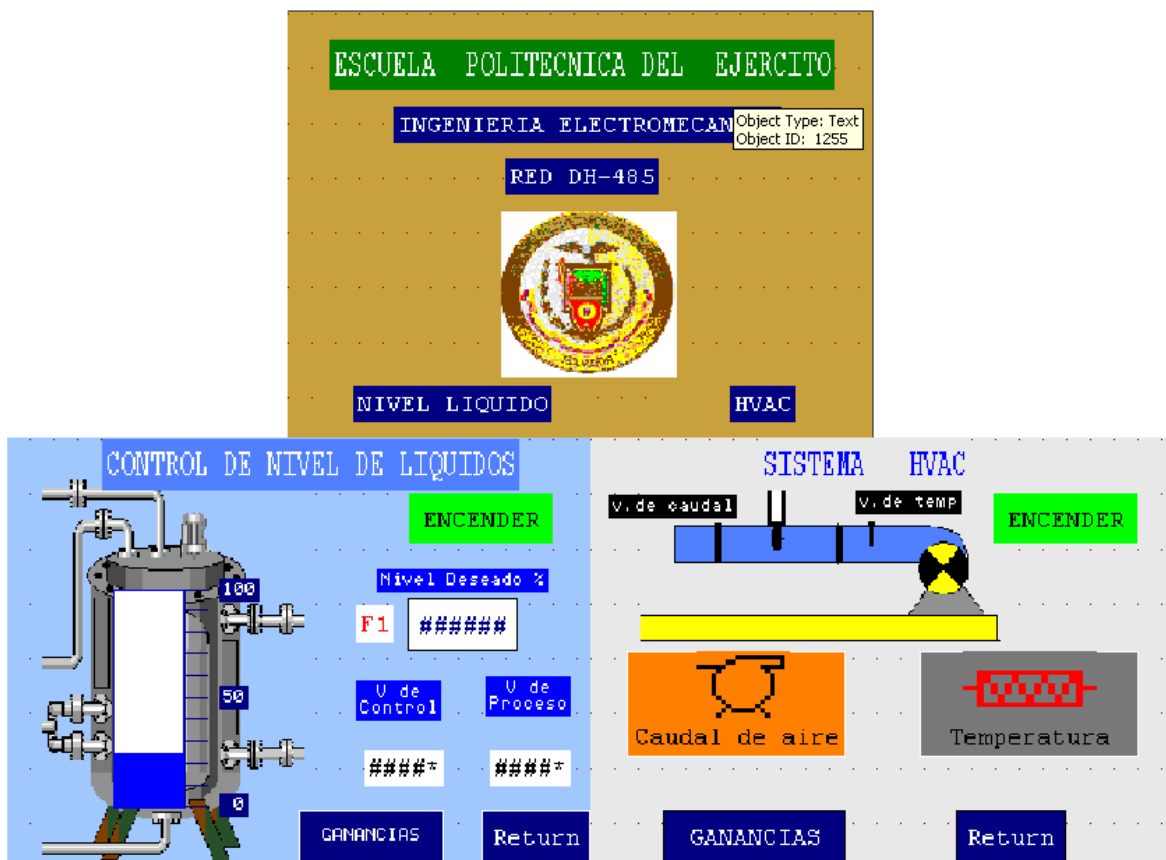


Figura 4.14. Diseño de pantallas para que los procesos funcionen en red y de forma simultánea

Una vez concluido todo el trabajo de pruebas se tomaron los datos de los procesos en funcionamiento de forma simultánea, los cuales se presentan en la tabla 4.8. para el sistema HVAC y en la tabla 4.9. para el control de Nivel de Líquidos.

Sistema HVAC			
Temperatura (°C)		Flujo de aire (C.F.M.)	
Set Point	Variable de proceso	Set Point	Variable de proceso
23	23	40	40
28	27	42	41
30	30	44	43
35	34	46	45
40	39	48	47
45	44	50	50
50	49	52	51
55	55	56	55
60	59	64	62
65	65	72	71
70	70	80	80

Tabla 4.8. Datos recopilados del sistema HVAC

Control de Nivel de Líquidos	
Set Point (%)	Variable de Proceso (%)
20	20
30	29
40	39
50	48
60	59
70	68
80	79
90	88
100	98

Tabla 4.9. Datos recopilados del control de Nivel de Líquidos

Es importante mencionar que para contrastar la temperatura y compararla con los datos obtenidos se utilizó el termómetro existente en el multímetro digital Fluke 179.

En el ANEXO B se indica el diagrama de conexión general de los dos sistemas HVAC y Nivel de Líquidos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- Se estableció que existe una extensa gama de sensores para la medición de las deferentes variables que se puedan encontrar en un proceso industrial, así como sus características de funcionamiento, acondicionamiento de señales, métodos de montaje, etc., que nos sirven para realizar la selección correcta del sensor en función del proceso que se desee controlar o simplemente sensar, para conocer de esta manera cual es el estado del proceso.
- Existen diferencias y similitudes entre una red empresarial y con una red industrial, como por ejemplo en la velocidad de transmisión de datos, factor de coincidencia, fiabilidad, etc., para lo cual se analizó cada una de estas redes, determinando así cuales son las características más importantes para cada tipo.
- Se determinó que la transmisión de datos o comunicación de un proceso es un factor crítico dentro del control de un proceso industrial por cuanto los datos nos indican que es lo que está ocurriendo en el mismo y si estos no tuvieran una elevada velocidad de transmisión la información que se obtendría se la podría considerar como errónea ya que sería una información verdadera pero en un tiempo que no sería el correcto.
- Se implemento un prototipo para control y monitoreo de los procesos HVAC y Nivel de Líquidos a través de una red DH-485 formada por las tarjetas 1761-NET-AIC, a las cuales van conectados los PLCs Micrologix 1200 y a su vez por medio de estos se controlan a dos variadores de frecuencia a través de sus entradas analógicas, culminando así con la red industrial y quedando lista para controlar los procesos.

- Se desarrolló el conocimiento de los software de programación de los distintos equipos conectados en la red mediante el método de autoeducación como son el PanelBuilder 32 que sirve par programar el PanelView 600, el RSLogix 500 que nos faculta programar los PLCs Micrologix 1200 y el RSLinx que permite visualizar que los equipos que se encuentran conectados a la red estén funcionando y no existan conflictos en la misma.
- Mediante los ensayos y pruebas realizadas en este sistema se determinó que el proyecto va ha ser de mucha utilidad para la Carrera de Ingeniería Electromecánica ya que al usarlo como módulo didáctico facilita el aprendizaje de diversas materias existentes en la malla de la Carrera como es el caso de Control eléctrico, Interfases de comunicación, Sistemas de control, Instrumentación Virtual, etc., además de familiarizar al estudiante a un posible ambiente laboral, por lo que se aprovechará al máximo y de la mejor manera los equipos existentes.

RECOMENDACIONES

- Se debe leer detenidamente los manuales de cada uno de los equipos para poder ver los alcances de los mismos y si va a ser el más factible para cumplir nuestros objetivos trazados ya que una mala selección de un sensor puede causar un control erróneo o a su vez fallas e inestabilidad en el sistema al momento que este en funcionamiento.
- En base al estudio de los sensores existentes se debe escoger el más útil para los procesos industriales que se va a implementar de acuerdo a las características técnicas del mismo, consiguiendo de esta manera obtener un sistema en óptimas condiciones.
- Para realizar el acondicionamiento de las señales de control tanto del caudal de flujo como del de temperatura. Se debe tomar muy en cuenta los valores que van a hacer el PID de tal forma que no haya conflictos o datos erróneos y por ende de debe tener muy en cuenta la adaptación matemática de este control.

- Los valores de ganancia de los procesos hay que setearlos por recomendación de acuerdo a pruebas ya que de esta manera se puede dar cuenta cuando se estabiliza el sistema, hasta que se vayan adquiriendo las destrezas necesarias para determinar exactamente los valores de ganancia útiles para el sistema que se desee gobernar .
- Estar seguros del cableado de la red en los puertos RS-485 de las AIC para que este bien construida la red y no haya ningún conflicto al momento de reconocer los elementos mediante el RSLinx.
- En caso de construir cables que se utilicen en la implementación del proyecto se debe estar seguro de la distribución de los terminales y para ello se debe tomar muy en cuenta el catalogo.

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

- Curtis D. Johnson, Process control instrumentation technology, sexta edición, Prentice Hall, Columbus – Ohio, 2000
- Katsuhiko Ogata, Ingeniería de control moderna, segunda edición, Prentice Hall, Mexico, 1993
- Carlos A. Smith – Armando B. Corripio, Control automático de procesos, Limusa, México, 2001
- Fröhr / Orttenger, Introducción al control electrónico, Marcombo, Berlín, 1986
- Benjamín C. Kuo, Sistemas de Control Automático, séptima edición, Prentice Hall, México, 1996
- Néstor Gonzáles Sainz, Comunicaciones y redes de procesamiento de datos, McGraw-Hill, Colombia, 1987
- Creuss, Instrumentos industriales, octava edición, McGraw-Hill, Colombia 1990
- Manual de funcionamiento del PanelView 600, publicación 2711-UM014E-EN-P
- Manual de funcionamiento y catalogo Micrologix 1200, publicación 1762-UM001B-ES-P
- Tesis Control de flujo de aire HVAC, tesis Freddy Tapia, Ingeniería Electromecánica, 2005
- Control de nivel de líquidos, tesis Diego Guamangallo, Ingeniería Ejec. Electromecánica, 2002

Internet:

- <http://www.redlion.net/suport/infosheet/63-DF1DH485.pdf/>
- <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/>
- <http://www.ab.com/plclogic/micrologix/1200/downloads1200.htm/>
- http://www.autómatas.org/allen/alen.español.geocities.com/cafe_internet_wow/protocolos.htm
- http://www.amidata.es/componentes-electronicos-es/index_59.htm
- <http://www.rslogixforum.com.support.elmark.com.pl/rockwell/katalogi/1762-so001a-en-pdf>
- <http://www.lawebdelprogramador.com/cursos/>
- <http://www.torrenfee.com/1747-umallen-p.pdf/>

- http://www.midisland.com/download/pdfs/1762um001denp.pdf.literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/downdocuments/td/tech4-td001_-es-p.pdf.
- <http://www.tech4.com/panelview.hatm/>
- <http://www.routeco.com/pdf/enet-s0001A-EN-p%20networks.pdf/>
- <http://www.ab.com/networks/>

ANEXOS A

ANEXO A1 : PANELVIEW

ANEXO A2 : TARJETA 1761 – NET AIC

ANEXO A3 : SENSOR ULTRASONICO

ANEXO A4 : RSLinx

ANEXO A5 : PANELBUILDER32

ANEXO A6 : PLC MICROLOGIX 1200

ANEXO A7 : MODULO 1762 – IF2OF2

ANEXO A8 : RS - Logix

ANEXOS B

- ANEXO B1 :** DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA INSTALACIÓN ELECTRICA
- ANEXO B2 :** ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL
- ANEXO B3 :** CONTROL DEL ENCENDIDO DE LAS RESISTENCIAS
- ANEXO B4 :** CONEXIÓN DEL CABLEADO DEL CIRCUITO DE CONTROL
- ANEXO B5 :** DISTRIBUCIÓN ELECTRICA DEL CIRCUITO DE POTENCIA

ANEXOS C

FOTOGRAFÍAS



Operating Instructions

Clutch/Brake PanelView 600 for Cat. No. 6556-SCBK3 and -SCBK3DC

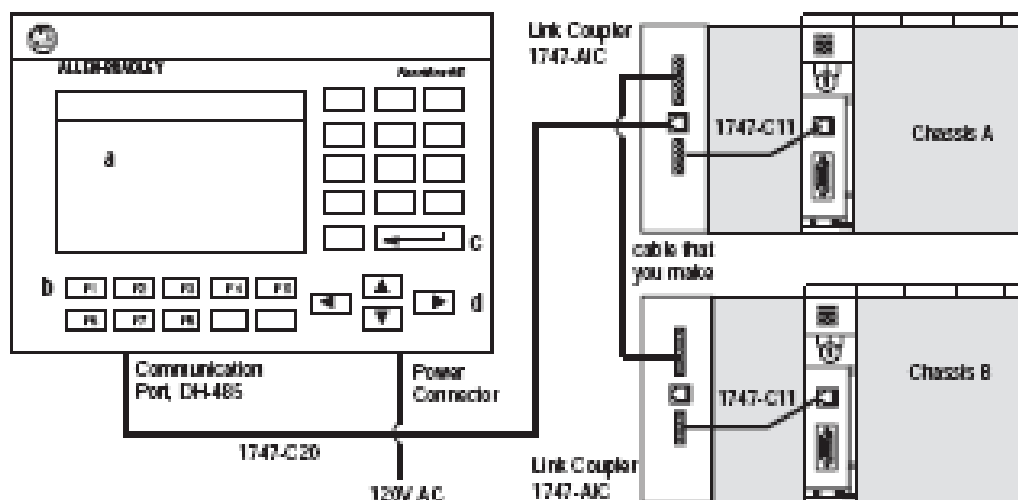
What this Contains

Use these instructions to:	On page
• connect and operate the PanelView 600 terminal	1
• use typical features	2
• reset an alarm message	3
• access screens (by password) from the Main menu	3
– configure various functions of the control system	4
– use Active screens to edit/monitor PLS and DM functions	14
– use Recipe screens to create PLS and DM functions	20
– monitor various functions of the control system	25

Connect and Operate the PanelView 600 Terminal

Connect the PanelView 600 terminal (Cat. No. 6556-SPV600) to the Link Coupler (Cat. No. 1747-AIC) with the 1747-C20 cable.

The PanelView 600 terminal is factory-set for your application.

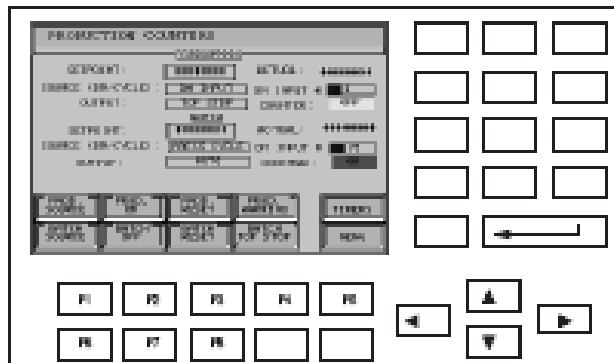


Locate and use these items on the front panel:

Locator:	This item:	Does this:
a	display area	presents screens. (Displayed function keys define the purpose of hard function keys located immediately below the display area.)
b	hard function keys	when pressed, initiates the function defined by one of the soft function keys displayed on the screen immediately above.
c	enter key	when pressed, enters the field that you moved the cursor to.
d	cursor keys	when pressed, moves the cursor in the direction of the arrow.

Using Typical Features

We illustrate typical features displayed on a PanelView 600 terminal.



Using Function Keys

Notice the double row of keys displayed at the bottom of the screen. The upper row of *displayed* keys matches hard keys [F1] – [F5], and that the lower row of *displayed* keys matches hard keys [F6] – [F10]. Displayed keys typically change from one screen to another.

To select choices from a function displayed on the screen such as [PROD SOURCE] or to select another screen such as [TIMERS], press the hard key associated with the displayed key. For example, the [PROD SOURCE] key lets you toggle between *DM channel* or *press cycles* as the source of a production counter.

Entering a Preset | [####]

To enter a preset, cursor to the datafield. When you enter a digit from the keypad, the screen presents a numeric entry window showing valid-entry limits. Enter a preset and press the enter key (long-arrow).



Scrolling Multiple Values | [> 1]

To scroll multiple values such as selecting a number between 1–20, cursor to the datafield and repeatedly press the up or down arrow key on keypad.

Reading Machine Status

Information indicating machine status is displayed in reverse video. For example, ACTUAL: ##### shows the accumulated count.

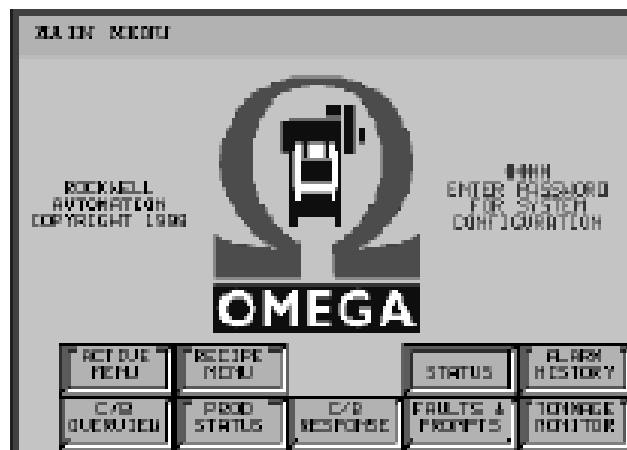
Reset an Alarm Message

Whenever the processor detects a fault condition, it displays an alarm message (banner) across whatever PanelView screen you are viewing. Proceed as follows to reset the alarm message and correct the condition:

1. Read the message.
2. Press [CLEAR] to clear the alarm message.
3. To learn more about the condition(s) causing the alarm,
 - a) Go to the Main Menu and press [ALARM HISTORY].
 - b) Observe the list of time-stamped alarm messages.
4. Take appropriate action to correct the condition(s).
Otherwise, the alarm may continue to re-occur.
5. To return to the previous screen, press [RETURN].

Password Access from the Main Menu

At power up, the PanelView 600 terminal presents the Main Menu.



To gain access to security-sensitive screens, you must enter a password.

To access:	For this purpose:	Press:
Config Menu	Set passwords and access configuration screens	1234
Active Menu	Edit/monitor PLS and DM functions, online	[ACTIVE MENU]
Recipe Menu	Create PLS and DM functions, offline	[RECIPE MENU]

On the Configuration menu, we give you two levels of password access:

- system-level for access to the Configuration menu and screens
- edit-level for access to Active (online) and Recipe (offline) screens

Important: Set your 4-digit passwords (next) to establish system security.

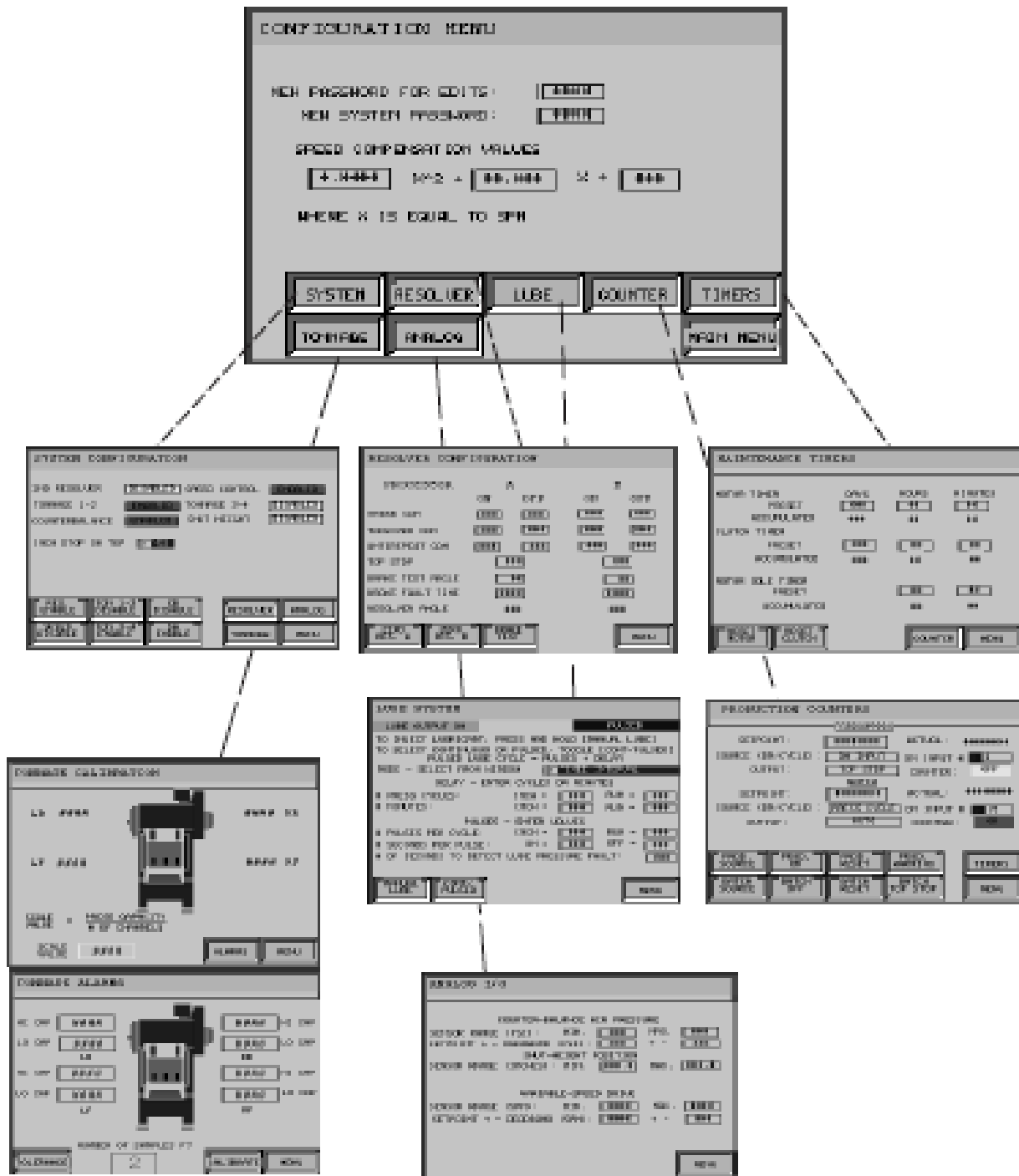
Without a password, you may access the monitor-level screens.

To monitor:	Press:
control system functions	any other key

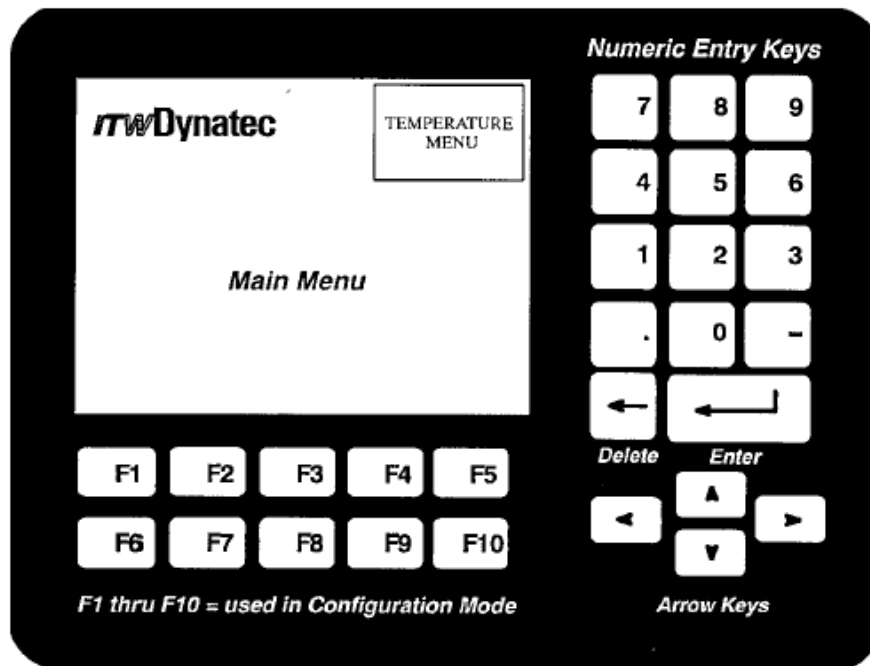
Configuration Screens

Use the Configuration Menu to:

- Enter system- and edit-level passwords
- Configure the system for press-speed compensation (see page 13)
- access configuration screens

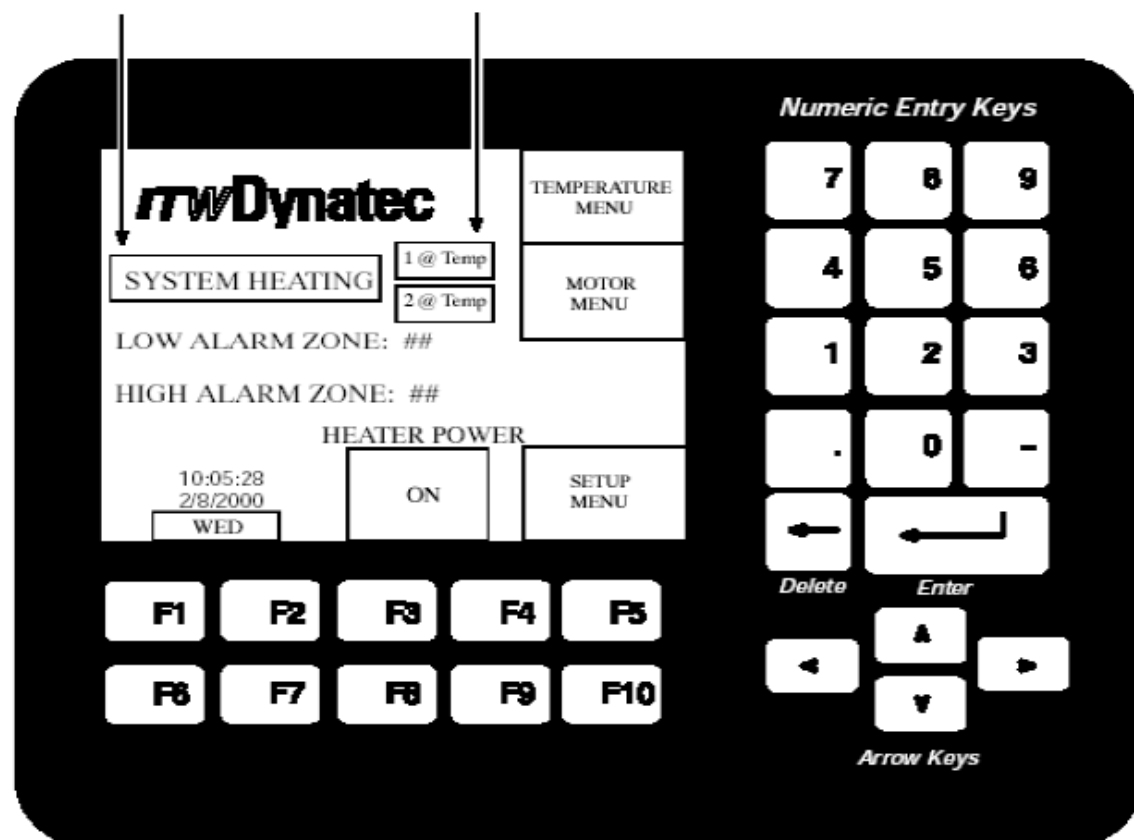


Capítulo 5
PANEL VIEW 600
MANUAL DE PROGRAMACION 10.02
PANTALLA DE TOQUE DEL CONTROLADOR



Pantallas del Controlador en General

1. Para avanzar a través de las pantallas del controlador, presione dentro del cajón (tecla) de una descripción (función) deseada en la pantalla de toque. Por ejemplo, como se ve arriba, vaya al "menú de temperatura", presione dentro del cajón del "menú de temperatura" localizado en la esquina superior derecha de la pantalla de toque.
2. Una vez que una función ha sido seleccionada (activada), use el teclado numérico de entrada para programar un valor deseado. Presione la flecha de Enter (en el teclado numérico de entrada) para ingresar su valor.
3. La flecha de "Borrar" (localizada bajo el teclado numérico, ver arriba) también sirve como una tecla de "Escape".
4. Este capítulo describe un sistema típico. Su USA puede tener mas o menos zonas de temperatura, bombas/motor, embragues o transductores de presión instalados.
5. Para ir a "configuración del PanelView", presione simultáneamente las teclas de flecha derecha e izquierda (parte inferior del diagrama). Vea de las paginas 18 a 20 de este capítulo para los detalles del Modo de configuración.
6. Para cerrar una pantalla de error, tóquela.

Pantalla del menú PrincipalVisualización del Estado
del SistemaVisualización Opcional para USAs de
Tanque Dual (no disponible en DM35)**Uso de las Pantallas Menú Principal / Estado del Sistema****Presione esta
Tecla De función****A:**

Interruptor del Calentador

Pone el Interruptor del calentador en ENCENDIDO o APAGADO

Menú de Temperatura

Va a la Pantalla de menú de Temperatura

Menú del Motor

Va a la Pantalla de menú del Motor

Menú de Ajustes

Va a la Pantalla del menú de Ajustes

ITW Dynatec c. 2005
Manual 20-28, 20-29 y 20-30 USA DYNAMELT M

Programación Página 5-9
Revisado 1/05

Uso de la Pantalla de menú del Motor de las USA's

Presione esta Tecla De función

A:

Ajuste del Motor 1	Programar o monitorear el Motor # 1
Ajuste del Motor 2	Programar o monitorear el Motor # 2 (si aplica)
Ajuste del Motor 3	Programar o monitorear el Motor # 3 (si aplica)
Ajuste del Motor 4	Programar o monitorear el Motor # 4 (si aplica)
Ajuste del Motor 5	Programar o monitorear el Motor # 5 (si aplica)
Ajuste del Motor 6	Programar o monitorear el Motor # 6 (si aplica)
Presión	Monitorear los valores de presión de los transductores de presión (opcional)
Principal	Regresar al menú Principal

Programación

Hay una pantalla de "Ajuste de Motor #" para cada motor instalado en su sistema.

1. Presione Ajuste de Motor 1 para programar el primer motor de la USA. Vea las dos paginas siguientes para las instrucciones de programación.
2. Si hay mas de un motor instalado en su USA, Presione Ajuste de cada Motor para programar cada uno de la misma manera.

Monitoreo

1. Se despliegan RPM actuales de la bomba para cada motor.
2. Si los transductores de presión están instalados en su USA, toque la tecla "presión" para avanzar a la pantalla de monitoreo de presión de adhesivo (ver paginas 12 & 13 de este capitulo).

Limites del Motor

1. La USA modelo DM35 puede utilizar un motor (unicamente).
2. Las USA modelos DM70 y DM140 pueden utilizar hasta 4 motores.
3. La USA modelo DM210 puede utilizar hasta 6 motores.

Uso de la Pantalla de Programación del Motor

Presione esta Tecla De función	A:
Manual	Escoge el Modo Manual
APAGADO	Escoge Motor APAGADO
Auto	Escoge Modo Automático
Ingrese Velocidad de la Bomba ##.#	Programa la velocidad de la bomba (usado solo en modo manual)
Flechas Arriba y Abajo	Ajusta la velocidad de la Bomba arriba o abajo (usado solo en modo manual)
RPM mínimas de la Bomba	Ingrese la velocidad mínima deseada de la bomba (usado solo en modo automático)
RPM Máximas de la Bomba	Ingrese la velocidad máxima deseada de la bomba (usado solo en modo automático)
Embrague	ENCIENDA o APAGUE el Embrague (si aplica)
F1 o F2	Va a la zona anterior (F1) o siguiente (F2) en el menú activo
Regreso	Regresa a la pantalla de menú del Motor

Programación

1. Presione Manual, APAGADO o Auto para escoger el modo deseado para el motor.
2. Si esta en Manual presione Ingresar Velocidad de la Bomba ##.# para programar la velocidad de la bomba:
 - a. Use el teclado numérico para ingresar el valor deseado de rpm).
 - b. Presione la flecha de Enter para guardar su valor deseado.
3. Si esta en Auto:
 - a. Presione RPM mínimas de la bomba para programar la velocidad mínima de la bomba. Ingrese y almacene el valor como arriba. A 0 Voltios, este valor será entre 0 y 10 rpm.
 - b. Presione RPM Máximas de la bomba para programar la velocidad máxima de la bomba. Ingrese y almacene el valor como arriba. A 10 Voltios, este valor será entre 0 y 90 rpm, dependiendo del motor instalado en la USA.
4. ENCIENDA o APAGUE el Embrague (opcional). Esta tecla se presenta solo si el(los) embrague(s) opcional(es) es(son) instalado(s).

Ajustes

Para ajustar la velocidad del motor de la bomba:

- a. Modo Manual: use el juego superior de flechas de ajuste para escoger mas o menos velocidad.

Monitoreo

1. Se despliegan RPM actuales como se programaron.
2. Ext. Ref % (porcentaje de referencia externa) : El porcentaje de la velocidad máxima de la línea madre. Usado solo en modo automático.
3. Se despliegan PSI o BAR según lo haya escogido en la configuración del menú. La presión real también es desplegada.

Uso de la Pantalla del Programador de la Agenda de Siete días

El reloj de la agenda (ver en la pantalla del menú) debe ser ajustado a la hora-correcta-del-día y día-del-mes para que el programador funcione. Ver Pantalla de Configuración (siguiente pagina) para las instrucciones.

Presione esta Tecla De función	A:
Next	Seleccionar el día siguiente
Prev	Seleccionar el día anterior
System ON Hour ##	Programar una hora de ENCENDIDO deseada
System ON Minute ##	Programar un minuto de ENCENDIDO deseado
System OFF Hour ##	Programar una hora de APAGADO deseada
System OFF Minute ##	Programar un minuto de APAGADO deseado
System ON Hour ##	Programar una segunda hora de ENCENDIDO deseada
System ON Minute ##	Programar un segundo minuto de ENCENDIDO deseado
System OFF Hour ##	Programar una segunda hora de APAGADO deseada
System OFF Minute ##	Programar un segundo minuto de APAGADO deseado
ON / OFF	Fija el ENCENDIDO o APAGADO del programador de siete días para esta DIA
Return	Regresa al menú principal

Programación

Hasta para cuatro "eventos" pueden ser programados para cada día. Un evento es un tiempo programado de ENCENDIDO o APAGADO.

1. Presione Next o Prev para escoger el primer día que se desea programar.
2. Horas y minutos son programados en 2 pasos como a continuación:
 - a. Presione la primera tecla de hora, para programar la hora de ENCENDIDO deseada.
 - i. Use el teclado numérico para ingresar la hora del día deseada (use el horario de 24 horas / hora militar).
 - ii. Presione la flecha de Enter para almacenar su hora deseada.
 - b. Presione la primera tecla de minuto, para programar el minuto de ENCENDIDO deseada.
 - i. Use el teclado numérico para ingresar la hora del día deseada (use el horario de 24 horas / hora militar).
 - ii. Presione la flecha de Enter para almacenar su hora deseada.
 - c. Presione Encendido / apagado para activar o desactivar el programador para este día.
3. Repita los Pasos 1 y 2 hasta que todos los días y las horas se programen como se desea.
4. Presione Regresar para volver al menú Principal.

Uso de la Pantalla de Configuración del PanelView**Presione esta
Tecla De función****A:**

F2	Regresar al Modo Ejecutar (Menú Principal)
F8	Seleccionar el idioma desplegado
F9	Restaurar el video

Programación

La Pantalla del Modo de Configuración permite al operador ajustar los parámetros que correspondan solamente al Controlador del PanelView. Estos parámetros *NO* corresponden a la aplicación de hot melt. El reloj del Programador de Siete-días se ajusta por medio de la pantalla de configuración.

Entre los múltiples parámetros ajustables están: brillo y fondo de la pantalla, lenguaje desplegado, fecha y hora, parámetros de impresión, comunicaciones y LED por defecto, etc.

Use las flechas de arriba y abajo y las teclas de función (F1 hasta F10) para moverse a través de las pantallas de configuración.

Para seleccionar elementos en el menú principal de Modo de Configuración (el menú que comienza con "Tarjeta de Memoria" y termina con "Ajuste de Impresora"), use las flechas de arriba y abajo para seleccionar un elemento, luego presione Enter para hacer aparecer la pantalla de sus parámetros. Siga las instrucciones en cada pantalla para hacer ajustes o regresar a la pantalla de configuración. Para ejemplos de cada una de las pantallas de parámetros del menú Principal del Modo de Configuración, vea la siguiente pagina.

Los Monitores COMM LED y FAULT LED son status de solo lectura.

Presione Restaurar video para restaurar el video. No es necesario un ajuste mas extenso.

Use Idioma para escoger un idioma de despliegue (para la pantalla de Configuración solamente): Francés, Alemán, Italiano, Español o Inglés.

Presione F2 para regresar al menú Principal y la aplicación de hot melt.

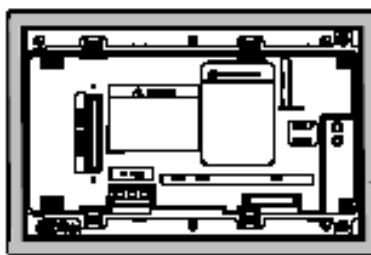
Installing the PV600 in a Panel

To install the PV600 terminal in a panel:

ATTENTION

- Disconnect all electrical power from the panel before making the cutout.
- Make sure the area around the panel cutout is clear.
- Do not allow metal cuttings to enter any components that may already be installed in the panel.
- Failure to follow this warning may result in personal injury or damage to the panel components.

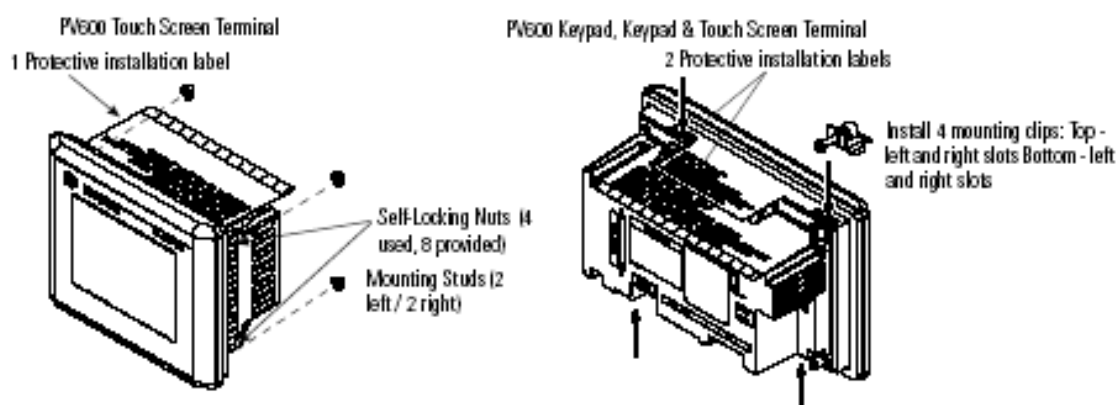
1. Cut an opening in the panel using the panel cutout provided with the terminal. Remove any sharp edges or burrs.
2. Make sure the terminal sealing gasket is properly positioned on the terminal as shown below. This gasket forms a compression type seal. Do not use sealing compounds.



Sealing Gasket

3. Although the keypad legend strip can be installed on the keypad and keypad & touch screen terminals at any time, we recommend that you install the strip after the terminal is installed.
4. Place the terminal in the panel cutout.

5. Install the 4 mounting clips (2 on top, 2 on bottom). The ends of the clips slide into the slots on the terminal. Tighten the clip mounting screws by hand until the gasket seal contacts the mounting surface uniformly.



6. Alternately tighten the self-locking nuts or mounting clip screws until the terminal is held firmly against the panel. Tighten the nuts or screws to a torque of 10 inch-pounds. Do not over-tighten.

ATTENTION

Mounting nuts must be tightened to a torque of 10 inch-pounds to provide a proper seal and to prevent potential damage to the terminal. Allen-Bradley assumes no responsibility for water or chemical damage to the terminal or other equipment within the enclosure because of improper installation. A properly installed terminal has a small gap between the bezel and enclosure.

7. Remove protective installation labels over top vents of terminal.

ATTENTION

Failure to remove the protective installation label covering the top vents could result in overheating and damage to the terminal.

36 Convertidor de interface avanzado (AIC+) e Interface DeviceNet (DNI)

Información importante para el usuario



Debido a los diferentes usos que se le pueden dar a los productos descritos en esta publicación, los responsables de la aplicación y de su uso deben asegurarse de que tanto la aplicación como su funcionamiento cumplen todos los requisitos de rendimiento y seguridad, incluidas las leyes, normativas, códigos y estándares vigentes. Rockwell Automation no será, bajo ningún concepto, responsable de los daños indirectos o consecuentes derivados del uso o aplicación de dichos productos.

Las ilustraciones, gráficos, ejemplos de programas y diseños que aparecen en esta publicación son sólo para fines ilustrativos. Puesto que existen numerosas variables y requisitos asociados a cada instalación particular, Rockwell Automation no será responsable (incluida la responsabilidad de propiedad intelectual) del uso basado en los ejemplos de esta publicación.

En la publicación de Allen-Bradley SGI-1.1, *Safety Guidelines for the Application, Installation and Maintenance of Solid-State Control* (disponible en las oficinas locales de Rockwell Automation) se describen las principales diferencias entre los equipos de estado sólido y los dispositivos electromecánicos que se deben tener en cuenta al usar productos como los descritos en esta publicación.

Queda prohibida la reproducción de esta publicación con derechos de propiedad intelectual, ya sea en su totalidad o en parte, sin el permiso escrito de Rockwell Automation.

En esta publicación encontrará notas sobre consideraciones de seguridad. El contenido de estas notas le ayudará a identificar riesgos potenciales, evitarlos y reconocer las consecuencias de los mismos:

<p>ADVERTENCIA</p> 	<p>Identifica información acerca de prácticas o circunstancias que pueden provocar una explosión en un medio peligroso, lo cual puede causar pérdidas económicas, daños materiales, lesiones personales e incluso la muerte.</p>
<p>ATENCIÓN</p> 	<p>Identifica información acerca de prácticas o circunstancias que pueden provocar pérdidas económicas, daños materiales, lesiones personales e incluso la muerte.</p>
<p>IMPORTANTE</p>	<p>Identifica información importante para un correcto uso y entendimiento del producto.</p>

Para obtener más información

Para obtener	Vea este documento	No. de publicación
Una descripción más detallada acerca de cómo instalar y usar el convertidor de interface avanzado AIC+.	AIC+ Advanced Interface Converter User Manual	1761-6.4
Una descripción más detallada acerca de cómo instalar y usar la interface DeviceNet.	DeviceNet Interface User Manual	1761-6.5

Convertidor de interfaz avanzado (AIC+) e Interface DeviceNet (DNI) 37

Si desea recibir un manual puede:

- descargar una versión electrónica gratis de la siguiente dirección de Internet:
www.ab.com/micrologix o www.theautomationbookstore.com
- comprar un manual impreso. Para hacer esto haga una de las siguientes cosas:
 - comuníquese con su distribuidor local o representante local de Rockwell Automation
 - haga un pedido en la página electrónica:
www.theautomationbookstore.com
 - llame al: 1.800.963.9548 (EE.UU./Canadá)
ó 001.330.725.1574 (Fuera de los EE.UU./Canadá)

Consideraciones de seguridad

Este equipo es para uso en lugares con clasificación Clase I, División 2, Grupos A, B, C, D o lugares no peligrosos solamente.

ATENCIÓN



Peligro de explosión

- La sustitución de componentes puede modificar la idoneidad para uso en lugares con clasificación Clase I, División 2.
- No reemplace los componentes ni desconecte el equipo a no ser que la alimentación eléctrica se haya desconectado y se sepa que el área no es peligrosa.
- No conecte ni desconecte los conectores ni opere los interruptores cuando el circuito está activado a no ser que se sepa que el área no es peligrosa.
- Es necesario instalar este producto en un envoltente. Todos los cables conectados al producto deben permanecer dentro del envoltente o protegerse mediante conducto o de otra manera.
- Es necesario operar el AIC+ usando una fuente de alimentación eléctrica externa.

Use los siguientes cables de comunicación y conectores de repuesto solamente en los lugares peligrosos con clasificación Clase I, División 2.

Cables de comunicación para lugares peligrosos con clasificación Clase I, División 2

1761-CBL-PM02 serie C	2707-NC9 serie B
1761-CBL-HM02 serie C	2707-NC10 serie B
1761-CBL-AM00 serie C	2707-NC11 serie B
1761-CBL-AP00 serie C	Conector DeviceNet 1761-RPL-RT00
2707-NC8 serie B	Conector AIC+ 1746-RT30

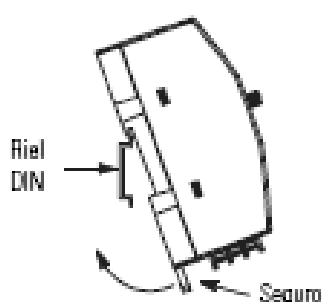
38 Convertidor de interface avanzado (AIC+) e Interface DeviceNet (DNI)

Montaje

Las unidades se pueden montar en posición vertical u horizontal. No hay requisitos de espacio, excepto el necesario para el movimiento del seguro del riel DIN. Vea la página 35 para obtener información sobre la temperatura de operación.

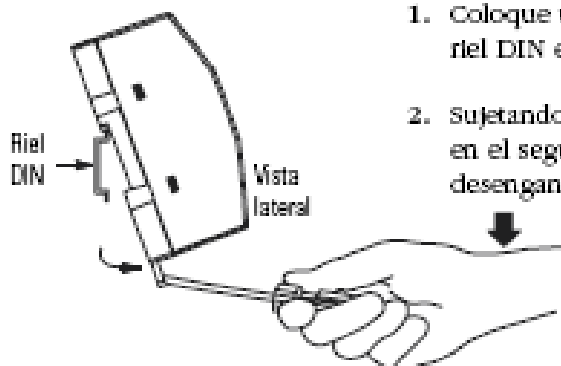
Montaje en riel DIN (AIC+ y DNI)

Instalación



1. Monte el riel DIN.
2. Coloque el seguro del riel DIN en la posición cerrada.
3. Enganche la ranura superior sobre el riel DIN.
4. Mientras presiona la unidad contra el riel, encaje la unidad en su lugar.

Desinstalación



1. Coloque un destornillador en el seguro del riel DIN en la parte inferior de la unidad.
2. Sujetando la unidad, haga palanca hacia abajo en el seguro hasta que la unidad se desenganche del riel DIN.

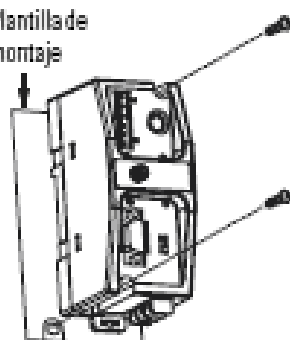
Montaje en panel

Plantilla

Vea la cubierta interior trasera para obtener la plantilla de montaje en panel.

Instalación

Plantilla de montaje



1. Quite la plantilla de montaje de la cubierta trasera de este documento.
2. Asegure la plantilla a la superficie de montaje.
3. Perfore agujeros a través de la plantilla.
4. Retire la plantilla de montaje.
5. Monte la unidad.

Identificación de los puertos

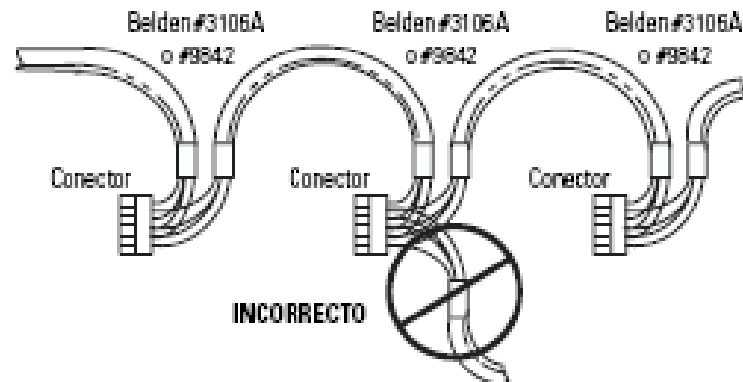


40 Convertidor de interface avanzado (AIC+) e Interface DeviceNet (DNI)

Cableado

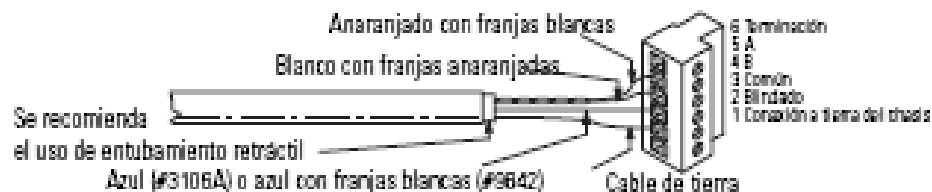
IMPORTANTE

Conexión del conector RS-485 al cable de comunicación
Se recomienda el uso de una red tipo conexión en cadena. No se recomienda lo siguiente:

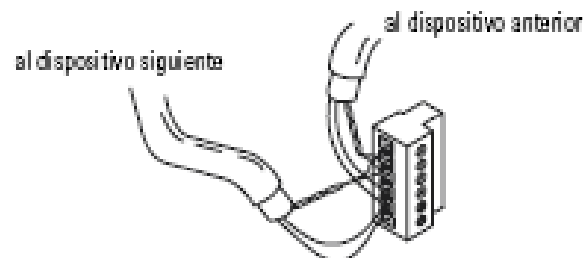


Conecte el conector al cable Belden #3106A o #9842 como se muestra a continuación.

Conexión de cable único



Conexión con varios cables



La tabla siguiente muestra tipos de conexión con el cable Belden #3106A.

Para este cable/par	Conecte este cable	A este terminal
Blindado/tierra	Sin forma	Terminal 2 – Blindado
Azul	Azul	Terminal 3 – (Común)
Blanco/anaranjado	Blanco con franja anaranjada	Terminal 4 – (Datos B)
	Anaranjado con franja blanca	Terminal 5 – (Datos A)

Publicación 1761-IN002B-MU-P-ES - Julio 2003

Cableado de la fuente de alimentación eléctrica externa (AIC+)

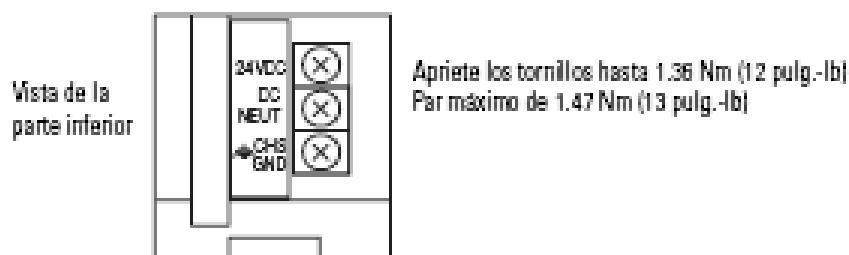
ATENCIÓN



PELIGRO DE EXPLOSIÓN - Es necesario usar una fuente de alimentación eléctrica externa en las aplicaciones de Clase I División 2 y el interruptor selector de alimentación eléctrica de CC debe estar en la posición EXTERNAL (Externo) antes de conectar la fuente de alimentación eléctrica al AIC+.

IMPORTANTE

En lugares no peligrosos, no es necesaria la alimentación eléctrica externa si el puerto 2 AIC+ está conectado a un controlador MicroLogix.



IMPORTANTE

- Algunos dispositivos proporcionan alimentación eléctrica al AIC+ mediante el cable del puerto 2. El interruptor selector de la fuente de alimentación eléctrica de CC se debe posicionar para la configuración determinada.
- Si se usa una fuente de alimentación eléctrica 1746-P1 ó 1746-P2, el AIC+ es el único dispositivo que se puede conectar a dicha fuente de alimentación eléctrica.
- Siempre conecte el terminal CHS GND (conexión a tierra del chasis) a la conexión a tierra más cercana. Esta conexión se debe hacer independientemente de que se use o no una fuente de 24 VCC externa.

Diseño de la red DeviceNet

IMPORTANTE

Para diseñar la red DeviceNet correctamente, necesita la publicación DN-6.7.2 de Allen-Bradley, DeviceNet Cable System Planning and Installation Manual. En este documento se recogen directrices de diseño referentes al cableado, los conectores, las conexiones a tierra, las necesidades de alimentación, etc. Póngase en contacto con el distribuidor de Allen-Bradley para conseguir esta publicación o visite www.theautomationbookstore.com.

DH-485 CONNECTIVITY AND DEVICE ISOLATION

The 1761-NET-AIC networking device provides [DH-485 network](#) access from any DH-485 compatible device that has a RS-232 port, including all MicroLogix controllers, SLC 5/03 and 5/04, and PanelView 550 and 900. In addition, the device provides isolation between all ports for a more stable network and protection for connected devices.

The unit is DIN rail or panel mountable and is industrially hardened. A variety of cables are provided for easy connectivity between the AIC+ and other Allen-Bradley products.



1761-NET-AIC

Features

- two isolated RS-232 connections (one 9-pin D-shell and one 8-pin mini DIN)
- a RS-485 6-pin Phoenix connection
- accepts power via 8-pin Mini DIN from the MicroLogix 1000 or an external power connection
- compatible with existing SLC DH-485 networks that use 1747-AIC's
- auto baud rate capability for ease of system set-up
- diagnostic LEDs for monitoring port and network activity

Typical Applications

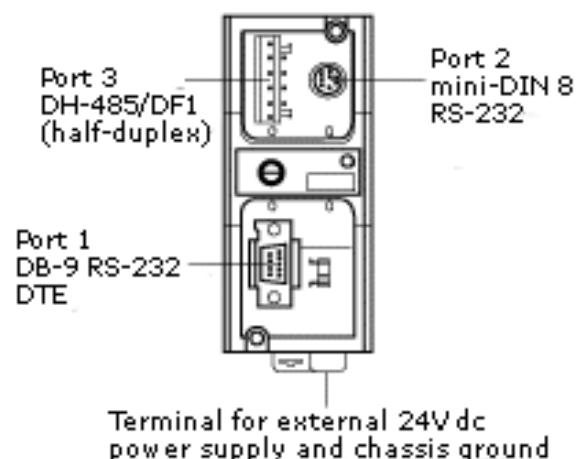
- Connecting MicroLogix 1000 micro-PLCs to a DH-485 network
- Connecting the RS-232 port of an SLC 5/03 or 5/04 Processor to a DH-485 network
- Connecting a personal computer to a DH-485 network
- Extending DH-485 networks to 2,438 meters (8,000 ft)
- Connecting a three node DH-485 network using two RS-232 devices and one DH-485 device (SLC 500 Fixed, 5/01, 5/02, etc)



Specifications

24Vdc Power Source Requirement	20.4 - 28.8Vdc
Current Draw	120mA 200mA maximum inrush current
Internal Isolation (see below)	500Vdc
Operating Ambient Temperature	-0 to 60 C (32 to 140F)
Agency Certification	UL 508 CSA C222 CE compliant for all applicable directives
DH-485 or DF1	
max. number of nodes=	32 per multidrop network
max. length=	1,219m (4,000 ft per multidrop network)
max. number of "ganged" multidrop networks=	2

Isolation Between All Ports and Power Supply Terminals



Ultrasonic Sensors

Bulletin 873C

Plastic Face/Threaded Nickel-Plated Brass Barrel



873C DC Cable Style
30mm
page 3-12



Description

The Bulletin 873C ultrasonic sensor has the ability to detect solid and liquid targets from a distance of up to 1m (3.3ft).

The Bulletin 873C comes in one of two versions: a background suppression unit with analog voltage output or a standard diffuse model with a digital output.

The analog model provides an output voltage that varies linearly with the target distance and an adjustable background suppression feature. For many applications, such as monitoring the level of water in a tank, ultrasonic technology allows a single device to do a job that would otherwise require multiple sensors.

The digital model has a normally open PNP output that can be adjusted between 300mm (11.8in) and 1m (3.3ft).

Features

- 3-wire operation
- 3-conductor connection
- 18–30V DC
- Analog or digital (discrete) output
- Metal, nonmetal solid and liquid sensing capability
- Short circuit, false pulse, reverse polarity, overload and transient noise protection
- Adjustable sensing distance (digital/discrete model)
- Adjustable background suppression (analog model)
- CE marked for all applicable directives

Specifications

Load Current	Discrete output: $\leq 400\text{mA}$ Analog output: $\leq 5\text{mA}$
Minimum Load Current	1mA
Leakage Current	$\leq 10\mu\text{A}$
Operating Voltage	18–30V DC
Voltage Drop	$\leq 2.4\text{V}$
Analog Output Voltage	1–10V DC
Repeatability	$\pm 5\text{mm}$ in axial direction
Hysteresis	$\leq 15\text{mm}$ typical
Ultrasonic Frequency	200kHz
Ultrasonic Pulse Cone Angle	8° (full angle)
Protections	False Pulse, Transients, Reverse Polarity, Short Circuit, Overload
Approvals	CE marked for all applicable directives
Enclosure	NEMA 12 and IP65 (IEC 629) Nickel-plated brass barrel with plastic face
Connection	Cable: 2m (6.5ft) length 3-conductor PVC
LED	Discrete Model: Output Energized Analog Model: Echo Detected
Operating Temperature	-10°C to $+60^{\circ}\text{C}$ ($+14^{\circ}\text{F}$ to $+140^{\circ}\text{F}$)
Shock and Vibration	30g, 10–500Hz

Target Considerations

Because ultrasonic sensors depend on a reflected sound wave for proper operation, the shape, material, temperature and positioning of the target are important. These must be selected to return the strongest possible echo.

The ideal target shape is a smooth, flat surface. Rounded or uneven objects can also be detected, but the sensing distances and/or analog output voltages will be reduced.

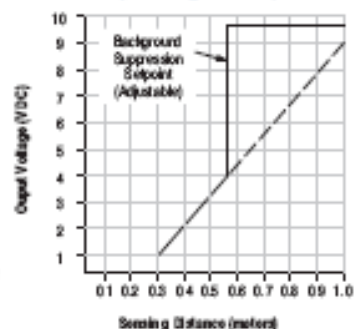
An object must be close to the sensor barrel axis to be detected because the 873C emits ultrasonic pulses in an 8° cone. Targets must be within this cone to reflect the pulses and activate the switch. The object's surface must also face directly toward the sensor to give a proper echo.

The sensor can be positioned accurately using the LED on its end, which glows with an intensity proportional to the strength of the echo. Simply place a target at the desired sensing point, then adjust the position and angle of the sensor to maximize the LED's brightness.

Soft materials such as fabric or foam rubber are difficult to detect by ultrasonic technology because they are not adequately sound-reflective. This means that non-target objects in the sensing field can be hidden from the sensor by covering them with sound-absorbent material and/or by positioning them so that their echoes are not reflected to the detector.

Target temperatures must be at or below 100°C (212°F) for reliable sensing.

Output Voltage vs. Target Distance (Analog Model)



Ultrasonic Sensors

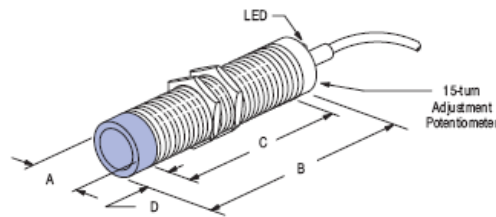
873C 3-Wire DC, Cable Style

Plastic Face/Threaded Nickel-Plated Brass Barrel

Selection Guide

Barrel Diameter	Nominal Sensing Distance mm (inches)	Output Configuration		Switching Frequency (Hz)	Catalog Number
		Analog	N.O.		
30mm	300 (11.81) to 1000 (39.37)	Analog	PNP	5	873C-DDA/1000E2
		N.O.			873C-DDNP1000E2

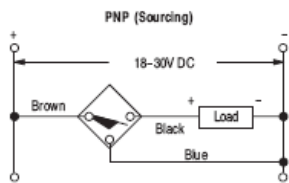
Dimensions—mm (inches)



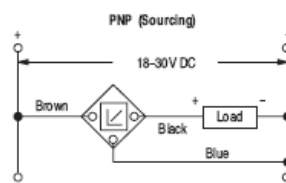
Thread Size	mm (inches)			
	A	B	C	D
M30 X 1.5	30.0 (1.18)	117.0 (4.61)	95.0 (3.74)	12.0 (0.47)

Wiring Diagrams

Normally Open Digital (Discrete)



Analog



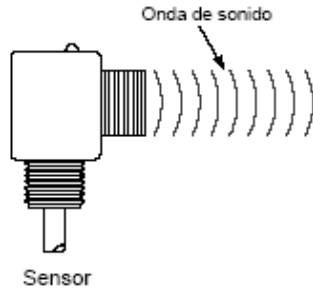
Accessories

Description	Page Number
Mounting Brackets	2-186 - 2-190
Extra Mounting Nuts	2-197 - 2-198

Sensores ultrasónicos

Definiciones y terminología técnica

Principios de operación



Los sensores ultrasónicos funcionan emitiendo y recibiendo ondas de sonido de alta frecuencia. La frecuencia generalmente es de aproximadamente 200 kHz, un valor demasiado alto para ser detectado por el oído humano.

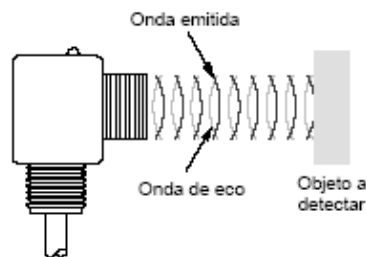
Modos de operación

Hay dos modos básicos de operación: modo opuesto y modo difuso (eco).

En el modo opuesto, un sensor emite la onda de sonido y otro, montado en posición opuesta al emisor, recibe la onda de sonido.

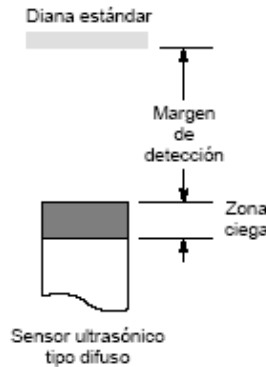


En el modo difuso, el mismo sensor emite la onda de sonido y luego escucha el eco que rebota de un objeto.



Margen de detección

El rango de detección es la distancia dentro de la cual el sensor ultrasónico detectará un objeto bajo fluctuaciones de temperatura y voltaje.



Zona ciega

Los sensores ultrasónicos tienen una zona ciega inherente ubicada en la cara de detección. El tamaño de la zona ciega depende de la frecuencia del transductor. Los objetos ubicados dentro de la zona ciega no se pueden detectar de manera confiable.

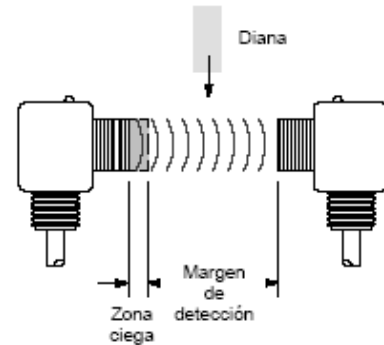
Consideraciones sobre el objeto

Se deben tener en cuenta ciertas características de los objetos cuando se usan sensores ultrasónicos. Éstas incluyen la forma, el material, la temperatura, el tamaño y la posición del objeto.

Los materiales suaves tales como telas o caucho esponjoso son difíciles de detectar por la tecnología ultrasónica difusa porque no reflejan el sonido adecuadamente.

El objeto estándar para un sensor ultrasónico tipo difuso está establecido por el estándar de la Comisión Electrotécnica Internacional IEC 60947-5-2. El objeto estándar tiene forma cuadrada, un grosor de 1 mm y está hecho de metal con acabado laminado. El tamaño del objeto depende del margen de detección.

Para los sensores ultrasónicos de modo opuesto, no hay un estándar establecido.



Los objetos estándar se usan para establecer los parámetros de rendimiento de los sensores. El usuario debe tener en consideración las diferencias de rendimiento debido a objetos no estándares.

Overview of RSLinx

RSLinx is a complete 32-bit product family that links Allen-Bradley networks and devices to Microsoft Windows applications. These range from device programming and configuration applications such as RSLogix and RSNetWorx, to HMI applications such as RSView32, to your own data acquisition applications using Microsoft Office, Web pages, or Visual Basic. RSLinx also incorporates advanced data optimization techniques and contains a set of diagnostics. RSLinx is an OPC Data Access Compliant Server and a DDE server.

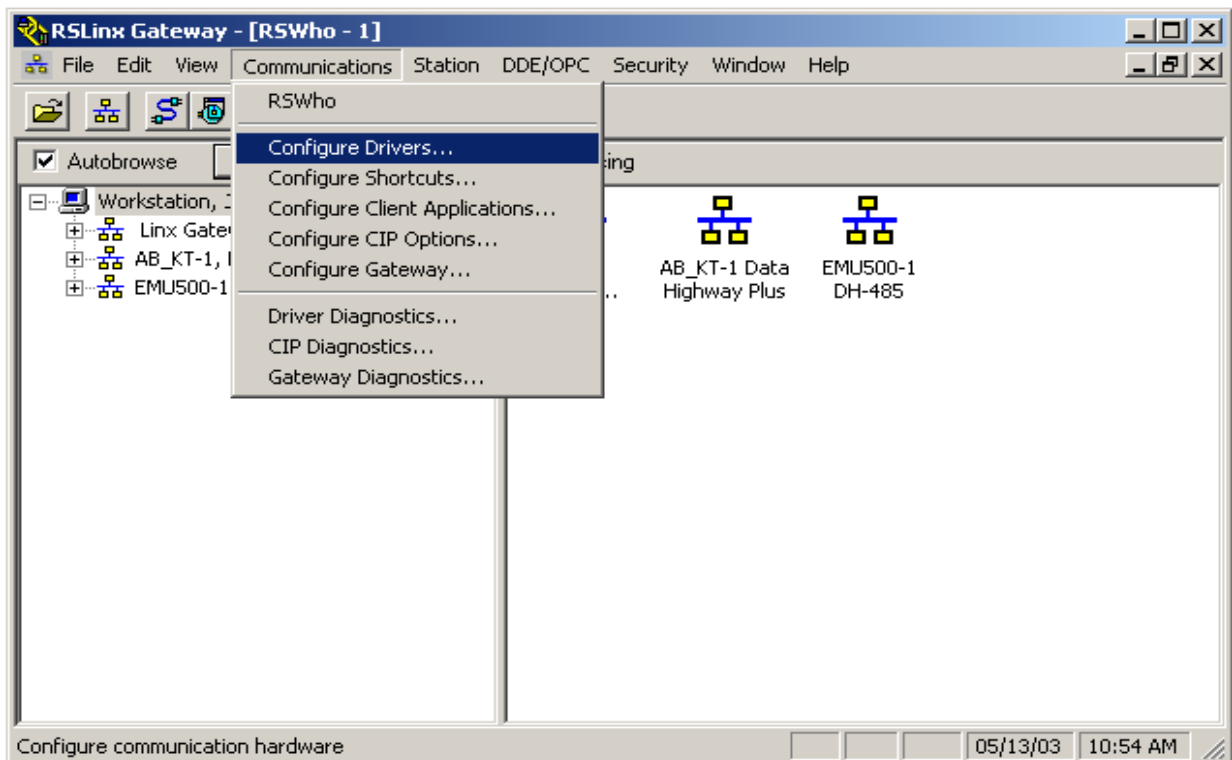
RSWho is RSLinx's main window that displays networks and devices in a style similar to Windows Explorer. A variety of integrated configuration and monitoring tools are accessible by right-clicking on the device in RSWho. Some of the available tools are the ControlLogix Gateway Configuration Tool for 1756-DHRIO and 1756-ENET modules, a Ladder Viewer for PLC-5, SLC, or MicroLogix family processors, and a Data Monitor for monitoring live data out of any ControlLogix, PLC-5, SLC, or MicroLogix family controllers.

RSLinx is available in six versions to meet the demand for a variety of cost and functionality requirements. The following table contains specific information on feature support in the different RSLinx versions. The RSLinx version you are running appears in the title bar at the top of the main window. If a version of RSLinx is installed without the proper activation files, your installation reverts to RSLinx Lite.

RSLinx Versions						
Features	Lite	Single Node	OEM	SDK	Professional	Gateway
Communication Drivers	X	X	X	X	X	X
Integrated ControlLogix Gateway Configuration Tool	X	X	X	X	X	X
Driver and Station Diagnostics	X	X	X	X	X	X
Device Properties	X	X	X	X	X	X
1756 Module Statistics	X	X	X	X	X	X
Data Monitor					X	X
Ladder Viewer					X	X
DDE Support (CF_Text, XL_Table, AdvanceDDE)		X*	X	X	X	X
OPC to Local Clients		X*	X	X	X	X
OPC to Remote Clients						X
OPC Automation Interface Documentation and Samples				X		
Tech support for building VB OPC clients				X		
Support for applications developed with RSLinx C API			X	X	X	X
Support for direct drivers in HMI applications			X	X	X	X
Remote Gateway Client Connection						X

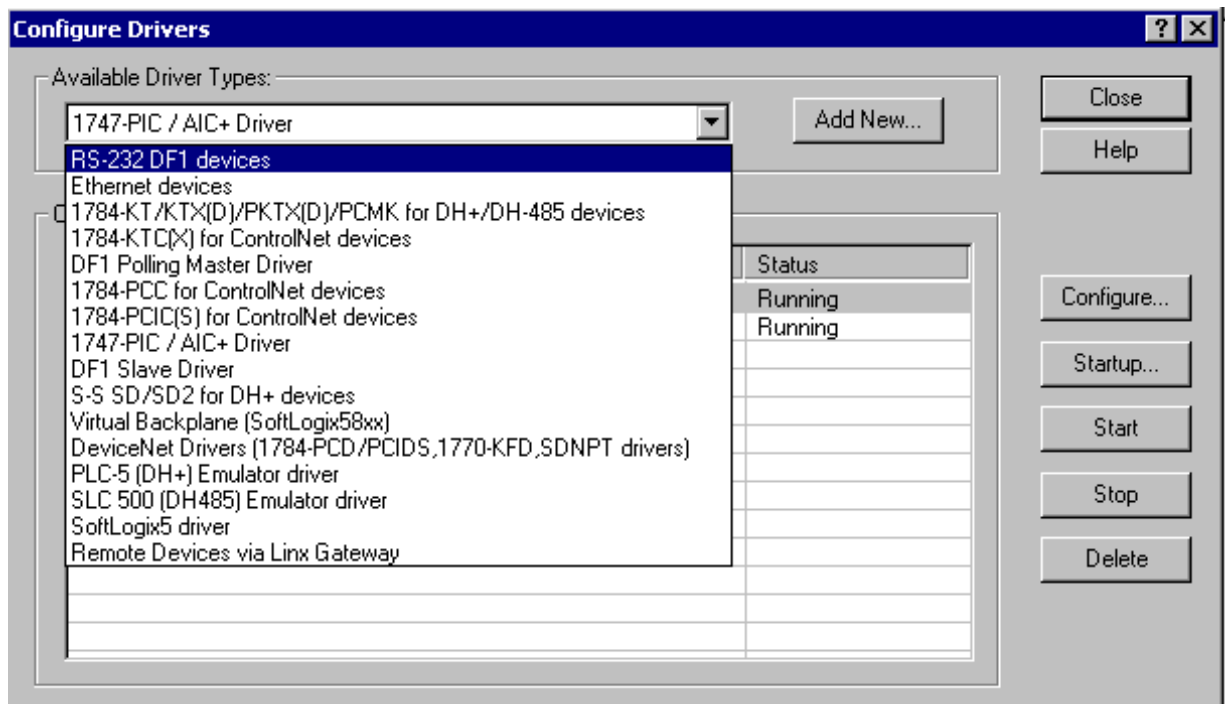
Configuración RS Linx

1. Energice el procesador.
2. Observe lo LED's al frente del procesador.
 - a. Esta el LED de *FLT* o *FAULT* flashing? Esto indica que hay una falla recuperable en el procesador. Frecuentemente, la falla recuperable es porque no hay proyecto en el procesador; de cualquier manera, un procesador nuevo tendra sus LED's de falla parpadeando. Si el LED esta fijo, un error fatal ha ocurrido y no se puede establecer comunicación.
 - b. El LED de comunicación en los Micrologix esta etiquetado como *COMM 0* y en los procesadores SLC esta etiquetado como *RS232*. Desconecte su cable-si este LED esta flashing, el canal de comunicación esta configurado para DH485. Si el LED esta apagado, esta configurado para DF1 (full-duplex o half-duplex) o ha sido deshabilitado.
3. Conecte su PC al procesador. En la parte de atrás de su computadora estará un Puerto serial macho de 9 pines. ¿Hay dos puertos? Si es así, determine cual es el Puerto 1 y cual es el Puerto 2. Algunas de las laptops nuevas no tienen un Puerto serial, ellas solo tienen adaptadores de USB. Para conectar su PC al Micrologix, utilice un cable 1761-CBL-PM02 o un 1761-CBL-AP00; para conectar a un SLC , utilice un cable 1747-CP3. Asegurase de que ambos fines del cable estén firmemente conectados.
4. Cierre el RSLogix si es que esta abierto y abra el RSLinx.
5. Desde la barra principal, elijase *Communications* enseguida *Configure Drivers...*



6. En la ventana de *Configure Drivers*, revise la tabla de abajo. ¿Hay alguno de los drivers siguientes AB_DF1 o AB_PIC ya configurados? Todos estos deben ser borrados para configurar su nuevo driver.

7. De un click en la flecha que esta al lado de la caja *Available Driver Types* y la siguiente lista aparece:



8. De un click en la opción RS-232 DF1 devices y entonces de un click al botón *Add New...* localizado a la derecha de la lista.

9. La siguiente ventana que aparece sera *Add New RSLinx Driver*. Seleccione el nombre de default AB_DF1-1 y click *OK*.

10. Aparecerá la ventana de *Configure RS-232 DF1 Devices*. Deberá asegurarse que este correctamente seleccionado lo siguiente *Comm Port* (1 o 2), *Device Type* (SLC-CH0/Micro/PanelView), y *Station Number* (00).

Enseguida de un click en el botón de *Auto-Configure*. Si todo esta propiamente configurado, varios mensajes de pruebas son mostrados en la caja gris al lado del botón de *Auto-Configure* y entonces aparecerá el mensaje final *Auto-Configuration was Successful*.

Configure RS-232 DF1 Devices

Device Name: AB_DF1-1

Comm Port: COM1 Device: SLC-CH0/Micro/PanelView

Baud Rate: 19200 Station Number: 00
(Decimal)

Parity: None Error Checking: BCC

Stop Bits: 1 Protocol: Full Duplex

Auto-Configure

Use Modem Dialer Configure Dialer

OK Cancel Delete Help

Si la auto configuración no es exitosa podrían aparecer los siguientes mensajes:

a. *Failed to find baud and parity! Check all cables and switch settings!*

Esto puede indicar que el Puerto serial para la computadora no esta habilitado, el cable esta dañado o no esta conectado correctamente, o el protocolo para el canal del procesador no esta configurado para comunicación RS-232 full duplex.

b. *Unable to verify settings due to packet time-out! (or Unable to verify settings due to a NAK!) Check all cables and configuration and try again.*

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

c. *Unable to open specified port for configuration testing!*

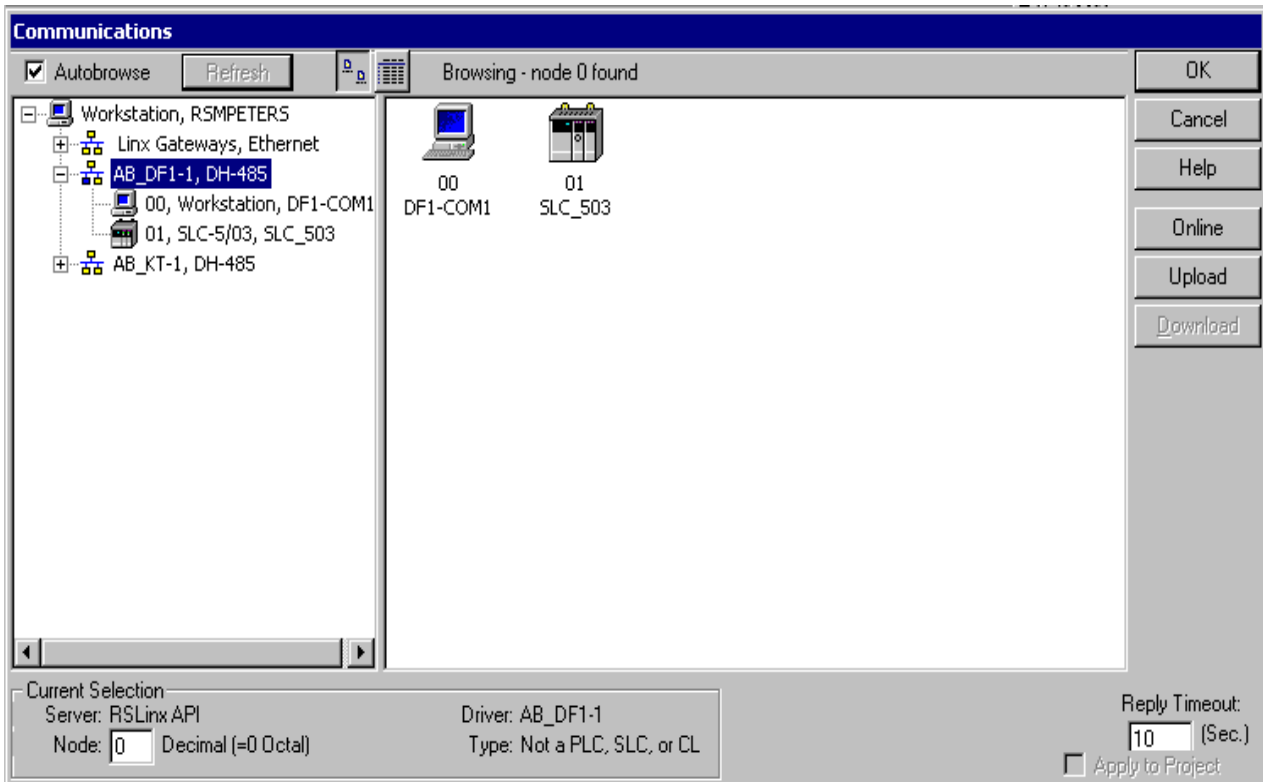
Hay conflicto en el Puerto serial –El esta siendo usado por otro driver en RSLinx o por un dispositivo diferente tal como un modem.

11. Asumiremos que la auto configuración fue exitosa. Ahora debes cerrar la ventana de *Configure Drivers*, minimize el RSLinx y abra el RSLogix.

12. Si tienes una copia del proyecto en tu computadora, en la barra principal de herramientas seleccione *File, Open*, elija abrir el proyecto con extensión .RSS, y de un click en el boton de abrir.

13. En la barra de herramientas, vaya a *Comms, System Comms...*y de un click en el driver AB_DF1-1 en el lado izquierdo de la pantalla.

14. En el lado derecho de la pantalla se mostraran un icono de su computadora y un icono del procesador con el cual te estas comunicando:



15. De un click en el icono del procesador del lado derecho y elija la operación que usted desea ejecutar: *Online*, *Upload*, or *Download*.

16. Si eliges *Upload* y no tienes un proyecto en tu archivo de proyectos con un nombre de archivo que coincida con el nombre del proyecto de su procesador, le aparecerá la siguiente ventana:

Capítulo 1

Vista general del PanelBuilder

Objetivos del capítulo

Este capítulo contiene las siguientes secciones:

Sección	Página
¿Qué es el PanelBuilder?	1-1
¿Qué es una aplicación?	1-1
¿Qué es un proyecto?	1-1
Características del PanelBuilder	1-2
Pantallas de aplicación típicas	1-5
Objetos de pantalla	1-6

¿Qué es el PanelBuilder?

El PanelBuilder es un paquete basado en Windows de Microsoft que le permite diseñar las aplicaciones del panel de control para el terminal PanelView. Para simplificar el diseño de aplicación, el PanelBuilder usa menús, cuadros de diálogo y herramientas que son estándares en Windows.

¿Qué es una aplicación?

Una aplicación de PanelBuilder es una serie de pantallas que contiene objetos tales como pulsadores, indicadores, listas del control y gráficos de barra. El operador actúa recíprocamente con estos objetos en el terminal pulsando las teclas de función o tocando la pantalla del terminal.

Las aplicaciones se transfieren entre su computadora y un terminal PanelView, usando una conexión de serie, Pass-Through, o una tarjeta de memoria.

Las aplicaciones de PanelBuilder comunican datos a controladores lógicos en una variedad de redes inclusive: DH-485, DH+, DF1, Remoto de E/S, DeviceNet y ControlNet.

Los puertos en el terminal PanelView determinan el protocolo de comunicaciones usadas.

¿Qué es un proyecto?

Cada aplicación de PanelBuilder (archivo .PBA) se asocia con un proyecto. El proyecto identifica:

- Direcciones de controlador a las que los objetos de PanelBuilder escriben a, o leen de. (Las etiquetas se definen en el Editor de Etiquetas.)
- Tiempo de ejecución de parámetros de comunicación para el terminal PanelView y controlador. (Los dispositivos se definen en Configuración del Terminal.)

Aplicaciones diferentes pueden compartir etiquetas en un proyecto si las aplicaciones son del mismo protocolo de comunicación.

Características PanelBuilder



Esta sección ofrece una vista general de las características del PanelBuilder.

Operación con menú o herramientas

El PanelBuilder opera dentro del entorno de Windows de Microsoft usando menús y herramientas para realizar la mayoría de las funciones. Usted puede usar uno u otro, o ambos, lo que encuentre más fácil de usar.

Editores de la Hoja de cálculo

Las hojas de cálculo son usadas para simplificar las operaciones de edición, por ejemplo:

- editar estado de objetos de lista u objetos de estado múltiple
- editar texto de aplicación
- editar alarmas y disparar alarmas

Muchas opciones de formatear para textos y objetos pueden ser configuradas directamente, desde las celdas en la hoja de cálculo.

Preferencias seleccionables

Establecer características de la ventana del área de trabajo a las que prefiere o usa repetidamente. Opciones tales como la barra de herramienta y la caja de herramientas pueden ser activadas o desactivadas dependiendo de su uso. Cuando una aplicación nueva se crea o cuando usted comienza una sesión nueva, el PanelBuilder usa las últimas selecciones.

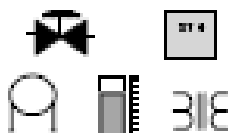
- Barra de herramientas
- Barra de estado
- Caja de herramientas
- Símbolos ISA
- Teclado

Información de Ayuda y de Barra de estado

Las opciones de la barra de estado y de ayuda proporcionan ayuda inmediata.

Objetos y dibujos predefinidos

Para simplificar el desarrollo de la aplicación, el PanelBuilder proporciona un conjunto de objetos predefinidos (tales como pulsadores, gráficos de barra, símbolos ISA). Gráficos adicionales están disponibles para crear sus propios dibujos o para mejorar sus pantallas. Usted también puede importar mapas de bits gráficos creados con otros programas. Además, una variedad de opciones de formato están disponibles para cambiar la apariencia de objetos y del texto.



Objetos globales

Un objeto global hace referencia a un objeto que aparece múltiples veces en una aplicación. Cualquier objeto no gráfico se puede designar como un objeto global. Usted puede obtener un objeto global desde cualquier pantalla. Cuando se modifica un objeto global, el PanelBuilder automáticamente actualiza todos los vínculos del objeto. A pesar del número de vínculos a ese objeto, el terminal PanelView almacena una sola copia del objeto global.





Editor de Etiquetas

El Editor de Etiquetas se usa para entrar, actualizar, imprimir, importar/exportar etiquetas de aplicaciones. Cada etiqueta tiene los atributos que definen como un objeto actúa recíprocamente con una dirección del controlador. Entrar varias etiquetas a la vez usando la tabla o entrar una etiqueta a la vez usando el formulario.

Paleta de Color



Una paleta de color fija está disponible para crear aplicaciones para los terminales PanelView, de color o gris. Para terminales de color, la paleta soporta 16 colores EGA estándar. Para terminales grises, la paleta soporta 4 colores. Usar la paleta para aplicar diferentes colores a la parte frontal o al fondo de un objeto, texto y gráfico. Las aplicaciones de color y grises soportan ambos mapa de bits, de color y monocromos.

En el menú de Formato, o en el marcador de Estado de objetos de múltiple estado/lista se pueden acceder a los colores frontales o de fondo.

Alarmas

El sistema de Alarma incluye:

- Visualizadores emergentes de Banderas de Alarma sobre la pantalla actual, para notificar al operador cuando ocurre una alarma.
- Botones de Alarma que permiten al operador tomar acción referente a una alarma.
- Lista de Alarma que muestra la información de, al menos las últimas 100 alarmas, incluyendo si han sido reconocidas.
- Botones de Lista de Alarma para imprimir o borrar las alarmas en la lista.
- Diálogo de Configurar Alarmas que proporciona un conjunto de marcadores para configurar alarmas, disparos y parámetros de alarmas globales.

Informes

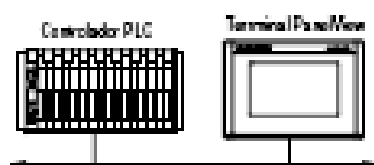
Crear informes especializados para una aplicación, incluyendo:

- descripción de aplicación
- atributos del objeto
- texto de aplicación
- selecciones del terminal
- etiqueta
- definiciones de alarma
- imágenes de pantalla y visualizador de bandera de alarma

Los informes de imprimir a un archivo o a una impresora gráfica, son soportadas por Microsoft Windows.

1-4

Vista general del PanelBuilder



Configuración de Terminal y de Comunicación

A los parámetros de operación y de ejecución de comunicación para el terminal PanelView y el controlador lógico, se acceden desde el diálogo de Configurar Terminal, incluyendo:

- Configuración del puerto de impresora RS-232
- Preselecciones de inicio
- Visualizador del formato de Hora/Fecha
- Selección de archivo de fuente (para un idioma en específico)
- Opciones controladas por el PLC/SLC (cambios de pantalla y hora/fechas)
- selecciones de auto repetición para las células táctiles/teclas del terminal, visualizador de selecciones, selección de lenguaje para mensajes del terminal y timeout de handshake.

Validación de aplicación

Usar la característica de validación para cotejar si una aplicación opera correctamente. Una aplicación es validada automáticamente cuando es descargada al terminal. Usted también puede validar una aplicación en cualquier momento usando el comando de menú. Las advertencias o errores detectados durante la validación pueden ser vistos o impresos a un archivo.

Capacidades de Carga/Descarga

Transferir aplicaciones entre la computadora que ejecuta el PanelBuilder y el terminal PanelView usando:

- una conexión serie
- el Pass-Through de una computadora en la red DH+
- una tarjeta de memoria
- archivo DOS

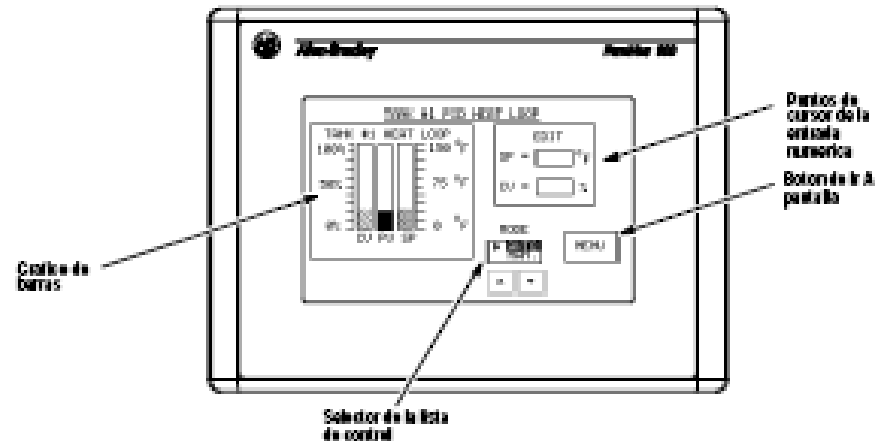
Computadoras con un DataBook TMB240 o una unidad de tarjeta TMB250, pueden transferir aplicaciones a/de una tarjeta de memoria de Allen-Bradley (No. de catálogo 2711-NM11, -NM12, -NM13, NM14).

Computadoras con un drive de tarjeta PCMCIA/ATA puede transferir aplicaciones de/s las tarjetas de memoria Allen-Bradley (No. de catálogo 2711-NM22, -NM24, -NM26). Las computadoras portátiles (laptop) son compatibles con tarjetas de memoria ATA, que soportan Windows 95 y dispositivos Plug and Play.

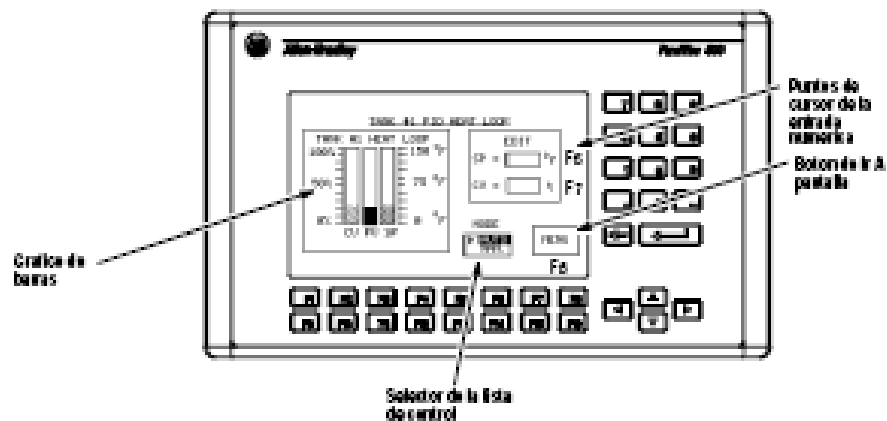
Pantallas de aplicación típicas

Las pantallas de aplicación pueden contener una variedad de controles, visualizaciones u objetos gráficos. Las pantallas siguientes muestran ejemplos de:

- El selector de la lista de control
- Los puntos de cursor de la entrada numérica
- Los gráficos de barra
- El botón de ir a pantalla



En terminales de pantalla táctil, el operador activa funciones de entrada tocando un objeto en la pantalla. Por ejemplo, para ver el menú principal de pantalla, el operador toca el botón de MENU.



En terminales con teclado, el operador activa funciones de entrada pulsando la tecla de función asignada al objeto. Por ejemplo, para ver el menú principal de pantalla, el operador pulsa la tecla de función de MENU (F8). Para activar los objetos de punto de cursor, el operador pulsa las teclas de función F6 o F7 (SP o CV).

Comunicación DH-485

Los terminales PanelView DH+ se comunican con el controlador PLC o SLC 5/04 en la red DH+ de Allen-Bradley.

- Los terminales DH-485 PanelView se comunican con un controlador SLC usando una conexión de red de punto-a-punto.
- Los terminales RS-232 PanelView se comunican punto-a-punto con el puerto Canal 0 de un controlador SLC 5/03 o 5/04 usando protocolo DH-485.

El terminal PanelView opera como un nodo único DH-485 (0 a 31).

Los parámetros DH-485 para los terminales DH-485 o RS-232 PanelView son definidos en el diálogo de Configuración del Terminal (se accede a él desde el diálogo de Configuración del Terminal).

Nombre del terminal es guardado en el proyecto con la información del número de catálogo.

Debe coincidir con el Nombre de nodo en el Editor de Etiquetas

Definición de Terminal DH-485 con puerto de impresora RS-232

Tipos de nodo
 5/00
 5/01
 5/02
 5/03 - OS 300
 5/03 - OS 301
 5/03 - OS 302
 5/04 - OS 400
 5/04 - OS 401
 MicroLogix 1000

La siguiente tabla define los parámetros DH-485 y valores preseleccionados para el terminal DH-485 o RS-232 PanelView y el controlador SLC.

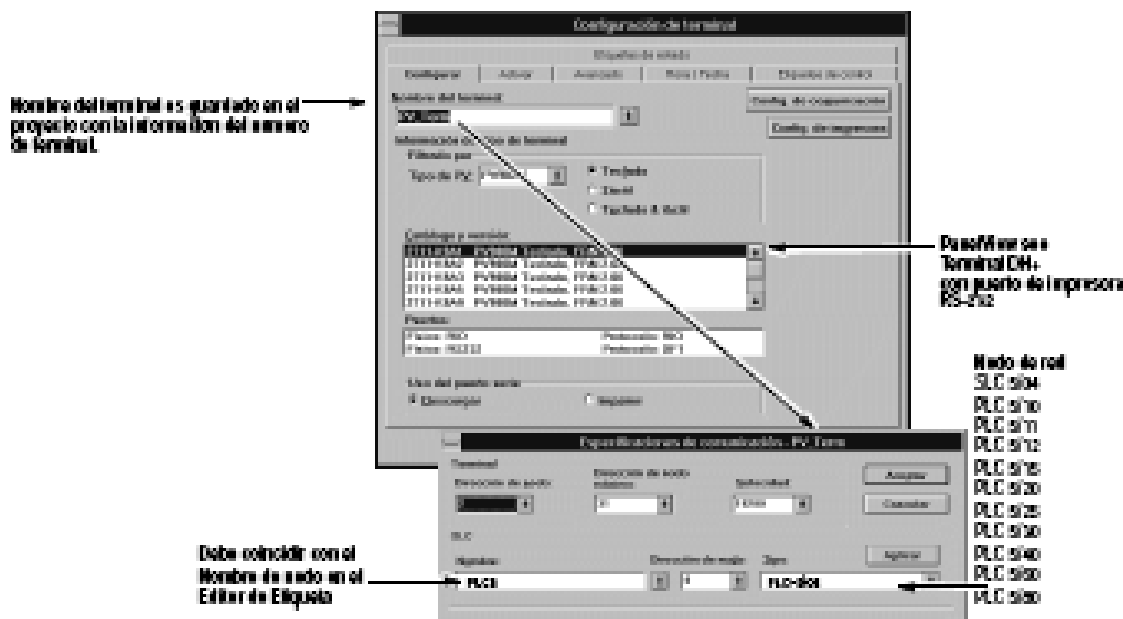
Dispositivo DH-485	Parámetros DH-485	Opciones	Pre-selección de nodo
Terminal PanelView	Dirección de nodo	0 - 31	2
	Dirección de nodo máximo	1 - 31	31
	Velocidad	1200, 2400, 9600, 19.2K	19.2K
Modo de red	Nombre	por el Usuario	Ninguno
	Dirección de nodo	0 - 31	1
	Tipo de nodo	Ver la figura previa	Ninguno

Comunicación DH+

Los siguientes terminales PanelView se comunican en la red DH-485:

El direccionamiento para una aplicación DH+ es similar a una aplicación DH-485 excepto la red DH+ soporta 64 nodos (0-77 octal) y velocidades más altas. La red DH-485 soporta 32 nodos.

Los parámetros para el terminal PanelView son definidos en el diálogo de Configurar comunicaciones (se accede a este desde el diálogo de Configurar terminal).



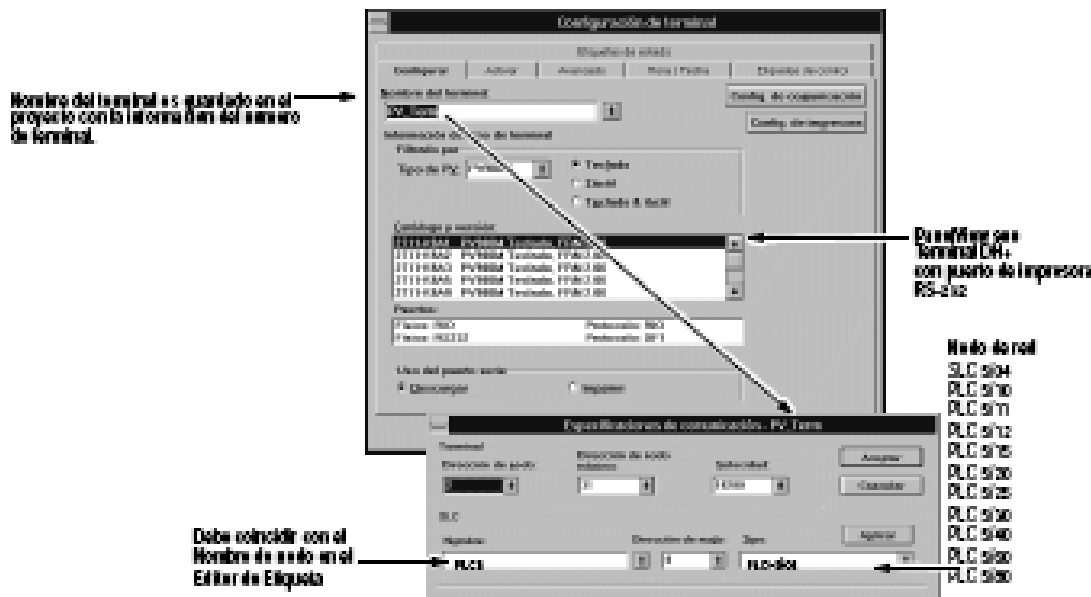
La siguiente tabla define los parámetros DH+ y valores preseleccionados para el terminal DH+ o y el controlador lógico.

Dispositivo DH+	Parámetros DH+	Opciones	Pre-seleccionado
Terminal PanelView	Dirección de nodo	0 - 77	2
	Velocidad	57.6K, 115.2K, 230.4K	57.6K
Nodo de red	Nombre	por el Usuario	Hilgado
	Dirección de nodo	0 - 77 octal	1
	Tipo de nodo	Ver la figura previa	Hilgado

Comunicación DF1

Los terminales PanelView DF1 se comunican con un PLC, SLC o controlador MicroLogix 1000 sobre un vínculo DF1 punto-a-punto o usando comunicaciones de red DF1. Los terminales DF1 soportan comunicaciones full duplex.

Los parámetros DF1 para el terminal y el controlador son definidos en el diálogo de Configurar comunicaciones (se accede a éste desde el diálogo de Configurar terminal).



La siguiente tabla define los parámetros DF1 y valores preseleccionados para el terminal PanelView DF1 y el controlador lógico.

Dispositivo DF1	Parámetros DF1	Opciones	Pre-seleccionado
Terminal PanelView	Dirección de nodo	0 - 254 decimal	64
	Velocidad	1200, 2400, 4800, 9600, 19.2K	9600
	Bits de Paridad/Paro	Input1 Par1 Ninguno1 Ninguno2	Ninguno1
	Detección de error	BCC o CRC	CRC
	Handshaking	On (CTS/RTS activado) Off (CTS/RTS desactivado)	Desactivado
Modo de red	Nombre	por el Usuario	Ninguno
	Dirección de nodo	0 - 254 decimal	
	Tipo de nodo	Ver la figura previa	Ninguno

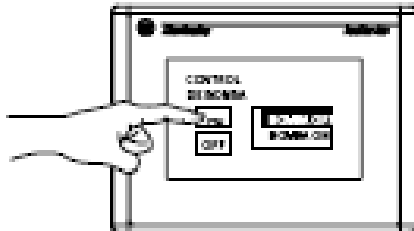
Ejemplo de E/S discreta

El terminal PanelView ocupa el rack #3 en el cual el grupo de módulo de inicio es 0. Un objeto pulsador activar/desactivar es direccionado a I:032/03 y el indicador correspondiente a O:032/00.

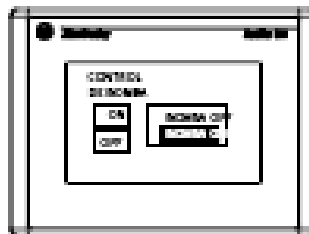
- ① El PanelView monitoriza el estado de las 8 palabras de entrada en la asignación de rack:



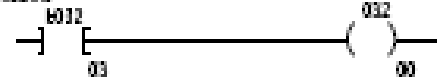
- ② El operador pulsa el objeto, el terminal PanelView establece el bit de dirección correspondiente



- ③ El terminal PanelView lee la dirección del indicador y muestra el nuevo estado



- ④ El programa de escalera PLC monitoriza la dirección deseada.



- ⑤ El programa de escalera determina que el bit de entrada es está activado.



- ⑥ El programa de controlador de escalera mueve el bit de entrada al bit de salida



Transferencias de bloque

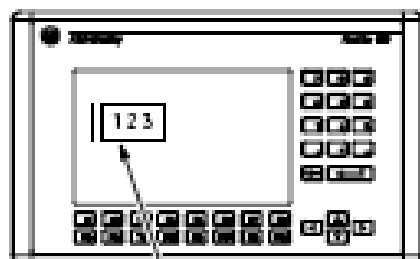
Sugerencias para transferencia de bloques

- Los bloques de escritura y lectura pueden usar la misma dirección.
- Los bloques de escritura y lectura pueden superponerse parcial, o completamente.
- Mejorar tiempo de respuesta al comprimir los datos en los menos bloques posibles (no bits sin usar) o mantener todos los datos para una pantalla en un solo bloque. Los escáneres Remotes de E/S generalmente ejecutan la transferencia de bloque en un solo escán de E/S.
- La lógica de escalera puede usar la etiqueta de pantalla actual del PanelView (etiqueta de estado) para activar la transferencia de bloques si es necesario. Los datos de pantalla son automáticamente actualizados cuando un operador selecciona la pantalla. Ver el Capítulo 20 para una descripción de las etiquetas de estado.
- Minimizar el número de transferencias de bloque.

Ejemplos de lectura de transferencia de bloque

El siguiente ejemplo ilustra una lectura de transferencia de bloque. El terminal PanelView es asignado al rack #3, grupo 0 de módulo de inicio. Uno de los objetos de PanelView, un visualizador de entrada numérica con la dirección de N7:2, escribe a una parte del bloque de datos siendo transferido.

- ① El operador entra los datos en el visualizador de entrada de datos numéricas



Dato cursor de entrada numérica con
Monitor de etiqueta = Valor de motor
Dirección de etiqueta = N7:2

- ② Usando la información del diálogo de Transferencia de Bloque, el PanelView determina la posición de los datos y el tamaño del bloque.



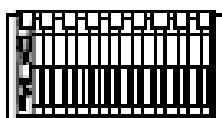
- ③ El terminal PanelView pone los datos en la primera palabra de un bloque de 4 palabras.

Palabra 1	123
Palabra 2	
Palabra 3	
Palabra 4	




- ④ El PLC lee el bloque de 4 palabras y lo almacena en la dirección de Almacén de datos.

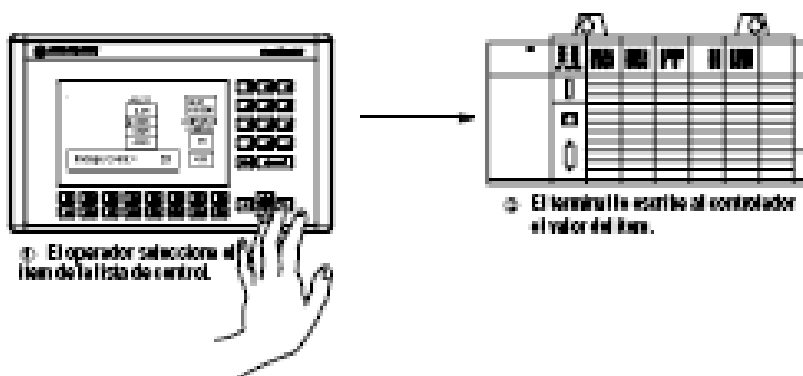


- ⑤ El valor entrado en el PanelView queda almacenado en N7:2 = 123.



Lista de control estándar

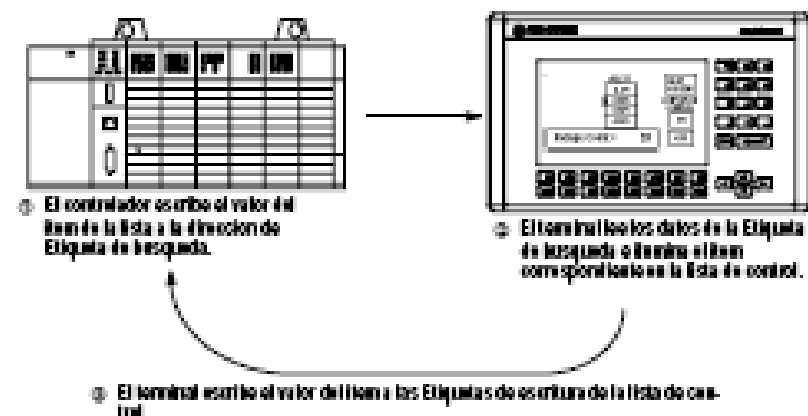
En listas de control estándares, un operador mueve el cursor para seleccionar un ítem. Las teclas de flecha arriba  y abajo  en el terminal PanelView mueven el cursor por la selección de lista. El ítem seleccionado es iluminado con video inverso. La selección es enviada al controlador inmediatamente o cuando la tecla de Entrada  se pulsa sobre el terminal.



Solo en terminales PanelView de pantalla táctil, las teclas de pantalla deben ser localizadas en la pantalla, permitiéndole al operador que mueva el cursor por la selección de la lista. Las teclas de Mover hacia arriba y Mover hacia abajo son como las teclas de flecha arriba y abajo del terminal.

Lista de control pilotada

Las listas de control pilotadas pueden ser controladas por el controlador lógico. Para seleccionar un ítem de la lista del control, el controlador lógico establece el valor de la etiqueta de control a 1 y escribe el valor del ítem a una dirección de la Etiqueta de búsqueda. El terminal PanelView lee los datos de la Etiqueta de búsqueda y entonces ilumina el ítem correspondiente en la lista del control. El terminal entonces escribe el mismo valor a las Etiquetas de escritura de la lista de control.



Gráficos de barra

Los gráficos de barra monitorizan las condiciones que cambian tal como temperatura o niveles de líquido. Usted puede crear varios tipos de gráficos de barra.

Tipos de gráficos de barra

Cree gráficos de barra como visualizadores individuales o en un grupo. Usted puede orientar los gráficos de barra, vertical u horizontalmente. Una variedad de rellenos para el fondo y otras opciones le permiten proporcionar una variedad de apariencias.

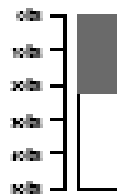


Gráfico de Barra Vertical
Lleno desde arriba, escala a la izquierda, borde activado

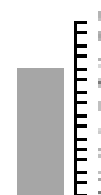
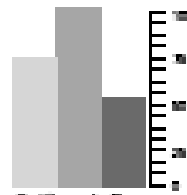


Gráfico de Barra Vertical
Lleno desde abajo, escala a la derecha, borde desactivado



Gráficos de Barra
Agrupados

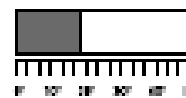


Gráfico de Barra Horizontal
Lleno desde la izquierda, escala abajo, borde activado

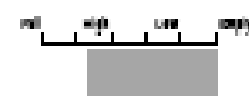
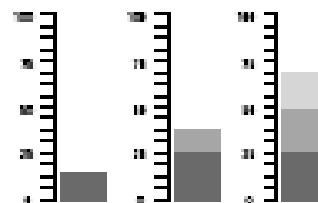


Gráfico de Barra Horizontal
Lleno desde la derecha, escala arriba, borde desactivado

Usar gráficos de barra agrupados para crear el efecto de gráficos bidireccionales, gráficos de barra con múltiples fondos, o gráficos de barra que muestran valores relativos a un total.



Dos gráficos de barra creando efecto bidireccional



Tres gráficos de barra con fondos diferentes
(Cuando los gráficos de abajo se llenan, los de arriba comienzan a llenarse)

Objetos
Dialabores
Indicadores de pantalla
Entrada numérica
Selector de lista de control
Indicadores
Visualizadores de valores numéricos
Gráfico de barra
Escala
Visualizador de mensaje
Reloj
Tráfico de bits
Historia de alarmas
Botones de alarma
Objeto personalizado...

Crear gráficos de barras

Esta sección muestra cómo crear un gráfico de barra. Usted puede crear un gráfico de barra con o sin escala. La escala se crea como un objeto separado.

Para crear un gráfico de barra:



1. Hacer clic sobre la herramienta de Gráfico de barra en la caja de herramientas.
○ escoger Gráfico de barra del menú de Objetos.
2. Posicionar el cursor (+) y hacer clic sobre el botón izquierdo del mouse para colocar el tamaño predeterminado. ○ arrastrar el cursor para darle el tamaño al gráfico de barra.

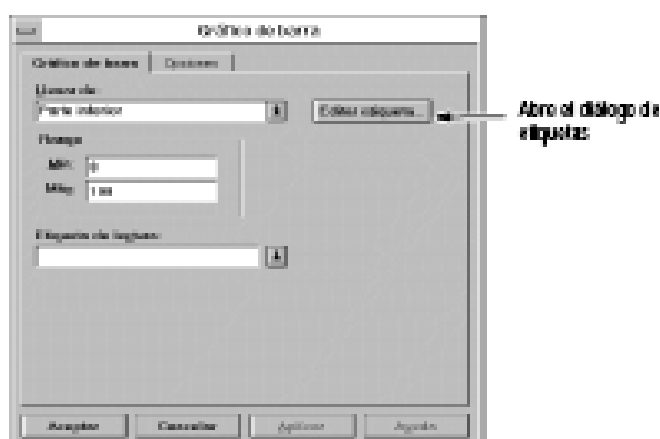


3. Para colocar otro gráfico de barra, mover el cursor a otra ubicación y hacer clic otra vez.
4. Hacer clic sobre el botón derecho del mouse para salir del modo de Gráfico de barra.
○ hacer clic sobre la herramienta de selección en la caja de herramientas.

Establecer Atributos de un Gráfico de Barra

Para establecer los atributos de gráfico de barra:

1. Hacer doble clic sobre el objeto de gráfico de barra.



2. Establecer los atributos de gráfico de barra como se definen en la siguiente página.
3. Al terminar, hacer clic sobre Aceptar.

Las siguientes descripciones definen los atributos de un gráfico de barra.

Llenar de

Establecer la dirección en la cual el gráfico de barra se llena. Hacer clic sobre la flecha a la derecha de la caja para listar y seleccionar una opción.

Seleccionar	Para llenar
Izquierda	de izquierda a derecha
Derecha	de derecha a izquierda
Parte superior	de parte superior a parte inferior
Parte inferior	de parte inferior a parte superior

El gráfico de barra se llena con negro en los visualizadores monocromáticos y blanco en los visualizadores de color. Usted puede seleccionar este fondo desde el submenú de Formatear* Color de Fondo y desactivar el borde del gráfico de barra desde el submenú de Formatear* Tipo de líneas.

Rango

Establecer los valores mínimos y máximos que el gráfico de barra puede mostrar. El rango de los valores que usted puede entrar en la caja de Min/Máx depende del tipo de datos de la Etiqueta de lectura.

Valores de Rango de Min a Máx	Para este tipo de datos
0 a 9,999	4BCD
-32768 a +32767	entero con signo
0 a 65535	entero sin signo
-99,999,997,952 a +99,999,999,004	coma flotante

Si el valor excede el máximo, el gráfico de barra se llena entero. Si el valor está bajo el mínimo, el gráfico de barra aparece como una caja vacía.

Etiqueta de lectura

Especificar el nombre de la dirección de la etiqueta de lectura para llenar el gráfico de barra. Seleccionar una etiqueta de la caja de Etiqueta de Lectura. Si la etiqueta no existe, usted puede entrar un nombre en este momento. Editar los atributos de etiqueta usando el botón de Editar Etiqueta o el Editor de Etiquetas.

Objetos	
Polígonos	☒
Selecciona de pantalla	☒
Entrada numérica	☒
Selecciona de lista de control	☒
Indicadores	☒
Visualizador de datos numéricos	☒
Gráfico de barra	☒
Escala	☒
Visualizador de mensaje	☒
Gráficos	☒
Teclas de lista	☒
Historia de alarmas	☒
Definir de alarma	☒
Objeto global	☒

Crear un Gráfico de Barra Escalado

Esta sección muestra como crear un gráfico de barra escalado.

Para crear un gráfico de barra escalado:



1. Hacer clic sobre la herramienta de Escala en la caja de herramientas.
 - escoger Escala del menú de Objetos.
2. Posicionar el cursor (+) y hacer clic sobre el botón izquierdo del mouse para colocar el tamaño predeterminado. ○ arrastrar el cursor para calibrar la escala de barra.



3. Para colocar otra escala, mover el cursor a otra ubicación y hacer clic otra vez.
4. Hacer clic sobre el botón derecho del mouse para salir del modo de escala.

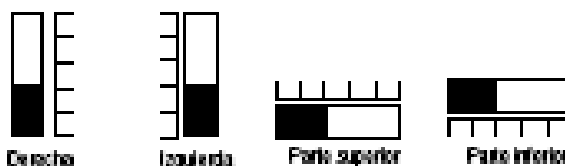
○ hacer clic sobre la herramienta de selección en la caja de herramientas.

Para establecer los atributos de escala:

1. Hacer doble clic sobre el objeto escalado.



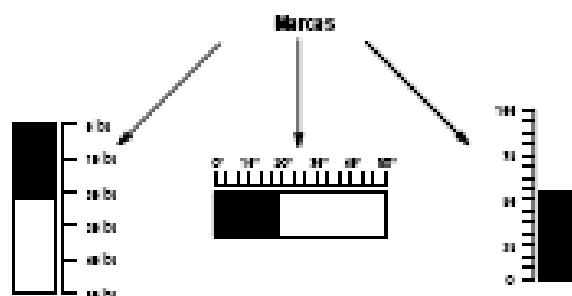
2. Desde la caja de Localización, seleccionar la orientación de la escala relativa al gráfico de barra.



3. En la caja de Número, entrar el número de marcas para la escala. El número de marcas permitidas depende del tamaño de la escala. Las marcas se espacian uniformemente en la escala.
4. Al terminar, hacer clic sobre Aceptar

Crear Marcas

Usar la herramienta de texto de gráficos para añadir marcas a la escala del gráfico de barra. Las marcas no están conectadas a la escala y se manejan como objetos separados.



Usted puede agrupar el gráfico de barra, la escala y las marcas para que sean manejados como una sola unidad.

Para crear marcas:



1. Hacer clic sobre la herramienta de Texto en la caja de herramientas.

○ escoger Texto del submenú de Objetos «Gráficos»

2. Posicionar el cursor y arrastrar el bloque de texto hasta darle el tamaño que usted quiera.

El bloque del texto se selecciona y es colocado en el modo de texto interior.



3. Entrar la marca en la caja de Texto.

Según entra el texto en la caja, también se entra en el bloque de texto. Aparece un asterisco (*) si el texto excede el tamaño del bloque.

4. Para crear otra marca, repita los pasos 2 y 3.
5. Hacer clic sobre el botón derecho del mouse para salir del modo de texto de fondo.

○ hacer clic sobre la herramienta de selección en la caja de herramientas.



6. Al terminar, hacer clic sobre la herramienta para salir del modo de texto.
7. Si es necesario, volver a dar tamaño al bloque de texto, para que todo el texto quede dentro.

Cuando el objeto de texto, no está seleccionado, el borde se pone invisible.

Capítulo 1

Descripción general del hardware

Características de hardware

El controlador programable Boletín 1762, MicroLogix 1200 tiene una fuente de alimentación, circuitos de entrada y salida y un procesador. El controlador está disponible en configuraciones de 24 E/S y 40 E/S.

Las características de hardware del controlador son:

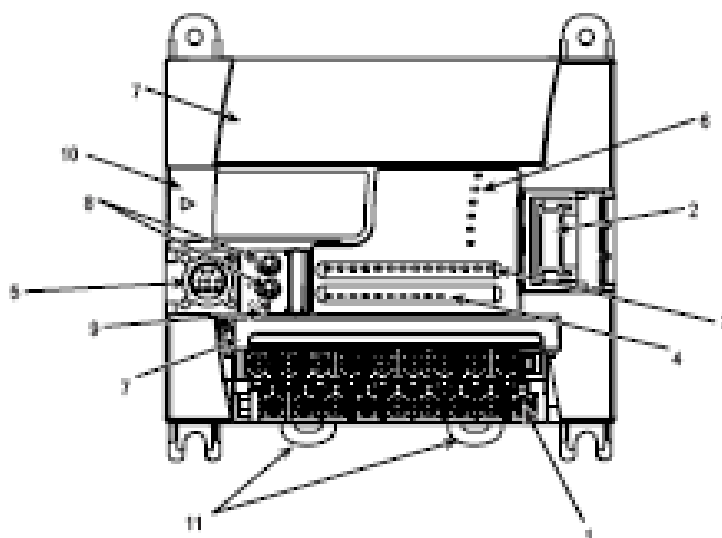


Tabla 1.1 Características de hardware

Item	Descripción	Item	Descripción
1	Bloques de terminales (Bloques de terminales extraíbles 1762-L400NA y 1762-L400XB, solamente)	7	Puertas y etiquetas del terminal
2	Interfaz de conector de bus a E/S de expansión	8	Potenciómetros de ajuste
3	Indicadoras LED de entrada	9	Botón pulsador conmutador de comunicaciones
4	Indicadoras LED de salida	10	Cubierta de puerto de módulo de memoria ⁽¹⁾ -o bien- módulo de memoria y/o reloj en tiempo real ⁽²⁾
5	Puerto de comunicación/ Canal D	11	Seguros de riel DIN
6	Indicadoras LED de estado		

(1) Enviado con el controlador.

(2) Equipo opcional.

1-2 Descripción general del hardware

Tabla 1.2 Alimentación de entrada y E/S incorporadas del controlador

Número de catálogo	Descripción		
	Alimentación de entrada	Entradas	Salidas
1763-L34AWA	120/240 VCA	(14) 120 VCA	(10) relé
1763-L34BWA	120/240 VCA	(10) 24 VDC (4) rápidas de 24 VDC	(10) relé
1763-L34E0B	24 VDC	(10) 24 VDC (4) rápidas de 24 VDC	(5) relé, (4) 24 VDC, FET (1) de alta velocidad, de 24 VDC, FET
1763-L40AWA	120/240 VCA	(24) 120 VCA	(16) relé
1763-L40BWA	120/240 VCA	(20) 24 VDC (4) rápidas de 24 VDC	(16) relé
1763-L40E0B	24 VDC	(20) 24 VDC (4) rápidas de 24 VDC	(8) relé, (7) 24 VDC, FET (1) de alta velocidad, de 24 VDC, FET

Descripción de componentes

Módulo de memoria y/o reloj en tiempo real del MicroLogix 1200

El controlador se envía con una cubierta para el puerto del módulo de memoria colocada en su lugar. Usted puede hacer un pedido de un módulo de memoria, reloj en tiempo real o módulo de memoria y reloj en tiempo real como accesorios.

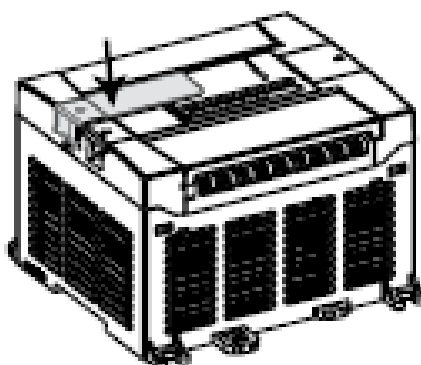


Tabla 1.3 Módulo de memoria y/o reloj en tiempo real

Número de catálogo	Descripciones
1763-MM1	Módulo de memoria solamente
1763-RTC	Reloj de tiempo real solamente
1763-MM1RTC	Módulo de memoria y reloj de tiempo real

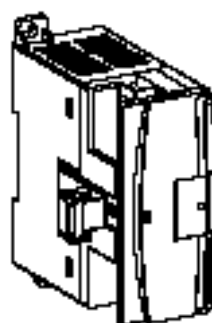
E/S de expansión 1762

Las E/S de expansión 1762 pueden conectarse al controlador MicroLogix 1200, tal como se muestra a continuación.

CONSEJO

Se puede conectar a un controlador un máximo de seis módulos de E/S, en ciertas combinaciones. Consulte el Apéndice F Carga del sistema y disipación de calor para determinar las combinaciones válidas.

E/S de expansión 1762



E/S de expansión conectadas al controlador MicroLogix 1200

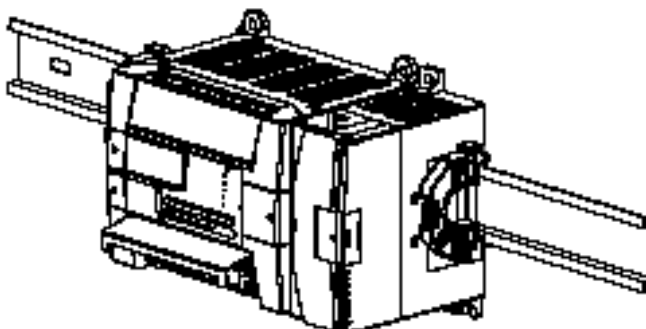


Tabla 1.4 E/S de expansión

Número de catálogo	Descripciones
1762-IA8	Entrada de 120 VCA de 8 puntos
1762-IO8	Entrada de 24 VCC drenador/surtidor de 8 puntos
1762-IO16	Entrada de 24 VCC drenador/surtidor de 16 puntos
1762-OA8	Salida triac de CA de 8 puntos
1762-OB8	Salida de 24 VCC surtidor de 8 puntos
1762-OB16	Salida de 24 VCC surtidor de 16 puntos
1762-OW8	Salida de relé de CA/CC de 8 puntos
1762-OW16	Salida de relé de CA/CC de 16 puntos
1762-IF2OF2	Entrada analógica de voltaje/corriente de 2 canales Salida analógica de voltaje/corriente de 2 canales
1762-IF4	Entrada analógica de voltaje/corriente de 4 canales

Cables de comunicación

Use los cables de comunicación siguientes con los controladores MicroLogix 1200.

- 1761-CBL-PM02 Serie C o posterior
- 1761-CBL-HM02 Serie C o posterior
- 1761-CBL-AM02 Serie C o posterior
- 1761-CBL-AP00 Serie C o posterior
- 2707-NC8 Serie A o posterior
- 2702-NC9 Serie B o posterior
- 2707-NC10 Serie B o posterior
- 2707-NC11 Serie B o posterior

Programación

La programación del controlador programable MicroLogix 1200 se hace usando RSLogix™ 500, Revisión 4 o posterior. Debe usar la Revisión 4.5 o posterior de RSLogix™ 500 para poder usar las nuevas funciones de los controladores MicroLogix 1200 Serie B, incluyendo el conjunto completo de instrucciones ASCII. Los cables de comunicación para programación no se incluyen con el software.

CONSEJO Se requieren cables Serie C o posteriores.

Opciones de comunicación

El MicroLogix 1200 se puede conectar a una computadora personal. También se puede conectar a la red DH485 usando un Convertidor de Interface Avanzado (Núm. de catálogo 1761-NET-AIC) y a una red DeviceNet™ usando una Interface DeviceNet (Núm. de catálogo 1761-NET-DNI). El controlador también puede conectarse a las redes DF1 Half Duplex o Modbus™ SCADA como esclavo RTU. Los controladores serie B también pueden conectarse a dispositivos en serie usando ASCII. Vea el **Capítulo 4 Conexiones de comunicación** para obtener más información sobre conexión a las opciones de comunicación disponibles.

Cable de comunicación DH485

El cable de comunicación DH485 recomendado es Belden #3106A ó #9842. El cable tiene forro y blindaje con uno o dos cables dobles trenzados y un cable de tierra.

Un cable doble proporciona una línea de señal equilibrada y un cable adicional se usa como línea de referencia común entre todos los nodos en la red. El blindaje reduce el efecto del ruido electrostático del ambiente industrial en la comunicación de la red.

El cable de comunicación consiste en varios segmentos de cable conectados en cadena. La longitud total de los segmentos de cable no puede exceder 1219 metros (4000 pies). Sin embargo, pueden usarse dos segmentos para extender la red DH485 a 2438 m (8000 pies). Para obtener información adicional sobre conexiones usando el AIC+, consulte el *Manual del usuario del convertidor de interface avanzado (AIC+)*, publicación 1761-6.4ES.

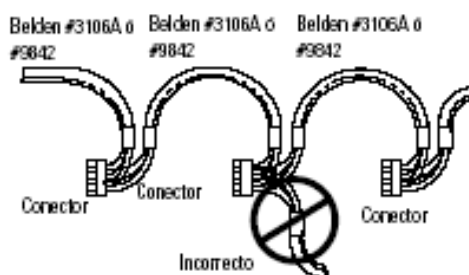
Cuando corte los segmentos del cable, córtelos suficientemente largos para encaminarlos de un AIC+ al siguiente, con huelgo suficiente para evitar tensión en el conector. Deje cable adicional suficiente para evitar el desgaste y torceduras del cable.

Use estas instrucciones para cablear el cable Belden #3106A ó #9842. (Vea Guía de selección de cables en la página 4-11 si está usando cables Allen-Bradley estándar).

Conexión del cable de comunicación al conector DH485

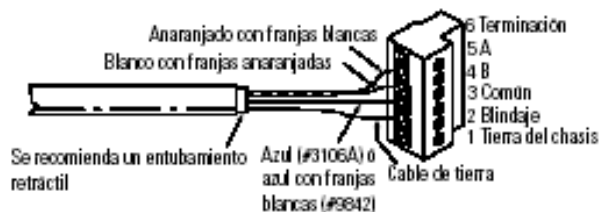
CONSEJO

Se recomienda que use una red conectada en cadena. No haga la conexión incorrecta mostrada a continuación:



Conexión de un solo cable

Cuando conecte un solo cable al conector DH485, use el siguiente diagrama.

*Conexión de múltiples cables*

Cuando conecte múltiples cables al conector DH485, use el siguiente diagrama.



Tabla 4.4 Conexiones usando el cable Belden #3106A

Para este cable/par	Conecte este cable	A este terminal
Blindaje/tierra	Sin forro	Terminal 2 – Blindaje
Azul	Azul	Terminal 3 – (Común)
Blanco/anaranjado	Blanco con franjas anaranjadas	Terminal 4 – (Datos B)
	Anaranjado con franjas blancas	Terminal 5 – (Datos A)

Tabla 4.5 Conexiones usando el cable Belden #9842

Para este cable/par	Conecte este cable	A este terminal
Blindaje/tierra	Sin forro	Terminal 2 – Blindaje
Azul/Blanco	Blanco con franjas azules	Recortar – sin conexión ⁽¹⁾
	Azul con franjas blancas	Terminal 3 – (Común)
Blanco/anaranjado	Blanco con franjas anaranjadas	Terminal 4 – (Datos B)
	Anaranjado con franjas blancas	Terminal 5 – (Datos A)

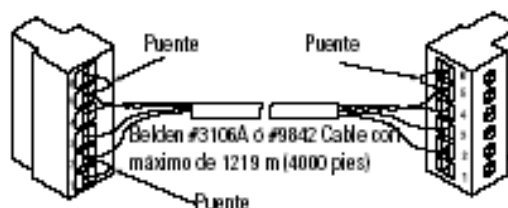
(1) Para evitar confusión cuando instale el cable de comunicaciones, recorte el cable blanco con franjas azules inmediatamente después de quitar el forro de aislamiento. El DH485 no usa este cable.

Hacer tierra/Terminaciones para la red DH485

Sólo un conector al final del vínculo debe tener los terminales 1 y 2 conectados. Esto proporciona una conexión a tierra para el blindaje del cable de comunicación.

Ambos extremos de la red deben tener los terminales 5 y 6 conectados en puente, tal como se muestra a continuación. Esto conecta la terminación de impedancia (de 120 ohm) construida en cada AIC+ como es requerido por la especificación DH485.

Terminación al fin de la línea

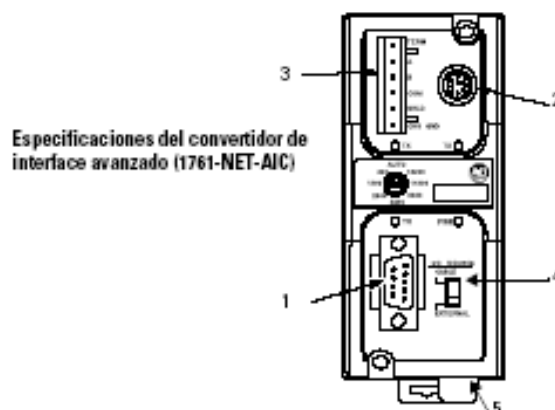


Conexión del AIC+

El AIC+, número de catálogo 1761-NET-AIC, permite que el MicroLogix 1200 se conecte a la red DH485. El AIC+ tiene dos puertos RS-232 y un puerto RS-485 aislado. Generalmente hay un AIC+ por cada MicroLogix 1200. Cuando dos controladores MicroLogix se colocan uno cerca del otro, puede conectar un controlador a cada uno de los puertos RS-232 en el AIC+.

El AIC+ también puede usar el aislador RS-232, proporcionando una barrera de aislamiento entre los puertos de comunicación MicroLogix 1200 y cualquier equipo conectado a éste (por ejemplo, computadora personal, modem, etc.)

El siguiente diagrama muestra las conexiones de cableado externo y las especificaciones del AIC+.



Ítem	Descripción
1	Puerto 1 – DB-9 RS-232, DTE
2	Puerto 2 – mini-DIN 8 RS-232 DTE
3	Puerto 3 – conector RS-485 Phoenix
4	Interruptor selector de fuente de alimentación de CC (cable = puerto 2, fuente de alimentación, externa = fuente de alimentación externa conectada al ítem 5)
5	Terminales para fuente de alimentación externa 24 VDC y tierra.

Para obtener información acerca de cómo conectar el AIC+, consulte el *Manual del usuario del convertidor de interface avanzado (AIC+)*, publicación 1761-6.4ES.

Guía de selección de cables



Cable	Longitud	Conexiones desde	al AIC+	Requiere fuente de alimentación externa ⁽¹⁾	Selección de interruptor selector de alimentación eléctrica ⁽¹⁾
1761-CBL-AP00 ⁽²⁾ 1761-CBL-PM02 ⁽²⁾	45 cm (17.7 pulg.) 2 m (6.5 pies)	Procesadores SLC 5/03 ó SLC 5/04, canal 0	puerto 2	sí	externa
		MicroLogix 1000, 1200 ó 1500	puerto 1	sí	externa
		PanelView 550 mediante un adaptador de módem	puerto 2	sí	externa
		DTAM Plus / DTAM Micro	puerto 2	sí	externa
		Puerto PC COM	puerto 2	sí	externa

(1) Se requiere una fuente de alimentación eléctrica externa a menos que el AIC+ esté activado por el dispositivo conectado al puerto 2, en cuyo caso el interruptor de selección debe establecerse en cable.

(2) Se requieren cables Serie C o posteriores.

4-12 Consolas de comunicación



Cable	Longitud	Conexiones desde	al AIC+	Requiere fuente de alimentación externa ⁽¹⁾	Selección de interruptor selector de alimentación eléctrica
1761-CBL-AM02 ⁽²⁾	45 cm (17.7 pulg.)	MicroLogix 1000, 1200 ó 1500	puerto 2	no	cable
1761-CBL-HM02 ⁽²⁾	2 m (8.5 pies)	al puerto 2 en otro AIC+	puerto 2	si	externa

(1) Se requiere una fuente de alimentación eléctrica externa a menos que el AIC+ esté activado por el dispositivo conectado al puerto 2, en cuyo caso el interruptor de selección debe estar bloqueado en cable.

(2) Se requieren cables Serie C o posteriores.



Cable	Longitud	Conexiones desde	al AIC+	Requiere fuente de alimentación externa ⁽¹⁾	Selección de interruptor selector de alimentación eléctrica ⁽¹⁾
1747-CP3	3 m (9.8 pies)	Procesador SLC 5/03 ó SLC 5/04, canal 0	puerto 1	si	externa
1761-CBL-AC00 ⁽²⁾	45 cm (17.7 pulg.)	Puerto PC COM	puerto 1	si	externa
		PanelView 550 mediante un adaptador de módem	puerto 1	si	externa
		DTAM Plus / DTAM Micro SM	puerto 1	si	externa
		Puerto 1 en otro AIC+	puerto 1	si	externa

(1) Se requiere una fuente de alimentación eléctrica externa a menos que el AIC+ esté activado por el dispositivo conectado al puerto 2, en cuyo caso el interruptor de selección debe estar bloqueado en cable.



Cable	Longitud	Conexiones desde	al AIC+	Requiere fuente de alimentación externa ⁽¹⁾	Selección de interruptor selector de alimentación eléctrica ⁽¹⁾
directo 8-25 pines	-	módem u otro dispositivo de comunicación	puerto 1	si	externa

(1) Se requiere una fuente de alimentación eléctrica externa a menos que el AIC+ esté activado por el dispositivo conectado al puerto 2, en cuyo caso el interruptor de selección debe estar bloqueado en cable.

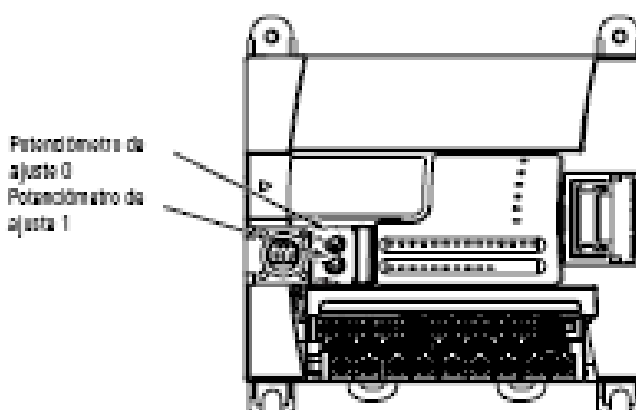
Capítulo 5

Utilización de los potenciómetros de ajuste

Operación del potenciómetro de ajuste

El procesador tiene dos potenciómetros de ajuste que permiten la modificación de datos dentro del controlador. Los ajustes de estos potenciómetros cambian el valor en el registro de Información de potenciómetros de ajuste (TPI) correspondiente. El valor de datos de cada potenciómetro de ajuste puede usarse, a través del programa de control, como temporizador, contador, preselección analógica, dependiendo de los requisitos de la aplicación.

Los potenciómetros de ajuste están ubicados debajo de la cubierta del puerto del módulo de memoria y a la derecha del puerto de comunicaciones, tal como se muestra a continuación.



Use un pequeño destornillador de cabeza plana para mover los potenciómetros de ajuste. El ajustar su valor causa que los datos cambien dentro de un rango de 0 a 250 (el máximo hacia la derecha). La rotación máxima de cada potenciómetro de ajuste es tres cuartos, tal como se muestra a continuación. La estabilidad de los potenciómetros de ajuste sobre el tiempo y la temperatura generalmente es ± 2 conteos.



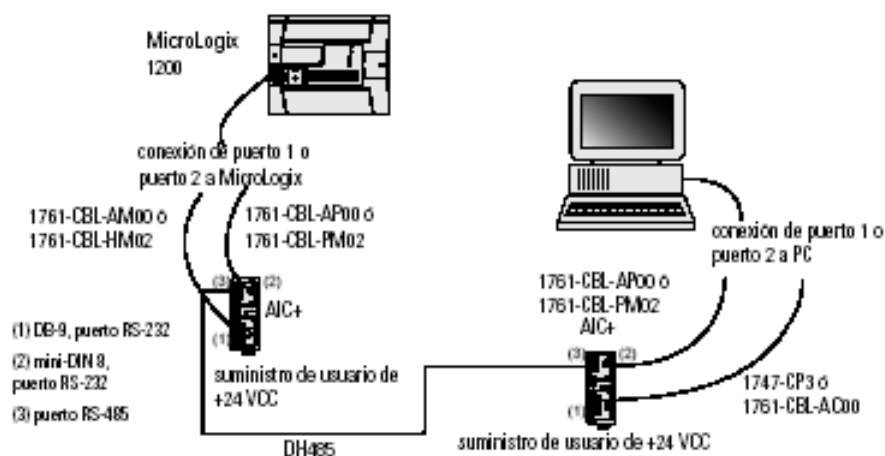
Los datos de archivo de los potenciómetros de ajuste se actualizan continuamente cuando un controlador está activado.

Archivo de función de información del potenciómetro de ajuste

La composición del archivo de función de información del potenciómetro de ajuste (TPI) se describe en el *Manual de referencia del conjunto de instrucciones de los controladores programables MicroLogix 1200 y MicroLogix 1500*, publicación 1762-RM001C-ES-P.

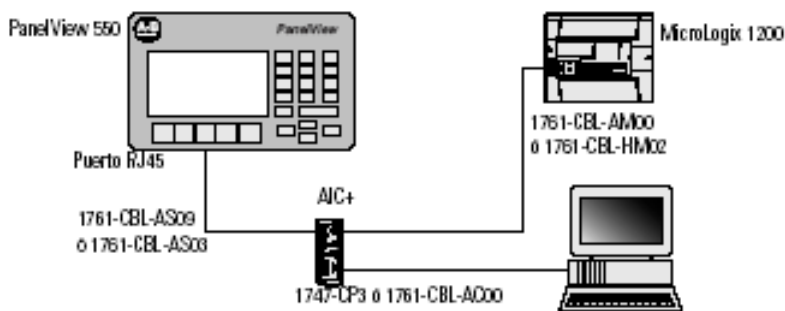
E-14 Descripción de los protocolos de comunicación

Red DH485 con un controlador MicroLogix 1200



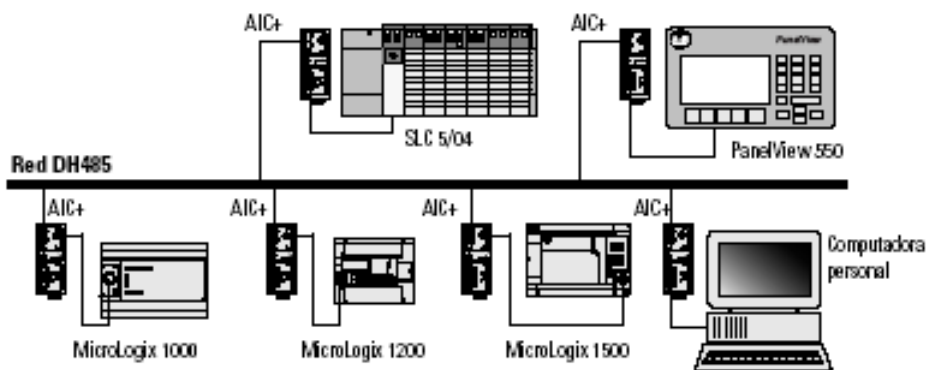
CONSEJO Se requieren cables serie C o posteriores.

Red de 3 nodos típica



CONSEJO Esta red de 3 nodos no es expandible.

Dispositivo de interface de operador-máquina y controladores MicroLogix conectados en red



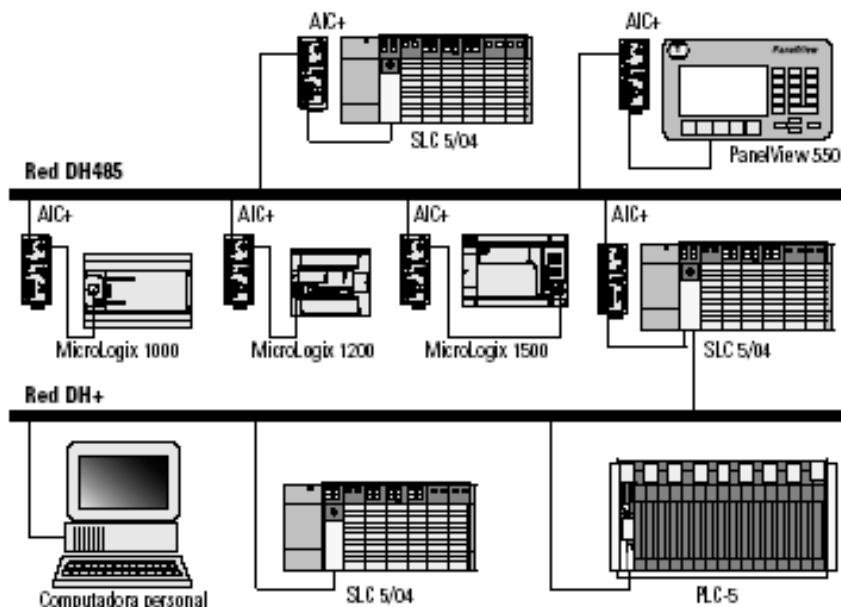
Soporte de paquete remoto MicroLogix

Los controladores MicroLogix 1200 pueden iniciar y responder con comunicaciones de dispositivo (o comandos) que no se originan en la red DH485 local. Esto es útil en instalaciones donde se necesita comunicación entre las redes DH485 y DH+.

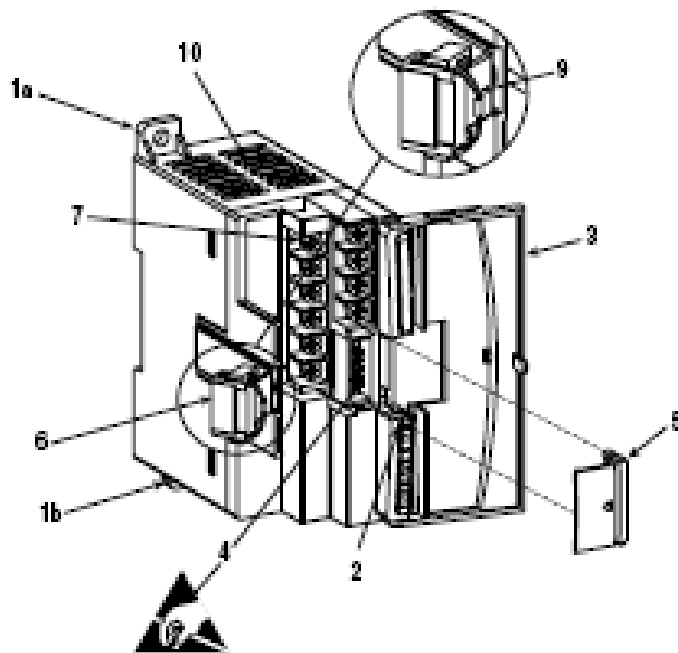
El siguiente ejemplo muestra cómo enviar mensajes desde un dispositivo en la red DH+ a un controlador MicroLogix en la red DH485. Este método usa un procesador SLC 5/04 como conexión puente.

Cuando se usa este método (tal como se muestra en la siguiente ilustración):

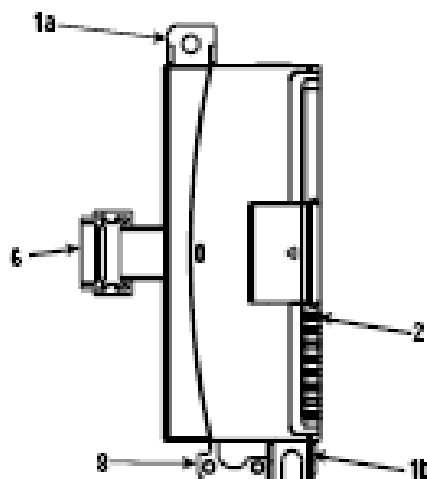
- Los dispositivos PLC-5 pueden enviar comandos de lectura y escritura a los controladores MicroLogix 1200.
- Los controladores MicroLogix 1200 pueden responder a las instrucciones MSG recibidas.
- Los controladores MicroLogix 1200 pueden iniciar instrucciones MSG a dispositivos en la red DH+.
- Las PC pueden enviar comandos de lectura y escritura a los controladores MicroLogix 1200.
- Las PC pueden hacer la programación remota de los controladores MicroLogix 1200.



Description



Item	Description
1a	upper panel mounting tab
1b	lower panel mounting tab
2	power diagnostic LED
3	module door with terminal identification label
4	bus connector with male pins
5	bus connector cover
6	flat ribbon cable with bus connector (female)
7	terminal block
8	DIN rail latch
9	pull loop
10	input type selector switch



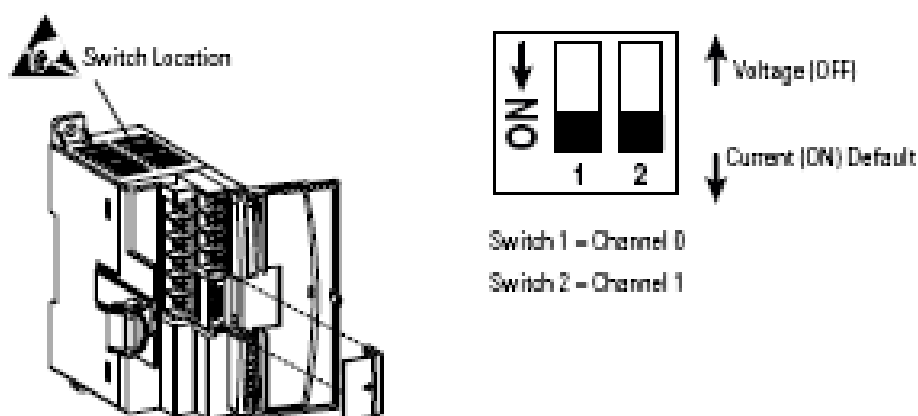
Field Wiring Connections

Grounding the Module

This product is intended to be mounted to a well-grounded mounting surface such as a metal panel. Additional grounding connections from the module's mounting tabs or DIN rail (if used) are not required unless the mounting surface cannot be grounded. Refer to *Industrial Automation Wiring and Grounding Guidelines*, Allen-Bradley publication 1770-4.1, for additional information.

Input Type Selection

Select the input type, current or voltage, using the switch located on the module's circuit board *and* the input type/range selection bits in the Configuration Data File (see page 16). You can access the switch through the ventilation slots on the top of the module. Switch 1 controls channel 0; switch 2 controls channel 1. The factory default setting for both switch 1 and switch 2 is Current. Switch positions are shown below.



Output Type Selection

The output type selection, current or voltage, is made by wiring to the appropriate terminals, Iout or Vout, *and* by the type/range selection bits in the Configuration Data File (see page 16).

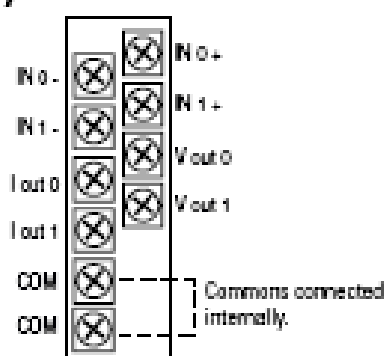
Wiring

System Wiring Guidelines

Consider the following when wiring your system:

- The analog common (COM) is not connected to earth ground inside the module. All terminals are electrically isolated from the system.
- Channels are not isolated from each other.
- Use Belden™ 8761, or equivalent, shielded wire.
- Under normal conditions, the drain wire (shield) should be connected to the metal mounting panel (earth ground). Keep shield connection to earth ground as short as possible.
- To ensure optimum accuracy for voltage type inputs and outputs, limit overall cable impedance by keeping all analog cables as short as possible. Locate the I/O system as close to your voltage type sensors or actuators as possible.
- The 1762-IF2OF2 module does not provide loop power for analog inputs. Use a power supply that matches the input transmitter specifications.

Terminal Block Layout



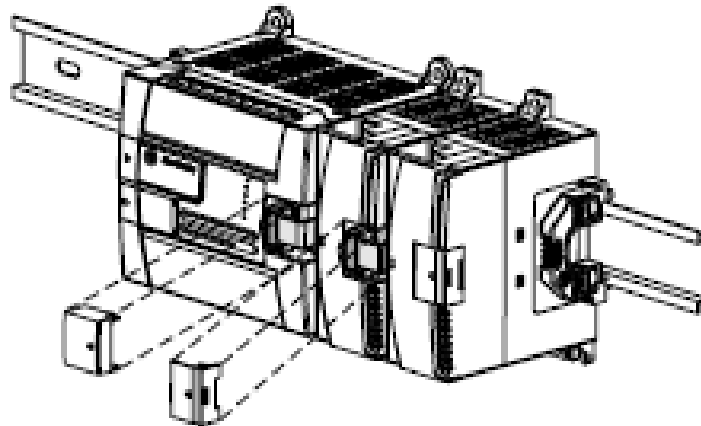
ATTENTION



Analog outputs may fluctuate for less than a second when power is applied or removed. This characteristic is common to most analog outputs. While the majority of loads will not recognize this short signal, it is recommended that preventive measures be taken to ensure that connected equipment is not affected.

System Assembly

The expansion I/O module is attached to the controller or another I/O module by means of a ribbon cable *after* mounting as shown below.

**NOTE**

Use the pull loop on the connector to disconnect modules. Do not pull on the ribbon cable.

WARNING**EXPLOSION HAZARD**

- In Class I, Division 2 applications, the bus connector must be fully seated and the bus connector cover must be snapped in place.
- In Class I, Division 2 applications, all modules must be mounted in direct contact with each other as shown on page 6. If DIN rail mounting is used, an end stop must be installed ahead of the controller and after the last 1762 I/O module.

8. Introducción a RSLogix 500

8.1. Descripción general del software

RSLogix 500 es el software destinado a la creación de los programas del autómatas en lenguaje de esquema de contactos o también llamado lógica de escalera (*Ladder*). Incluye editor de *Ladder* y verificador de proyectos (creación de una lista de errores) entre otras opciones. Este producto se ha desarrollado para funcionar en los sistemas operativos Windows®. [1]

Existen diferentes menús de trabajo (figura 8.2) en el entorno de RSLogix 500, a continuación se hace una pequeña explicación de los mismos:

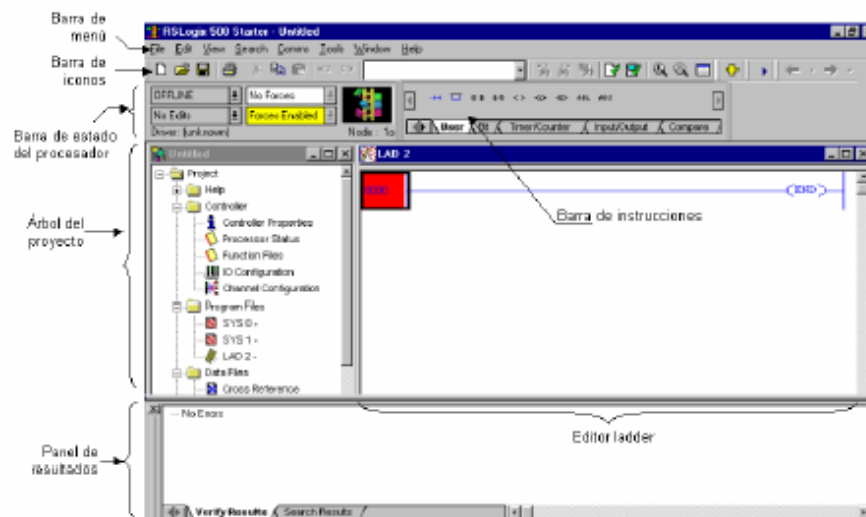


Figura 8.2: Vista principal de RSLogix 500

Barra de menú: permite realizar diferentes funciones como recuperar o guardar programas, opciones de ayuda, etc. Es decir, las funciones elementales de cualquier software actual.

Barra de iconos: engloba las funciones de uso más repetido en el desarrollo de los programas.

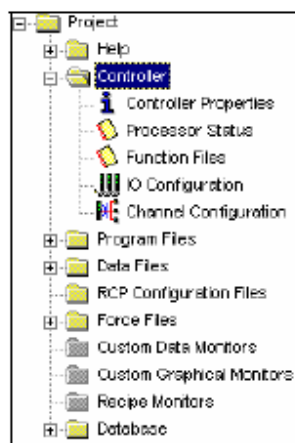
Barra de estado del procesador: Nos permite visualizar y modificar el modo de trabajo del procesador (*online, offline, program, remote*), cargar y/o descargar programas (*upload/download program*), así como visualizar el controlador utilizado (*Ethernet drive* en el caso actual).



Los modos de trabajo más usuales son:

- *Offline*: Consiste en realizar el programa sobre un ordenador, sin necesidad alguna de acceder al PLC para posteriormente una vez acabado y verificado el programa descargarlo en el procesador. Este hecho dota al programador de gran independencia a la hora de realizar el trabajo.
- *Online*: La programación se realiza directamente sobre la memoria del PLC, de manera que cualquier cambio que se realice sobre el programa afectará directamente al procesador, y con ello a la planta que controla. Este método es de gran utilidad para el programador experto y el personal de mantenimiento ya que permite realizar modificaciones en tiempo real y sin necesidad de parar la producción.

Árbol del proyecto: Contiene todas las carpetas y archivos generados en el proyecto, estos se organizan en carpetas. [1] Las más interesantes para el tipo de prácticas que se realizará son:

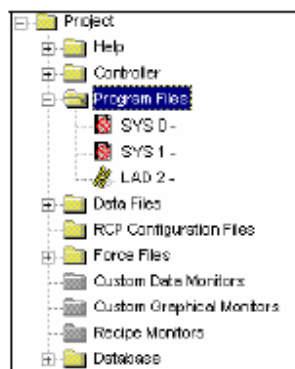


Controller properties: contiene las prestaciones del procesador que se está utilizando, las opciones de seguridad que se quieren establecer para el proyecto y las comunicaciones.

Processor Status: se accede al archivo de estado del procesador

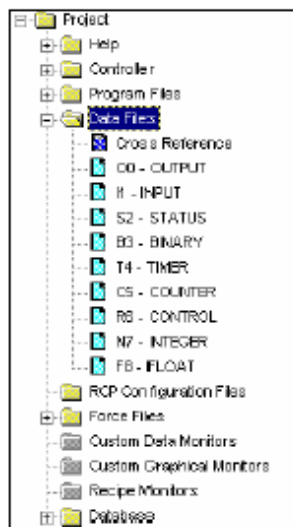
IO Configuration: Se podrán establecer y/o leer las tarjetas que conforman el sistema.

Channel Configuration: Permite configurar los canales de comunicación del procesador



Contiene las distintas rutinas *Ladder* creadas para el proyecto.





Da acceso a los datos de programa que se van a utilizar así como a las referencias cruzadas (*cross references*). Podemos configurar y consultar salidas (*output*), entradas (*input*), variables binarias (*binary*), temporizadores (*timer*), contadores (*counter*), ...

Si seleccionamos alguna de las opciones se despliegan diálogos similares al siguiente, en el que se pueden configurar diferentes parámetros según el tipo de elemento.

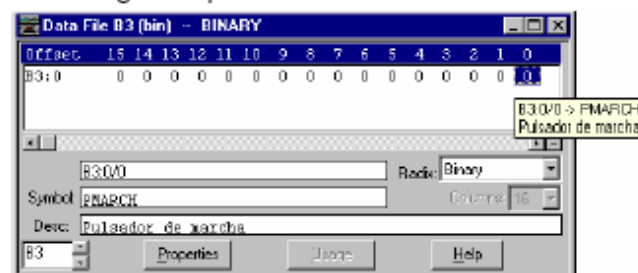




Figura 8.3: Árbol de proyecto

Panel de resultados: aparecen los errores de programación que surgen al verificar la corrección del programa realizado   (situados en la barra de iconos). Efectuando doble clic sobre el error, automáticamente el cursor se situará sobre la ventana de programa Ladder en la posición donde se ha producido tal error.

También es posible validar el archivo mediante *Edit > Verify File* o el proyecto completo *Edit > Verify Project*.

Barra de instrucciones: Esta barra le permitirá, a través de pestañas y botones, acceder de forma rápida a las instrucciones más habituales del lenguaje Ladder. Presionando sobre cada instrucción, ésta se introducirá en el programa Ladder.

Ventana del programa Ladder: Contiene todos los programas y subrutinas Ladder relacionados con el proyecto que se esté realizando. Se puede interaccionar sobre esta ventana escribiendo el programa directamente desde el teclado o ayudándose con el ratón (ya sea arrastrando objetos procedentes de otras ventanas ó seleccionando opciones con el botón derecho del ratón).

8.2. Instalación del software

Una vez introducido el CD-ROM de RSLogix 500 el proceso de instalación comenzará automáticamente. Escogemos *Install RSLogix 500* y se siguen las instrucciones, se introduce



el código serie y, cuando se pida, se introduce el disquete llave que viene en el paquete de software. Este activará la aplicación y estará lista para su funcionamiento.

Es recomendable guardar en lugar seguro tanto la llave como el CD de instalación.

8.3. Configuración del autómatas y las comunicaciones

Para empezar se ha de configurar el autómatas que se usará, en nuestro caso se trata de un MicroLogix 1500 LSP serie C. Para hacerlo nos dirigimos al menú *File>New* y en el diálogo que aparece seleccionamos el procesador adecuado.

En el mismo diálogo se tiene la posibilidad de seleccionar la red a la que estará conectado. Si hemos efectuado correctamente la configuración de la red anteriormente (con el RSLinx) ya aparecerá el controlador correspondiente, en la esquina inferior izquierda de la figura 8.4 en el desplegable *Driver*. Sino, podemos usar el pulsador que aparece (*Who Active*) que permite acceder a un diálogo similar a *RWho* y seleccionar la red definida. Seleccionamos el autómatas MicroLogix 1500 que aparece.

Para que aparezca el autómatas en la red se debe estar conectado a Internet y tener activado el RSLinx.

Una vez aceptado (*OK*) aparecerá la ventana del proyecto y la ventana del programa Ladder.

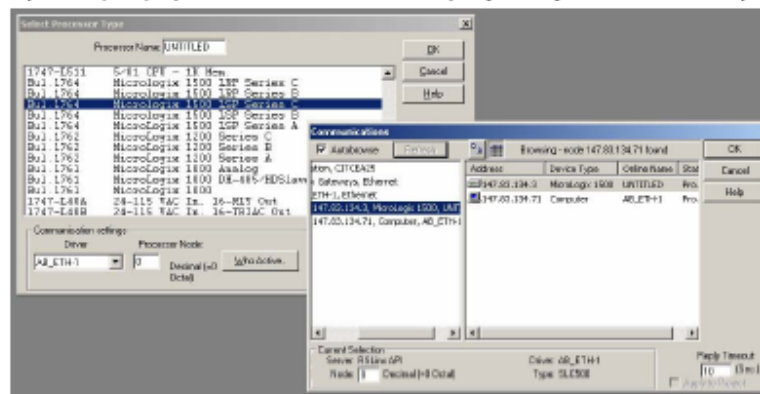


Figura 8.4: Selección del procesador

La configuración de la red se puede modificar en cualquier momento accediendo desde el árbol de proyecto > *Controller>Controller Communications*.



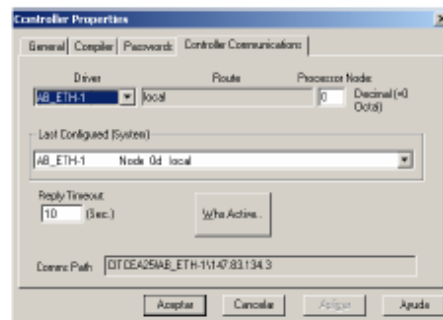
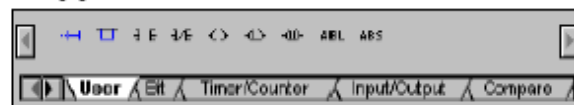


Figura 8.5: Configuración de las comunicaciones del autómeta

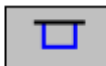
8.4. Edición de un programa Ladder

Las diferentes instrucciones del lenguaje Ladder se encuentran en la barra de instrucciones citada anteriormente (figura 8.1). Al presionar sobre alguno de los elementos de esta barra estos se introducirán directamente en la rama sobre la que nos encontremos.

A continuación se hará una explicación de las instrucciones usadas para la resolución de las prácticas de este curso [2]:



Añadir una nueva rama al programa



Crear una rama en paralelo a la que ya está creada



Contacto normalmente abierto (XIC - Examine If Closed): examina si la variable binaria está activa (valor=1), y si lo está permite al paso de la señal al siguiente elemento de la rama. La variable binaria puede ser tanto una variable interna de memoria, una entrada binaria, una salida binaria, la variable de un temporizador,...

En este ejemplo si la variable B3:0/0 es igual a 1 se activará la salida O:0/0.



Contacto normalmente cerrado (XIO - Examine If Open): examina si la variable binaria está inactiva (valor=0), y si lo está permite al paso de la señal al siguiente elemento de la rama.



Capítulo 19

Instrucción de control de proceso

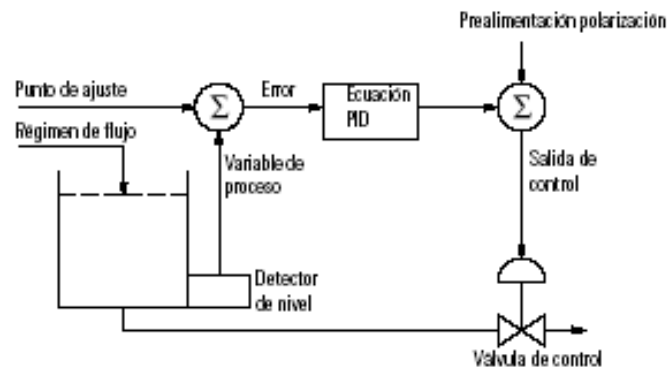
Este capítulo describe la instrucción Proporcional Integral Derivativa (PID) del MicroLogix 1200 y MicroLogix 1500. La instrucción PID es una instrucción de salida que controla propiedades físicas tales como temperatura, presión, nivel de líquido o régimen de flujo, usando lazos.

El concepto PID

La instrucción PID normalmente controla un lazo cerrado usando entradas provenientes de un módulo de entrada analógico y proporcionando una salida a un módulo de salida analógico. Para el control de la temperatura, usted puede convertir la salida analógica a una salida de activación/desactivación con proporción de tiempo para accionar una unidad calefactora o de enfriamiento. Se proporciona un ejemplo en la página 19-19.

La instrucción PID puede funcionar en el modo temporizado o en el modo de interrupción temporizada seleccionable (STI). En el modo temporizado, la instrucción actualiza su salida periódicamente a un régimen seleccionable por el usuario. En el modo STI, la instrucción debe colocarse en una subrutina de interrupción STI. Luego actualiza su salida cada vez que la subrutina STI se escanea. El intervalo de tiempo STI y el régimen de actualización de lazo PID deben ser iguales para que la ecuación se ejecute correctamente. Vea Uso del archivo de función de interrupción temporizada seleccionable (STI) en la página 18-12 para obtener más información sobre interrupciones STI.

El control de lazo cerrado PID mantiene una variable de proceso en un punto de ajuste deseado. A continuación se muestra un ejemplo de régimen de flujo/nivel de líquido.



La ecuación PID controla el proceso enviando una señal de salida a la válvula de control. A mayor el error entre el punto de ajuste y la entrada variable del proceso, mayor la señal de salida. Alternativamente, a menor el error, menor la señal de salida. Un valor adicional (prealimentación o polarización) puede añadirse a la salida de control como offset. El resultado PID (variable de control) controla la variable del proceso hacia el punto de ajuste.

La ecuación PID

La instrucción PID usa el siguiente algoritmo:

Ecuación estándar con ganancias dependientes:

$$Output = K_C \left[(E) + \frac{1}{T_I} \int (E) dt + T_D \cdot \frac{d(PV)}{dt} \right] + bias$$

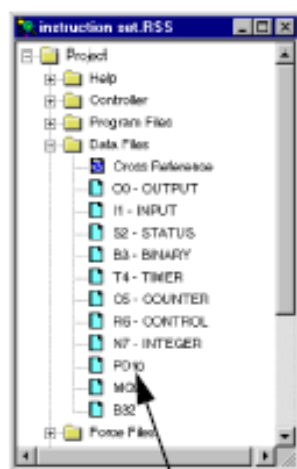
Las constantes de ganancias estándar son:

Término	Rango (bajo a alto)	Referencia
Controler Gain K_C	0.01 a 327.67 (sin dimensiones) ⁽¹⁾	Proporcional
Reset Term $1/T_I$	De 327.67 a 0.01 (minutos por repetición) ⁽¹⁾	Integral
Rate Term T_D	De 0.01 a 327.67 (minutos) ⁽¹⁾	Derivada

(1) Se aplica al rango PD de MicroLogix 1200 y 1500 cuando el bit de restablecimiento y rango de ganancia (RG) está establecido en 1. Para obtener más información sobre el restablecimiento y la ganancia, vea PLC 5 Gain Range (RG) en la página 19-14.

El término derivada (régimen) proporciona uniformidad mediante un filtro de paso bajo. La frecuencia de corte del filtro es 16 veces mayor que la frecuencia de ángulo del término derivada.

Archivo de datos PD



Archivo PD creado por RSLogix 500.

La instrucción PID implementada por los controladores MicroLogix 1200 y 1500 es virtualmente idéntica en función a la implementación de la PID usada por los procesadores SLC 5/03 y posteriores de Allen-Bradley. Algunas diferencias menores se refieren principalmente a mejoras en la terminología. La mayor diferencia es que la instrucción PID ahora tiene su propio archivo de datos. En la familia de procesadores SLC, la instrucción PID funcionaba como un bloque de registros dentro de un archivo de enteros. La instrucción PID MicroLogix 1200 y 1500 utiliza un archivo de datos PD.

Se puede crear un archivo de datos PD creando un nuevo archivo de datos y clasificándolo como tipo de archivo PD. RSLogix automáticamente crea un nuevo archivo PD, o un subelemento PD, cada vez que la instrucción PID se programa en un renglón. Luego el archivo PD aparece en la lista de archivos de datos, tal como se muestra en la ilustración.

Cada archivo de datos PD tiene un máximo de 255 elementos y cada instrucción PID requiere un elemento PD único. Cada elemento PD está compuesto de 20 subelementos, los cuales incluyen datos de bit, enteros y enteros largos. Todos los ejemplos en este capítulo usan archivo PD 10, subelemento 0.

PID - Proportional Integral Derivative



Tipo de instrucción: salida

Tabla 19.1 Tiempo de ejecución de la instrucción PID

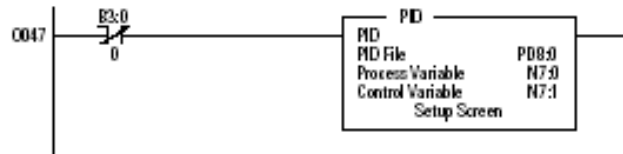
Controlador	Cuando el renglón es:	
	Verdadero	Falso
MicroLogix 1200	295.8 μ s	11.0 μ s
MicroLogix 1500	251.8 μ s	8.9 μ s

Se recomienda colocar la instrucción PID en un renglón sin ninguna lógica condicional. Si existe lógica condicional, la salida variable de control permanece en su último valor, y los términos CVP CV% e integral se restablecen cuando el renglón es falso.

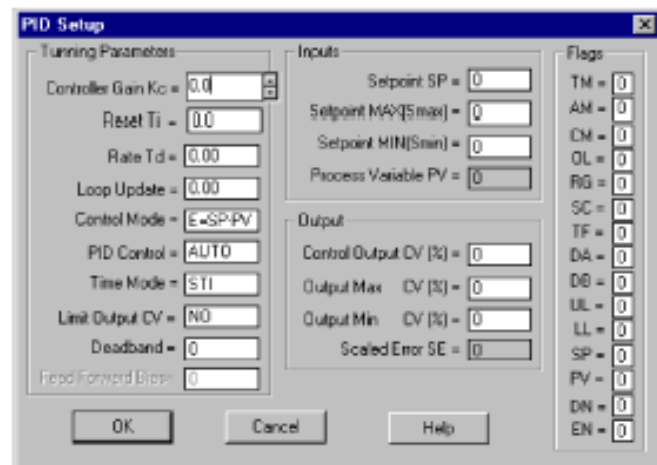
NOTA

A fin de parar y reiniciar la instrucción PID, usted necesita crear una transición de renglón de falso a verdadero.

El siguiente ejemplo muestra una instrucción PID en un renglón con el software de programación RSLogix 500.



Durante la programación, la pantalla de configuración proporciona acceso a los parámetros de configuración de la instrucción PID. La siguiente ilustración muestra la pantalla de configuración RSLogix 500.



19-4 Instrucción de control de proceso

Parámetros de entrada

La siguiente tabla muestra las direcciones de parámetros de entrada, formatos de datos y tipos de acceso al programa de usuario. Vea las páginas indicadas para obtener descripciones de cada parámetro.

Descripciones de parámetros de entrada	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario	Para obtener más información
SPS - Setpoint	PD10:0.SPS	palabra (INT)	0 a 16383 ⁽¹⁾	control	lectura/ escritura	19-4
PV - Process Variable	definido por el usuario	palabra (INT)	0 a 16383	control	lectura/ escritura	19-4
MAXS - Setpoint Maximum	PD10:0.MAXS	palabra (INT)	-32,768 a +32,767	control	lectura/ escritura	19-5
MINS - Setpoint Minimum	PD10:0.MINS	palabra (INT)	-32,768 a +32,767	control	lectura/ escritura	19-5
OSP - Old Setpoint Value	PD10:0.OSP	palabra (INT)	-32,768 a +32,767	estado	sólo lectura	19-5
OL - Output Limit	PD10:0.OL	binario	1 = habilitado 0 = inhabilitado	control	lectura/ escritura	19-6
CVH - Control Variable High Limit	PD10:0.CVH	palabra (INT)	0 a 100%	control	lectura/ escritura	19-6
CVL - Control Variable Low Limit	PD10:0.CVL	palabra (INT)	0 a 100%	control	lectura/ escritura	19-6

(1) El rango listado en la tabla es para cuando el escalado no está habilitado. Con escalado, el rango es de escalado mínimo (MINS) a escalado máximo (MAXS).

Setpoint (SPS)

Descripciones de parámetros de entrada	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario
SPS - Setpoint	PD10:0.SPS	palabra (INT)	0 a 16383 ⁽¹⁾	control	lectura/escritura

(1) El rango listado en la tabla es para cuando el escalado no está habilitado. Con escalado, el rango es de escalado mínimo (MINS) a escalado máximo (MAXS).

El SPS (punto de ajuste) es el punto de control deseado de la variable del proceso.

Process Variable (PV)

Descripciones de parámetros de entrada	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario
PV - Process Variable	definido por el usuario	palabra (INT)	0 a 16383	control	lectura/escritura

La PV (variable del proceso) es la variable de entrada analógica.

Setpoint MAX (MAXS)

Descripciones de parámetros de entrada	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario
MAXS - Setpoint Maximum	PD10:0.MAXS	palabra (INT)	-32,768 a +32,767	control	lectura/escritura

Si la SPV se lee en unidades de ingeniería, entonces el parámetro MAXS (Setpoint Maximum) corresponde al valor del punto de ajuste en unidades de ingeniería cuando la entrada de control está a su máximo valor.

Setpoint MIN (MINS)

Descripciones de parámetros de entrada	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario
MINS - Setpoint Minimum	PD10:0.MINS	palabra (INT)	-32,768 a +32,767	control	lectura/escritura

Si la SPV se lee en unidades de ingeniería, entonces el parámetro MINS (Setpoint Minimum) corresponde al valor del punto de ajuste en unidades de ingeniería cuando la entrada de control está a su mínimo valor.

NOTA

El escalado *MinS* - *MaxS* permite trabajar en unidades de ingeniería. La banda muerta, error y SPV también se muestran en unidades de ingeniería. La variable de proceso, PV, debe estar dentro del rango 0 a 16383. El uso de *MinS* - *MaxS* no minimiza la resolución PID PV.

Los errores de escalado mayores que +32767 o menores que -32768 no pueden representarse. Si el error de escalado es mayor que +32767, se representa como +32767. Si el error de escalado es menor que -32768, se representa como -32768.

Old Setpoint Value (OSP)

Descripciones de parámetros de entrada	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario
OSP - Old Setpoint Value	PD10:0.OSP	palabra (INT)	-32,768 a +32,767	estado	sólo lectura

OSP (valor de punto de ajuste antiguo) es substituido por el punto de ajuste actual, si el punto de ajuste actual sale fuera del rango de los parámetros de escalado de punto de ajuste (límites).

Output Limit (OL)

Descripciones de parámetros de salida	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario
OL - Output Limit	PD100/OL	binario	1 = habilitado 0 = inhabilitado	control	lectura/escritura

Un valor habilitado (1) habilita los límites de salida a los valores definidos en PD10:0.CVH (variable de control alta) y PD10:0.CVL (variable de control baja).

Un valor inhabilitado (0) inhabilita OL (límite de salida).

Control Variable High Limit (CVH)

Descripciones de parámetros de salida	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario
CVH - Control Variable High Limit	PD10:0.CVH	palabra (INT)	0 a 100%	control	lectura/escritura

Cuando el bit de límite de salida (PD10:0/OL) se habilita (1), el CVH (valor de control alto) que usted introduce es la salida máxima (en porcentaje) que obtiene la variable de control. Si la CV calculada excede la CVH, la CV se establece (anulada) al valor CVH introducido y el bit de alarma de límite alto (UL) se establece.

Cuando el bit de límite de salida (PD10:0/OL) se inhabilita (0), el valor CVH introducido determina cuándo se establece el bit de alarma de límite superior (UL).

Si CV excede el máximo valor, la salida no se anula y se establece el bit de alarma de límite superior (UL).

Control Variable Low Limit (CVL)

Descripciones de parámetros de salida	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario
CVL - Control Variable Low Limit	PD10:0.CVL	palabra (INT)	0 a 100%	control	lectura/escritura

Cuando el bit de límite de salida (PD10:0/OL) se habilita (1), el CVL (valor de control bajo) que usted introduce es la salida mínima (en porcentaje) que obtiene la variable de control. Si la CV calculada es menor que el valor mínimo, la CV se establece (anulada) al valor CVL introducido y el bit de alarma de límite bajo (LL) se establece.

Cuando el bit de límite de salida (PD10:0/OL) se inhabilita (0), el valor CVL introducido determina cuándo se establece el bit de alarma de límite inferior (LL). Si CV es menor que el valor mínimo, la salida no se anula y se establece el bit de alarma de límite inferior (LL).

Parámetros de salida

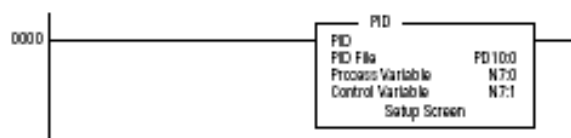
La siguiente tabla muestra las direcciones de parámetros de salida, formatos de datos y tipos de acceso del al programa de usuario. Vea las páginas indicadas para obtener descripciones de cada parámetro.

Descripciones de parámetros de salida	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario	Para obtener más información
CV - Control Variable	definido por el usuario	palabra (INT)	0 a 16,383	control	lectura/escritura	19-7
CVP - Control Variable Percent	PD10:0.CVP	palabra (INT)	0 a 100	control	lectura/escritura	19-7
SPV - Scaled Process Variable	PD10:0.SPV	palabra (INT)	0 a 16383	estado	sólo lectura	19-8

Control Variable (CV)

Descripciones de parámetros de salida	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario
CV - Control Variable	definido por el usuario	palabra (INT)	0 a 16,383	control	lectura/escritura

La CV (variable de control) es definida por el usuario. Vea el renglón de lógica de escalera a continuación.



Control Variable Percent (CVP)

Descripciones de parámetros de salida	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario
CVP - Control Variable Percent	PD10:0.CVP	palabra (INT)	0 a 100	control	lectura/escritura

CVP (porcentaje de variable de control) muestra la variable de control en porcentaje. El rango es 0 a 100%. Si el bit PD10:0/AM está desactivado (modo automático), este valor realiza un seguimiento de la salida de la variable de control (CV). Cualquier valor escrito por el software de programación se sobrescribe. Si el bit PD10:0/AM está activado (modo MANUAL) este valor puede ser establecido por el software de programación y la salida de la variable de control realiza un seguimiento del valor porcentual de la variable de control.

Scaled Process Variable (SPV)

Descripciones de parámetros de entrada	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario
SPV - Scaled Process Variable	PD100.SPv	palabra (INT)	0 a 16383	estado	sólo lectura

La SPV (variable del proceso escalada) es la variable de entrada analógica. Si el escalado está habilitado, el rango es el valor de escalado mínimo (MINS) al valor de escalado máximo (MAXS).

Si la SPV se configura para leerse en unidades de ingeniería, entonces este parámetro corresponde al valor de la variable del proceso en unidades de ingeniería. Vea Escalado de E/S analógica en la página 19-19 para obtener más información sobre el escalado.

Parámetros de ajuste

La siguiente tabla muestra las direcciones de parámetros de ajuste, formatos de datos y tipos de acceso del al programa de usuario. Vea las páginas indicadas para obtener descripciones de cada parámetro.

Descripciones de parámetros de ajuste	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario	Para obtener más información
KC - Controller Gain - K_c	PD10:0.KC	palabra (INT)	0 a 32,767	control	lectura/escritura	19-10
TI - Reset Term - T_i	PD10:0.Ti	palabra (INT)	0 a 32,767	control	lectura/escritura	19-10
TD - Rate Term - T_d	PD 10:0.TD	palabra (INT)	0 a 32,767	control	lectura/escritura	19-10
TM - Time Mode	PD10:0.TM	binario	0 ó 1	control	lectura/escritura	19-11
LUT - Loop Update Time	PD10:0.LUT	palabra (INT)	1 a 1024	control	lectura/escritura	19-11
ZCD - Zero Crossing Deadband	PD10:0.ZCD	palabra (INT)	0 a 32,767	control	lectura/escritura	19-12
FF - Feed Forward Bias	PD10:0.FF	palabra (INT)	-16,383 a +16,383	control	lectura/escritura	19-12
SE - Scaled Error	PD10:0.SE	palabra (INT)	-32,768 a +32,767	estado	sólo lectura	19-12
AM - Automatic/Manual	PD10:0/AM	binario (bit)	0 ó 1	control	lectura/escritura	19-13
CM - Control Mode	PD10:0/CM	binario (bit)	0 ó 1	control	lectura/escritura	19-13
DB - PV in Deadband	PD10:0/DB	binario (bit)	0 ó 1	estado	lectura/escritura	19-13
RG - PLC 5 Gain Range	PD10:0/RG	binario (bit)	0 ó 1	control	lectura/escritura	19-14
SC - Setpoint Scaling	PD10:0/SC	binario (bit)	0 ó 1	control	lectura/escritura	19-14
TF - Loop Update Too Fast	PD10:0/TF	binario (bit)	0 ó 1	estado	lectura/escritura	19-14
DA - Derivative Action Bit	PD10:0/DA	binario (bit)	0 ó 1	control	lectura/escritura	19-15
UL - CV Upper Limit Alarm	PD10:0/UL	binario (bit)	0 ó 1	estado	lectura/escritura	19-15
LL - CV Lower Limit Alarm	PD10:0/LL	binario (bit)	0 ó 1	estado	lectura/escritura	19-15
SP - Setpoint Out of Range	PD10:0/SP	binario (bit)	0 ó 1	estado	lectura/escritura	19-15
PV - PV Out of Range	PD10:0/PV	binario (bit)	0 ó 1	estado	lectura/escritura	19-16
DN - Done	PD10:0/DN	binario (bit)	0 ó 1	estado	sólo lectura	19-16
EN - Enable	PD10:0/EN	binario (bit)	0 ó 1	estado	sólo lectura	19-16
IS - Integral Sum	PD10:0.IS	palabra larga (INT de 32 bits)	-2,147,483,648 a 2,147,483,647	estado	lectura/escritura	19-16
AD - Altered Derivative Term	PD10:0.AD	palabra larga (INT de 32 bits)	-2,147,483,648 a 2,147,483,647	estado	sólo lectura	19-17

Controller Gain (K_c)

Descripciones de parámetros de ajuste	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario
KC - Controller Gain - K_c	PD10:0.KC	palabra (INT)	0 a 32,767	control	lectura/escritura

La ganancia K_c (palabra 3) es la ganancia proporcional, con un rango de 0 a 3276.7 (cuando RG = 0), ó 0 a 327.67 (cuando RG = 1). Establezca esta ganancia a la mitad del valor necesario para causar que la salida oscile cuando los términos restablecimiento y régimen (a continuación) se establecen a cero.

NOTA

La ganancia del controlador es afectada por el bit de restablecimiento y rango de ganancia (RG). Para obtener información, vea PLC 5 Gain Range (RG) en la página 19-14.

Reset Term (T_i)

Descripciones de parámetros de ajuste	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario
TI - Reset Term - T_i	PD10:0.Ti	palabra (INT)	0 a 32,767	control	lectura/escritura

Restablecimiento T_i (palabra 4) es la ganancia integral, con un rango de 0 a 3276.7 (cuando RG = 0), ó 327.67 (cuando RG = 1) minutos por repetición. Establezca el tiempo de restablecimiento igual al período natural medido en la calibración de ganancia anterior. Un valor de 1 añade el término integral máximo a la ecuación PID.

NOTA

El término de restablecimiento es afectado por el bit de restablecimiento y rango de ganancia (RG). Para obtener información, vea PLC 5 Gain Range (RG) en la página 19-14.

Rate Term (T_d)

Descripciones de parámetros de ajuste	Dirección	Formato de datos	Rango	Tipo	Acceso al programa de usuario
TD - Rate Term - T_d	PD 10:0.TD	palabra (INT)	0 a 32,767	control	lectura/escritura

Régimen T_d (palabra 5) es el término de derivada. El rango de ajuste es de 0 a 327.67 minutos. Establezca este valor en 1/8 de la ganancia integral T_i .

NOTA

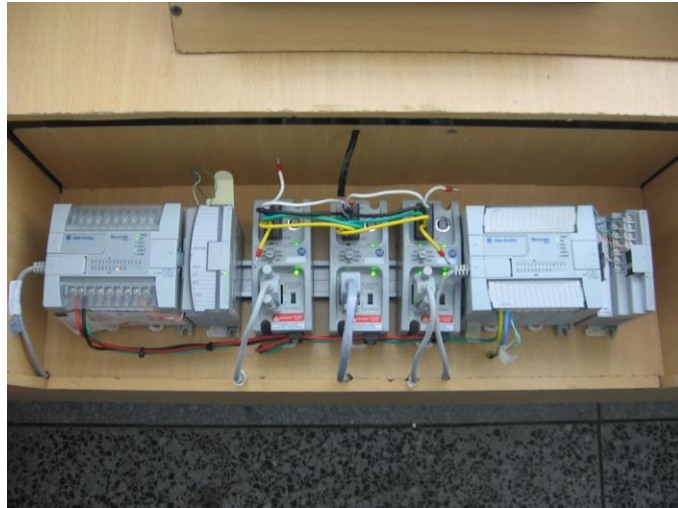
Esta palabra no es afectada por el bit de restablecimiento y rango de ganancia (RG). Para obtener información, vea PLC 5 Gain Range (RG) en la página 19-14.



Pantalla principal en el PanelView



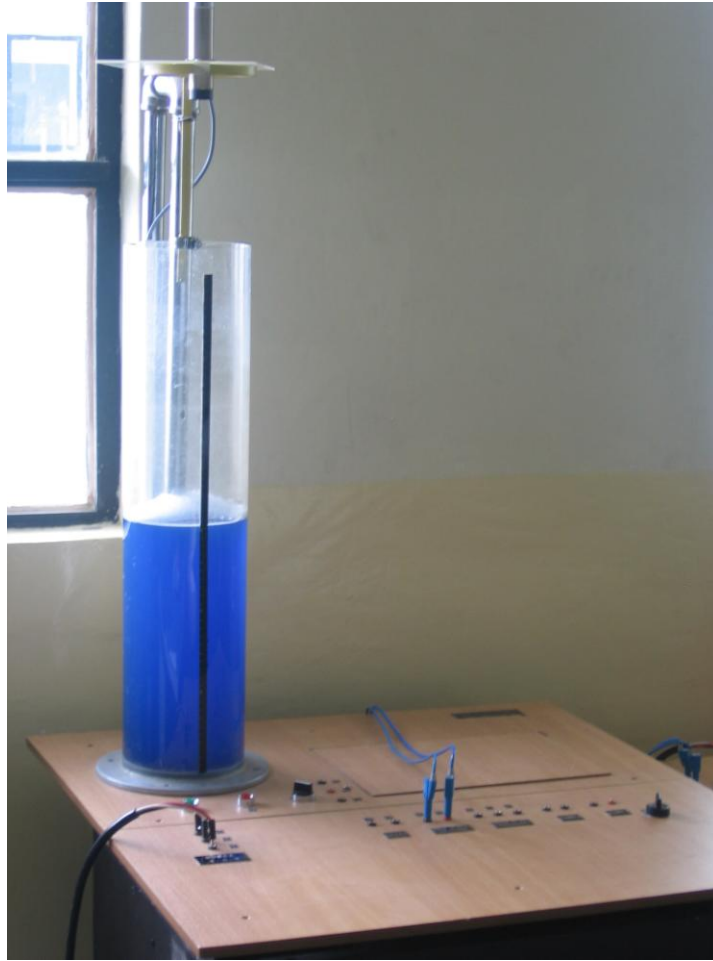
Módulo de control y red DH – 485



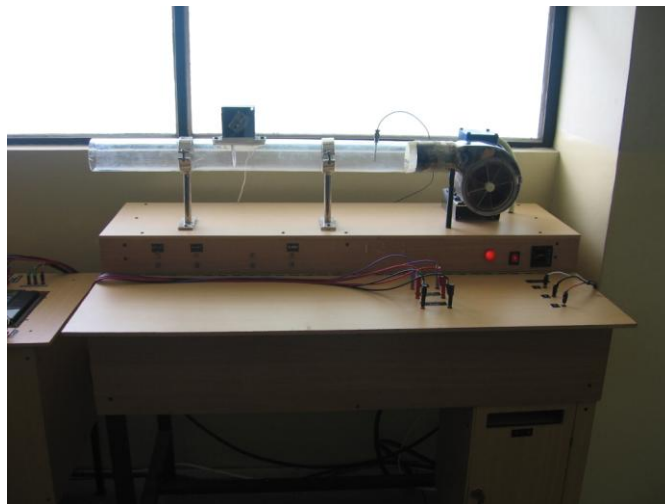
Red DH – 485



Conexión de los variadores



Módulo de Nivel de Líquidos



Módulo HVAC



Módulo de control con los procesos



Control y monitoreo del sistema

- MULLO QUEVEDO ALVARO SANTIAGO

NOROÑA HEREDIA MARCELO ALEJANDRO

ING. WASHINGTON FREIRE
DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECHANICA

DR. EDUARDO VÁSQUEZ A.
SECRETARIO ACADEMICO.