

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO

SEDE LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTROMECAÁNICA

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN DE CAUDAL DE LÍQUIDO A TRAVÉS DE UNA RED LAN CON PUNTO DE ACCESO PARA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA; PARA EL LABORATORIO DE CONTROL ELÉCTRICO Y PLC’S DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO SEDE LATACUNGA”

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTROMECAÁNICO

**JONATHAN DAVID LÓPEZ TREJO
JOSE LUIS TAPIA LOZADA**

Latacunga, Julio 2009

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Srs. López Trejo Jonathan David y Tapia Lozada Jose Luis, como requerimiento parcial a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico.

Fecha

Ing. Wilson Trávez

DIRECTOR

Ing. Miguel Carvajal

CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

A la ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, a la Facultad de Electromecánica por darme la oportunidad de ingresar a sus aulas y cumplir una meta de mi vida. A los profesores que me guiaron durante todos mis años de estudio, en especial al Ing. Wilson Travez e Ing. Miguel Carvajal, los cuales permitieron que este proyecto se concluya con éxito. Y a mi compañero de tesis Jonathan López.

José Tapia.

De 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 ellos he logrado cumplir una meta muy importante en mi vida, a nuestro director y codirector de tesis Ing. Wilson Travez e Ing. Miguel Carvajal que gracias a su ayuda se pudo culminar el presente proyecto, a mi compañero de tesis Jose Tapia además a Juan Navas por su ayuda incondicional.

Jonatha López.

DEDICATORIA

A mis padres los cuales pusieron su confianza en mí dandomé la oportunidad, de ingresar a la institución y ser profesional, a mis hermanos los cuales fueron siempre un apoyo, y especialmente a mi hermano Juan el cual siempre es un ejemplo de esfuerzo y resistencia aun estando en el más alla.

José Tapia.

A Dios por estar siempre conmigo bendiciendome. A mis padres Hugo y Mónica por la confianza que siempre me han tenido y el ejemplo que han sido en mi vida, a mis hermanos Paul, Andrea y Alexander por que nunca dejaron de estar alentadome y siempre estar a mi lado .

Jonathan.

Indice de Contenido

i.- INTRODUCCIÓN	i
ii.- ANTECEDENTES	ii
iii.- OBJETIVO GENERAL.....	ii
iv.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	iii
v.- JUSTIFICACIÓN	iii
vi.- ALCANCES Y METAS.....	iv
CAPITULO I	1
GENERALIDADES.....	1
1.1.1 Definición.....	1
1.1.3 Transductores para medición de caudal	2
1.1.3.1 Tipos	4
1.1.3.1 Fluxómetros basados en la presión relativa o diferencial.....	4
1.1.3.1.2 Rebosaderos y canalones	8
1.1.3.1.3 Medidores de área variable	9
1.1.3.1.4 Fluxómetro de Turbina.....	14
1.2 CONTROLADORES	15
1.2.1 Definición	15
1.2.2.- Principales Componentes del P.L.C.	16
1.2.3.- Funcionamiento.....	16
1.2.4.- Entradas y Salidas	17
1.2.4.1 Entradas digitales.....	18
1.2.4.2.-Entradas analógicas.....	18
1.2.4.3.- Salidas digitales	19
1.2.4.4 Salidas analógicas.....	19
1.2.5 Prestaciones especiales del P.L.C.	20
1.2.6 Aplicaciones del PLC.....	21
1.2.7 Comunicación.....	22
1.2.7.1 Funciones de Comunicación	22
1.2.7.2 Tipos de comunicación.....	23
1.2.7.2.1 RS-232	23
1.2.7.2.2.- RS-422.....	30
1.2.7.2.3.- RS-485.....	33
1.2.7.2.4.- Ethernet	36

1.2.7.3	Protocolos de comunicaciones industriales	37
1.2.7.3.1.-	Hart	38
1.2.7.3.2.-	Profibus	39
1.2.7.3.3.-	Foundation Fieldbus	39
1.2.7.3.4.-	MODBUS	40
1.2.7.3.5.-	DEVICENET	40
1.2.8.-	Ventajas y desventajas de los PLC's	41
1.2.8.1.-	Ventajas	41
1.2.8.2.-	Desventajas	42
1.3.-	VARIADORES DE VELOCIDAD	43
1.3.1	Definición	43
1.3.1.1.-	Variador de velocidad electrónico	43
1.3.2.-	Características generales de un variador de velocidad	44
1.3.3.-	Cómo está compuesto un variador de frecuencia	44
1.3.4.-	Tipos de control de velocidad	45
1.3.4.1.-	Control Escalar	45
1.3.4.2.-	Control Vectorial	46
1.3.5.-	Aplicaciones	46
1.3.6.1.-	Protecciones del Variador	47
1.3.6.2.-	Protecciones del Motor	47
1.4.-	REDES LAN	47
1.4.1.-	Definiciones	47
1.4.2.-	Características de una red de área local	48
1.4.3.-	Medio de transmisión	49
1.4.3.1.-	Cable bifilar o par trenzado	50
1.4.3.2.-	Cable de par trenzado	50
1.4.3.3.-	Fibra óptica	51
1.4.4.-	Topología	52
1.4.4.1.-	Bus lineal	52
1.4.4.2.-	Estrella	53
1.4.4.3.-	Árbol	53
1.4.4.4.-	Anillo	54
1.5.-	SOFTWARE DE CONTROL Y MONITOREO	55
1.5.1.-	Software de Control	55

1.5.2.- Software de Monitoreo	56
1.6 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA (WIRELESS)	57
1.6.1.- Definición	57
1.6.2.- Tecnología	57
1.6.3.- Campos de utilización	57
1.6.4.- Desventajas	58
II.- CAPITULO	59
DISEÑO, SELECCIÓN DE ELEMENTOS	59
2.1- DISEÑO MECÁNICO.....	59
2.1.1.- Mesa Principal.....	59
2.1.1.1.- Procedimientos de Cálculo.....	59
2.1.2 Cálculos para la selección de la estructura metálica.....	67
2.1.3 Cálculos para la selección de la bomba.....	71
2.1.4.- Depósito o tanque de fluido.....	82
2.1.4.1.- Procedimientos de Cálculo.....	84
2.1.5.- Tuberías y Válvulas.....	90
2.1.5.1.- Las Válvulas.....	91
2.1.5.2.- Válvulas de esfera.....	91
2.1.5.3.- Procedimientos de Cálculo.....	91
2.1.6.- Cálculos de caudal.....	91
2.2.- DISEÑO ELÉCTRICO	93
2.2.1.- Protecciones Eléctricas	93
2.2.2.- Bomba Centrífugas	94
2.2.2.1- Selección de la Bomba Centrífugas	95
2.2.3.- Cables Eléctricos	97
2.2.3.1.- Procedimientos de Cálculo.....	97
2.2.3.1.1.- Cálculos de cable para PLC	98
2.2.3.1.1.- Cálculos de cable para Variador.....	99
2.3.- SELECCIÓN DE TRANSDUCTORES Y TRANSMISORES.....	100
2.3.1.- Transductor de caudal.....	100
2.3.2.- Medición de caudal	101
2.4.- SELECCIÓN DEL CONTROLADOR.....	102
2.4.1.- Módulo de Expansión E/S analógicas TWDAMM3HT	104
2.4.2.- Módulo de expansión para interfaz ETHERNET.....	105

2.5.- SELECCIÓN DE PLATAFORMA DE CONTROL Y MONITOREO	106
2.5.1.- InTouch.....	106
2.5.2.- Características y prestaciones	108
2.5.2.1.- Lenguaje orientados a objetos.....	108
2.5.2.2.- Animación de objetos	108
2.5.2.3.- Gráficos históricos y en tiempo reales	109
2.5.2.4.- Programación.....	109
2.5.2.5.- Aplicaciones en Red.....	110
CAPÍTULO III	111
CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO.....	111
3.1.- MONTAJE DEL MÓDULO.....	111
3.2.- IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO DEL PROCESO.....	113
3.3.- PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR.....	115
3.3.1.-TwidoSoft.....	115
3.3.1.1.- Programación	115
3.3.2.-Configuración del Hardware	116
3.3.2.4.- Programación del PLC.....	119
3.5.- DISEÑO DEL SISTEMA HMI.....	138
3.5.1.- Descripción de las pantallas utilizadas para HMI.....	138
3.5.1.1- Ingreso a la aplicación.....	139
3.5.1.2.- Pantalla de Registro y Usuarios	139
3.5.1.3.- Pantalla de Menú	140
3.5.1.4.- Pantallas de Gráficas	141
3.5.2.- COMUNICACIÓN PLC-INTOUCH.....	143
3.5.2.1.- Configuración del Protocolo de Comunicación Mediante el Software del I/O Serve Pantalla de Registro y Usuarios	143
3.5.2.2.- Configuración del Access Name en Intouch	144
CAPITULO IV.....	146
IMPLEMENTACION DE LA COMUNICACIÓN Y	146
4.1 Configuración del módulo Ethernet/PLC	146
4.1.1 Configuración del hardware.....	146
4.1.2.- Configuración del Twido Port 499TWD01100.....	148
4.1.3 Gestión de Conexiones en TwidoSoft.....	148
4.2 Configuración de la Red inalámbrica	153

4.2.1	Instalación del Router.....	153
4.2.2	Conexión a la Red Inalámbrica del Router	153
4.2.3	Ajustar las configuraciones de la red inalámbrica en el router	153
4.2.3.1	Cambiar el nombre de la red inalámbrica (SSID).....	156
4.2.3.2	Cómo usar el conmutador de modalidad inalámbrica	157
4.2.3.3	Cómo cambiar el canal inalámbrico.....	158
4.3	PROTOSCOLOS DE ACCESO A LA LAN	160
4.3.1	Protocolo de red en niveles para aplicaciones de automatización industrial ..	160
4.3.2.	Antecedentes	160
4.3.3	Tecnología Ethernet/IP.....	161
4.3.4	Las ventajas del CIP con Ethernet/IP	162
4.3.5	Estructura del protocolo ETHERNET/802.3.....	162
4.3.6	Tecnología y velocidad de Ethernet.....	166
4.4	CONFIGURACIÓN DE SERVICIOS DHCP	169
4.4.1	Definición del término DHCP	169
4.4.3	Asignación de direcciones IP.....	170
4.4.4.	Parámetros configurables.....	171
4.4.5	Configuración de servicio DHCP en router belkin.....	172
4.4.5.1	Entrada a la configuración manual del enrutador.....	172
4.4.5.2	Configuraciones LAN.....	176
CAPITULO V.....		177
5.1	PRUEBAS ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS.....	177
5.2	PRUEBAS DEL SOFTWARE.....	182
5.1.2	Pruebas en Twido Soft 3.5	183
5.2.-	PRUEBAS Y RESULTADOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE CAUDAL MEDIANTE LA RED LAN Y RED INALÁMBRICA	189
5.3.1	Pruebas de la Red por cable	189
5.3.1	Pruebas de la Red (Comunicación Inalámbrica).....	191
5.2.-	ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROCESO DE CONTROL	193
CAPITULO VI.....		202
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		202
6.1	CONCLUSIONES.	202
6.2.-	RECOMENDACIONES.....	205

Indice de Figuras

Figura 1.1 Tipos de Placas Orificio.....	5
Figura 1.2 Tubo Vénturi.....	6
Figura 1.3 Toberas	7
Figura 1.4 Tubo Pitot.....	7
Figura 1.5 Rebosadero.....	8
Figura 1.6 Canalón Parshall.....	9
Figura 1.7 Rotámetro	10
Figura 1.8 Fluxómetro magnético y principios de funcionamiento.....	11
Figura 1.9 Fluxómetro de masa.....	12
Figura 1.10 Fluxómetro Ultrasónico	13
Figura 1.11 Fluxómetro de Turbina	14
Figura 1.12 Esquema de funcionamiento del PLC	15
Figura 1.13 Ciclo de funcionamiento interno del PLC	17
Figura 1.14 Conector DB9.....	29
Figura 1.15 Conector DB25.....	30
Figura 1.16 Bus de 2 hilos en rs485.....	34
Figura 1.17 Bus de 4 hilos en RS 485.....	34
Figura 1.18 Funcionamiento de Señales con el protocolo Hart.....	38
Figura 1.19 Esquema de una Red Lan.....	48
Figura 1.20 Cable bifilar	50
Figura 1.21 Cable par trenzado.....	51
Figura 1.22 Fibra Óptica.....	51
Figura 1.23 Red bus lineal	52
Figura 1.24 Red Estrella.....	53
Figura 1.25 Red en Árbol	54
Figura 1.26 Red en anillo	54
Figura 2.1 Mesa Principal medidas en centímetros (cm)	60
Figura 2.2 Diagrama de fuerzas momento en la estructura vertical y soporte para el tanque de agua	62
Figura 2.3 Propiedades del material.....	63

Figura 2.4 Diagrama de fuerzas momento en la estructura vertical, soporte para la variador de frecuencia y bomba centrífuga.....	65
Figura 2.5 Diagrama de fuerzas momento en la estructura metálica	68
Figura 2.6 Diagrama del sistema.....	71
Figura 2.8 Curva de rendimiento	82
Figura 2.9 Deposito de fluido	84
Figura. 2.10 Diagrama de presiones en un recipiente.....	85
Figura 2.11 Cilindro de Acrílico	87
Figura 2.12 Bomba Centrífuga marca PIETRO	96
Figura 2.13 Medidor de Caudal Kobold.....	101
Figura 2.14 PLC tipo TWDLCAA24 DRF.....	104
Figura 2.15 Esquema de Módulo de entradas/Salidas Analógicas	105
Figura 2.16 Módulo de expansión para interfaz ETHERNET	105
Figura 2.17 InTouch	107
Figura 2.18 Herramientas de gráficos	108
Figura 2.19 Ejemplo de animación de objetos	109
Figura 2.20 Gráfico de tendencias históricas	109
Figura 3.1 Estructura Metálica Soldada	111
Figura 3.2 Mesa Completa	112
Figura 3.3 PLC con módulo de Análogas y Ethernet.....	113
Figura 3.4 TwidoSoft versión 3.5.....	115
Figura 3.5 Ventana principal de TwidoSoft.....	116
Figura 3.6 Pantalla del TwidoSoft para selección del PLC.....	117
Figura 3.7 Selecciones de Módulo de Expansión de Análogas.....	118
Figura 3.7 Pantalla de configuración E/S Análogas	118
Figura 3.8 Diagrama de bloques de conexiones	119
Figura 3.9 Diagrama de flujo del PLC	120
Figura 3.10 Inicio de la programación en TWIDO	121
Figura 3.11 Programación Ladder en TWIDO	122
Figura 3.12 Programación Ladder para PID.....	123
Figura 3.13 Diagrama de Bloques de PI	123
Figura 3.14 Programación PID.....	124

Figura 3.15 Programación PID, pestaña General.....	124
Figura 3.16 Programación PID, pestaña Entrada.....	125
Figura 3.17 Programación PID, pestaña PID	126
Figura 3.18 Programación PID, Salida	127
Figura 3.19 Programación PID cuadro de Dialogo	128
Figura 3.20 Programación del programa.....	128
Figura 3.21 Cargar programa al PLC	129
Figura 3.22 Direccionamiento de Programa.....	130
Figura 3.23 Sobrescribir el Programa Anterior	130
Figura 3.24 Mandar ejecutar al PLC.....	131
Figura 3.25 Visualización del Programa Final	131
Figura 3.26 Datos de placa Variador de Velocidad ATV31H075M2.....	132
Figura. 3.27 Variador de Velocidad ATV31H075M2.....	133
Figura 3.28 Teclado del Variador	133
Figura 3.29 Acceso a los Menús	135
Figura 3.30 Diagrama de conexión a dos hilos en Variador.....	137
Figura 3.31 Diagrama de Flujo de HMI	139
Figura 3.32 Pantalla de usuario.....	140
Figura 3.33 Pantalla de usuario.....	141
Figura 3.34 Pantalla "Gráfica de PI caudal"	142
Figura.3.35 Ventana de Configuración I/O	144
Figura.3.36 Ventana de Configuración Access Name.....	145
Figura. 4.1 Pantalla de selección del módulo Ethernet	146
Figura 4.2 Error usual al intentar agregar módulo.....	147
Figura 4.3 Cambio a comunicación Modbus	147
Figura. 4.4 Pantalla de configuración del TwidoPort	148
Figura 4.5 Pasos para ingresar a Gestión de Conexiones	149
Figura 4.6 Ingreso a gestión de conexiones.....	149
Figura 4.7 Agregar nueva conexión	150
Figura 4.8 Ingreso a Mis Sitios de Red	151
Figura 4.9 Ingreso para configuración de Red	151
Figura 4.10 Protocolo Internet (TCP/IP)	152

Figura 4.11 Ingreso a propiedades de Dirección IP de la PC.....	152
Figura 4.12 Página de inicio para configurar la red inalámbrica.....	155
Figura 4.13 Identificación de la red inalámbrica	156
Figura 4.14 Canal de acceso SSID	157
Figura 4.15 Canales inalámbricos	159
Figura 4.16 Protocolo Ethernet 802.3.....	162
Figura 4.17 Nomenclatura de Protocolo Ethernet	167
Figura 4.18 Direccionamiento TCP/IP	172
Figura 4.19 Configuración Manual de Router.....	173
Figura 4.20 Pagina inicial para configuración LAN.....	176
Figura 5.1 Conexión para medir corriente	178
Figura 5.2 Multímetro de procesos	179
Figura 5.3 Diagrama de conexiones.....	182
Figura 5.3 Primera prueba	183
Figura 5.5 Pantalla de Visualización de Control PI de Caudal	184
Figura 5.6 Pantalla de Visualización de Curva, Control PI de Caudal.....	185
Figura 5.7 Pantalla de Animación, Control PI de Caudal	186
Figura 5.8. Pantalla de proceso.....	186
Figura 5.9 Pantalla de Sintonización PI en InTouch.....	187
Figura 5.10 Pantalla de Advertencia de caudal bajo	188
Figura 5.11 Pantalla de Advertencia de bomba a potencia máxima.....	188
Figura 5.12 Pantalla de Advertencia no hay comunicación Ethernet	189
Figura 5.13 Router Wireless Belkin	190
Figura 5.14 Máquina maestra.....	190
Figura 5.15 Máquina esclava comunicación por Wireless.....	191
Figura 5.16 Conexiones de Alimentación de los elementos de control	193
Figura 5.17 Verificación de encendido de elementos controladores	194
Figura 5.18 Verificación de encendido de Variador de Velocidad	194
Figura 5.19 Apertura de Programa Twido Soft.....	195
Figura 5.20 Apertura de Programa MBENET	195
Figura 5.21 Apertura de Programa Intouch	196
Figura 5.22 Selección de Archivo contenedor	196

Figura 5.23 Ejecutar correr Programa	197
Figura 5.24 Pantalla de Introducción de PASSWORD	198
Figura 5.25 Pantalla de Sintonización de PI de Caudal	199
Figura 5.26 Pantalla al Arrancar el sistema.....	199
Figura 5.27 Pantalla de Sintonización con parámetros escogidos	200
Figura 5.28 Pantalla de Sintonización lista para cerrar la sesión	201

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Comparación de transductores	3
Tabla 1.2 Nombres y funcionamiento de los Pines DTE	24
Tabla 1.3 Número y funcionamientos de los Pines del conector DB-25.....	26
Tabla 1.5 Pines de conector DB-9.....	29
Tabla 1.6 Velocidad de transmisión de datos y máxima distancia de funcionamiento	32
Tabla 1.7 Comparación de características entre algunos buses y protocolos	41
Tabla 2.1 Características de la Madera MDF	64
Tabla 2.2. Momentos de Inercia para ángulos	69
Tabla 2.3 Propiedades del acero estructural ASTM A-36	70
Tabla 2.4 Resistencia de válvulas y acoplamientos	73
Tabla 2.5 Factor de fricción en tuberías de acero	74
Tabla 2.6 Dimensiones de tuberías de acero cedula 40	75
Tabla 2.7 Dimensiones de tubería de PVC	76
Tabla 2.8 Valores de diseño de la rugosidad de tubos.....	78
Tabla 2.9 Rendimiento	82
Tabla 2.9 Propiedades del agua.....	89
Tabla 2.10 Especificaciones de Plástico Acrílico 2mm.....	90
Tabla 2.10 Tabla de cálculo de relación Variador de velocidad con Bomba Centrifuga.....	93
Tabla 2.11 Selección de cable por corriente	99
Tabla 2.12 Selección de cable por corriente para multiconductor	100

Tabla 2.13 Análisis de Selección del PLC Telemecanique Twido	103
Tabla 2.15 Tabla de la descripción de las partes del ETHERNET 49TWDO1100	106
Tabla 3.1 Funciones de botones para programar Variador de frecuencia.	134
Tabla 3.2 Parámetros de seteo en menú Set.....	136
Tabla 3.3 Parámetros de seteo en menú drC	136
Tabla 3.4 Parámetros de seteo en menú I-O	137
Tabla 4.1 Dirección canónica c2-34-56-78-9a-bc almacenada para la transmisión del bit menos significativo primero.	166
Tabla 4.2 Dirección canónica c2-34-56-78-9a-bc almacenada para la transmisión del bit más significativo primero.	166
Tabla 4.3 Características de comunicación Ethernet	168
Tabla 5.1 Mediciones de pruebas eléctricas en los elementos	177
Tabla 5.2 Tabla de Frecuencia–Voltaje a la salida del Variador Altivar 31	178
Tabla 5.2 Tabla de datos tomados en los instrumentos	180
Tabla5.3 Valores para la sintonización del control PI de Caudal	181
Tabla 5.4 Pruebas de comunicación wireless	192

i.- INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la tecnología y el mercado competitivo, obliga a las industrias a mejorar sus técnicas de control. Varias industrial del país usan tecnología Telemecanique que con la ayuda de un HMI (Interface Hombre Maquina) permite control visual, mediante una supervisión del estado de los elementos que interactúan en un proceso en tiempo real.

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

Con estos aspectos ya mencionados 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 Telemecanique Twido TWDLAA24DRF es un controlador lógico programable que maneja señales analógicas y digitales por medio de un módulo de expansión, los cuales son muy utilizados en el control de procesos. Tiene la posibilidad de comunicación Ethernet mediante otro dispositivo expensor con la opción de aumentar los beneficios de comunicación pudiendo subir a la Red LAN mediante el protocolo de comunicación MODBUS, diseñado principalmente para una ambiente industrial, posee una interfaz de comunicación RS-485. Los parámetros a controlar son en tiempo real cuando se lo usa en sistemas SCADA.

El Intouch es un software de monitoreo de la marca Wonderware, utilizado por las industrias para monitorear parámetros principales como caudal, temperatura, presión, distancias, etc. La implementación de un HMI, ayuda a concentrar a todo el proceso en la pantalla de una PC ahorrando espacio y haciendo más eficiente el diálogo hombre maquina adaptados para cada necesidad.

ii.- ANTECEDENTES

La Escuela Politécnica del Ejercito sede Latacunga tiene como misión formar profesionales de alto nivel académico, en base a conocimientos teóricos prácticos, con la finalidad de aportar al país entes productivos que cumplan con los requerimiento y necesidades de la industria Nacional e Internacional.

La comunicación en las plantas industriales e imprescindible en las industrias modernas, muchos de los sistemas están conformados por equipos de varios fabricantes y funcionan con diferentes niveles de automatización.

Aprovechando que el avance tecnológico ha permitido la innovación de procesos mediante la utilización de software de automatización, los cuales nos permiten controlar y monitorear los procesos industriales. El autómeta programable estará conectado a una red Ethernet mediante el uso de un módulo apropiado para la conexión, comunicación y visualización en la red LAN, además se monitoreará mediante un access point a otro PC a distancia para comunicación inalámbrica.

iii.- OBJETIVO GENERAL

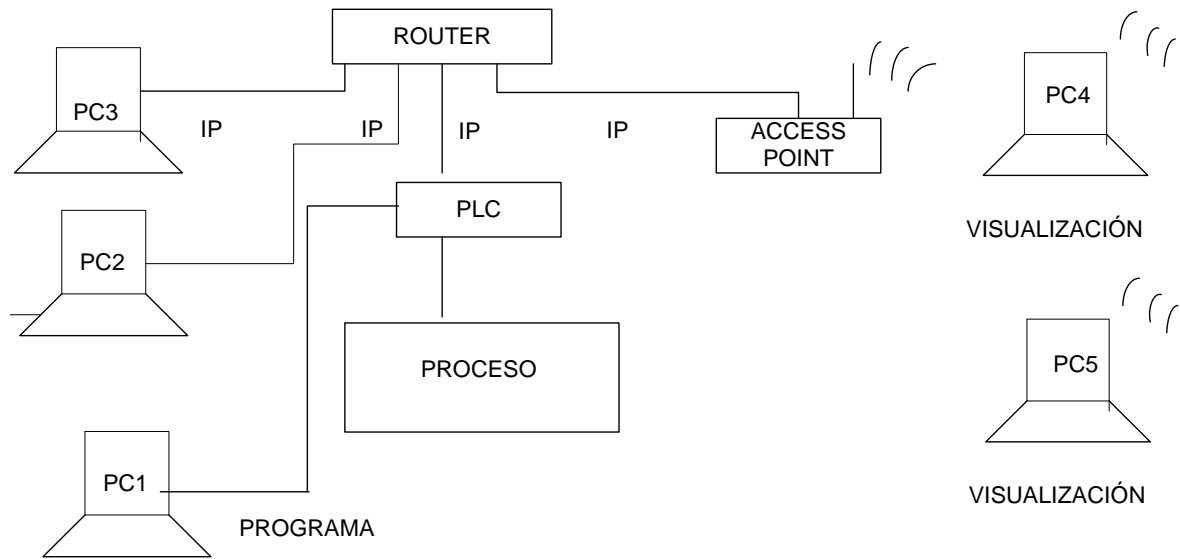
DISEÑAR Y CONSTRUIR UN MÓDULO DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN DE CAUDAL DE LÍQUIDO A TRAVÉS DE UNA RED LAN CON PUNTO DE ACCESO PARA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA; PARA EL LABORATORIO DE CONTROL ELÉCTRICO Y PLC'S DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO SEDE LATACUNGA

iv.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el módulo de control de caudal.
- Seleccionar los elementos y materiales adecuados para su construcción.
- Implementar el módulo de control
- Programación del Controlador seleccionado
- Elaboración de plataforma de Monitoreo del Proceso HMI
- Configuración de la Red LAN

v.- JUSTIFICACIÓN

Los sistemas de control a nivel de planta tienen la capacidad de comunicarse e intercambiar información en forma digital con otros dispositivos. Para darle conectividad en forma remota a los sistemas de control y monitoreo, resulta natural incorporarlos a una red Ethernet para ello es necesario dotar a los sistemas de control con módulos de comunicación que brinden esta conectividad. Surge la necesidad de construir el modulo de control de caudal a ser controlado desde la PC a distancia para los laboratorios de control Electro Neumático el mismo módulo servirá para un mejor desenvolvimiento de los estudiantes que podrán conocer más acerca de las comunicaciones de procesos industriales por medio de la LAN (2 Host y 2 usuarios remotos), pero sobre todo como controlar la variables físicas la cual podrá ser visualizado en tiempo real desde la PC, tanto por tecnología de cableado como inalámbrica con el servicio DHCP.



vi.- ALCANCES Y METAS

- Definir el funcionamiento del módulo de control de caudal.
- Determinar los parámetros de diseño.
- Diseñar el módulo de control de caudal.
- Seleccionar los elementos apropiados para su construcción.
- Establecer los pasos necesarios para la construcción.
- Realizar las pruebas necesarias para comprobar su funcionamiento.
- Comprobar el normal funcionamiento del modulo desde la Red LAN
- Elaborar un manual de Operación y Mantenimiento del Módulo de Control

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 TRANSDUCTORES

1.1.1 Definición

Es un elemento constituido por un sensor y circuitos electrónicos, posibilitan la conversión de magnitudes físicas no eléctricas como temperatura, fuerza, presión, distancia, movimiento, etc., en magnitudes eléctricas ya sean tensiones (0 a 10V) o corrientes DC (4 a 20mA)

1.1.2 Clasificación de los transductores

Según el tipo de salida, es decir la forma de codificar la magnitud medida, se puede realizar la siguiente clasificación:

- Analógicos: Aquellos que proporcionan un valor de tensión o de corriente entre un rango previamente fijado, normalmente 0-10V o 4-20 mA.
- Digitales: Aquellos que proporcionan una señal codificada en pulsos o en alguna codificación digital, como BDC, binario, etc.
- ON-OFF: Aquellos que únicamente poseen dos estados, los cuales están separados por un valor umbral de la variable detectada.

Según el tipo de magnitud física a detectar, se puede establecer la siguiente clasificación:

- Posición lineal o angular.
- Desplazamiento o deformación.
- Velocidad lineal o angular.
- Aceleración.
- Fuerza Par.
- Presión.
- Caudal.
- Temperatura.
- Presencia o proximidad.
- Táctiles.
- Intensidad lumínica.
- Sistemas de visión artificial.

En la tabla 1.1 se indica un resumen de los transductores.

1.1.3 Transductores para medición de caudal

La medición del movimiento de los fluidos tiene una amplia gama de aplicaciones que van desde mediciones del flujo de la sangre hasta complejos sistemas industriales.

El movimiento de fluidos, caudal o gases puede ser medido en unidades de volumen de masa en varias dimensiones, esto es, pulgadas cúbicas por minuto (in^3/min), centímetros cúbicos por minuto (cm^3/s); o bien, en unidades de masa, es decir, galones por minuto (gpm), libra masa/min, gramos/s, etc.

MAGNITUD DETECTADA	TRANSDUCTOR
Posición lineal o angular	Potenciómetro Encoders Sincro y resolver
Desplazamiento o deformación	Transformación diferencial Galga Extensiométrica
Velocidad lineal o angular	Dinamo tacométrico Encoders Detector inductivo u óptico
Aceleración	Acelerómetro Sensor de velocidad + calculador
Fuerza y par	Medición indirecta por galgas
Presión	Membrana + Detector Desplazamiento piezoeléctrico
Temperatura	Termopar Resistencias PT100 Resistencias NTC Resistencias PTC Bimetálicos
Presencia o proximidad	Inductivo Capacitivo Óptico Ultrasónico
Táctil	Matriz de contacto Piel artificial Matriz capacitiva, piezoeléctrica u óptica
Sistema de visión artificial	Cámaras CCD Cámaras de video y tratamiento de imagen

Tabla 1.1 Comparación de transductores

1.1.3.1 Tipos

Según el tipo de transductores estos se clasifican en

- Fluxómetros basados en la presión relativa o diferencial.
 - Placa de orificio
 - Tubos Vénturi
 - Toberas.
 - Tubos Pitot
- Rebosaderos y canalones
- Medidores de área variable
 - Rotámetro
 - Fluxómetro magnético
 - Fluxómetro de masa
 - Fluxómetro de tipo oscilante.
 - Fluxómetros sónicos y ultrasónicos.
- Fluxómetro de Turbina.

1.1.3.1 Fluxómetros basados en la presión relativa o diferencial.

El medidor diferencial de presión se identifica, por la característica de su elemento primario, crea una diferencia o caída de presión que depende de la velocidad y densidad del fluido. Esta diferencia es medida por un segundo elemento, llamado secundario.

Estos medidores se subdividen en los siguientes:

Placa de orificio.- Cuando dicha placa se coloca en forma concéntrica dentro de una tubería, ésta provoca que el flujo se contraiga conforme se aproxima al orificio y después se expande al diámetro total de la tubería. La corriente que fluye a través del orificio forma una vena contracta y la rápida velocidad del flujo resulta en una disminución de presión hacia abajo desde el orificio.

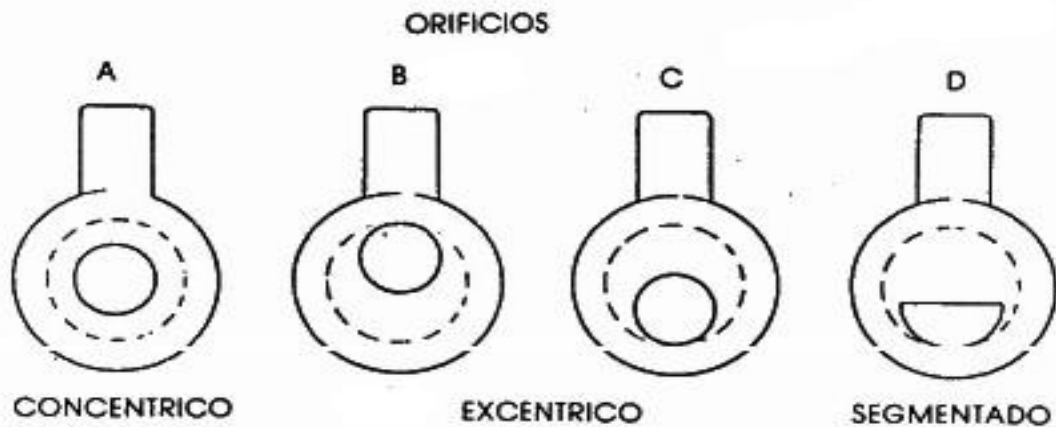


Figura 1.1 Tipos de Placas Orificio

- a) Placa de orificio concéntrico, la cual tiene el orificio en el centro de la placa. Se utiliza frecuentemente por su simplicidad, bajo costo y facilidad de instalación.
- b) Las que tienen el centro del orificio situado arriba del eje, éstos se emplean cuando sobre circulan vapores sobre los fluidos.
- c) Placa con el centro del orificio situado debajo del eje los cuales se usan generalmente para los fluidos que transportan sedimentos.
- d) Diafragmas con el orificio segmentado los cuales se usan frecuentemente para líquidos muy turbios, para gases y vapores que contengan líquidos.

La medición se realiza mediante dos tomas situadas antes y después del orificio para medir las presiones en cada sección

Sin embargo, las placas de orificio no son prácticas para los líquidos fangosos o muy turbios esto se debe a la acumulación de sedimentos y el desgaste de los mismos orificios.

Tubo Vénturi.- Es un dispositivo que origina una pérdida de presión al pasar por él un fluido. En esencia, éste es una tubería corta recta, o garganta, entre dos tramos cónicos. La presión varía en la proximidad de la sección estrecha; así, al colocar un manómetro o instrumento registrador en la garganta se puede medir la caída de presión y calcular el caudal instantáneo, o bien, uniéndola a un depósito carburante, se puede introducir este combustible en la corriente principal

Se usan generalmente para líquidos. Sin embargo, pueden emplearse para medir caudales de gas cuando se desee no perturbar demasiado la presión o cuando las partículas en suspensión amenacen con crear problemas.

Están constituidos por un estrechamiento central y dos secciones cónicas empalmadas con el conducto, en donde la velocidad del fluido es mayor en la parte central.

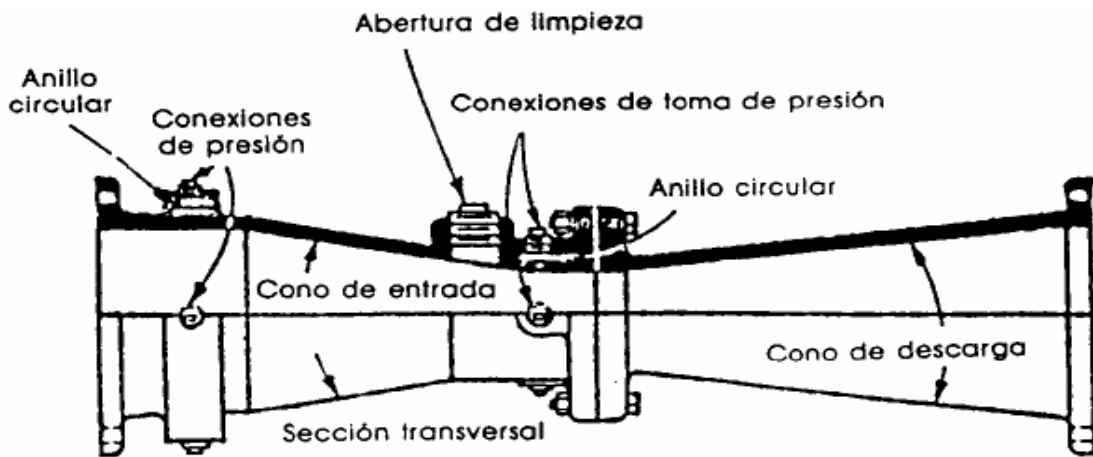


Figura 1.2 Tubo Vénturi

Tobera.- Es un dispositivo con un estrechamiento de forma casi o totalmente elíptica que termina tocando la pared interior del tubo de flujo. Las tomas para la medición de presión diferencial se ubican antes y después de la sección de entrada de la tobera, según se indica en la figura 1.3

Se usan principalmente para medir caudal de vapores y de otros fluidos de alta velocidad.

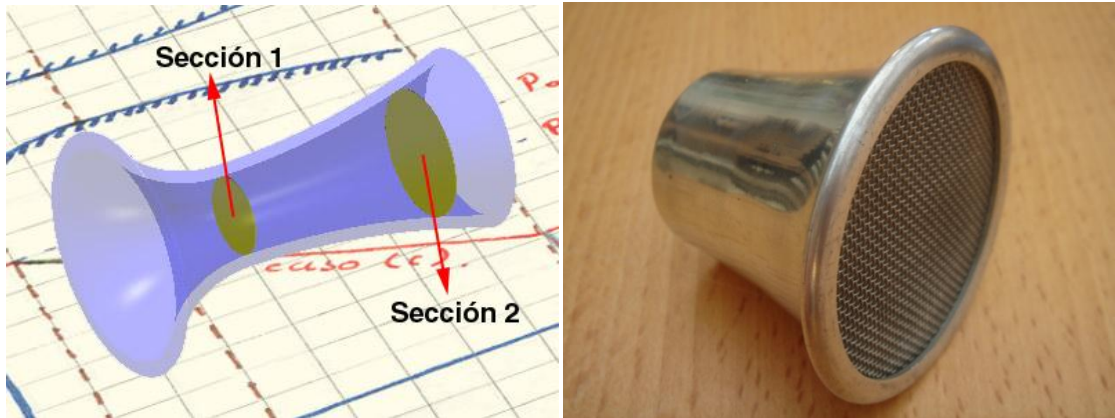


Figura 1.3 Toberas

Tubos Pitot.- Consisten en una sonda cilíndrica que se introduce directamente en el fluido en movimiento.

La velocidad del flujo sobre la superficie expuesta de la sonda se reduce a prácticamente cero. Mediante dos pequeños agujeros en la sonda se obtiene la presión diferencial entre la presión de impacto y la estática. La figura 1.4 muestra la colocación en el conducto.

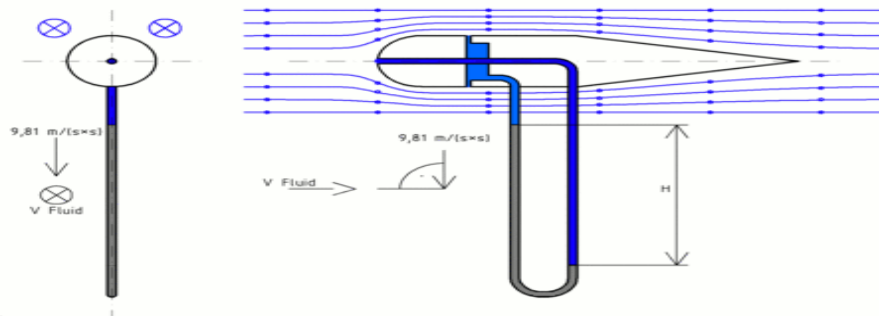


Figura 1.4 Tubo Pitot

Tiene aplicaciones en los conductos de vapor, en las chimeneas y en las instalaciones de seguridad.

1.1.3.1.2 Rebosaderos y canalones.- En los rebosaderos se provocan una elevación del nivel o la altura del líquido en movimiento en base al cual se mide el caudal. Se utilizan en los sistemas hidráulicos para riegos agrícolas, en desechos industriales y en los sistemas de depuración.

El gasto se determina midiendo la carga de agua por encima del punto más bajo de la abertura del rebosadero, mediante un flotador instalado en una caja que forma parte de la estructura total.

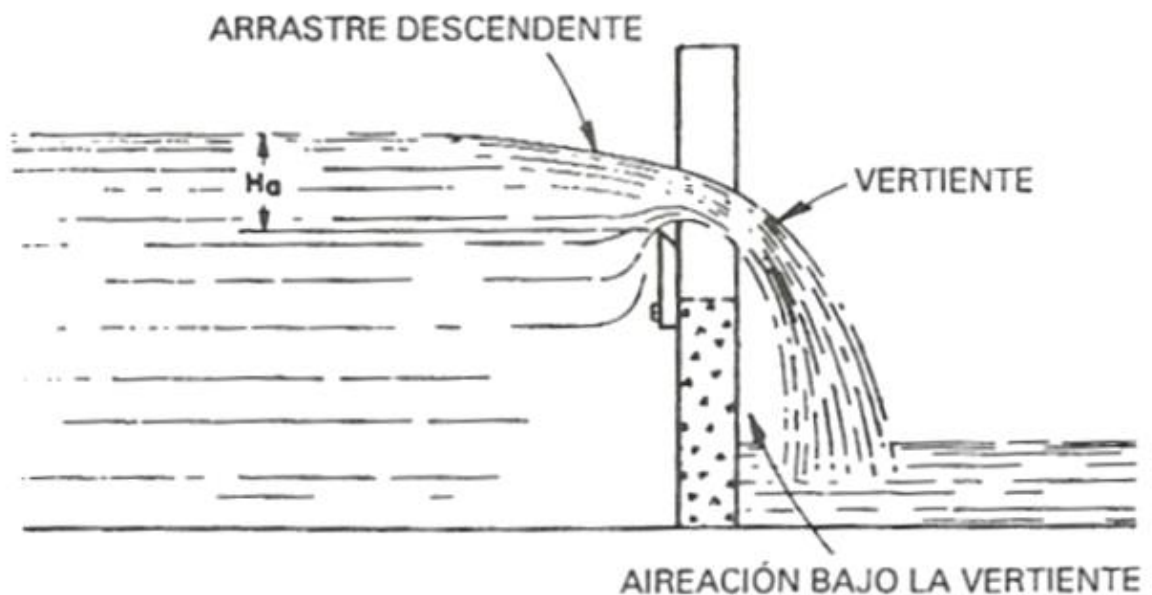


Figura 1.5 Rebosadero

Los canalones son dispositivos que miden las pérdidas de carga bajas en el punto en que la restricción que se forma en el canal cambia la carga estática por una carga de velocidad. La figura 1.6 lustra el canalón de Parshall.

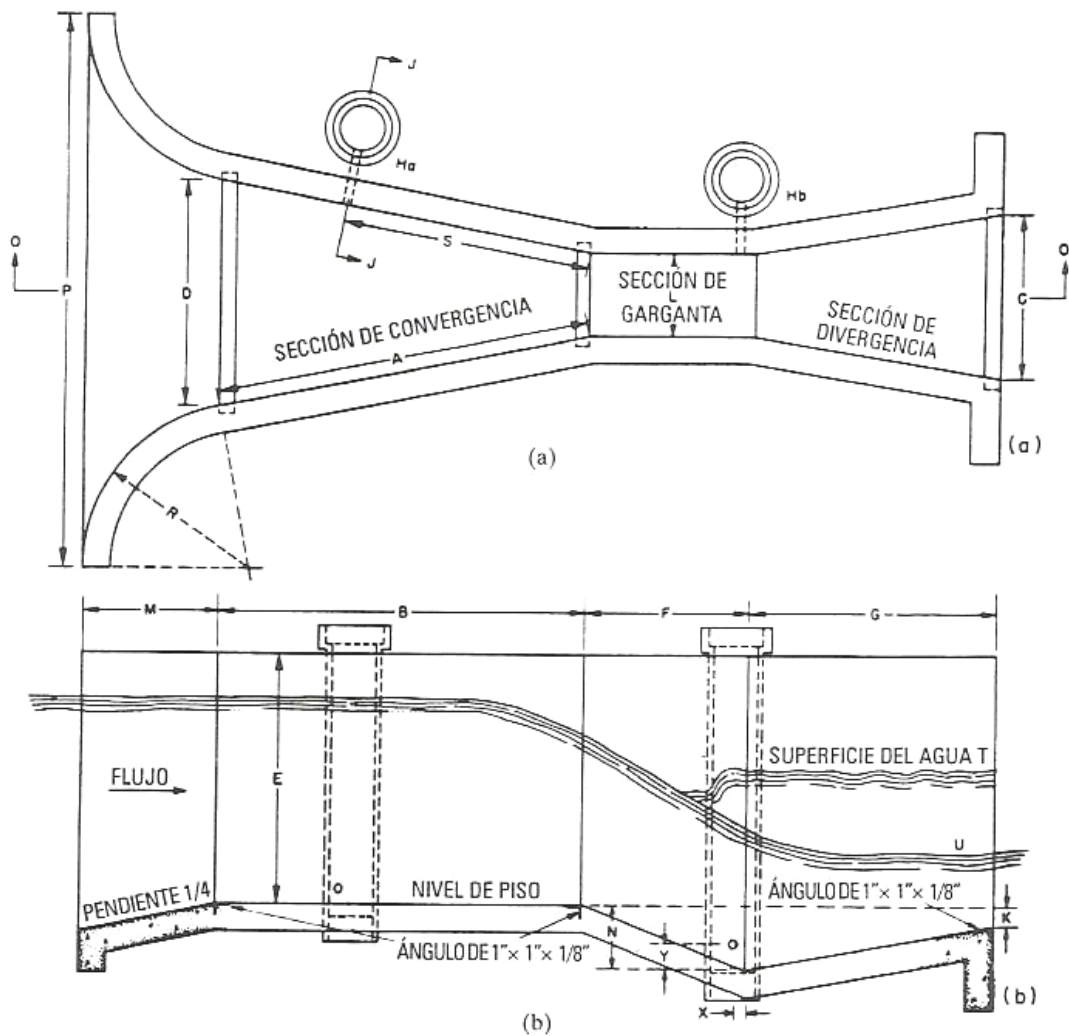


Figura 1.6 Canalón Parshall

1.1.3.1.3 Medidores de área variable

Rotámetro

El rotámetro es un medidor de área variable que consta de un tubo transparente que se amplía y un medidor de "flotador" (más pesado que el líquido) el cual se desplaza hacia arriba por el flujo ascendente de un fluido en la tubería. El tubo se encuentra graduado para leer directamente el caudal. La ranura en el flotador hace que rote y, por consiguiente, que mantenga su posición central en el tubo. Entre mayor sea el caudal, mayor es la altura que asume el flotador.

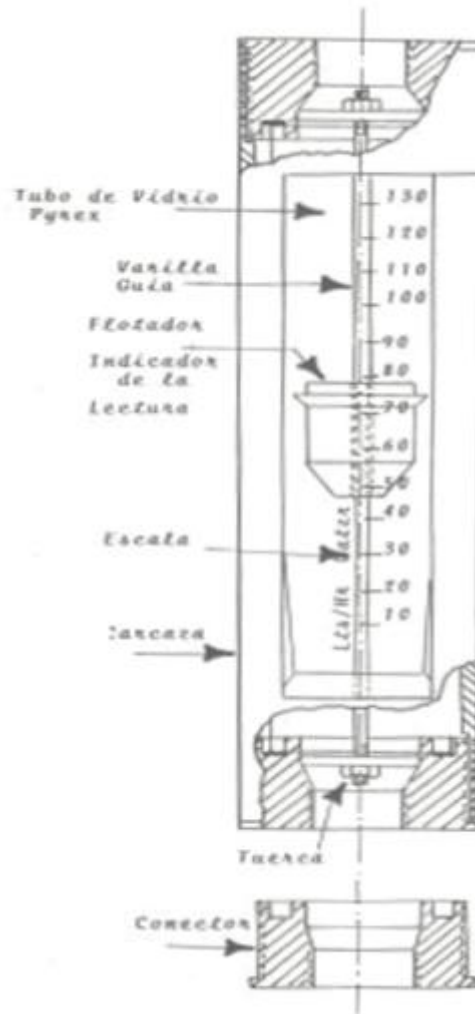


Figura 1.7 Rotámetro

Flujómetro magnético.

Se basa en la ley de Faraday o de la inducción magnética. Este fluxómetro, ilustrado en la figura, está constituido por un tubo no magnético en el que corre el líquido conductivo. Alrededor del tubo hay unas bobinas magnéticas que al excitarse generan un campo magnético a lo largo de todo el tubo.

Moviéndose en este campo magnético, el líquido genera una tensión detectada mediante dos electrodos proporcional a la velocidad del flujo.

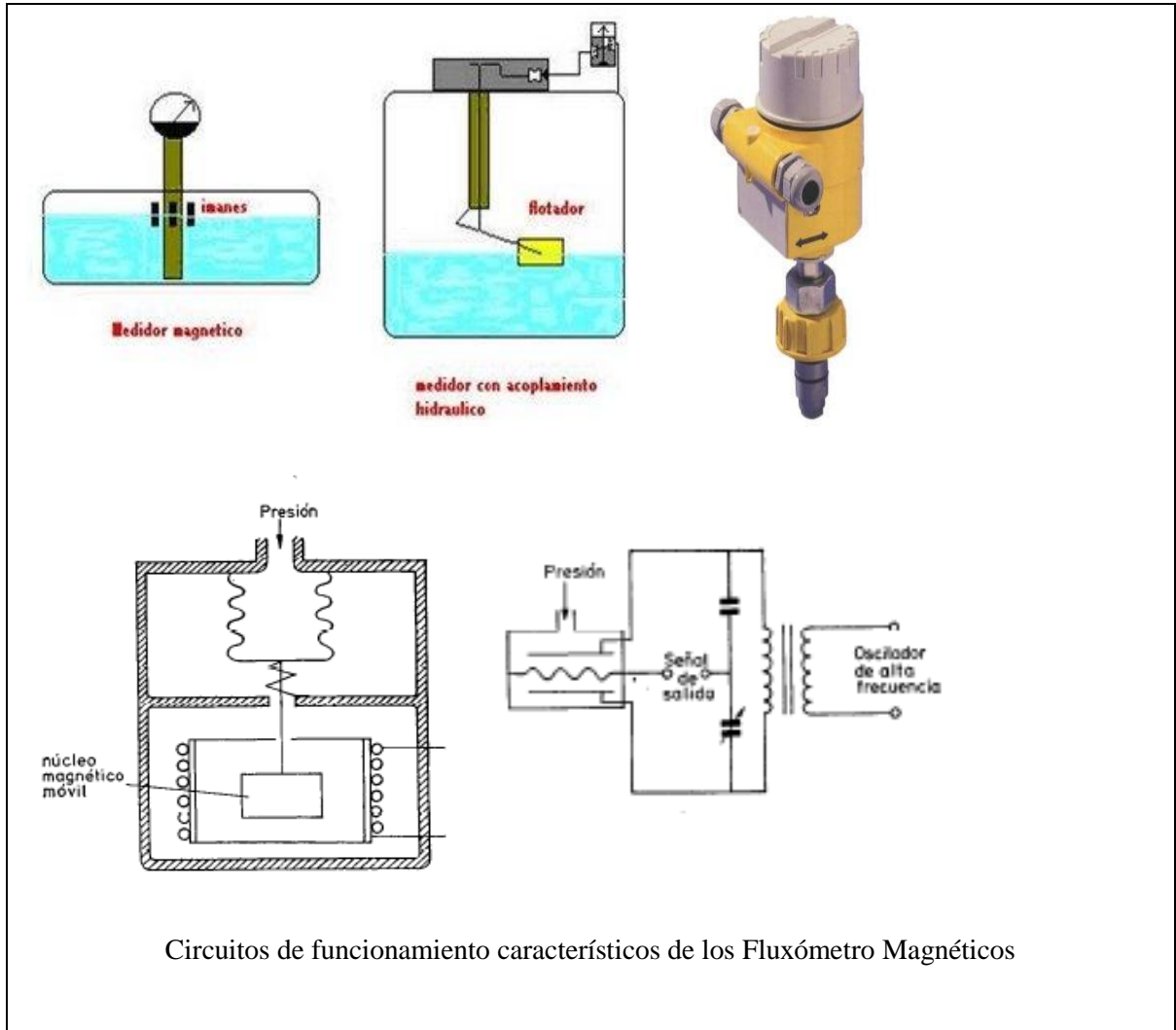


Figura 1.8 Fluxómetro magnético y principios de funcionamiento

Fluxómetro de masa.

Estos fluxómetros miden directamente el peso del flujo y no su volumen.

Una clasificación general de estos medidores incluye:

- Métodos Indirectos
- Métodos Directos

En los fluxómetros por método indirecto se hace uso de algún tipo de medidor de volumen, un medio para medir la densidad y calcular el gasto de masa.

Los métodos directos operan con base en el principio de la conservación de la cantidad de movimiento angular.

El principio de funcionamiento para el medidor de flujo de masa de flujo axial, consiste en guiar un impulsor a una velocidad angular constante para que éste genere un momento angular en el fluido que se mide. Conforme sale del impulsor, la velocidad de cambio en la cantidad de movimiento angular dentro del fluido es proporcional a la velocidad de éste y a la masa nominal del flujo se muestra en la figura 1.9.

El siguiente diagrama muestra las principales partes de una **válvula macho lubricada**:

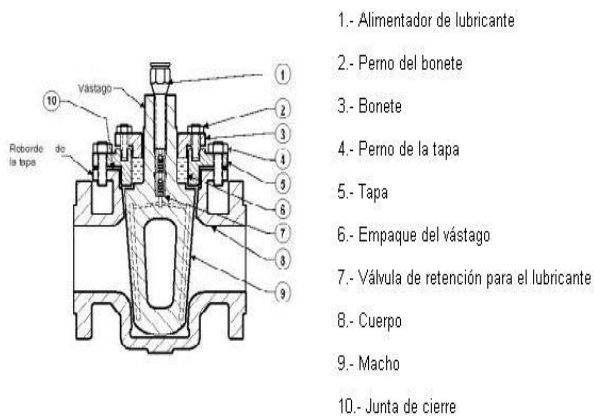


Figura 1.9 Fluxómetro de masa

Fluxómetro de tipo oscilante.

Existen básicamente tres tipos de fluxómetros oscilantes que son:

- Los de precesión de vértice
- Los de estela vortiginosa
- Los fluídicos.

Los de precesión de vértice, su principio de funcionamiento se produce cuando un fluido se encuentra en rotación, entra en un ensanchamiento y la frecuencia del movimiento de precesión (de 50 a 2000 Hz) es proporcional al caudal del fluido.

Los de estela vortiginosa se basan en un fenómeno hidrodinámico. Si la sección transversal del fluido es constante, la frecuencia de desprendimiento de los vórtices (flujo turbulento) resulta directamente proporcional al caudal volumétrico del fluido.

Poseen un amplio campo de funcionamiento pero no pueden usarse en régimen del tipo laminar.

En lo que respecta a los fluídicos, el campo del medidor es un oscilador fluídico cuya frecuencia varía de modo lineal con el caudal volumétrico. El resultado es una oscilación continua auto sostenida, esta frecuencia está vinculada de modo lineal a la velocidad del líquido y en consecuencia al caudal volumétrico (para las bajas viscosidades).

Fluxómetros sónicos y ultrasónicos.

Los dispositivos ultrasónicos pueden usarse para medir caudales en canales abiertos y cañerías. Los que se utilizan en cañerías pueden subdividirse en 2 tipos:

- Por impulsos (Tiempos de ida y vuelta).
- Por desplazamiento de frecuencia (Efecto Doppler).

Los dos tipos tienen un transductor (generador/receptor de ultra sonidos) el cual opera en la parte ultrasónica más baja del espectro para minimizar la absorción. Los fluxómetros de impulsos se utilizan solo en los líquidos puros, se les puede fijar en un tubo o se puede utilizar un par de transductores en contacto con el fluido que circula en dicho tubo, como se muestra en la figura 1.10



Figura 1.10 Fluxómetro Ultrasónico

La energía ultrasónica se transmite en el mismo sentido y en sentido contrario al fluido. La diferencia existente entre los tiempos de transmisión está vinculada a la velocidad del líquido.

Los fluxómetros Doppler son dispositivos que funcionan dentro del margen de frecuencias comprendido entre 100 y 1500 Hz. Estos envían un sonido continuo de frecuencia fija y detectan la diferencia de frecuencias de la señal de retorno.

La variación de estas frecuencias, depende de la velocidad de las partículas líquidas y está vinculada al caudal.

Estos fluxómetros se pueden fijar exteriormente o ponerse en contacto con el fluido.

1.1.3.1.4 Fluxómetro de Turbina.

Este tipo de fluxómetro, que se emplea en la práctica, aprovecha el fluido en movimiento para hacer girar el rotor de una pequeña turbina hidráulica (generadora de pulsos) cuya velocidad de rotación varía con el caudal. La figura 1.11 indica la configuración de este tipo de medidor.



Figura 1.11 Fluxómetro de Turbina

En una o en varias paletas de la turbina va colocado un imán permanente que al pasar cerca de un detector magnético de proximidad, hace que un contacto de éste último se cierre, generando pulsos de corriente o de tensión.

El caudal se mide contando el número e pulsos, generados en un cierto intervalo de tiempo, cada uno de los cuales corresponde con precisión a un determinado volumen del líquido desplazado entre dos paletas adyacentes del rotor.

Estos fluxómetros son muy difundidos por su gran campo de medición y por su comportamiento dinámico. Se usan principalmente para líquidos, aunque hay tipos específicos para gases y vapores.

1.2 CONTROLADORES

1.2.1 Definición

El término PLC de amplia difusión en el medio significa en inglés, Controlador Lógico Programable. Originalmente se denominaban PCs (Programmable Controllers),

De acuerdo con la definición de la "Nema" (National Electrical Manufacturers Association) un controlador programable es: "Un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salida digitales (ON/OFF) o analógicos (0 a 10VDC, 4 20 mA, etc.), varios tipos de máquinas o procesos; es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. En la figura 1.12 tenemos un esquema simple del funcionamiento del PLC



Figura 1.12 Esquema de funcionamiento del PLC

1.2.2.- Principales Componentes del P.L.C.

El autómata programable consta de los siguientes componentes:

- Unidad central de procesamiento (CPU), que constituye el "cerebro" del sistema y toma decisiones en base a la aplicación programada.
- Módulos para señales digitales y analógicas (I/O).

Existen otros componentes que se adaptan a los requerimientos de los usuarios:

- Módulos de suministro de energía
- Módulos de interfaces para conexión de racks múltiples en configuración multihilera

En los módulos de entrada pueden ser conectados:

- Sensores inductivos, capacitivos, ópticos
- Interruptores
- Pulsadores
- Llaves
- Finales de carrera
- Detectores de proximidad

En los módulos de salida pueden ser conectados:

- Contactares
- Electroválvulas
- Variadores de velocidad
- Alarmas

1.2.3.- Funcionamiento

Al comenzar el ciclo, la CPU lee el estado de las entradas. A continuación ejecuta la aplicación empleando el último estado leído. Una vez completado el programa, la CPU ejecuta tareas internas de diagnóstico y comunicación. Al final del ciclo se

actualizan las salidas. El tiempo de ciclo depende del tamaño del programa, del número de E/S y de la cantidad de comunicación requerida. En la figura 1.13 vemos el ciclo del funcionamiento interno del PLC

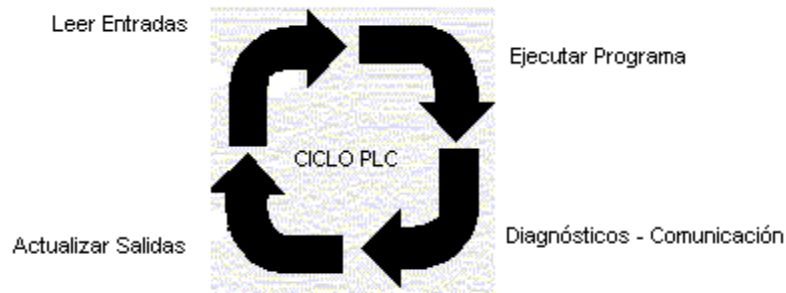


Figura 1.13 Ciclo de funcionamiento interno del PLC

1.2.4.- Entradas y Salidas

La sección de entradas mediante el interfaz, adapta y codifica de forma comprensible para la CPU las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores.

Hay dos tipos de entradas:

- Entradas digitales
- Entradas analógicas

La sección de salida también mediante interfaz trabaja de forma inversa a las entradas, es decir, decodifica las señales procedentes de la CPU, y las manda con ellas los dispositivos de salida o actuadores como lámparas, relés.

Hay dos tipos de salidas:

- Salidas digitales
- Salidas analógicas

1.2.4.1 Entradas digitales

Los módulos de entrada digitales permiten conectar al autómata captadores de tipo todo (1 - ON) o nada (0 - OFF) como finales de carrera, pulsadores, etc.

Los módulos de entrada digitales trabajan con señales de tensión, por ejemplo cuando por una vía llegan 24 voltios se interpreta como un "1" y cuando llegan cero voltios se interpreta como un "0"

El proceso de adquisición de la señal digital consta de varias etapas.

- Protección contra sobretensiones
- Filtrado
- Puesta en forma de la onda
- Aislamiento galvánico o por opto acoplador.

1.2.4.2.-Entradas analógicas

Los módulos de entrada analógicas permiten que los autómatas programables trabajen con accionadores de mando analógico y lean señales de tipo analógico como pueden ser la temperatura, la presión o el caudal.

Los módulos de entradas analógicas convierten una magnitud analógica en un número que se deposita en una variable interna del autómata. Lo que realiza es una conversión A/D, puesto que el autómata solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (número de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

Los módulos de entrada analógica pueden leer tensión o intensidad.

El proceso de adquisición de la señal analógica consta de varias etapas:

- Filtrado
- Conversión A/D
- Memoria interna

1.2.4.3.- Salidas digitales

Un módulo de salida digital permite al autómata programable actuar sobre los preaccionadores y accionadores que admitan órdenes de tipo todo o nada.

El valor binario de las salidas digitales se convierte en la apertura o cierre de un relé interno del autómata en el caso de módulos de salidas a relé.

En los módulos estáticos (bornero), los elementos que conmutan son los componentes electrónicos como transistores o triacs, y en los módulos electromecánicos son contactos de relés internos al módulo.

Los módulos de salidas estáticos al suministrar tensión, solo pueden actuar sobre elementos que trabajan todos a la misma tensión, en cambio los módulos de salida electromecánicos, al ser libres de tensión, pueden actuar sobre elementos que trabajen a tensiones distintas.

El proceso de envío de la señal digital consta de varias etapas:

- Puesta en forma
- Aislamiento
- Circuito de mando (relé interno)
- Protección electrónica
- Tratamiento cortocircuitos

1.2.4.4 Salidas analógicas

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómata se convierta en tensión o intensidad.

Lo que realiza es una conversión D/A, puesto que el autómata solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (número de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico como pueden ser los variadores de velocidad, las etapas de los tiristores de los hornos, reguladores de temperatura, etc.

permitiendo al autómata realizar funciones de regulación y control de procesos continuos.

El proceso de envío de la señal analógica consta de varias etapas:

- Aislamiento galvánico
- Conversión D/A
- Circuitos de amplificación y adaptación
- Protección electrónica de la salida

Las señales analógicas sufren un gran proceso de adaptación tanto en los módulos de entrada como en los módulos de salida. Las funciones de conversión A/D y D/A que realiza son esenciales. Por ello los módulos de E/S analógicos se les consideran módulos de E/S especiales.

1.2.5 Prestaciones especiales del P.L.C.

El PLC ofrece otras prestaciones de hardware y software que aumentan su flexibilidad. A continuación se describen algunas de estas prestaciones:

- **Contadores de alta velocidad:** Diseñados para contar a mayor velocidad que el autómata programable, son capaces de detectar eventos, pudiendo contar tres trenes de impulsos simultáneamente y cambiar el sentido de cómputo.
- **Protección con contraseña:** Permitiendo el usuario definir su propia contraseña se puede prevenir el acceso no autorizado a las funciones y a la memoria del autómata programable.
- **Función de forzado:** Forzar entradas y salidas aunque no estén presentes en el programa; puede utilizarse en modo RUN o STOP.
- **Modo freeport:** El usuario puede definir desde el esquema de contactos los parámetros para las interfaces de comunicación, lo que permite ampliar

las posibilidades de conexión con otras unidades inteligentes, tales como impresoras, lectores de códigos de barras, balanzas, etc.

- **Marcas especiales:** Se trata de bits de datos internos que ejecutan funciones de estado y control entre el sistema y el programa.
- **Direccionamiento simbólico:** Permite utilizar en el programa un nombre simbólico asignado a un punto de E/S como operando.
- **Libre mantenimiento:** El condensador de alto rendimiento hace superfluo el uso de pilas para respaldar los datos en la memoria.

1.2.6 Aplicaciones del PLC

- **Sistemas de transporte:** Gracias a su sencillez, permite programar y monitorear rápidamente aplicaciones como por ejemplo cintas transportadoras. La programación basada en "arrastrar y soltar" ayuda a configurar lógica de marcha/paro para motores con mando por pulsador y permite asimismo seleccionar contadores para supervisar el número de piezas producidas.
- **Controles de entrada y salida:** Gracias a su diseño compacto, permite además una integración fácil en dispositivos de espacio reducido, como por ejemplo en barreras de aparcamientos o entradas. Como por ejemplo se puede detectar un vehículo tanto a la entrada como a la salida, abriendo o cerrando la barrera automáticamente. La cantidad de vehículos estacionados resulta fácil de comprobar programando simplemente un contador.
- **Sistemas de elevación:** El potente juego de instrucciones de un PLC, permite que controle una gran variedad de sistemas de elevación de material. La vigilancia de secuencias de control (arriba/abajo) así como la capacidad de tomar decisiones eficientes en cuanto a tareas de control complejas son algunas de las tareas asistidas por todas las instrucciones residentes en el PLC.

1.2.7 Comunicación

Los PLC vienen con una serie de procesadores los cuales nos permiten tener un sin número de aplicaciones más; diferentes interfaces de comunicación:

- Procesadores de comunicación para conexión al PROFIBUS y sistemas bus de Ethernet Industrial.
- Procesador de comunicaciones para conexión a sistemas punto a punto.
- La interface multipunto (MPI) está integrada al CPU; para conexión simultánea de los mandos de programación, PC, sistemas MMI y sistemas de automatización.
- Comunicación global de datos solo puede ser enviada vía interfaces multipunto (MPI).

1.2.7.1 Funciones de Comunicación

El PLC, al ser un elemento destinado a la automatización y control, teniendo como objetivos principales el aumento de la productividad y la disminución de los tiempos ciclos comparado con elementos mecánicos o electromecánicos entre ellos contactores, pulsadores, etc, no puede o mejor dicho no es un simple ejecutador de datos almacenados en su memoria para transmitir directivas a sus dispositivos que controla.

Además el PLC debe ser un elemento que en cualquier momento sea capaz de cambiar la tarea que realiza con simples cambios en su programación, ésta tarea sería imposible sin la ayuda de otros dispositivos tales como PCs, programadoras o paneles de control, dispositivos de campo, etc.

Estos conceptos se basan en la fabricación flexible, es por eso que se necesita COMUNICAR al PLC. Una comunicación eficiente que depende esencialmente de la red en la que se encuentra trabajando el PLC.

No solamente el PLC sino también los computadores industriales, unidades de programación, etc., que una vez conectados todos a la red, desde cualquier punto es posible acceder a cada uno de los componentes.

1.2.7.2 Tipos de comunicación

Las formas como los PLC intercambian datos con otros dispositivos son muy variadas. Típicamente un PLC puede tener integrado puertos de comunicaciones seriales que pueden cumplir con distintos estándares de acuerdo al fabricante.

Estas interfaces pueden ser de los siguientes tipos:

- RS-232
- RS-485
- RS-422
- Ethernet

1.2.7.2.1 RS-232

Las interfaces con estándar RS-232 (también conocido como Electronic Industries Alliance RS-232C) es una interfaz que designa una norma para el intercambio serie de datos binarios entre un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (Data Communication Equipment, Equipo de Comunicación de datos)

En particular, existen ocasiones en que interesa conectar otro tipo de equipamientos, como pueden ser computadores. Evidentemente, en el caso de interconexión entre los mismos, se requerirá la conexión de un DTE (Data Terminal Equipment) con otro DTE.

El RS-232 consiste en un conector tipo DB-25 (de 25 pines), aunque es normal encontrar la versión de 9 pines (DB-9), más barato e incluso más extendido para cierto tipo de periféricos (como el ratón serie del PC).

- **Conexiones (Desde el DTE)**

En la siguiente tabla 1.2 se muestran las señales más comunes según los pines asignados:

Señal		DB-25	DE-9 (TIA-574)	EIA/TIA561	Yost	RJ-50	MMJ
Common Ground	G	7	5	4	4,5	6	3,4
Transmitted Data	TD	2	3	6	3	8	2
Received Data	RD	3	2	5	6	9	5
Data Terminal Ready	DTR	20	4	3	2	7	1
Data Set Ready	DSR	6	6	1	7	5	6
Request To Send	RTS	4	7	8	1	4	-
Clear To Send	CTS	5	8	7	8	3	-
Carrier Detect	DCD	8	1	2	7	10	-
Ring Indicator	RI	22	9	1	-	2	-

Tabla 1.2 Nombres y funcionamiento de los Pines DTE

- **Construcción física**

Las interfaces con estándar RS-232 está diseñada para distancias cortas, de unos 15 metros o menos, y para velocidades de comunicación bajas, de no más de 20 Kilobytes/segundo. A pesar de ello, muchas veces se utiliza a mayores velocidades con un resultado aceptable. La interfaz puede trabajar en comunicación asíncrona o síncrona y tipos de canal simplex, half duplex o full duplex. En un canal simplex los datos siempre viajarán en una dirección, por ejemplo desde DCE a DTE. En un canal half duplex, los datos pueden viajar en una u otra dirección, pero sólo durante un determinado periodo de tiempo; luego la línea debe ser conmutada antes que los datos puedan viajar en la otra dirección. En un canal full duplex, los datos pueden viajar en ambos sentidos simultáneamente. Las líneas de handshaking de la RS-232 se usan para resolver los problemas asociados con este modo de operación; tal como, en qué dirección los datos deben viajar en un instante determinado.

Si un dispositivo de los que están conectados a una interfaz RS-232 procesa los datos a una velocidad menor de la que los recibe deben de conectarse las líneas handshaking que permiten realizar un control de flujo tal que al dispositivo más

lento le dé tiempo de procesar la información. Las líneas de "hand shaking" que permiten hacer este control de flujo son las líneas RTS y CTS. Los diseñadores del estándar no concibieron estas líneas para que funcionen de este modo, pero dada su utilidad en cada interfaz posterior se incluye este modo de uso.

- **Los circuitos y sus definiciones**

Las UART o U(S) ART (Transmisor y Receptor Síncrono Asíncrono Universal) se diseñaron para convertir las señales que maneja la CPU y transmitir las al exterior. Las UART deben resolver problemas tales como la conversión de voltajes internos del DCE con respecto al DTE, gobernar las señales de control, y realizar la transformación desde el bus de datos de señales en paralelo a serie y viceversa. Debe ser robusta y deberá tolerar circuitos abiertos, cortocircuitos y escritura simultánea sobre un mismo pin, entre otras consideraciones. Es en la UART en donde se implementa la interfaz.

Para los propósitos de la RS-232 estándar, una conexión es definida por un cable desde un dispositivo al otro. Hay 25 conexiones en la especificación completa, pero es muy probable que se encuentren menos de la mitad de éstas en una interfaz determinada. La causa es simple, una interfaz full duplex puede obtenerse con solamente 3 cables.

Existe una cierta confusión asociada a los nombres de las señales utilizadas, principalmente porque hay tres convenios diferentes de denominación (nombre común, nombre asignado por la EIA, y nombre asignado por el CCITT).

En la siguiente tabla 1.3 se muestran los tres nombres junto al número de pin del conector al que está asignado (los nombres de señal están desde el punto de vista del DTE (por ejemplo para Transmit Data los datos son enviados por el DTE, pero recibidos por el DCE):

IN	EIA	CCITT	E/S	Función DTE-DCE
1	CG	AA 101		Chassis Ground
2	TD	BA 103	Salida	Transmit Data
3	RD	AA 104	Entrada	Receive Data
4	RTS	CA 105	Salida	Request To Send
5	CTS	CB 106	Entrada	Clear To Send
6	DSR	CC 107	Entrada	Data Set Ready
7	SG	AB 102	---	Signal Ground
8	DCD	CF 109	Entrada	Data Carrier Detect
9*			Entrada	Pos. Test Voltage
10*			Entrada	Neg. Test Voltage
11				(no tiene uso)
12+	SCDC	SCF 122	Entrada	Sec. Data Car. Detect
13+	SCTS	SCB 121	Entrada	Sec. Clear To Send
14+	SBA 118		Salida	Sec. Transmit Data
15#	TC	DB 114	Entrada	Transmit Clock
16+	SRD	SBB 119	Entrada	Sec. Receive Data
17#	RC	DD 115	Entrada	Receive Clock
18				(no tiene uso)
19+	SRTS	SCA 120	Salida	Sec. Request To Send
20	DTR	CD 108,2	Salida	Data Terminal Ready
21*	SQ	CG 110	Entrada	Signal Quality
22	RI	CE 125	Entrada	Ring Indicator
23*	DSR	CH 111	Salida	Data Rate Selector
		CI 112	Salida	Data Rate Selector
24*	XTC	DA 113	Salida	Ext. Transmit Clock
25*			Salida	Busy

Tabla 1.3 Número y funcionamientos de los Pines del conector DB-25

En la tabla, el carácter que sigue a los de número de pin:

- (*)Raramente se usa.

- (+) Usado únicamente si se implementa el canal secundario.
- (#) Usado únicamente sobre interfaces sincrónicas.

También, la dirección de la flecha indica cuál dispositivo, (DTE o DCE) origina cada señal, a excepción de las líneas de tierra (---).

- **Características eléctricas de cada circuito**

Los siguientes criterios son los que se aplican a las características eléctricas de cada una de las líneas:

- La magnitud de un voltaje en circuito abierto no excederá los 25 V.
- El conductor será apto para soportar un corto con cualquier otra línea en el cable sin daño a sí mismo o a otro equipamiento, y la corriente de cortocircuito no excederá los 0,5 A.
- Las señales se considerarán en el estado de MARCA, (nivel lógico "1"), cuando el voltaje sea más negativo que -3 V con respecto a la línea de Signal Ground. Las señales se considerarán en el estado de ESPACIO, (nivel lógico "0"), cuando el voltaje sea más positivo que $+3$ V con respecto a la línea Signal Ground. La gama de voltajes entre -3 V y $+3$ V se define como la región de transición, donde la condición de señal no está definida.
- La impedancia de carga tendrá una resistencia a DC de menos de 7000Ω al medir con un voltaje aplicado de entre 3 a 25 V pero mayor de 3000 Ω cuando se mida con un voltaje de menos de 25 V.
- Cuando la resistencia de carga del terminador encuentra los requerimientos de la regla 4 anteriormente dicha, y el voltaje del terminador de circuito abierto está a 0 V, la magnitud del potencial de ese circuito con respecto a Signal Ground estará en el rango de 5 a 15 V.
- El driver de la interfaz mantendrá un voltaje entre -5 a -15 V relativos a la señal de Signal Ground para representar una condición de MARCA. El mismo driver mantendrá un voltaje de entre 5 V a 15 V relativos a Signal Ground para simbolizar una señal de ESPACIO. Obsérvese que esta regla junto con la Regla 3, permite 2 V de margen de ruido. En la práctica, se utilizan -12 y 12 V respectivamente.

- El driver cambiará el voltaje de salida hasta que no se excedan 30 V/ μ s, pero el tiempo requerido a la señal para pasar de -3 V a $+3$ V de la región de transición no podrá exceder 1 ms, o el 4% del tiempo de un bit.
- La desviación de capacitancia del terminador no excederá los 2500 pF, incluyendo la capacitancia del cable. Obsérvese que cuando se está usando un cable normal con una capacitancia de 40 a 50 pF/Pie de longitud, esto limita la longitud de cable a un máximo de 50 Pies, (15 m). Una capacitancia del cable inferior permitiría recorridos de cable más largos.
- La impedancia del driver del circuito estando apagado deberá ser mayor que 300 Ω .

- **Limitaciones de la RS-232**

La RS-232 C tiene una limitación de distancia máxima de 15 metros. Si bien no es una desventaja considerable cuando los equipos a conectar se encuentran cerca, sí es un inconveniente cuando la RS-232 se utiliza para conectar directamente terminales o impresoras que puedan estar lejanas.

Cuando una señal cambia de una condición a otra, la especificación limita el tiempo que puede permanecer en la región de transición. Este requerimiento determina el máximo de capacidad distribuida admisible en el cable, porque la capacidad limita el tiempo de transición de la señal. La norma RS-232 especifica que la capacidad en la línea no debe superar los 2.500 picofaradios. Los cables que se suelen utilizar tienen una capacidad de 120 a 150 picofaradios por metro de longitud, por lo que la RS-232 tiene como límite de 15 m de distancia, como se vio anteriormente.

Una segunda limitación de la RS-232 es su método de toma de tierra o retorno común. Este método, llamado transmisión no balanceada, funciona bien la mayor parte del tiempo. Sin embargo, si hay diferencia de potencial entre los dos extremos del cable (lo cual es bastante probable en recorridos largos), se reduce la región de transición entre marca y espacio. Cuando ocurre esto, existe la posibilidad que no se interpreten bien los distintos estados de la señal.

Otra dificultad es su máximo de 20 KB/s para la velocidad de transmisión. Si bien en el momento de aparición del estándar era suficiente, en la actualidad, comparando con las velocidades alcanzadas por las redes de área local, 10 y 100 MB/s y las exigencias de ancho de banda que las aplicaciones requieren, la RS-232 C en algunos casos está disminuyendo su aplicación.

- **Conector DB9**

El conector DB9 (originalmente DE-9) es un conector analógico de 9 clavijas de la familia de conectores D-Subminiature (D-Sub o Sub-D).

El conector DB9 se utiliza principalmente para conexiones en serie, ya que permite una transmisión asíncrona de datos según lo establecido en la norma RS-232 (RS-232C).

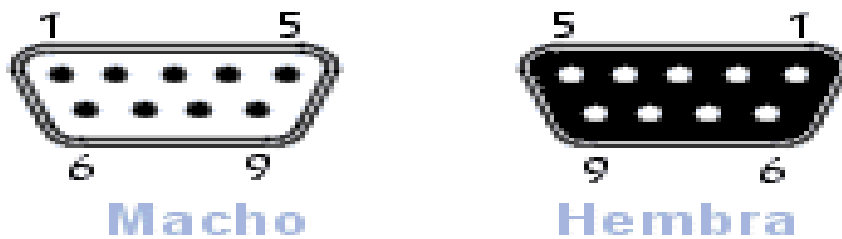


Figura 1.14 Conector DB9

En la Tabla 1.5 se puede ver la configuración de cada clavija en el conector DB9

Número de clavija	Nombre
1	CD: Detector de transmisión
2	RXD: Recibir datos
3	TXD: Transmitir datos
4	DTR: Terminal de datos lista
5	GND: Señal de tierra
6	DSR: Ajuste de datos listo
7	RTS: Permiso para transmitir
8	CTS: Listo para enviar
9	RI: Indicador de llamada

Tabla 1.5 Pines de conector DB-9

- **Conector DB25**

El conector DB25 (originalmente DE-25) es un conector analógico de 25 clavijas de la familia de conectores D-Subminiature (D-Sub o Sub-D).

Al igual que el conector DB9, el conector DB25 se utiliza principalmente para conexiones en serie, ya que permite una transmisión asíncrona de datos según lo establecido en la norma RS-232 (RS-232).

También se utiliza para conexiones por el puerto paralelo. En un principio se utilizó para conectar impresoras y por este motivo, se le conoce como el "puerto de impresora" (abreviado LTP).

Entonces, para evitar confusiones, los puertos de serie DB25 de los equipos generalmente tienen conectores machos, mientras que los conectores de puerto paralelo son conectores hembra DB25.

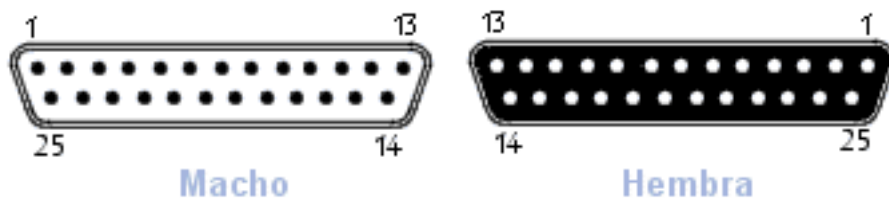


Figura 1.15 Conector DB25

La configuración de cada clavija la podemos observar en la tabla 1.3

1.2.7.2.2.- RS-422

Las interfaces con estándar RS422 se han desarrollado para transmisiones serie de datos de alta velocidad a través de grandes distancias y encuentran aplicación crecientemente en el sector industrial. Dentro de una instalación de transmisión, pueden unirse en paralelo como máximo diez receptores RS422 con un transmisor.

- **Señales y conexión enchufable**

En el Standard RS422 no se da ninguna especificación mecánica sino que se remite solamente a la RS449, que describe una conexión enchufable SUB-D de

37 polos. Por motivos de espacio y de costes no se ha impuesto en la práctica esta forma de enchufe. Aquí se encuentran principalmente conexiones SUB-D en versión de 9, 15 y 25 polos. No existe una ocupación unitaria de pines de modo que en la conexión de aparatos RS422 siempre tiene que tenerse en cuenta el Pinout indicado en la documentación.

- **Características eléctricas**

Las características eléctricas del estándar RS 422 son muy similares al del RS 232 a continuación veremos algunas particularidades de la misma.

Un “driver” de RS 422 puede llegar hasta diez unidades de carga 10 Mbps (por ejemplo, 4 k Ω para un circuito común, es un unidad de carga).

Los drives del estándar 422 estas garantizados para suministrar un mínimo de 20 mA a través de una carga de 100 ohmios. Esto corresponde a un voltaje de salida diferencial mínima de 2 voltios

- **Método físico de transmisión:**

Los datos en serie se transmiten sin relación de masa como diferencia de tensión entre las líneas correspondientes. Para cada señal a transmitir existe un par de conductores que se compone de una línea de señales invertida y otra no invertida. La línea invertida se caracteriza por regla general con la marca índice "A" o "-", mientras que la línea no invertida lleva "B" o "+". El receptor evalúa solamente la diferencia existente entre ambas líneas, de modo que las modalidades comunes de perturbación hasta 7V en la línea de transmisión no falsifican la señal útil. Los transmisores RS422 ponen a disposición bajo carga un nivel de salida de $\pm 2V$ entre las dos salidas; los módulos de recepción reconocen el nivel de $\pm 200mV$ como señal válida.

La asignación tensión de diferencia al estado lógico se define del modo siguiente:

A - B < -0,3V = MARK = OFF = Lógico 1

A - B > +0,3V = SPACE = ON = Lógico 0

- **Longitud de líneas**

La longitud de línea realizable depende de la velocidad de transmisión utilizada y es como máximo 1200 metros según el estándar RS422 en gamas de baudios por debajo de 100 KBit/s para mayor entendimiento podemos ver la tabla 1.6

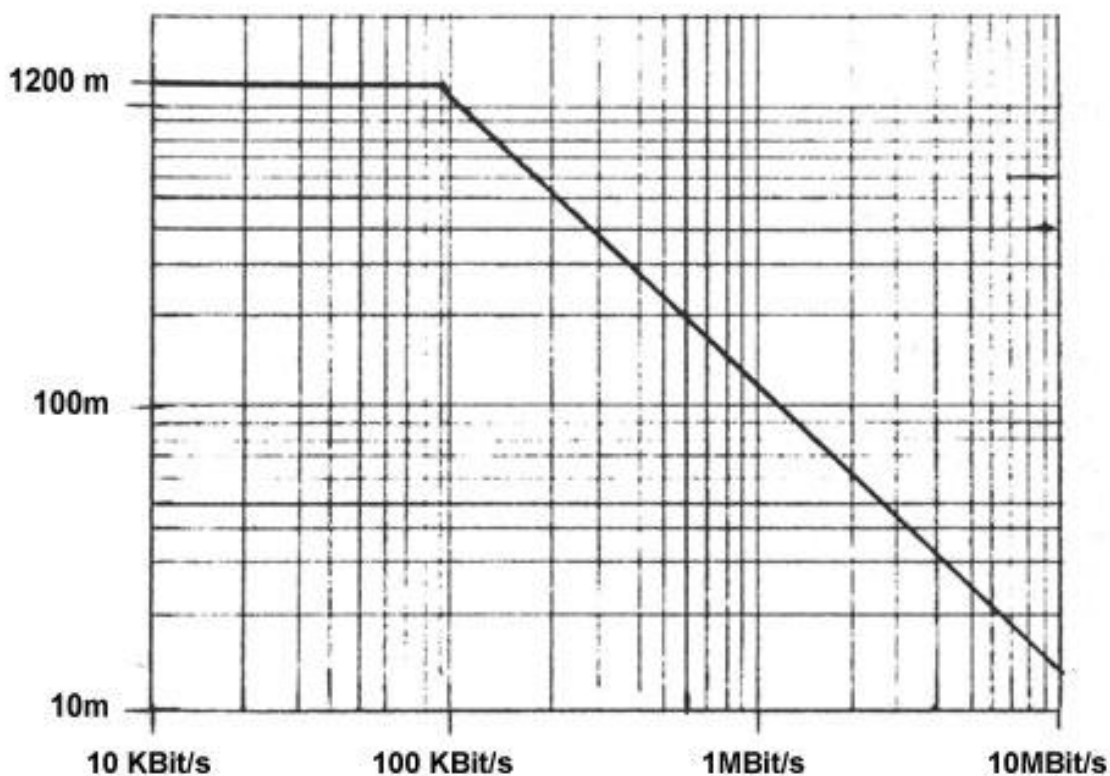


Tabla 1.6 Velocidad de trasmisión de datos y máxima distancia de funcionamiento

- **Particularidades**

Aunque determinado para grandes distancias, entre las que por regla general son inevitables desplazamientos de potencial, la norma no prescribe para las interfaces RS422 ninguna separación galvánica. Dado que los módulos receptores reaccionan sensiblemente a un desplazamiento de los potenciales de masa, es recomendable necesariamente una separación galvánica para instalaciones eficaces.

En la instalación tiene que cuidarse de la polaridad correcta de los pares de cables, puesto que una polaridad falsa lleva a una inversión de las señales de datos y de Handshake.

1.2.7.2.3.- RS-485

Las interfaces con estándar RS485 ha sido desarrollada - analógicamente a la interfaz RS422 - para la transmisión en serie de datos de alta velocidad a grandes distancias y encuentra creciente aplicación en el sector industrial. Pero mientras que la RS422 sólo permite la conexión unidireccional de hasta 10 receptores en un transmisor, la RS485 está concebida como sistema Bus bidireccional con hasta 32 participantes. Físicamente las dos interfaces sólo se diferencian mínimamente. El Bus RS485 puede instalarse tanto como sistema de 2 hilos o de 4 hilos.

La norma RS485 define solamente las especificaciones eléctricas para receptores y transmisores de diferencia en sistemas de bus digitales. La norma ISO 8482 estandariza además adicionalmente la topología de cableado con una longitud máxima de 500 metros.

- **Bus de 2 hilos RS485**

El Bus de 2 hilos RS485 se compone según el bosquejo inferior del cable propio de Bus con una longitud máx. de 500m. Los participantes se conectan a este cable a través de una línea adaptadora de máx. 5 metros de largo. La ventaja de la técnica de 2 hilos reside esencialmente en la capacidad multimaster, en donde cualquier participante puede cambiar datos en principio con cualquier otro. El Bus de 2 hilos es básicamente apto sólo semidúplex. Es decir puesto que sólo hay a disposición una vía de transmisión, siempre puede enviar datos un solo participante. Sólo después de finalizar el envío, pueden p.ej. responder otros participantes. La aplicación más conocida basada en la técnica de 2hilos PROFIBUS. Ver figura 1.16

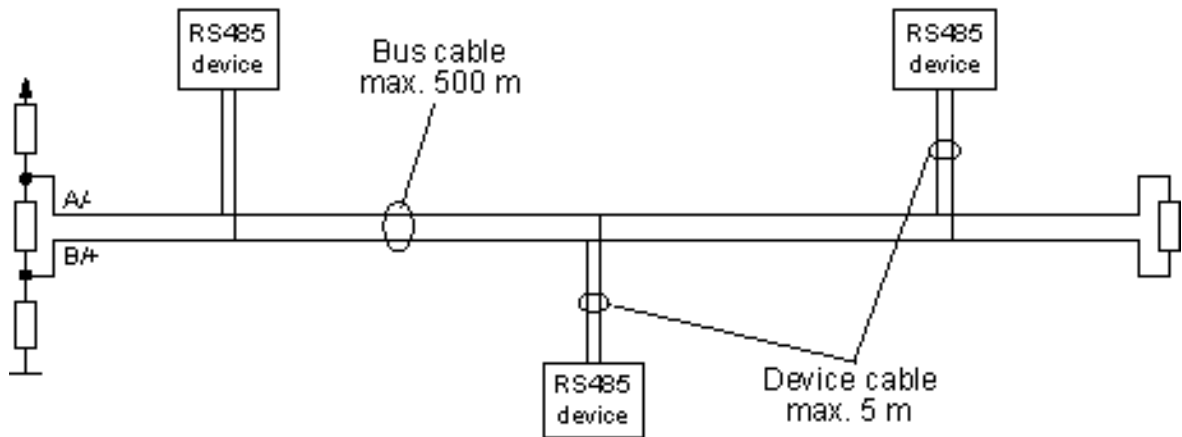


Figura 1.16 Bus de 2 hilos en rs485

- **Bus de 4 hilos RS485**

La técnica de 4 hilos usada por ejemplo en el bus de medición DIN (DIN 66 348) sólo puede ser usada por aplicaciones Master/Slave. Conforme al bosquejo se cablea aquí la salida de datos del Maestro a las entradas de datos de todos los servidores. Las salidas de datos de los servidores están concebidas conjuntamente en la entrada de datos del Maestro. Ver figura 1.17

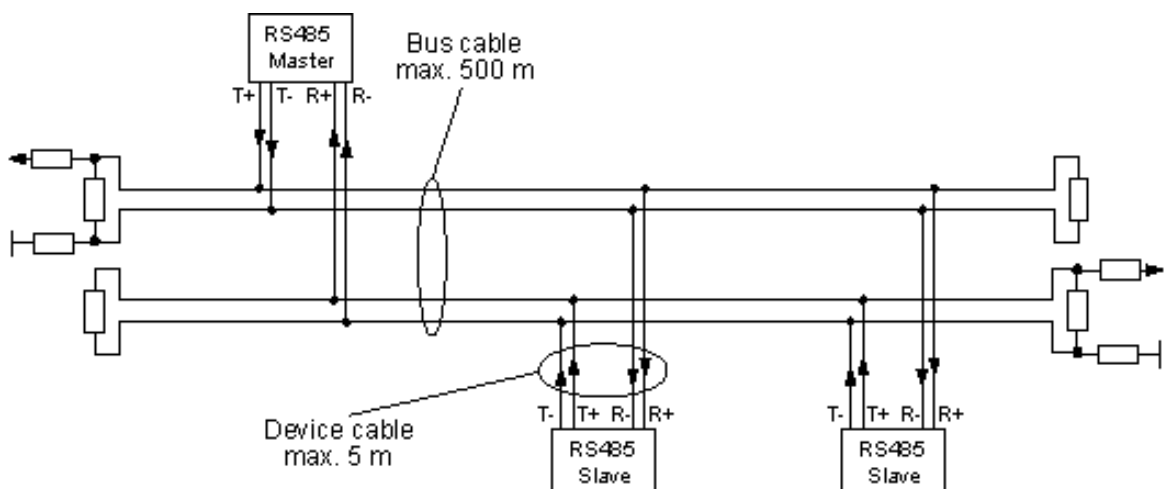


Figura 1.17 Bus de 4 hilos en RS 485

- **Transmisión de datos:**

Los datos en serie, como en interfaces RS422, se transmiten sin relación de masa como diferencia de tensión entre dos líneas correspondientes. Para cada señal a transmitir existe un par de conductores que se compone de una línea de señales invertida y otra no invertida. La línea invertida se caracteriza por regla general por el índice "A" o "-", mientras que la línea no invertida lleva "B" o "+". El receptor evalúa solamente la diferencia existente entre ambas líneas, de modo que las modalidades comunes de perturbación en la línea de transmisión no falsifican la señal útil. Los transmisores RS485 ponen a disposición bajo carga un nivel de salida de $\pm 2V$ entre las dos salidas; los módulos de recepción reconocen el nivel de $\pm 200mV$ como señal válida.

La asignación tensión de diferencia al estado lógico se define del modo siguiente:

$A - B < -0,3V = \text{MARK} = \text{OFF} = \text{Lógico } 1$

$A - B > +0,3V = \text{SPACE} = \text{ON} = \text{Lógico } 0$

- **Longitud de líneas**

Usando un método de transmisión simétrico en combinación con cables de pares de baja capacidad y amortiguación (twisted pair) pueden realizarse conexiones muy eficaces a través de una distancia de hasta 500m con ratios de transmisión al mismo tiempo altas. El uso de un cable TP de alta calidad evita por un lado la diafonía entre las señales transmitidas y por el otro reduce adicionalmente al efecto del apantallamiento, la sensibilidad de la instalación de transmisión contra señales perturbadoras entremezcladas.

En conexiones RS485 es necesario un final de cable con redes de terminación para obligar al nivel de pausa en el sistema de Bus en los tiempos en los que no esté activo ningún transmisor de datos.

- **Particularidades**

Aunque determinado para grandes distancias, entre las que por regla general son inevitables desplazamientos de potencial, la norma no prescribe para las

interfaces RS485 ninguna separación galvánica. Dado que los módulos receptores reaccionan sensiblemente a un desplazamiento de los potenciales de masa, es recomendable necesariamente una separación galvánica para instalaciones eficaces, como se define en la norma ISO9549.

En la instalación tiene que cuidarse de la polaridad correcta de los pares de cables, puesto que una polaridad falsa lleva a una inversión de las señales de datos. Especialmente en dificultades en relación con la instalación de nuevos terminales cada búsqueda de error debería comenzarse con el control de la polaridad del Bus.

Las mediciones de diferencia (medición Bus A contra B), especialmente con un osciloscopio, sólo pueden realizarse con un aparato de medición separado galvánicamente del potencial de masa. Muchos fabricantes ponen el punto de referencia de la entrada de medición en Masa, lo que lleva a un cortocircuito en la medición en un Bus RS485.

1.2.7.2.4.- Ethernet

Es la tecnología de red de área local más extendida en la actualidad.

Fue diseñado originalmente por Digital, Intel y Xerox por lo cual, la especificación original se conoce como Ethernet DIX. Posteriormente en 1.983, fue formalizada por el IEEE como el estándar Ethernet 802.3.

La velocidad de transmisión de datos en Ethernet es de 10Mbits/s en las configuraciones habituales pudiendo llegar a ser de 100Mbits/s en las especificaciones Fast Ethernet.

Ethernet/IEEE 802.3, está diseñado de manera que no se puede transmitir más de una información a la vez. El objetivo es que no se pierda ninguna información, y se controla con un sistema conocido como CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, Detección de Portadora con Acceso Múltiple y Detección de Colisiones), cuyo principio de funcionamiento consiste en que una estación, para transmitir, debe detectar la presencia de una señal portadora y, si existe, comienza a transmitir. Si dos estaciones empiezan a transmitir al mismo

tiempo, se produce una colisión y ambas deben repetir la transmisión, para lo cual esperan un tiempo aleatorio antes de repetir, evitando de este modo una nueva colisión, ya que ambas escogerán un tiempo de espera distinto. Este proceso se repite hasta que se reciba confirmación de que la información ha llegado a su destino.

En la actualidad también existe Gigabit Ethernet, también conocida como GigaE, es una ampliación del estándar Ethernet (concretamente la versión 802.3ab y 802.3z del IEEE) que consigue una capacidad de transmisión de 1 gigabit por segundo, correspondientes a unos 1000 megabits por segundo de rendimiento contra unos 100 de Fast Ethernet (También llamado 100-Base/T).

La tecnología Gigabit Ethernet puede ser utilizada de tres formas distintas: para conectar conmutadores entre sí, para conectar servidores a concentradores y para conectar estaciones finales a concentradores.

1.2.7.3 Protocolos de comunicaciones industriales

En principio un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que permiten la transferencia e intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red. Estos han tenido un proceso de evolución gradual a medida que la tecnología electrónica ha avanzado y muy en especial en lo que se refiere a los microprocesadores.

En esta oportunidad nos referiremos a los protocolos de comunicación más usados en la industria.

Los buses de datos que permiten la integración de equipos para la medición y control de variables de proceso, reciben la denominación genérica de buses de campo.

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional lazo de corriente de 4 -20mA o 0 a 10V DC, según corresponda.

Generalmente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLC's, transductores, actuadores, sensores y equipos de supervisión.

Varios grupos han intentado generar e imponer una norma que permita la integración de equipos de distintos proveedores. Sin embargo, hasta la fecha no existe un bus de campo universal.

Los buses de campo con mayor presencia en el área de control y automatización de procesos son:

- HART
- Profibus Fieldbus
- Foundation

1.2.7.3.1.- Hart

El protocolo HART (High way-Addressable- Remote-Transducer) agrupa la información digital sobre la señal analógica típica de 4 a 20 mA DC. La señal digital usa dos frecuencias individuales de 1200 y 2200 Hz, que representan los dígitos 1 y 0 respectivamente y que en conjunto forman una onda sinusoidal que se superpone al lazo de corriente de 4-20 mA, ver figura 1.18

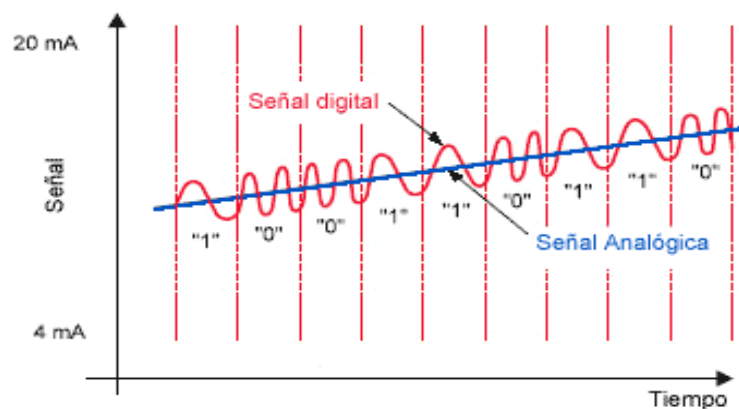


Figura 1.18 Funcionamiento de Señales con el protocolo Hart

Como la señal promedio de una onda sinusoidal es cero, no se añade ninguna componente DC a la señal analógica de 4-20 mA, lo que permite continuar utilizando la variación analógica para el control del proceso.

1.2.7.3.2.- Profibus

(Process Field Bus) Norma internacional de bus de campo de alta velocidad para control de procesos normalizada en Europa por EN 50170.

Existen tres perfiles:

- Profibus DP (Decentralized Periphery). Orientado a sensores/actuadores enlazados a procesadores (PLCs) o terminales.
- Profibus PA (Process Automation). Para control de proceso, cumple normas especiales de seguridad para la industria química (IEC 1 1 15 8-2, seguridad intrínseca).
- Profibus FMS (Fieldbus Message Specification). Para comunicación entre células de proceso o equipos de automatización. Ver características en tabla 1.2.

1.2.7.3.3.- Foundation Fieldbus

Foundation Fieldbus (FF) es un protocolo de comunicación digital para redes industriales, específicamente utilizado en aplicaciones de control distribuido. Puede comunicar grandes volúmenes de información, ideal para aplicaciones con varios lazos complejos de control de procesos y automatización. Está orientado principalmente a la interconexión de dispositivos en industrias de proceso continuo. Los dispositivos de campo son alimentados a través del bus Fieldbus cuando la potencia requerida para el funcionamiento lo permite.

Otros protocolos ampliamente usados aunque de menor alcance son:

- Modbus
- DeviceNet

1.2.7.3.4.- MODBUS

Modbus es un protocolo de transmisión para sistemas de control y supervisión de procesos (SCADA) con control centralizado, puede comunicarse con una o varias Estaciones Remotas (RTU) con la finalidad de obtener datos de campo para la supervisión y control de un proceso. La Interfaces de Capa Física puede estar configurada en: RS-232, RS-422, RS-485. Ver características en tabla 1.2.

En Modbus los datos pueden intercambiarse en dos modos de transmisión:

- Modo RTU
- Modo ASCII

1.2.7.3.5.-DEVICENET

Red de bajo nivel adecuada para conectar dispositivos simples como sensores fotoeléctricos, sensores magnéticos, pulsadores, etc y dispositivos de alto nivel (PLC, controladores, computadores, HMI, entre otros). Provee información adicional sobre el estado de la red, cuyos datos serán desplegados en la interfaz del usuario. Ver características en Tabla 1.7.

Nombre	Topología	Soporte	Máx dispositivos	Rate transm. bus	Distancia máx km	Comunicación
Profibus DP	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra óptica	127/segm	Hasta 1.5M y 12M	0.1 segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus PA	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra óptica	14400 /segm	31.5K	0.1 segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus FMS		par trenzado fibra óptica	127/segm	500K		Master/Slave peer to peer
Foundation Fieldbus HSE	estrella	par trenzado fibra óptica	240 p/segm 32.768 sist	100M	0.1 par 2 fibra	Single/multi master
Foundation Fieldbus H1	estrella o bus	par trenzado fibra óptica	240 p/segm 32.768 sist	31.25K	1.9 cable	Single/multi master
LonWorks	bus, anillo, lazo, estrella	par trenzado fibra óptica coaxial, radio	32768 /dom	500K	2	Master/Slave peer to peer
Interbus-S	segmentado	par trenzado fibra óptica	256 nodos	500K	400/segm 12.8 total	Master/Slave
DeviceNet	tronca/puntual c/bifurcación	par trenzado fibra óptica	2048 nodos	500K	0.5 6 c/repetid	Master/Slave, multi-master, peer to peer
AS-I	bus, anillo, arbol, estrella	par trenzado	31 p/red	167K	0.1, 0.3 c/rep	Master/Slave
Modbus RTU	línea, estrella, arbol, red con segmentos	par trenzado coaxial radio	250 p/segm	1.2 a 115.2K	0.35	Master/Slave
Ethernet Industrial	bus, estrella, malla-cadena	coaxial par trenzado fibra óptica	400 p/segm	10, 100M	0.1 100 mono c/switch	Master/Slave peer to peer
HART		par trenzado	15 p/segm	1.2K		Master/Slave

Tabla 1.7 Comparación de características entre algunos buses y protocolos

1.2.8.-Ventajas y desventajas de los PLC's

1.2.8.1.-Ventajas

Las condiciones favorables son las siguientes:

1. Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:

- No es necesario dibujar el esquema de contactos.

- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega, etc.

2. Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado y añadir aparatos.

3. Mínimo espacio de ocupación

4. Menor coste de mano de obra de la instalación

5. Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismo autómatas pueden detectar e indicar averías.

6. Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.

7. Menor tiempo para la puesta de funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.

8. Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sirve para gobernar otra máquina o sistema de producción.

1.2.8.2.- Desventajas

En primer lugar, hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a los técnicos, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades y/o institutos superiores ya se encargan de dicho adiestramiento.

Pero hay otro factor importante como el costo inicial que puede o no ser un inconveniente, según las características del automatismo en cuestión. Dado que el PLC cubre ventajosamente en amplio espacio entre la lógica cableada y el microprocesador es preciso que el proyectista lo conozca tanto en su actitud como en sus limitaciones. Por tanto, aunque el coste inicial debe ser tenido en

cuenta a la hora de decidir un sistema, conviene analizar todos los demás factores para asegurarnos una decisión acertada.

1.3.-VARIADORES DE VELOCIDAD

1.3.1 Definición

El Variador de Velocidad (VSD, por sus siglas en inglés Variable Speed Drive) es en un sentido amplio un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores. También es conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD, también por sus siglas en inglés Adjustable-Speed Drive). De igual manera, en ocasiones es denominado mediante el anglicismo Drive, costumbre que se considera inadecuada.

1.3.1.1.-Variador de velocidad electrónico

La maquinaria industrial generalmente es accionada a través de motores eléctricos, a velocidades constantes o variables, pero con valores precisos. No obstante, los motores eléctricos generalmente operan a velocidad constante o cuasi-constante, y con valores que dependen de la alimentación y de las características propias del motor, los cuales no se pueden modificar fácilmente. Para lograr regular la velocidad de los motores, se emplea un controlador especial que recibe el nombre de variador de velocidad. Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras, etc.

Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo. La combinación de un motor de velocidad constante y de un dispositivo mecánico que permita cambiar la velocidad de forma continua (sin ser un motor paso a paso) también puede ser designado como variador de velocidad.

1.3.2.-Características generales de un variador de velocidad

- Puede utilizarse con cualquier motor de corriente alterna trifásico, incluyendo motores antiexplosivos, químicos, encapsulados, de dos velocidades, moto reductores, asincrónico o sincrónico, etc.
- Protección electrónica del motor, del equipo y de la máquina. Sobrecarga, cortocircuito del motor, puesta a tierra del motor, baja tensión, sobretensión y sobre temperatura.
- Libre de escobillas, colectores, carbones, poleas, correas, embragues, llaves de conmutación o elementos de protección mecánicos o eléctricos con desgastes.
- Aceleración y desaceleración ajustables.
- Inversión de marcha dinámica.
- Posibilidad de accionar múltiples motores.
- Diseñados para trabajo continuo, 24 horas por día en cualquier tipo de industria.
- Comando remoto a cualquier distancia del motor en forma manual, automatizada o mediante una central computarizada.
- Modulación vectorial.
- Reducida cantidad de funciones, fácil de programar.
- Entradas programables.

1.3.3.- Cómo está compuesto un variador de frecuencia

Los variadores de frecuencia están compuestos por:

- **Etapa Rectificadora.** Convierte la tensión alterna en continua mediante rectificadores de diodos, tiristores, etc. Los variadores más utilizados utilizan modulación PWM (Modulación de Ancho de Pulsos) y usan en la etapa rectificadora puente de diodos rectificadores.
- **Etapa intermedia.** Filtro para suavizar la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos. En la etapa intermedia se usan condensadores y bobinas para disminuir las armónicas y mejorar el factor de potencia. Los fabricante que utilizan bobinas en la línea en lugar del circuito intermedio,

pero tienen la desventaja de ocupar más espacio y disminuir la eficiencia del variador.

- **Inversor o "Inverter"**. Convierte la tensión continua en otra de tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos. Actualmente se emplean IGBT's (Isolated Gate Bipolar Transistors) para generar los pulsos controlados de tensión. Los equipos más modernos utilizan IGBT's inteligentes que incorporan un microprocesador con todas las protecciones por sobre corriente, sobre tensión, baja tensión cortocircuitos, puesta a masa del motor, sobre temperaturas, etc. El Inversor o Inverter convierte la tensión continua de la etapa intermedia en una tensión de frecuencia y tensión variables. Los IGBT envían pulsos de duración variable y se obtiene una corriente casi senoidal en el motor.
- **Etapas de control**. Esta etapa controla los IGBT para generar los pulsos variables de tensión y frecuencia. Y además controla los parámetros externos en general, etc.

La frecuencia portadora de los IGBT se encuentra entre 2 a 16kHz. Una portadora con alta frecuencia reduce el ruido acústico del motor pero disminuye el rendimiento del motor y la longitud permisible del cable hacia el motor. Por otra parte, los IGBT's generan mayor calor.

1.3.4.-Tipos de control de velocidad

1.3.4.1.- Control Escalar

Un controlador de velocidad de un motor de corriente alterna convencional, alimenta al motor de inducción con un voltaje y una frecuencia controlados. Esto produce un campo magnético rotativo (flujo) en el motor, lo que hace que el rotor gire a una velocidad ligeramente inferior a la velocidad de rotación del campo. Este tipo de variadores es conocido como voltaje variable, frecuencia variable o controlador escalar.

Aunque este es un excelente método de control de velocidad para motores de inducción, existen limitaciones en términos de respuesta dinámica, para operaciones a baja velocidad y capacidad de control del par.

1.3.4.2.- Control Vectorial

El campo rotativo del estator en los motores de inducción, produce una corriente entre las barras del rotor del motor, el cual ajusta a cambio el flujo del rotor.

La interacción de flujos del estator y el rotor produce un par rotacional. Mediante el control de la magnitud y fases de las corrientes de entrada del motor, los componentes que producen el flujo y el par de estas corrientes pueden ser controlados con total exactitud, logrando así un control rápido y preciso sobre el par resultante.

Este proceso es conocido como control de orientación del campo, o simplemente control vectorial.

1.3.5.- Aplicaciones.

El variador puede ser usado en motores de inducción estándar, ajustado con un encoder en el eje. El variador es recomendable para aplicaciones en donde los requerimientos exceden la capacidad de controles de velocidad para motores convencionales.

A continuación se explican algunas de estas aplicaciones.

- **Sistemas de control de tensión**

Devanadores, bobinadoras, desbobinadoras y cableadoras son aplicaciones que necesitan un rápido y preciso control del par. El variador y el Motor de inducción están idealmente diseñados para controlar estas aplicaciones.

- **Otras aplicaciones:**

Cizalladores y sistemas de corte longitudinales, son aplicaciones donde una respuesta estable y rápida con ejecución independiente de la velocidad es requerida.

Otros usos potenciales que son beneficiarios de las altas prestaciones del variador son: atornilladores mecánicos, extrusionadores, taladradoras, barrenadoras, perforadoras, bombas de desplazamiento positivo, batidoras,

mezcladoras, bombas de dosificación y medición, cintas transportadoras, máquinas textiles, máquinas de embalaje, centrifugadoras y homogenizadores.

1.3.6.1.- Protecciones del Variador

- Perdida suministro, perdida fase de entrada
- Limite corriente salida Sobrecarga IGBT
- Carga de corto-circuito Fallo tierra
- Bajo voltaje de bus DC Limite de regeneración
- Exceso voltaje de bus DC Modelo térmico freno dinámico
- Modelo térmico MV Perdida fase salida
- Fallo PCB de control

1.3.6.2.- Protecciones del Motor

- Protección de calado
- Disparo de termistor ptc
- Límite de corriente durante funcionamiento normal
- Límite de velocidad
- Dispara modelo térmico motor
- Alarma de sobrecarga

1.4.- REDES LAN

1.4.1.- Definiciones

Una red es un conjunto de ordenadores conectados entre sí, que pueden comunicarse compartiendo datos y recursos sin importar la localización física de los distintos dispositivos. A través de una red se pueden ejecutar procesos en otro ordenador o acceder a sus ficheros, enviar mensajes, compartir programas.

Dependiendo del territorio que abarca una red se clasifican en:

- LAN: Local Area Network. Está constituida por un conjunto de ordenadores independientes interconectados entre sí, pueden comunicarse y compartir

recursos. Abarcan una zona no demasiado grande, un edificio o un campus.

- WAN: Wide Area Network. comprenden regiones más extensas que las LAN e incluso pueden abarcar varios países

En una red generalmente los ordenadores suelen estar conectados entre sí por cables. Pero si la red abarca una región extensa, las conexiones pueden realizarse a través de líneas telefónicas, microondas, líneas de fibra óptica e incluso satélites.

Cada dispositivo activo conectado a la red se denomina nodo. Un dispositivo activo es aquel que interviene en la comunicación de forma autónoma, sin estar controlado por otro dispositivo. Por ejemplo, determinadas impresoras son autónomas y pueden dar servicio en una red sin conectarse a un ordenador que las maneje; estas impresoras son nodos de la red. Figura 1.19



Figura 1.19 Esquema de una Red Lan

1.4.2.- Características de una red de área local

Los ordenadores conectados a una red local pueden ser grandes ordenadores u ordenadores personales, con sus distintos tipos de periféricos. Aunque hay muchos tipos de redes locales entre ellas hay unas características comunes:

- Un medio de comunicación común a través del cual todos los dispositivos pueden compartir información, programas y equipo, independientemente del lugar físico donde se encuentre el usuario o el dispositivo. Las redes locales están contenidas en una reducida área física: un edificio, un campus, etc.

- Una velocidad de transmisión muy elevada para que pueda adaptarse a las necesidades de los usuarios y del equipo. El equipo de la red local puede transmitir datos a la velocidad máxima a la que puedan comunicarse las estaciones de la red, suele ser de un Mb por segundo.
- Una distancia entre estaciones relativamente corta, entre unos metros y varios kilómetros.
- La posibilidad de utilización de cables de conexión normales.
- Todos los dispositivos pueden comunicarse con el resto y algunos de ellos pueden funcionar independientemente.
- Un sistema fiable, con un índice de errores muy bajo. Las redes locales disponen normalmente de su propio sistema de detección y corrección de errores de transmisión.
- Flexibilidad, el usuario administra y controla su propio sistema.

Los dos tipos básicos de dispositivos que pueden conectarse a una red local son las estaciones de trabajo y los servidores:

Una estación de trabajo es un ordenador desde donde el usuario puede acceder a los recursos de la red.

Un servidor es un ordenador que permite a otros ordenadores que accedan a los recursos de que dispone.

1.4.3.- Medio de transmisión

Por medio de transmisión se entiende el soporte físico utilizado para el envío de datos por la red. La mayor parte de las redes existentes en la actualidad utilizan como medio de transmisión cable coaxial, cable bifilar o par trenzado y el cable de fibra óptica. También se utiliza el medio inalámbrico que usa ondas de radio, microondas o infrarrojos, estos medios son más lentos que el cable o la fibra óptica.

Cualquier medio físico o no, que pueda transportar información en forma de señales electromagnéticas se puede utilizar en redes locales como medio de transmisión.

Las líneas de transmisión son la espina dorsal de la red, por ellas se transmite la información entre los distintos nodos. Para efectuar la transmisión de la información se utilizan varias técnicas, pero las más comunes son: la banda base y la banda ancha.

Los diferentes tipos de red: EtherNet, TokenRing, FDDI, etc. pueden utilizar distintos tipos de cable y protocolos de comunicación.

1.4.3.1.- Cable bifilar o par trenzado

El par trenzado consta como mínimo de dos conductores aislados trenzados entre ellos y protegidos con una cubierta aislante. Un cable de este tipo habitualmente contiene 1, 2 ó 4 pares, es decir: 2, 4 u 8 hilos figura 1.20.



Figura 1.20 Cable bifilar

1.4.3.2.- Cable de par trenzado

Los cables trenzados o bifilares constituyen el sistema de cableado usado en todo el mundo para telefonía. Es una tecnología bien conocida. El cable es bastante barato y fácil de instalar y las conexiones son fiables. Sus ventajas mayores son por tanto su disponibilidad y bajo coste. Ver figura 1.21

En cuanto a las desventajas están la gran atenuación de la señal a medida que aumenta la distancia y que son muy susceptibles a interferencias eléctricas. Por este motivo en lugar de usar cable bifilar paralelo se utiliza trenzado y para evitar las interferencias, el conjunto de pares se apantalla con un conductor que hace de malla. Esto eleva el coste del cable en sí, pero su instalación y conexionado

continúa siendo más barato que en el caso de cables coaxiales. Tanto la red EtherNet como la TokenRing pueden usar este tipo de cable.

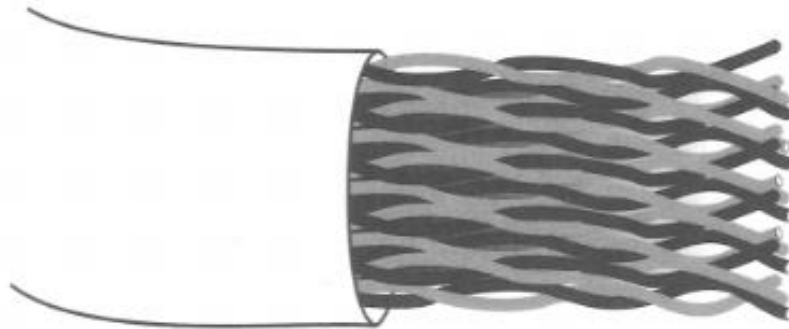


Figura 1.21 Cable par trenzado

1.4.3.3.- Fibra óptica

Es el medio de transmisión más moderno y avanzado. Utilizado cada vez más para formar la "espina dorsal" de grandes redes. Las señales de datos se transmiten a través de impulsos luminosos y pueden recorrer grandes distancias (del orden de kilómetros) sin que se tenga que amplificar la señal. Figura 1.22.

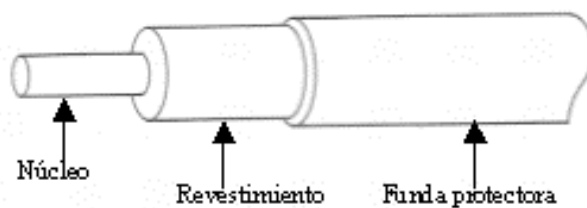


Figura 1.22 Fibra Óptica

Por su naturaleza, este tipo de señal y cableado es inmune a las interferencias electromagnéticas y por su gran ancho de banda (velocidad de transferencia), permite transmitir grandes volúmenes de información a alta velocidad.

Estas ventajas hacen de la fibra óptica la elección idónea para redes de alta velocidad a grandes distancias, con flujos de datos considerables, así como en instalaciones en que la seguridad de la información sea un factor relevante.

Como inconveniente está, que es el soporte físico más caro. De nuevo, no debido al coste del cable en sí, sino por el precio de los conectores, el equipo requerido para enviar y detectar las ondas luminosas y la necesidad de disponer de técnicos cualificados para realizar la instalación y mantenimiento del sistema de cableado.

1.4.4.- Topología

Por *topología* de una red habitualmente se entiende la forma de la red, es decir, la forma en que se lleva a cabo la conexión. Las topologías más utilizadas son: en bus (lineal), en estrella, en árbol y en anillo.

1.4.4.1.- Bus lineal

La topología en bus es un diseño sencillo en el que un solo cable, que es conocido como "bus", es compartido por todos los dispositivos de la red. El cable va recorriendo cada uno de los ordenadores y se utiliza una terminación en cada uno de los dos extremos. Los dispositivos se conectan al bus utilizando generalmente un conector en T. Figura 1.23.

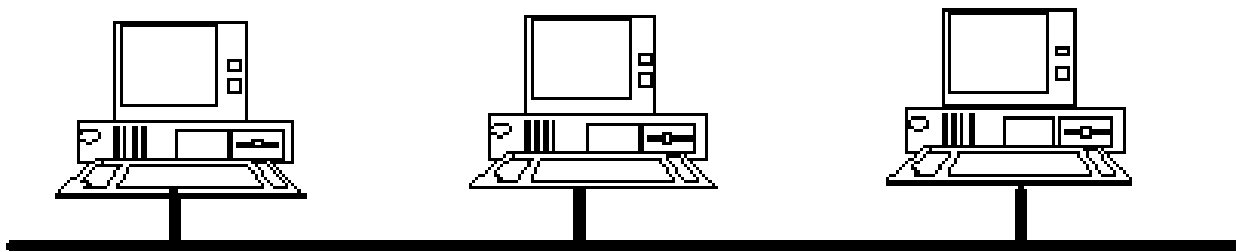


Figura 1.23 Red bus lineal

Las ventajas de las redes en bus lineal son su sencillez y economía. El cableado pasa de una estación a otra. Un inconveniente del bus lineal es que si el cable falla en cualquier punto, toda la red deja de funcionar. Aunque existen diversos procedimientos de diagnóstico para detectar y solventar tales problemas, en grandes redes puede ser sumamente difícil localizar estas averías.

1.4.4.2.- Estrella

Los nodos de la red se conectan con cables dedicados a un punto que es una caja de conexiones, llamada *HUB* o *concentradores*. En una topología en estrella cada estación de trabajo tiene su propio cable dedicado, por lo que habitualmente se utilizan mayores longitudes de cable. Figura 1.24.

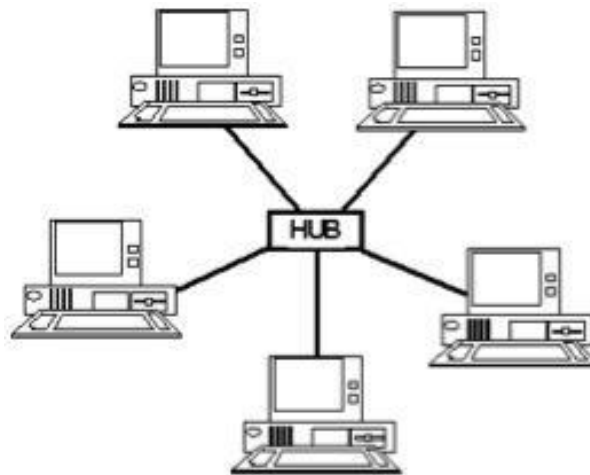


Figura 1.24 Red Estrella

La detección de problemas de cableado en este sistema es muy simple al tener cada estación de trabajo su propio cable. Por la misma razón, la resistencia a fallos es muy alta ya que un problema en un cable afectará sólo a este usuario.

1.4.4.3.- Árbol

La topología en *árbol* se denomina también topología en *estrella distribuida*. Al igual que sucedía en la topología en estrella, los dispositivos de la red se conectan a un punto que es una caja de conexiones, llamado HUB. Figura 25.

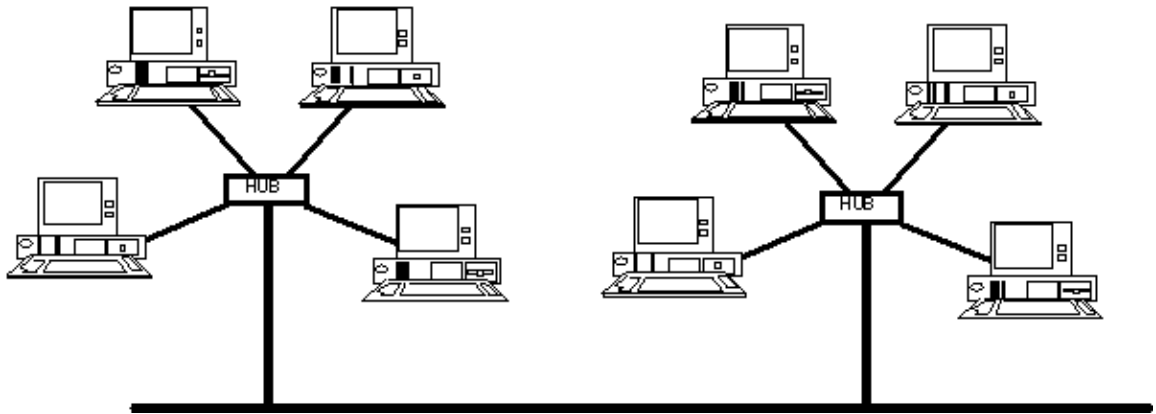


Figura 1.25 Red en Árbol

Estos suelen soportar entre cuatro y doce estaciones de trabajo. Los hubs se conectan a una red en bus, formando así un árbol o pirámide de hubs y dispositivos. Esta topología reúne muchas de las ventajas de los sistemas en bus y en estrella.

1.4.4.4.- Anillo

En una red en *anillo* los nodos se conectan formando un círculo cerrado. El anillo es unidireccional, de tal manera que los paquetes que transportan datos circulan por el anillo en un solo sentido. Figura 1.26.

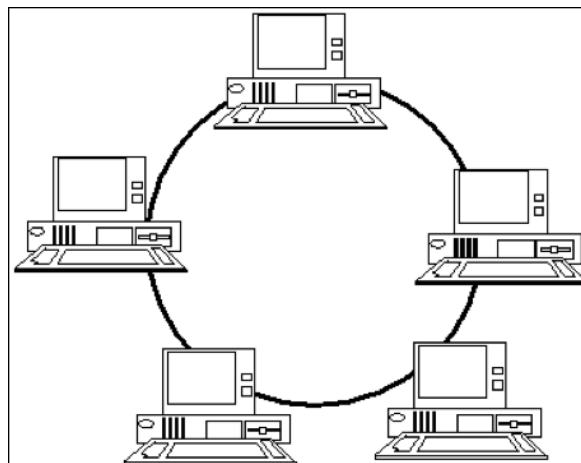


Figura 1.26 Red en anillo

En una red local en anillo simple, un corte del cable afecta a todas las estaciones, por lo que se han desarrollado sistemas en anillo doble o combinando topologías de anillo y estrella.

La red Ethernet cuando utiliza cable coaxial sigue una topología en bus lineal tanto físico como lógico. En cambio al instalar cable bifilar, la topología lógica sigue siendo en bus pero la topología física es en estrella o en estrella distribuida.

1.5.- SOFTWARE DE CONTROL Y MONITOREO

1.5.1.- Software de Control

TwidoSoft es un entorno de diseño gráfico que permite crear, configurar y gestionar las aplicaciones de los autómatas programables Twido. TwidoSoft es un software de 32 bits para PC que funciona con el sistema operativo Microsoft Windows en sus más reconocidas versiones.

El software TwidoSoft utiliza una interface estándar que ofrece la facilidad de manejo del entorno Windows que ya les es familiar a los usuarios: ventanas, barras de herramientas, menús contextuales, pop-ups, ayudas contextuales, etc.

TwidoSoft ofrece además una serie de funcionalidades de carácter técnico que facilitan la programación y la configuración:

- a. Programación en lenguaje lista de instrucciones o en lenguaje de contactos. Estos dos lenguajes son reversibles.
- b. Navegador de la aplicación con visualización a través de ventanas múltiples, lo que facilita la configuración del software.
- c. Editores para las principales funciones de programación y de configuración.
- d. Funciones cortar, copiar y pegar.
- e. Programación simbólica.
- f. Gestión de referencias cruzadas.

g. Duplicación de programas de aplicación.

In situ (modo conectado), el software TwidoSoft garantiza principalmente las siguientes funciones:

1. Animación en tiempo real de los elementos del programa y/o de los datos.
2. Diagnóstico del funcionamiento del autómata programable.
3. Control de la memoria que utiliza la aplicación.
4. Instalación y desinstalación de programas.
5. Grabación de programas en los módulos opcionales de memoria EEPROM

1.5.2.- Software de Monitoreo

Wonderware nos ofrece mediante InTouch la posibilidad de generar aplicaciones SCADA al más alto nivel, utilizando las herramientas de programación orientadas a objetos, para usuarios no informáticos.

Millares de aplicaciones creadas con InTouch se encuentran en estos momentos en pleno uso y produciendo unos resultados inmejorables. Sus usuarios informan de una mejora muy significativa en su calidad y cantidad de producción y en una reducción de costes de proyecto y mantenimiento. En otro aspecto, los usuarios de InTouch sienten una gran seguridad en el producto debido a la compatibilidad total entre sus diferentes versiones y módulos, asegurando plenamente sus inversiones de energía, tiempo y dinero.

Las aplicaciones creadas con InTouch se encuentran en cualquier parte del mundo, abarcando una gran cantidad de mercados verticales: procesos de alimentación, semiconductores, refinerías, automoción, químicas, farmacéuticas, papel, transporte y muchas más.

1.6 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA (WIRELESS)

1.6.1.- Definición

La comunicación inalámbrica (wireless, sin cables) es el tipo de comunicación en la que no se utiliza un medio de propagación físico, esto quiere decir que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas, las cuales se propagan por el espacio sin un medio físico que comunique cada uno de los extremos de la transmisión. En ese sentido, los dispositivos físicos sólo están presentes en los emisores y receptores de la señal, como por ejemplo: Antenas, Laptops, PDAs, Teléfonos Celulares, etc.

1.6.2.- Tecnología

En general, la tecnología inalámbrica utiliza ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica, de uso libre para transmitir, entre dispositivos.

Estas condiciones de libertad de utilización, sin necesidad de licencia, han propiciado que el número de equipos, especialmente computadoras, que utilizan las ondas para conectarse, a través de redes inalámbricas haya crecido notablemente.

1.6.3.- Campos de utilización

La tendencia a la movilidad y la ubicuidad hacen cada vez más utilizados los sistemas inalámbricos, y el objetivo es ir evitando los cables en todo tipo de comunicación, no solo en el campo informático sino en televisión, telefonía, seguridad, domótica, etc.

Un fenómeno social que ha adquirido gran importancia en todo el mundo como consecuencia del uso de la tecnología inalámbrica son las comunidades wireless que buscan la difusión de redes alternativas a las comerciales.

1.6.4.- Desventajas

Los hornos de microondas utilizan radiaciones en el espectro de 2.45 Ghz. Es por ello que las redes y teléfonos inalámbricos que utilizan el espectro de 2.4 Ghz. pueden verse afectados por la proximidad de este tipo de hornos, que pueden producir interferencias en las comunicaciones.

Otras veces, este tipo de interferencias provienen de una fuente que no es accidental. Mediante el uso de un perturbador o inhibidor de señal se puede dificultar e incluso imposibilitar las comunicaciones en un determinado rango de frecuencias.

II.- CAPITULO

DISEÑO, SELECCIÓN DE ELEMENTOS

2.1- DISEÑO MECÁNICO

Cada uno de los elementos que forman parte del módulo, son:

- Mesa principal
- Estructura de madera
- Cuba de recepción
- Tuberías y Válvulas
- Bomba centrífuga

Para comenzar el diseño se tiene que elaborar una lista de funciones, que corresponden a cada uno de los elementos que forman parte de la máquina.

2.1.1.- Mesa Principal

Tomando en cuenta el servicio que va a prestar esta base metálica, al construir se toma en cuenta las siguientes necesidades para realizar los cálculos pertinentes.

- Base de construcción metálica para el módulo.
- Soportar el peso de todos los elementos una vez armado todo la estructura.

2.1.1.1.- Procedimientos de Cálculo

Para realizar estos cálculos se necesita tomar en consideración una serie de factores que se mencionan a continuación:

Peso a soportar

- 4 Planchas de Madera MDF (2680 g = 2.68 Kg) espesor de 12,5mm, Tabla 2.2
- Elementos de Automatismo
PLC Twido (250 g = 0.25 Kg), Variador de velocidad Altivar (500 g = 0.5 Kg), Módulo Ethernet (200 g = 0.2 Kg) ANEXOS A
- Bomba Centrífuga (2.5 Kg)
- Depósito o tanque de fluido (50 g = 0.05 Kg)

La suma de todos los componentes que se dan anteriormente es de 13.61 lb la cual sirve para los cálculos posteriores.

Los datos de los dispositivos de automatismo son tomados de los catálogos que se muestran con más detalle en el ANEXO A, los demás elementos son tomados de las tablas dadas por los fabricante tabla 2.2.

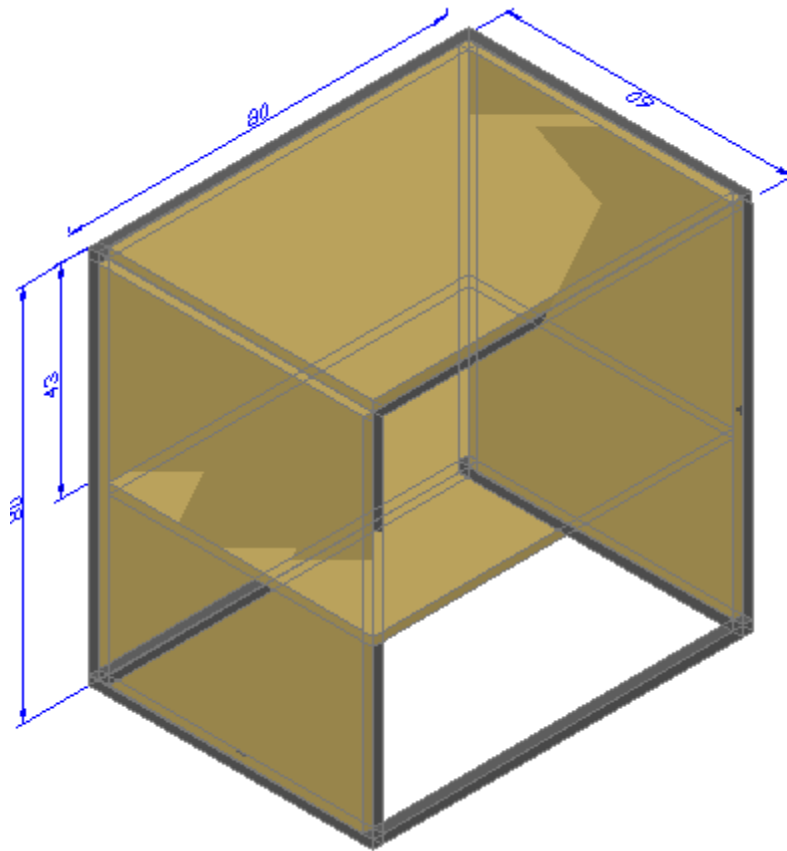


Figura 2.1 Mesa Principal medidas en centímetros (cm)

Para elegir el tipo y las características del material utilizado en la estructura se toma en cuenta: peso, tamaño y forma de los elementos de las mesas.

La estructura de la máquina cumple con la función de soportar los elementos mencionados anteriormente, como se puede observar en la figura 2.1 las cargas de compresión estática serán nada más que el peso de la estructura y dispositivos, no es necesario hacer cálculos ya que las tensiones y deformaciones son despreciables, sin embargo se establece la sección mínima de la estructura.

Es primordial dividir los cálculos en dos partes la primera soporta el peso de la cuba del tanque de agua que sirve para verificar el funcionamiento del caudal, para lo cual se realiza los cálculos en condiciones de máximo trabajo es decir con el tanque lleno.

$$v = \frac{m}{\delta}$$

Donde:

v = volumen del recipiente = 7.68 lt

m = masa acrílico = 0,5kg

δ = densidad del agua = 1kg/lt

$$m = \frac{7.68 \text{ lt}}{1 \text{ kg/lt}}$$

$$m = 7.68 \text{ kg}$$

$$m_{total} = 7.68 + 0,5 = 8,18 \text{ Kg}$$

Se realizar la suma de las masas y encontrar el peso en Newton entonces:

$$w = m * g$$

$$w = 8,18 \text{ kg} * 9.8\text{m/s}^2$$

$$w = 80,16\text{N}$$

Esta es la fuerza que se requiere para los cálculos que se indican a continuación.

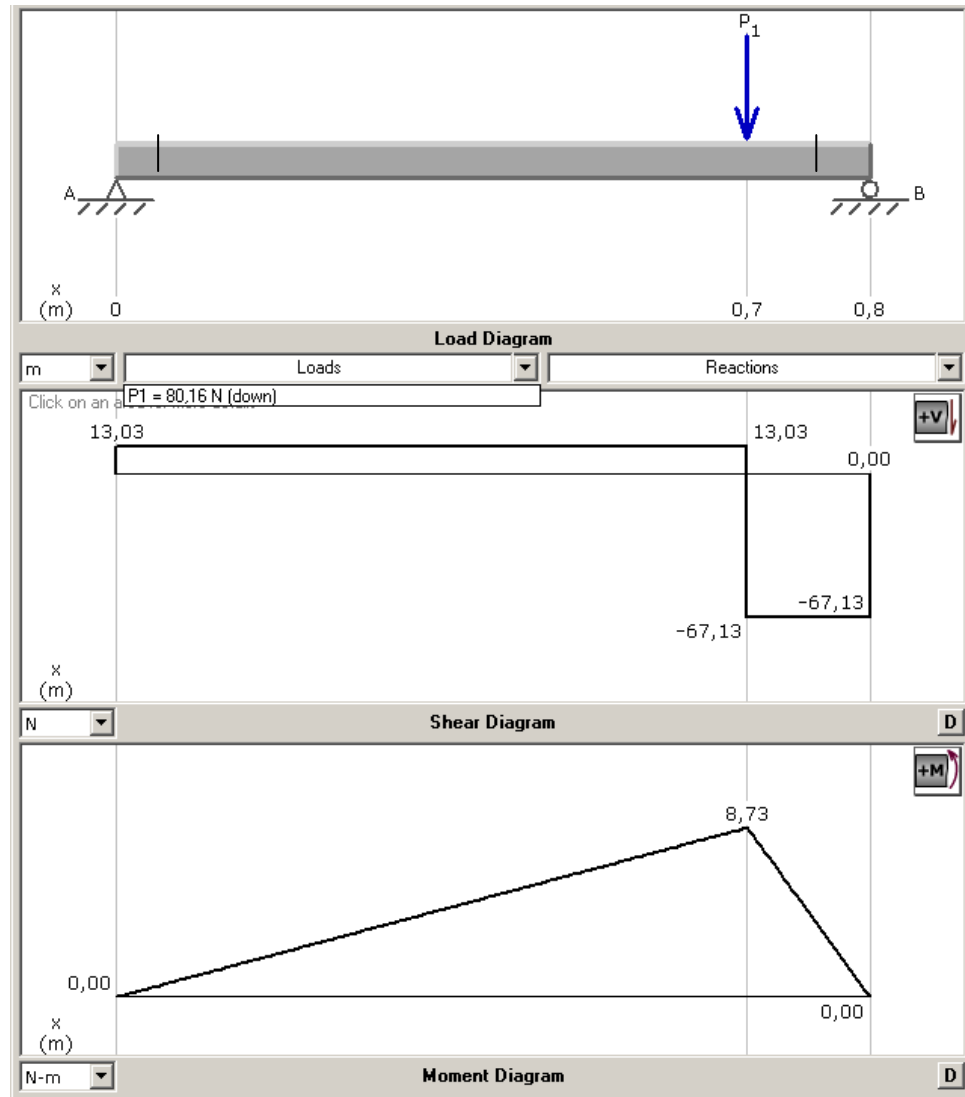


Figura 2.2 Diagrama de fuerzas momento en la estructura vertical y soporte para el tanque de agua

$$\sigma = \frac{My}{Z}$$

Donde:

σ = Tensión normal en vigas

My = Momento de flexión aplicado en la sección $y = 8,73 \text{ Nm} = 8730 \text{ Nmm}$

Z = Módulo de la sección hueca

$$Z = \frac{I}{y}$$

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

Donde:

I = momento de inercia

b = Base de la sección transversal = 60cm = 600mm

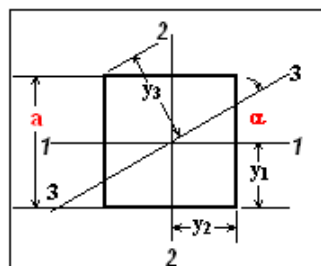
h = Altura del material

$$I = \frac{600 * 12,5^3}{12}$$

$$I = 97656,25 \text{ mm}^4$$

$$y = \frac{a}{2}$$

$$y = 6,25 \text{ mm}$$



Input Values

a =

α = (deg)

Output Values

Area =

I1 = I2 = I3 =

r1 = r2 = r3 =

y1 = y2 =

y3 =

Figura 2.3 Propiedades del material

$$Z = \frac{97656,25}{6,25}$$

$$z = 15625 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{8730 \text{ Nmm}}{15625 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma = 0,55 \text{ N/mm}^2$$

Para los cálculos realizados anteriormente se verifica las propiedades de la tabla (MDF), donde se encuentra el momento flexionante máximo que tolera, con lo cual se demuestra que la estructura no sufre deformación por pesos ya que el análisis dió un esfuerzo tensionante pequeño que entra dentro de los rangos sugeridos por el fabricante como se muestra en la tabla 2.1 para un espesor de 12mm.

Se utilizó Madera MDF por su ser un material muy liviano resistencia a deformaciones ocasionales por el peso, también da un excelente acabado en el módulo, resistente a las vibraciones.

Espesor (mm)	Densidad (Kg/m ³)	Flexión (N/mm ²)	Tracción (N/mm ²)	Tornillo Paralelo (N)	Tornillo Perpendicular (N)	Hinchamiento 24 Horas (%)
5.5	730 +/- 25	40 +/- 10	1.0 +/- 0.20	-	-	max. 30
9	620 +/- 25	29 +/- 5	0.80 +/- 0.15	-	-	max. 17
* 12	620 +/- 25	28 +/- 25	0.80 +/- 0.20	-	-	max. 15
15	620 +/- 25	28 +/- 25	0.70 +/- 0.15	850 +/- 150	1000 +/- 150	max. 12
18	620 +/- 25	28 +/- 25	0.70 +/- 0.15	850 +/- 150	1000 +/- 150	max. 10
25	620 +/- 25	27 +/- 25	0.70 +/- 0.15	850 +/- 150	1000 +/- 150	max. 10
23	620 +/- 25	23 +/- 25	0.70 +/- 0.15	850 +/- 150	1000 +/- 150	max. 8

Tabla 2.1 Características de la Madera MDF

Para el cálculo del soporte de la bomba centrífuga y variador de velocidad es necesario comprobar que el material soporta sus respectivos pesos evitando deformaciones o destrucción.

Se requiere conocer los pesos que son las fuerzas que actúan sobre la madera MDF

Variador de velocidad = 0,5kg f

Bomba centrífuga = 2,5kg f

Para realizar los cálculos pertinentes en el segundo segmento se necesita encontrar el peso en Newton para el variador de velocidad:

$$w1 = 0,5 \text{ kg f} * \frac{9,8 \text{ N}}{1 \text{ kg f}}$$

$$w1 = 4,9 \text{ N}$$

Peso para la bomba centrifuga.

$$w2 = 2,5 \text{ kg f} * \frac{9,8 \text{ N}}{1 \text{ kg f}}$$

$$w2 = 24,5 \text{ N}$$

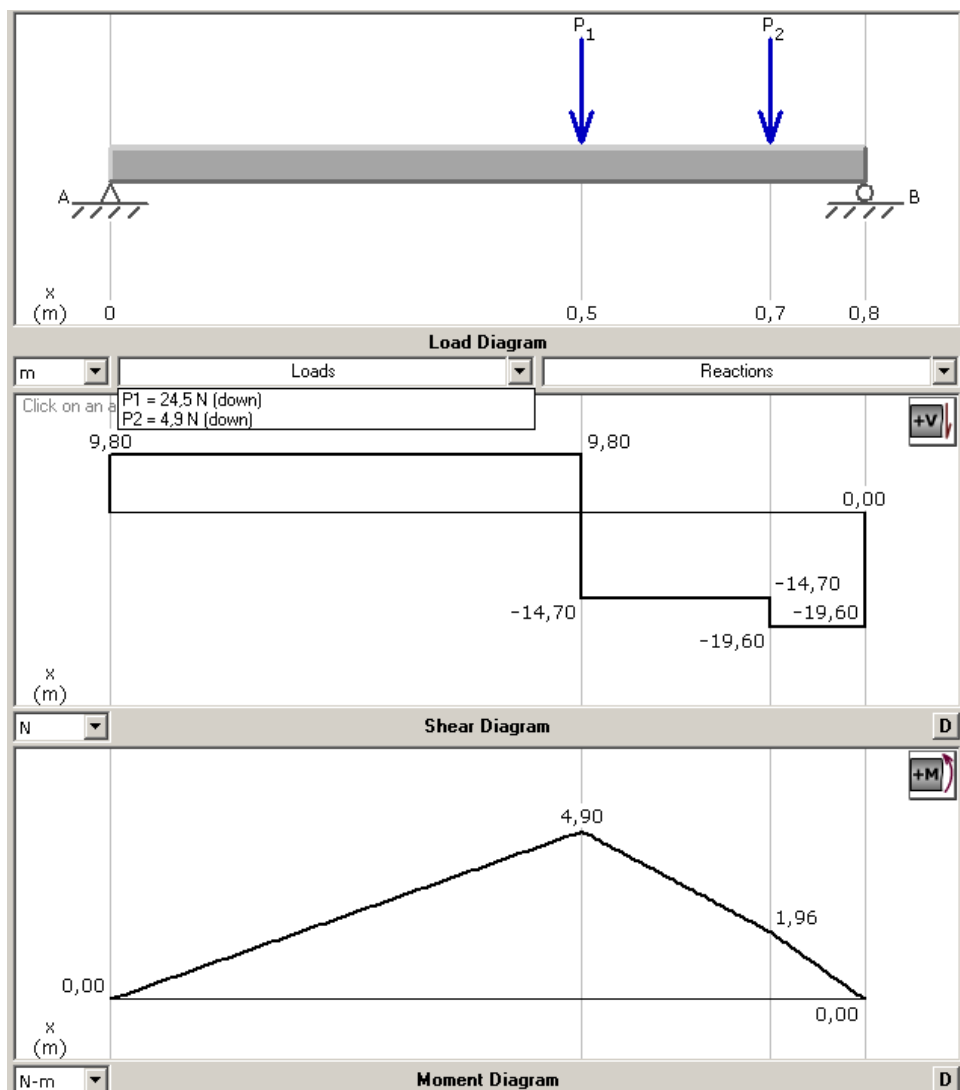


Figura 2.4 Diagrama de fuerzas momento en la estructura vertical, soporte para la variador de frecuencia y bomba centrifuga

Donde:

$$\sigma = \frac{My}{Z}$$

σ = Tensión normal en vigas

My = Momento de flexión aplicado en la sección y = 4,90 Nm = 4900 Nmm

Z = Módulo de la sección hueca

$$Z = \frac{I}{y}$$

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

Donde:

I = momento de inercia

b = Base de la sección transversal = 60cm = 600mm

h = Altura del material

$$I = \frac{600 * 12,5^3}{12}$$

$$I = 97656,25 \text{ mm}^4$$

$$y = \frac{a}{2}$$

$$y = 6,25 \text{ mm}$$

$$Z = \frac{97656,25}{6,25\text{mm}}$$

$$z = 15625 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{4900 \text{ Nmm}}{15625 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma = 0,31\text{N/mm}^2$$

El material (MDF) resiste sin ningún problema a las fuerzas aplicadas ya que esta dentro del rango que los fabricantes muestran en la tabla 2.1, para un espesor de 12,5mm.

2.1.2 Cálculos para la selección de la estructura metálica

En este caso se necesita encontrar la fuerza total que ejerce la madera MDF más los elementos controladores, ya que la sujeción es realizada por un perfil L de 1/2 “.

Madera MDF 1/2” = 0,67kg f

Variador de velocidad = 0,5kg f

Bomba centrifuga = 2,5kg f

Peso total de los elementos = 3,67 Kg f

Para realizar los cálculos pertinentes en el segundo segmento se necesita encontrar el peso total en Newton por cada metro:

$$w1 = 0,5 \text{ kg f} * \frac{9,8 \text{ N}}{1 \text{ kg f}}$$

$$w1 = 35,97\text{N}$$

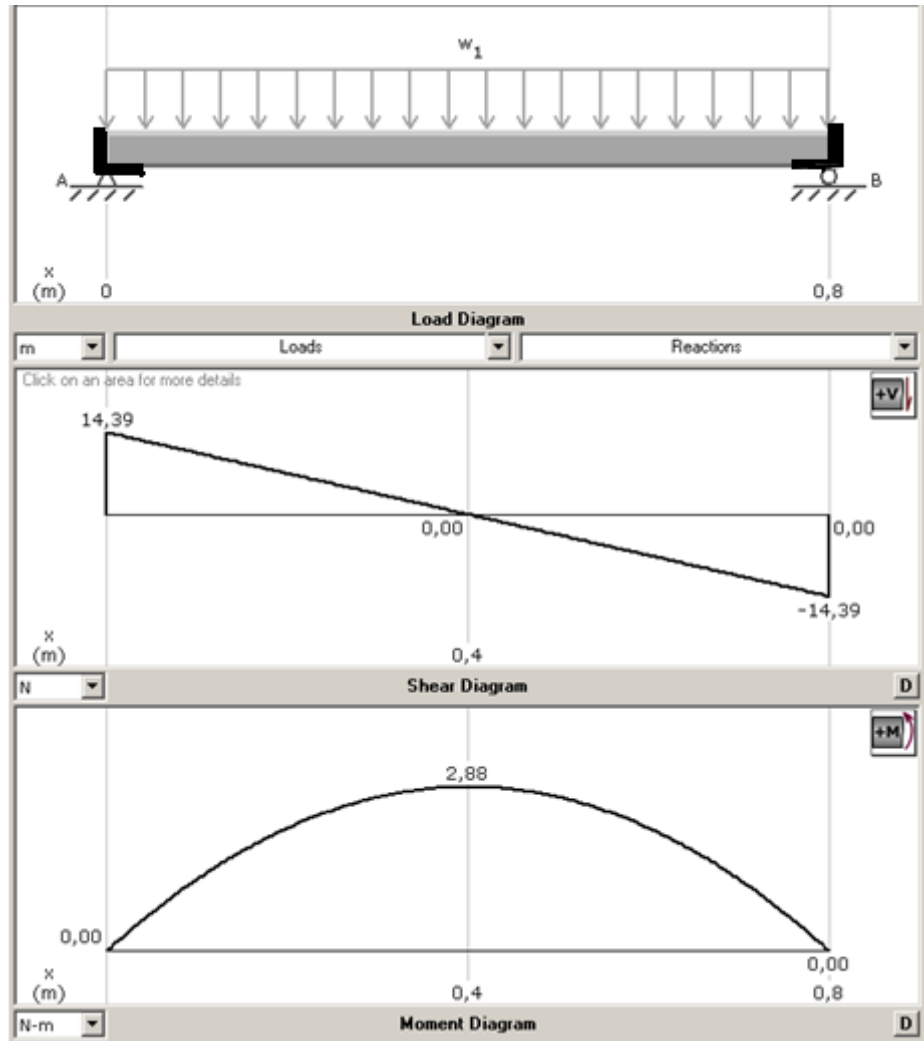


Figura 2.5 Diagrama de fuerzas momento en la estructura metálica

$$\sigma = \frac{My}{Z}$$

Donde:

σ = Tensión normal en vigas

My = Momento de flexión aplicado en la sección $y = 2,88 \text{ Nm} = 2800 \text{ Nmm}$

Z = Módulo de la sección hueca

$$Z = \frac{I}{y}$$

Para este caso el momento de inercia se mira en la tabla 2.2.

HIERROBECO, C.A.
ÁNGULOS(De alas Iguales)
 Calidad ⇨ COVENIN 1036 - 2005
 ⇨ ASTM - A - 36. ⇨ ST - 37 - 2
 Longitud de 12 y 6 metros. L= Medida de la ala x medida espesor.

CATALOGO DE PRODUCTOS

✓ **NACIONALES.**

L	DIMENSIONES (mm)				Área cm ²	Peso kg/m	DISTANCIA DE LOS EJES				MOMENTO RESPECTO A LOS EJES							
	a	s	r ₁	r ₂			e	w	v ₁	v ₂	x-x = y-y			E-E		n-n		
											I _x cm ⁴	S _x cm ³	R _x cm	I _E cm ⁴	R _E cm	I _n cm ⁴	R _n cm ³	S _n cm
* 20 x 3	20	3.0	3.5	2.0	1.12	0.88	0.60	1.41	0.85	0.70	0.39	0.28	0.59	0.62	0.74	0.15	0.18	0.37
25 x 3	25	3.0	3.5	2.0	1.42	1.12	0.73	1.77	1.03	0.87	0.79	0.45	0.75	1.27	0.95	0.31	0.30	0.47
30 x 3	30	3.0	5.0	2.5	1.74	1.36	0.84	2.12	1.18	1.04	1.41	0.65	0.90	2.24	1.14	0.57	0.48	0.57
35 x 4	35	4.0	5.0	2.5	2.67	2.10	1.00	2.47	1.41	1.24	2.96	1.18	1.05	4.68	1.33	1.24	0.88	0.68
		6.0			3.87	3.04	1.08		1.53	1.27	4.14	1.71	1.04	6.50	1.30	1.77	1.16	0.68
40 x 4	40	4.0	6.0	3.0	3.08	2.42	1.12	2.83	1.58	1.40	4.48	1.55	1.21	7.08	1.52	1.86	1.18	0.78
		6.0			4.48	3.52	1.20		1.70	1.43	6.33	2.26	1.19	9.98	1.49	2.67	1.57	0.77
50 x 4	50	4.0	7.0	3.5	3.89	3.06	1.36	3.54	1.92	1.75	8.97	2.46	1.52	14.20	1.91	3.73	1.94	0.98
		7.0			4.80	3.77	1.40		1.98	1.76	11.00	3.05	1.51	17.40	1.90	4.59	2.32	0.98
65 x 5	65	4.5	9.0	4.5	6.56	5.15	1.49	4.60	2.11	1.78	14.60	4.15	1.49	23.10	1.88	6.02	2.85	0.96
		7.0			7.53	5.91	1.80		2.49	2.28	24.96	5.27	1.98	39.91	2.53	10.00	4.00	1.27
75 x 6	75	6.0	10.0	5.0	8.70	6.83	1.85	5.30	2.55	2.28	29.20	6.21	1.97	46.30	2.48	12.10	4.74	1.27
		7.0			8.70	6.83	1.85		2.62	2.29	33.40	7.18	1.96	53.0	2.47	13.80	5.27	1.26
90 x 7	90	7.0	11.0	5.5	10.10	7.94	2.09	6.36	2.95	2.63	52.40	9.67	2.28	83.60	2.88	21.10	7.15	1.45
		8.0			11.50	9.03	2.13		3.01	2.65	58.90	11.00	2.26	93.30	2.85	24.40	8.11	1.46
100 x 8	100	8.0	12.0	6.0	15.50	12.20	2.74	7.07	3.87	3.52	145.00	19.90	3.06	230.00	3.85	59.90	15.50	1.96
		10.0			19.20	15.10	2.82		3.99	3.54	177.00	24.70	3.04	280.00	3.82	73.30	18.40	1.95

Tabla 2.2. Momentos de Inercia para ángulos

Donde:

$$I = \text{momento de inercia } 0,39\text{cm}^4 = 3900\text{mm}^4 = 0,0000000039\text{m}^4$$

$$y = \frac{a}{2}$$

$$y = 1,5 \text{ mm}$$

$$Z = \frac{I}{y}$$

$$Z = \frac{3900}{1,5}$$

$$z = 2600 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{2800 \text{ Nmm}}{2600 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma = 1.07\text{N/mm}^2 = 1076923,07\text{N/m}^2 = 1,07\text{MPa}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma}$$

$$S_y = n * \sigma$$

El valor de S_y se escoge de la tabla 2.3, para el material A36 ASTM

$n =$ Factor de seguridad = 2

$$S_y = (2 * 1,07)$$

$$S_y = 2,14 \text{ MPa}$$

$$2,14 \text{ MPa} < 248 \text{ MPa}$$

Esta dentro del rango permisible ya que el S_y de la tabla es 248 MPa, por lo tanto permite el material soportar y no existe deformación, como muestra la tabla 2.3.

Material ASTM núm. y productos	Resistencia última, s_u *		Resistencia a la cedencia, s_y *		Porcentaje de alargamiento en 2 plg
	ksi	MPa	ksi	MPa	
* A36–Perfiles, placas y barras de acero al carbón	58	400	36	248	21
A242–Perfiles, placas y barras de baja aleación y alta resistencia					
≤ 3/4 plg de espesor	70	483	50	345	21
3/4 a 1 1/2 plg de espesor	67	462	46	317	21
1 1/2 a 4 plg de espesor	63	434	42	290	21
A500–Tubería estructural formada en frío					
Redonda, grado A	45	310	33	228	25
Redonda, grado B	58	400	42	290	23
Redonda, grado C	62	427	46	317	21
Perfilada, grado A	45	310	39	269	25
Perfilada, grado B	58	400	46	317	23
Perfilada, grado C	62	427	50	345	21
A501–Tubería estructural formada en caliente, redonda o perfilada	58	400	36	248	23
A514–Placa de acero aleado templado y enfriado de alta resistencia a la cedencia					
≤ 2 1/2 plg de espesor	110	758	100	690	18
2 1/2 a 6 plg de espesor	100	690	90	620	16
A572–Perfiles, placas y barras de acero de baja aleación de cromo–vanadio de alta resistencia					
Grado 42	60	414	42	290	24
Grado 50	65	448	50	345	21
Grado 60	75	517	60	414	18
Grado 65	80	552	65	448	17

Tabla 2.3 Propiedades del acero estructural ASTM A-36

Por lo tanto el material no falla, se utiliza ángulos de acero estructural por su excelente resistencia a deformaciones ocasionales por el peso, también considerando que proporcione rigidez a la estructura ya que este material es resistente y soporta las vibraciones y grandes pesos.

2.1.3 Cálculos para la selección de la bomba

Se debe tener en cuenta cierto datos dependiendo de la ubicación que se tiene del módulo en este caso el equipo se encuentra en la ciudad de Latacunga donde la presión es de 540 mm de Hg y la temperatura promedio es de 15 °C. A continuación en la figura 2.6 encontramos un diagrama del proceso, en los planos se detalla de mejor manera en el ANEXO E.

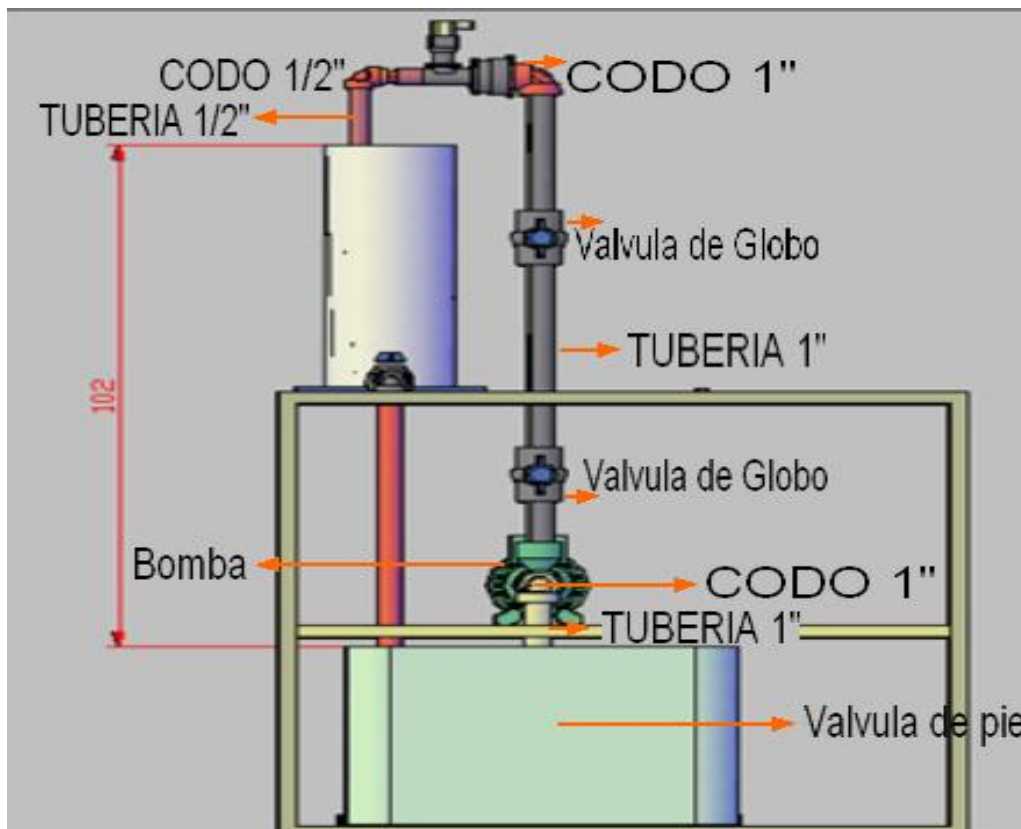


Figura 2.6 Diagrama del sistema

Primero se debe calcular la carga total que se tendrá en la bomba para así poder saber cuál es la potencia necesaria de la misma.

La fórmula para calcular la carga total que tendrá la bomba es:

$$h_a = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + z_2 - z_1 + \frac{v_2 - v_1}{2g} + h_L$$

Donde:

p_2 y $p_1 = 0$ pues los recipientes están abiertos

$z_1 = 0$ pues es el nivel de referencia

v_1 y $v_2 = 0$

Por lo tanto queda:

$$h_a = z_2 + h_L$$

Donde $z_2 = 1.02$ m

Cálculo de pérdidas en el sistema (h_L)

Por accesorios (h_{L1}):

$$h_{L1} = K \frac{v^2}{2g};$$

Para pérdidas en accesorios observar tabla 2.4.

Tipo	Longitud equivalente en diámetros de tubería L_e/D
Válvula de globo—abierta por completo	340
Válvula de ángulo—abierta por completo	150
Válvula de compuerta—abierta por completo	8
— $\frac{3}{4}$ abierta	35
— $\frac{1}{2}$ abierta	160
— $\frac{1}{4}$ abierta	900
Válvula de verificación—tipo giratorio	100
Válvula de verificación—tipo bola	150
Válvula de mariposa—abierta por completo, 2 a 8 pulg	45
—10 a 14 pulg	35
—16 a 24 pulg	25
Válvula de pie—tipo disco de vástago	420
Válvula de pie—tipo disco de bisagra	75
Codo estándar a 90°	30
Codo a 90° de radio largo	20
Codo roscado a 90°	50
Codo estándar a 45°	16
Codo roscado a 45°	26
Vuelta cerrada en retorno	50
Te estándar—con flujo directo	20
—con flujo en el ramal	60

Tabla 2.4 Resistencia de válvulas y acoplamientos

Accesorios:

En tubería de Acero succión

Válvula de pie $K_1= 450ft$

Válvula de globo $K_2=340ft$

Codo de 1 pulgada $K_3=30ft$

En tubería de descarga PVC

Válvula de globo $K_4=340ft$

Codo de 1 pulgada $K_5=30ft$

Codo de $\frac{1}{2}$ $K_6= 30ft$

De la tabla 2.5

$f_T = 0.023$ para tubería de **1 pulgada**

Tamaño nominal de la tubería (pulg)	Factor de fricción f_T	Tamaño nominal de la tubería (pulg)	Factor de fricción f_T
1/2	0.027	3 1/2, 4	0.017
3/4	0.025	5	0.016
1	0.023	6	0.015
1 1/4	0.022	8-10	0.014
1 1/2	0.021	12-16	0.013
2	0.019	18-24	0.012
2 1/2, 3	0.018		

Tabla 2.5 Factor de fricción en tuberías de acero

$$K_1 = 450 \cdot 0.023 = 10.35$$

$$K_2 = 340 \cdot 0.023 = 7.82$$

$$K_3 = 30 \cdot 0.023 = 0.69$$

$$K_1 + K_2 + K_3 = 18.86$$

$$V = Q / A$$

$$v_1 = 0.0227 \text{ m/s} \text{ Puesto que } A = 5.574 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = \text{tabla 2.6}$$

$$Q = 7.6 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

$$v_1 = \frac{7.6 \frac{\text{l}}{\text{min}}}{5.574 \times 10^{-4} \text{ m}^2} * \frac{1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{60000 \frac{\text{l}}{\text{min}}} = 0.227 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Tamaño nom. de tubería (pulg)	Diámetro exterior		Espesor de pared		Diámetro interior			Flujo de área	
	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(pies)	(mm)	(pies ²)	(m ²)
3/8	0.405	10.3	0.068	1.73	0.269	0.0224	6.8	0.000 394	3.660×10^{-5}
1/2	0.540	13.7	0.088	2.24	0.364	0.0303	9.2	0.000 723	6.717×10^{-5}
3/4	0.675	17.1	0.091	2.31	0.493	0.0411	12.5	0.001 33	1.236×10^{-4}
1	0.840	21.3	0.109	2.77	0.622	0.0518	15.8	0.002 11	1.960×10^{-4}
1 1/8	1.050	26.7	0.113	2.87	0.824	0.0687	20.9	0.003 70	3.437×10^{-4}
1 1/2	1.315	33.4	0.133	3.38	1.049	0.0874	26.6	0.006 00	5.574×10^{-4}
1 3/4	1.660	42.2	0.140	3.56	1.380	0.1150	35.1	0.010 39	9.653×10^{-4}
2	1.900	48.3	0.145	3.68	1.610	0.1342	40.9	0.014 14	1.314×10^{-3}
2 1/2	2.375	60.3	0.154	3.91	2.067	0.1723	52.5	0.023 33	2.168×10^{-3}
3	2.875	73.0	0.203	5.16	2.469	0.2058	62.7	0.033 26	3.090×10^{-3}
3 1/2	3.500	88.9	0.216	5.49	3.068	0.2557	77.9	0.051 32	4.768×10^{-3}
4	4.000	101.6	0.226	5.74	3.548	0.2957	90.1	0.068 68	6.381×10^{-3}
4 1/2	4.500	114.3	0.237	6.02	4.026	0.3355	102.3	0.088 40	8.213×10^{-3}
5	5.563	141.3	0.258	6.55	5.047	0.4206	128.2	0.139 0	1.291×10^{-2}
6	6.625	168.3	0.280	7.11	6.065	0.5054	154.1	0.200 6	1.864×10^{-2}
8	8.625	219.1	0.322	8.18	7.981	0.6651	202.7	0.347 2	3.226×10^{-2}
10	10.750	273.1	0.365	9.27	10.020	0.8350	254.5	0.547 9	5.090×10^{-2}
12	12.750	323.9	0.406	10.31	11.938	0.9948	303.2	0.777 1	7.219×10^{-2}
14	14.000	355.6	0.437	11.10	13.126	1.094	333.4	0.939 6	8.729×10^{-2}
16	16.000	406.4	0.500	12.70	15.000	1.250	381.0	1.227	0.1140
18	18.000	457.2	0.562	14.27	16.876	1.406	428.7	1.533	0.1443
20	20.000	508.0	0.593	15.06	18.814	1.568	477.9	1.931	0.1794
24	24.000	609.6	0.687	17.45	22.626	1.886	574.7	2.792	0.2594

Tabla 2.6 Dimensiones de tuberías de acero cedula 40

$$h_{Li}' = 18.86 \frac{0.227^2}{2(9.81)} = 0.049$$

ft para tubería de 1 pulgada PVC

$$D_{INTERNO} = 1 \text{ pulgada} - \text{espesor}(tabla 2.7) = 25.4 \text{ mm} - 3.38 \text{ mm} = 22.02 \text{ mm} = 0.022 \text{ m}$$

$$\varepsilon = 3 \times 10^{-7} \text{ Tabla 2.8}$$

$$\frac{D}{\varepsilon} = 73400$$

De la figura 2.7ft = 0.009

$$K4 = 340 \text{ ft} = 340 * 0.009 = 3.6$$

$$K_5=30\text{ft}= 30* 0.009 = 0.027$$

$$K_4+K_5= 3.627$$

$$h_{L1}'' = 3.627 \frac{0.227^2}{2(9.81)} = 0.01$$

ft para tubería de ½ pulgada PVC

Cálculo de v_2

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 * v_1 = A_2 * v_2$$

$$D_2 = 1/2 \text{ pulgada} - \text{espesor}(\text{tabla 2.7}) = 12.7\text{mm} - 2.77\text{mm} = 9.99\text{mm} = 0.00993\text{m}$$

$$A_2 = \frac{\pi * D_2^2}{4} = \frac{\pi * 0.00993^2}{4} = 0.000077\text{m}^2$$

Tabla de Espesores

Diámetro Nominal	Espesores según ASTM D 1785	
	SCH 40 (psi)	SCH80 (psi)
1/2"	2.77 (600)	3.73 (850)
3/4"	2.87 (480)	3.91 (690)
1"	3.38 (450)	4.55 (630)
2"	3.91 (280)	5.54 (400)

Tabla 2.7 Dimensiones de tubería de PVC

$$v_2 = \frac{A_1 * v_1}{A_2}$$

$$v_2 = 1.64\text{m} / \text{s}$$

$$D_{\text{interno}}=0.00993\text{m}$$

$$\varepsilon = 3 \times 10^{-7} \text{Tabla 2.8}$$

$$\frac{D}{\varepsilon} = 33100$$

De la figura 2.7ft = 0.0099

$$K_6 = 30 * 0.0099 = 0.297$$

$$h_{L1}''' = 0.297 \frac{1.64^2}{2(9.81)} = 0.04$$

$$h_{L1} = h_{L1}' + h_{L1}'' + h_{L1}'''$$

$$h_{L1} = (0.0495 + 0.01 + 0.04)m$$

$$h_{L1} = 0.099m$$

Cálculo de pérdidas en la tubería (h_{L2})

Acero

Cálculo de Número de Reynolds

$$N_R = \frac{vD}{\nu} = \frac{0.227m/s * 0.0266}{1.15 * 10^{-6} m^2/s} = 5250.6$$

$$N_R = 5250.6$$

Con el Número de Reynolds mayor a 4000 se concluye que hay flujo turbulento

Cálculo de Rugosidad relativa

Ocupamos la tabla 2.8 para calcular rugosidad (ε)

Material	Rugosidad ϵ (m)	Rugosidad ϵ (pie)
Vidrio	Liso	Liso
Plástico	3.0×10^{-7}	1.0×10^{-6}
Tubo extruido; cobre, latón y acero	1.5×10^{-6}	5.0×10^{-6}
Acero, comercial o soldado	4.6×10^{-5}	1.5×10^{-4}
Hierro galvanizado	1.5×10^{-4}	5.0×10^{-4}
Hierro dúctil, recubierto	1.2×10^{-4}	4.0×10^{-4}
Hierro dúctil, no recubierto	2.4×10^{-4}	8.0×10^{-4}
Concreto, bien fabricado	1.2×10^{-4}	4.0×10^{-4}
Acero remachado	1.8×10^{-3}	6.0×10^{-3}

Tabla 2.8 Valores de diseño de la rugosidad de tubos

$$\frac{D}{\epsilon} = \frac{0.0266m}{4.6 \times 10^{-5}m} = 578.2$$

Cálculo de coeficientes de fricción

f por figura 2.7 = 0.023

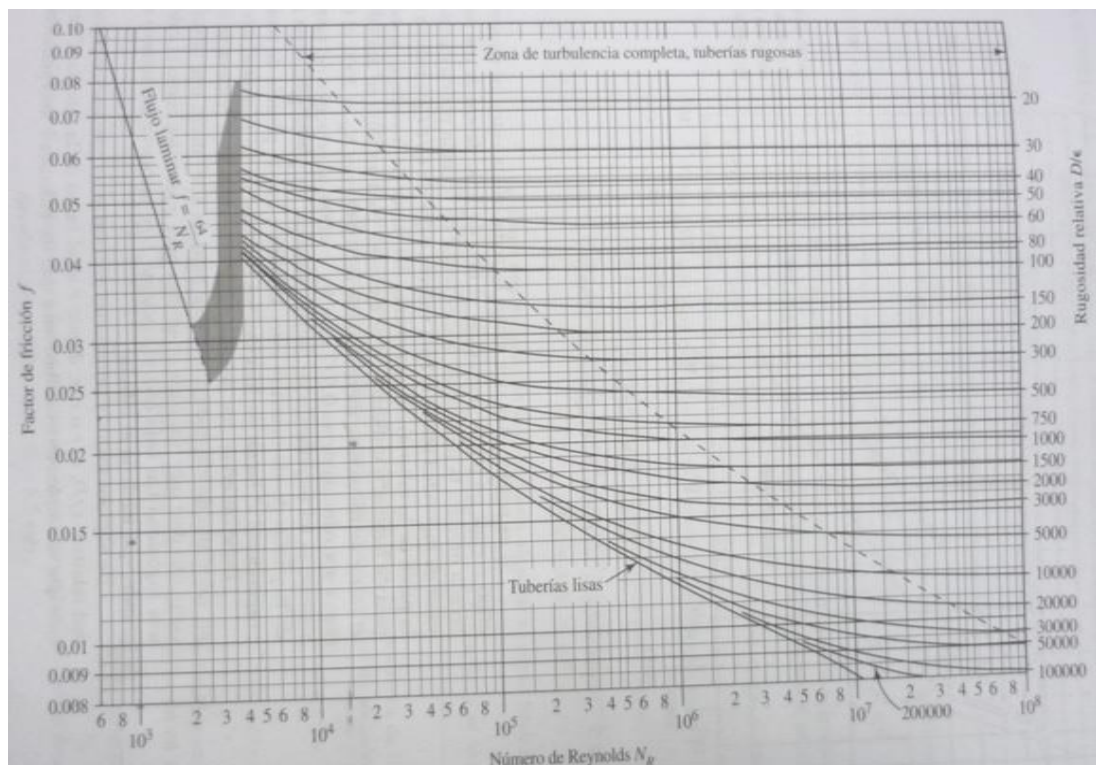


Figura 2.7 Diagrama de Moody

$$h_{L2} = f(L/D)(v^2/2g) \quad \text{Donde } \frac{v^2}{2g} \text{ (carga de velocidad)}$$

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{(0.227\text{m/s})^2}{2(9.81)\text{m/s}^2} = 0.0026\text{m}$$

$$h'_{L2} = 0.023(1.1/0.026)(0.0026)$$

$$h'_{L2} = 0.00253\text{m}$$

Tubería PVC

Cálculo de Número de Reynolds

$$N_R = \frac{vD}{\nu} = \frac{1.64\text{m/s} * 0.00993}{1.15 * 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}} = 14161.04$$

$$N_R = 14161.04$$

Con el Número de Reynolds mayor a 4000 se concluye que hay flujo turbulento

Cálculo de Rugosidad relativa

Ocupamos la tabla 2.8 para calcular rugosidad (ϵ)

$$\frac{D}{\epsilon} = \frac{0.00993}{3 \times 10^{-7}} = 33100$$

Cálculo de coeficientes de fricción

f por figura 2.7 = 0.0098

$$h''_{L2} = f(L/D)(v^2/2g) \quad \text{Donde } \frac{v^2}{2g} \text{ (carga de velocidad)}$$

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{(1.64\text{m/s})^2}{2(9.81)\text{m/s}^2} = 0.137\text{m}$$

$$h''_{L2} = 0.098(0.33 / 0.00993)(0.137)$$

$$h''_{L2} = 0.446m$$

$$h_{L21} = h_{L21}' + h_{L21}''$$

$$h_{L2} = 0.00253 + 0.446$$

$$h_{L2} = 0.4485m$$

$$h_{Ltotal} = h_{L1} + h_{L2}$$

$$h_{Ltotal} = (0.099 + 0.4485)m$$

$$h_{Ltotal} = 0.5480m$$

$$h_a = z_2 + h_L$$

$$h_a = (1.02 + 0.5480)m$$

$$h_a = 1.568m \text{ Carga sobre la bomba}$$

Sabiendo ahora la carga total sobre la bomba y el caudal que es 7.6l/min

Se procede a seleccionar la bomba.

Para la determinación de la potencia del motor de la bomba que será empleado en el suministro de agua se aplicara la siguiente fórmula:

$$P_{teorica} = h_a * \rho * g * Q$$

$$P_{teorica} = 1.568m * 1000 \frac{kg}{m^3} * 9.8 \frac{m}{seg^2} * 0.00012 \frac{m^3}{seg}$$

$$P_{teorica} = 1.84Watt$$

Potencia teórica de la bomba

Considerando que 1hp= 746 W

$$HP = \frac{1.84}{746} = 0.0024$$

Considerando que en las operaciones existen rangos de eficiencia, se determinara por lo tanto la potencia real, considerando lo siguiente:

$$P_{Real} = \frac{P_{teorica}}{(\%)}$$

Donde: %= eficiencia

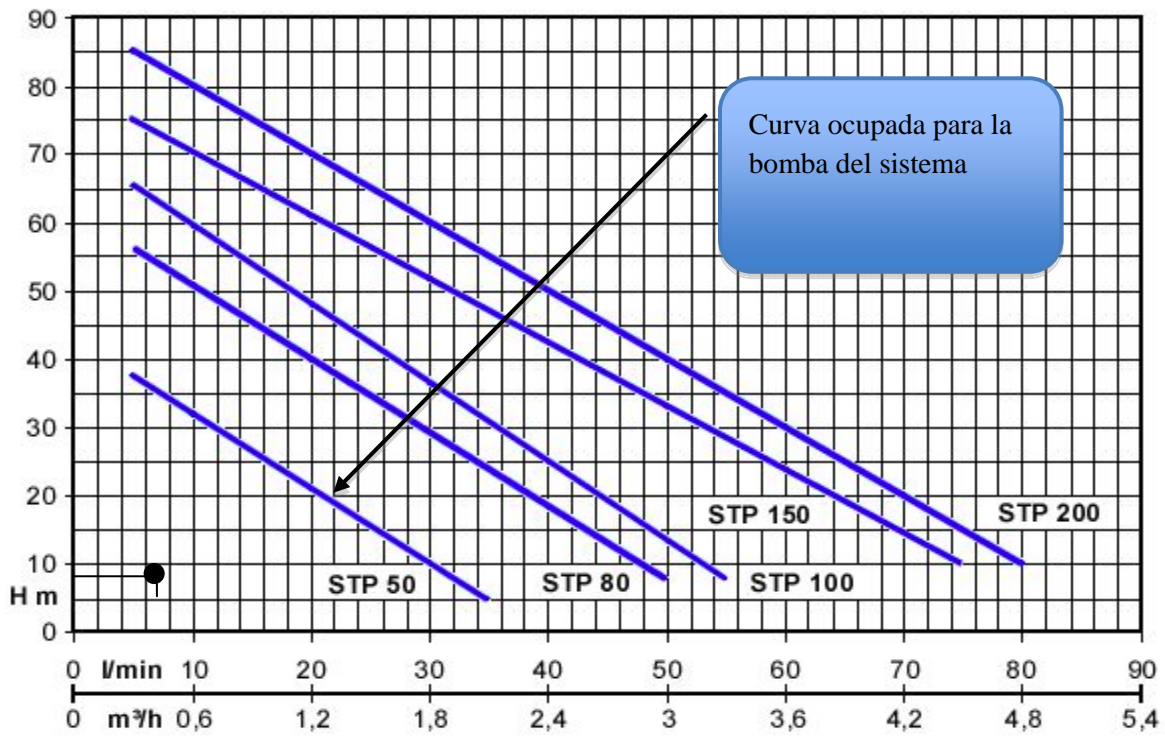
Para este caso la eficiencia será 80% (por desgaste en rodamientos, desgaste en escobillas) este dato no se encuentra en la placa del motor

$$P_{Real} = \frac{0.0024HP}{0.8}$$

$$P_{Real} = 0.00308HP$$

Para la selección de bombas mediante curvas, al tener un caudal bajo y la carga de la bomba calculado es solamente 1.568 m, no se encuentra tablas con curvas en esos rangos que indique eficiencia y NPSH para profundizar mas cálculos que ayude a ver mejor el comportamiento del sistema

Pero se puede obtener tablas de distribuidores de bombas que ayudan a verificar los datos obtenidos mediante cálculos y justificar así el uso de la bomba que se ocupa en el sistema Ver Figura 2.8 y Tabla 2.8.



Tipo		P ₂		Capacitor		Corriente			Q=	Caudal								
Monofásica	Trifásica	Nominal		μF	V _C	Amp.			m³/h	0,3	0,6	1,2	1,8	2,4	3	3,6	4,2	4,8
1	2	Kw.	HP			1~	3~		l/1'	5	10	20	30	40	50	60	70	80
60 Hz	60 Hz					127	230	440	H=	Carga Dinámica Total (m)								
STP 50	STP 50 T	0,37	0,5	8	450	4,8	1,9	0,95	(m)	37,5	32	21	10					
STP 80	STP 80 T	0,6	0,8	14	450	7,5	2,4	1,2		56	51	40	30	18,5	8			
STP 100	STP 100 T	0,75	1,0	20	450	10,8	4,0	2		65	59	47,5	36	25	13			
STP 150	STP 150 T	1,1	1,5	35	450	18	6,0	3		75	70	61	52	42,5	33	24	15	
STP 200	STP 200 T	1,5	2,0	40	450	23	7,2	3,6		85	80	70	60	50	40	30	20	10

Tabla 2.9 Rendimiento

2.1.4.- Depósito o tanque de fluido

El nivel de fluido (agua) que contiene el depósito estará sobre el nivel de referencia del eje de la bomba hidráulica, provocando de esta manera una alimentación natural hacia la entrada de la bomba (succión).

La inducción del fluido en el sistema hidráulico alcanzará el nivel de referencia en el tanque, éste es evacuado de forma normal al tanque reservorio de agua que está situado en la parte baja de la mesa gracias a que el depósito principal de visualización se encuentra abierto al aire libre por lo tanto está a presión atmosférica.

Con estas características se forma un tanque depósito de acrílico cilíndrico de 0.15 metros de diámetro, y una altura de 0.435 metros, el volumen estimado a ocupar en este tanque es de 7 litros de agua (0.40 m de altura), nivel de referencia del fluido.

$$V = \pi \cdot h \cdot r^2$$

Donde:

V = Volumen

h = Altura del recipiente

r = Radio del cilindro

Por lo tanto:

$$V = \pi \cdot 43,5\text{cm} \cdot (7.5\text{cm})^2 = 7687.08 \text{ cm}^3 = 7.68 \text{ lt}$$

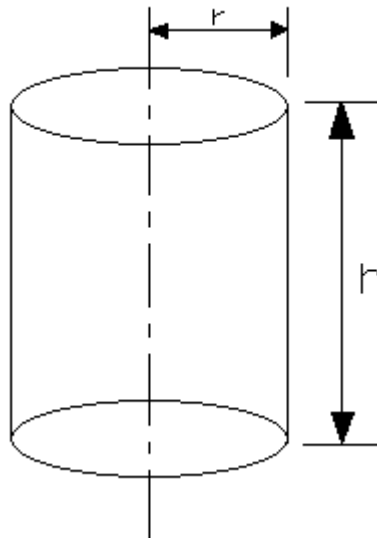


Figura 2.9 Deposito de fluido

2.1.4.1.- Procedimientos de Cálculo

Para la elaboración de la estructura se va a formar un cilindro que va servir como reservorio y medición del agua en forma visual.

El prototipo utiliza un tanque "principal" para representar al embalse de agua. Una bomba eléctrica se encarga de suministrar agua al depósito principal desde un tanque secundario.

Se toma en cuenta que el material se muy liviano, resistente.

Para la selección del material fue necesario calcular las diferentes presiones a la que se encuentra sometido el recipiente que contiene el líquido como se muestra en la figura 2.10.

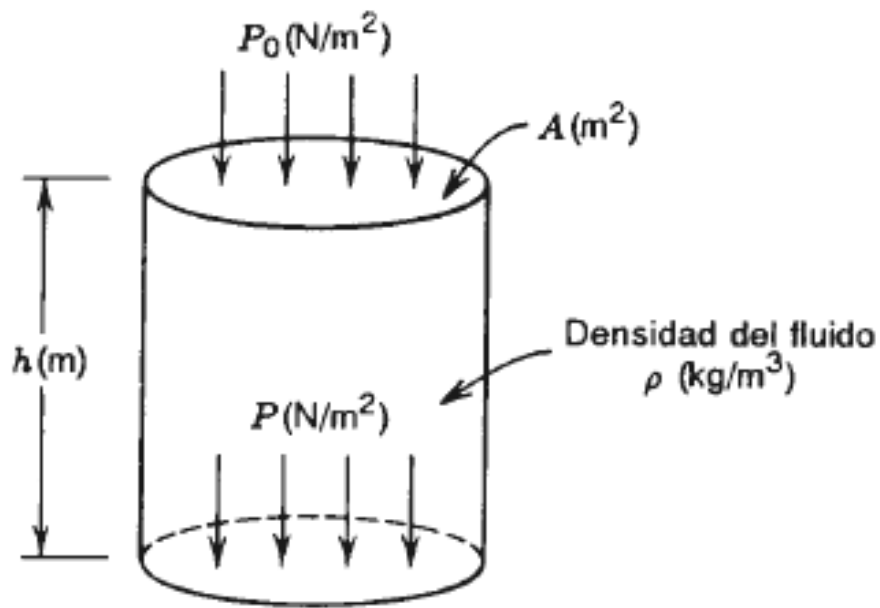


Fig. 2.10 Diagrama de presiones en un recipiente

La presión atmosférica se encuentra mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = h \cdot \rho_e$$

Donde:

ρ_e = Es el peso específico del mercurio = 13.6 gf/cm²

h = Altura del recipiente

Por lo tanto:

$$P_0 = 43.4\text{cm} \cdot 13.6(\text{gf/cm}^2) = 590.24 \text{ gf/cm}^2 = 590.24 \text{ mmHg}$$

En Latacunga, la presión atmosférica tiene un valor de 540 mm de Mercurio por lo tanto este es el valor para el cálculo.

La presión que intervienen en el cilindro es:

$$P = P_o + \rho gh$$

Donde:

P = Presión Hidráulica

Po = Presión atmosférica

ρ = Densidad del líquido (densidad del agua a 20°C = 1000 Kg/m³)

g = Fuerza de Gravedad (9.8 m/s²)

h = Altura del recipiente

Por lo tanto:

$$P = 540\text{mmHg}$$

$$P = 0.71\text{atm}$$

Se escoge el material acrílico de 2mm por su excelente resistencia a la intemperie, estando expuestos a largos períodos de tiempo y no demuestran cambios significativos en color o propiedades físicas, la transmisión de luz visible es del 92%, su alta resistencia de 0.2 a 0.5 Libra-pie/pulgada, aproximadamente 6 veces mayor a la del vidrio, gran resistencia a fuerzas internas de presión 10 atm, se puede utilizar con químicos como (agua, álcalis, ácidos diluidos, ésteres simples, hidrocarburos alifáticos), alto aislamiento eléctrico mejor que el vidrio, soporta temperaturas de deflexión (límite de temperatura en el cual el material empieza a perder la rigidez) de 72 ° a 100 °C, ligereza peso específico de 1.19 gr/cm³, es 50% más ligero que el vidrio, 43% más ligero que el aluminio, dureza similar a la de los metales no ferrosos como el cobre y el latón, retarda la flama en caso de incendio, más datos técnicos se encuentran en la tabla 2.9.

Cálculo para selección de Acrílico



Figura 2.11 Cilindro de Acrílico

Diámetro medio

$$D_m = \frac{D_o + D_i}{2}$$

D_o (diámetro externo)= 14.8cm

D_i (diámetro interno) = 14.6 cm

$$D_m = \frac{14.8 + 14.6}{2}$$

$D_m = 14.7$ cm

t (espesor) = $(14.8 - 14.6)$ cm = 0.2cm = 2mm

Esfuerzo longitudinal en un cilindro de pared delgada

$$\sigma = \frac{\rho D_m}{4t}$$

$$\rho = \gamma * h; \gamma(\text{tabla})$$

$$\rho = 9.81 \text{ kN/m}^3 * 0.435\text{m}$$

$$\rho = 4.26\text{kPa}$$

$$\sigma = \frac{4.26\text{kPa} * 147\text{mm}}{4 * 2\text{mm}}$$

$$\sigma = 78.27\text{MPa}$$

Temperatura (°C)	Peso específico γ (kN/m ³)	Densidad ρ (kg/m ³)	Viscosidad dinámica η (Pa·s)	Viscosidad cinemática ν (m ² /s)
0	9.81	1000	1.75×10^{-3}	1.75×10^{-6}
5	9.81	1000	1.52×10^{-3}	1.52×10^{-6}
10	9.81	1000	1.30×10^{-3}	1.30×10^{-6}
15	9.81	1000	1.15×10^{-3}	1.15×10^{-6}
20	9.79	998	1.02×10^{-3}	1.02×10^{-6}
25	9.78	997	8.91×10^{-4}	8.94×10^{-7}
30	9.77	996	8.00×10^{-4}	8.03×10^{-7}
35	9.75	994	7.18×10^{-4}	7.22×10^{-7}
40	9.73	992	6.51×10^{-4}	6.56×10^{-7}
45	9.71	990	5.94×10^{-4}	6.00×10^{-7}
50	9.69	988	5.41×10^{-4}	5.48×10^{-7}
55	9.67	986	4.98×10^{-4}	5.05×10^{-7}
60	9.65	984	4.60×10^{-4}	4.67×10^{-7}
65	9.62	981	4.31×10^{-4}	4.39×10^{-7}
70	9.59	978	4.02×10^{-4}	4.11×10^{-7}
75	9.56	975	3.73×10^{-4}	3.83×10^{-7}
80	9.53	971	3.50×10^{-4}	3.60×10^{-7}
85	9.50	968	3.30×10^{-4}	3.41×10^{-7}
90	9.47	965	3.11×10^{-4}	3.22×10^{-7}
95	9.44	962	2.92×10^{-4}	3.04×10^{-7}
100	9.40	958	2.82×10^{-4}	2.94×10^{-7}

Tabla 2.10 Propiedades del agua

Por tabla el esfuerzo es de 3103MPa

El cilindro tiene un esfuerzo de 78.27MPa es menor del que indique la tabla

Se concluye que el cilindro está bien diseñado.

Índice de refracción	1.49 mínimo
Nd. 296 K (23 C) (Material no Pigmentado)	1.50 máximo
Gravedad Específica (Material no Pigmentado)	1.18 - 1.19
% Nebulosidad (Material Incoloro)	2.0 máxima
% Transmisión de Luz para espesores de : 1.5 mm a 5.00 mm 5.6 mm a 25.4 mm	92 mínimo 90 mínimo
% Transmitancia espectral a cualquier longitud de onda en la región 290 - 330 nm - con 6.3 mm de espesor de lamina (Material incoloro)	5 máxima
Factor de desplazamiento para espesores de : 1.5 mm - 5.0 mm 5.6 mm - 25.4 mm (Colores Transparentes)	50 máxima 80 máximo
Dureza Barcol	60 ± 2
% Encogimiento	2.8 máxima
Esfuerzo a la tensión MPa (Kgf/cm)	3103 mínimo (31651)
% Elongación a la ruptura	2 - 5
Modulo de Elasticidad MPa (Kfc/cm)	3108 (31,700)
Resistencia al Impacto Ranurado (J/m)	17.81
Dimensiones	0.30 X 1.22 (3.mm de spesor)
Dimensiones	0.60 X 1.22 (6 mm de espesor)

Tabla 2.11 Especificaciones de Plástico Acrílico 2mm

2.1.5.- Tuberías y Válvulas

A medida que un fluido como el agua fluye por un conducto, tubería, codos, válvulas, otros dispositivos, ocurren pérdidas de energía debido a la fricción interna del material con el fluido, estas pérdidas de energía traen como resultado una disminución de la presión entre dos puntos del sistema.

Basados en este análisis y en la distribución del sistema hidráulico a diseñarse y posteriormente a construirse se escogió la tubería y accesorios de PVC (cloruro de polivinil) plegable de alta presión.

2.1.5.1.- Las Válvulas

Son elementos que controlan la dirección o la rapidez del flujo de un fluido en un sistema, típicamente establecen turbulencias locales en el fluido, ocasionando que la energía se disipe en forma de calor. Estas pérdidas de energía se presentan siempre que haya una restricción, un cambio de velocidad de flujo o un cambio en su dirección.

2.1.5.2.- Válvulas de esfera

Utilizadas para seleccionar la operación del sistema hidráulico ya sea en sistema en serie, paralela o individualmente tienen una lógica de funcionamiento todo o nada es decir o cierran y abren para disponer el trabajo de un fluido en sistema esta acción es realizada por un giro de 90 grados a través de una palanca que forma parte de la válvula.

La válvula seleccionada es de la marca PLASTIGAMA, de origen Ecuatoriano, con su diámetro interior de una pulgada con una presión nominal de 40 atmosferas equivalentes a 295 psi.

2.1.5.3.- Procedimientos de Cálculo

Para la elaboración del sistema de recorrido del agua se tomó en cuenta la cantidad de caudal que circula por la tubería, el líquido que recorre por la misma (agua), la presión que circula por el interior de la tubería, la temperatura de funcionamiento y los accesorios que se utiliza.

2.1.6.- Cálculos de caudal

Para estos cálculos se necesita hacer el estudio con las variables como caudal, altura, velocidad y tiempo que se tiene entre el variador de velocidad y la bomba centrífuga.

$$Q = V/t$$

Donde:

Q = Caudal (Lt/min)

V = Volumen (m³)

t = Tiempo (min)

Para encontrar el volumen se necesita ocupar la fórmula siguiente:

$$V = \pi * h * r^2$$

Donde:

h = Altura alcanzada en el tanque de visualización (m)

r = Radio del tanque de visualización (m)

También es necesario encontrar la relación que da el variador de velocidad con la bomba centrífuga sabiendo que es una relación directa se tiene la siguiente ecuación:

$$\#rpm = f * rpm \text{ (máx)} / fn$$

Donde:

#rpm = Número de revoluciones por minuto (1/min)

f = frecuencia del variador de velocidad (Hz)

rpm (máx) = Revoluciones máximo de la bomba centrífuga (1/min)

fn = Frecuencia nominal máxima seteada en el variador (Hz)

Frecuencia (Hz)	Altura (m)	Caudal (Lt/min)	rpm
0	0	0	0
5	0	0	287,5
10	0	0	575
15	0	0	862,5
20	0	0	1150
25	0	3,17	1437,5
30	0,18	3,80	1725
35	0,21	4,43	2012,5
40	0,24	5,07	2300
45	0,27	6,21	2587,5
50	0,30	6,33	2875
55	0,33	6,97	3162,5
60	0,36	7,60	3450

Tabla 2.12 Tabla de cálculo de relación Variador de velocidad con Bomba Centrífuga

2.2.- DISEÑO ELÉCTRICO

2.2.1.- Protecciones Eléctricas

De acuerdo con lo que establece el REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja tensión), en la instrucción IMIE BT 020, todo circuito debe estar protegido contra los efectos de las sobre intensidades que pueden producirse en las mismas.

Además de las protecciones contra sobre intensidades, el REBT en la instrucción IMIE BT 021 se refiere a las protecciones contra contactos directos e indirectos, que se pueden producir en una instalación eléctrica.

Según el REBT la protección contra corto circuito se puede efectuar con una de estas dos opciones:

- Fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- Interruptores automáticos con sistema de corte (disparo) electromagnético, disparadores tipo n

La protección contra sobrecarga se puede efectuar con alguna de estas dos opciones:

- Fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

- Interruptores automáticos con curva térmica de corte (disparo), disparadores tipo O.

El REBT prescribe para la protección contra los contactos directos.

- El alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal que no puede haber un contacto fortuito.
- La interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación.
- Recubrir las partes activas de la instalación con aislamiento apropiado.

2.2.2.- Bomba Centrífugas

Las bombas cinéticas de flujo radial (centrífugas), adicionan energía al fluido acelerando a través de un impulsor giratorio. Es un transformador de energía mecánica que puede proceder de un motor eléctrico, térmico, etc.; y la convierte en energía que un fluido adquiere en forma de presión, de posición, de velocidad consiste en producir energía cinética, que proviene de una fuerza centrífuga, para convertirse en energía de presión con las características siguientes:

- La descarga es relativamente constante y libre de pulsaciones de presión.
- El diseño mecánico permite mejorar grandes capacidades
- Ofrece una operación eficiente en un gran rango de presiones y capacidades
- La presión de descarga es función de la densidad de flujo

Las bombas centrífugas, debido a sus características, son las más aplicables en la industria, las razones de preferencia son las siguientes:

- Los mecanismos de acoplamiento son más sencillos
- La impulsión eléctrica del motor que la mueve es bastante sencillo
- Para una operación definida, el gasto es constante y no se requiere dispositivos regulador

Aparte de las ventajas ya enumeradas, se unen las siguientes ventajas económicas.

- El costo es menor en comparación con otros tipos
- El espacio requerido es aproximadamente menor a otros tipos de bomba
- El peso es muy pequeño y por lo tanto la cimentación también lo son
- Menor número de elementos a cambiar y a realizar mantenimiento

2.2.2.1- Selección de la Bomba Centrífugas

El objetivo de seleccionar una bomba centrífuga de modo que las características de funcionamiento de la bomba en relación al sistema en el cual opera sean tales que el punto de funcionamiento este cercano al punto de máximo rendimiento, éste tienda a optimizar el rendimiento de la bomba.

Cuando se selecciona una bomba para una aplicación en particular se debe considerar los siguientes factores como primordiales:

- Naturaleza del liquido a emplearse
- Capacidad requerida (Caudal)
- Condiciones de succión y descarga de la bomba
- Cabeza total, altura total y presión total
- Fuente de alimentación (motor eléctrico, motor térmico, etc.)
- Espacio, peso y posición
- Condiciones ambientales
- Costes de la bomba, instalación y operación

Los catálogos de la bomba y los representantes de los fabricantes proporcionarán la información adecuada.

Como este proyecto tiene como objetivo ser un módulo de laboratorio para prácticas de enseñanza, entonces todos los requerimientos planteado para la selección de la bomba, se atribuyen a esta idea y a los factores especificados anteriormente.

Entonces el fluido a utilizarse es agua y se seleccionó para adquirir una bomba centrífuga (bomba hidráulica – motor eléctrico), de marca PIETRO de origen Italiano.

Esta bomba centrífuga tiene el siguiente modelo “Pump PK60” como muestra en el dato de placa, con las características principales siguientes:

- Potencia eléctrica del motor 0.37 Kw (Kilowatios)
- Motor eléctrico tipo jaula ardilla, alimentación trifásica de 220 voltios alternos a una frecuencia de 60 Hz (Herzs), de 3450 revoluciones por minuto con un consumo de corriente nominal 2.3 a 3 A
- Bomba hidráulica tipo centrífuga de impulsor cerrado de diámetro 3 1/8" de pulgada. La succión es de 1" pulgada de diámetro, y la descarga es de 1" pulgada de diámetro.
- Diámetro de impulsor 3 1/8" de pulgada
- Una cabeza total máxima de trabajo de 7.6m de altura y una capacidad máxima de 20 galones por minuto (2.1 litros por segundo) a un consumo de corriente nominal de 2.5 Amperios.
- Peso total del equipo 55 libras.
- Grados de protección contra agua y polvo, IP 44.



Figura 2.12 Bomba Centrífuga marca PIETRO

La maniobra de la bomba eléctrica se maneja mediante el variador de velocidad.

Las características más importantes de los variadores de velocidad son la tensión, intensidad y la potencia nominal de empleo.

2.2.3.- Cables Eléctricos

Son cuerpos capaces de conducir o transmitir la electricidad.

Un conductor eléctrico está formado primordialmente por el conductor parte fundamental, usualmente de cobre.

Este puede ser alambre, es decir, una sola hebra o un cable formado por varias hebras o alambres retorcidos entre sí.

Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio.

Aunque ambos metales tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre constituye el elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas.

El uso de uno u otro material como conductor, dependerá de sus características eléctricas (capacidad para transportarla electricidad), mecánicas (resistencia al desgaste, maleabilidad), del uso específico que se le quiera dar y del costo.

Estas características llevan a preferir al cobre en la elaboración de conductores eléctricos.

El tipo de cobre que se utiliza en la fabricación de conductores es el cobre electrolítico de alta pureza, 99,99%.

Dependiendo del uso que se le vaya a dar, este tipo de cobre se presenta en los siguientes grados de dureza o temple: duro, semi duro y blando o recocido.

2.2.3.1.- Procedimientos de Cálculo

Para la selección de los cables hay que dividir en los diferentes dispositivos que se va utilizar:

- PLC
- Variador de velocidad

2.2.3.1.1.- Cálculos de cable para PLC

Se necesita tomar a consideración los datos suministrados por los fabricantes que se encuentran con más detalle en los ANEXOS A:

Voltaje nominal de trabajo= 100/240V AC

Corriente de entrada máxima= 0,45 A (85 V CA.)

El tamaño del conductor del cable de alimentación debe estar comprendido entre 0,82 mm² y 0,33 mm². Utilice la menor longitud de conductor posible.

Por lo tanto se realiza los cálculos para las condiciones más extremas, con un voltaje que entrega la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi (110V CA):

$$R = V / I$$

Donde:

R = Resistencia (Ohmios Ω)

V = Voltaje (V)

I = Corriente (A)

Por lo tanto:

$$R = 110V / 0.45A = 244,44 \Omega$$

Con un calibre de cable de 0,5mm² por lo tanto escogemos:

Cable AWG # 20 escogido de la Tabla 2.11.

CALIBRE AWG O MCM	SECCION mm ²	FORMACION No. de hilos por diámetro mm.	ESPESOR AISLAMIENTO mm.	DIAMETRO EXTERIOR MM.	PESO TOTAL Kg/Km	CAPAC. DE CORRIENTE para 1 conductor al aire libre Amp.	CAPAC. DE CORRIENTE para 3 conductores en conduit Amp.	TIPO DE CABLE	ALTERNAT. DE EMBALAJE.
20	0,52	1 x 0,813	0,76	2,33	9,81	6	7	TF	A,E
18	0,82	1 x 1,02	0,76	2,54	13,16	6	7	TF	A,E
16	1,31	1 x 1,29	0,76	2,81	18,10	10	8	TF	A,B
14	2,08	1 x 1,63	0,76	3,15	26,10	20	15	TW	A,B
12	3,31	1 x 2,05	0,76	3,57	38,30	25	20	TW	A,C
10	5,26	1 x 2,59	0,76	4,11	57,40	40	30	TW	A,D
8	8,34	1 x 3,26	1,14	5,54	95,20	60	40	TW	A,B
14	2,08	7 x 0,62	0,76	3,38	27,80	20	15	TW	A,B
12	3,31	7 x 0,78	0,76	3,86	40,10	25	20	TW	A,C
10	5,26	7 x 0,98	0,76	4,46	59,90	40	30	TW	A,D
8	8,37	7 x 1,23	1,14	5,97	105,20	60	40	TW	A,B,E
6	13,30	7 x 1,55	1,52	7,69	170,40	80	55	TW	A,E
4	21,15	7 x 1,96	1,52	8,92	255,50	105	70	TW	A,E
2	33,62	7 x 2,47	1,52	10,45	388,90	140	95	TW	A,E
1	42,36	7 x 2,78	2,03	12,40	482,90	165	110	TW	A,D,E
1/0	53,49	19 x 1,89	2,03	13,51	621,00	195	125	TW	D,E,Z
2/0	67,43	19 x 2,12	2,03	14,64	778,00	225	145	TW	D,E,Z
3/0	85,01	19 x 2,39	2,03	16,01	934,00	260	165	TW	D,E,Z
4/0	107,20	19 x 2,68	2,03	17,46	1159,00	300	195	TW	D,E,Z
250	127,00	37 x 2,09	2,41	19,45	1368,00	340	215	TW	Z
300	152,00	37 x 2,29	2,41	20,85	1623,00	375	240	TW	Z
350	177,00	37 x 2,47	2,41	22,11	1876,00	420	260	TW	Z
400	203,00	37 x 2,64	2,41	23,30	2128,00	455	280	TW	Z
500	253,00	37 x 2,95	2,41	25,47	2631,00	515	320	TW	Z
600	304,00	37 x 3,23	2,79	28,19	3174,00	575	355	TW	Z

Tabla 2.11 Selección de cable por corriente

2.2.3.1.1.- Cálculos de cable para Variador

En este caso es necesario tener en cuenta las especificaciones del fabricante:

Voltaje de funcionamiento = 215V 3Ø

Factor de potencia = 0.95

Potencia = 0,75 Kw

$$P = \sqrt{3} * (V * \cos\theta)$$

$$P = \sqrt{3} * (V * \cos\theta)$$

$$I = 750 / (1.73 * 0.95 * 215)$$

$$I = 2.12 A$$

Por lo tanto se escoge un calibre de cable AWG # 12 Multiconductor como se muestra en la tabla 2.12.

CALIBRE AWG O MCM	SECCION mm ²	FORMACION No. de hilos por diámetro mm.	ESPEJOR AISLAMIENTO mm.	ESPEJOR CHAQUETA mm.	DIAMETRO EXTERIOR mm.	PEJO TOTAL Kg/Km	CAPAC. DE CORRIENTE para 1 conductor al aire libre Amp.	CAPAC. DE CORRIENTE para 3 conductores en conduit Amp.	TIPO CABLE	ALTERNAT. DE EMBALAJE.
20	0,519	1 x 0,813	0,38	0,10	1,77	7,07	15	10	TFN	A,B
18	0,823	1 x 1,02	0,38	0,10	1,98	10,94	15	10	TFN	A,B
16	1,31	1 x 1,29	0,38	0,10	2,25	16,48	20	15	TFN	A,B
14	2,08	1 x 1,63	0,38	0,10	2,59	23,17	35	25	THHN	A,B
12	3,31	1 x 2,05	0,38	0,10	3,01	34,16	40	30	THHN	A,C
10	5,26	1 x 2,59	0,51	0,10	3,81	55,04	55	40	THHN	A,D
8	8,34	1 x 3,26	0,76	0,13	5,04	91,22	80	55	THHN	A,B
16	1,31	19 x 0,30	0,38	0,10	2,46	17,95	20	15	TFN	A,B
14	2,08	19 x 0,38	0,38	0,10	2,86	23,80	35	25	THHN	A,B
12	3,31	19 x 0,47	0,38	0,10	3,31	35,70	40	30	THHN	A,C
10	5,26	19 x 0,60	0,51	0,10	4,22	56,20	55	40	THHN	A,D
8	8,37	7 x 1,23	0,76	0,13	5,47	93,70	80	55	THHN	A,B,E
6	13,30	7 x 1,55	0,76	0,13	6,43	141,30	105	75	THHN	A,E
4	21,15	7 x 1,96	1,02	0,15	8,22	227,60	140	95	THHN	A,E
2	33,62	7 x 2,47	1,02	0,15	9,75	348,10	190	130	THHN	A,E
1	42,36	7 x 2,78	1,27	0,18	11,24	446,20	220	150	THHN	A,D,E
1/0	53,49	19 x 1,89	1,27	0,18	12,35	553,30	260	170	THHN	D,E,Z
2/0	67,43	19 x 2,12	1,27	0,18	13,50	688,70	300	195	THHN	D,E,Z
3/0	85,01	19 x 2,39	1,27	0,18	14,85	856,80	350	225	THHN	D,E,Z
4/0	107,20	19 x 2,68	1,27	0,18	16,30	1069,50	405	260	THHN	D,E,Z
250	127,00	37 x 2,09	1,52	0,20	18,07	1263,00	455	290	THHN	Z
300	152,00	37 x 2,29	1,52	0,20	19,47	1502,00	505	320	THHN	Z
350	177,00	37 x 2,47	1,52	0,20	20,73	1743,00	570	350	THHN	Z
400	203,00	37 x 2,64	1,52	0,20	21,92	1981,00	615	380	THHN	Z
500	253,00	37 x 2,95	1,52	0,20	24,09	2457,00	700	430	THHN	Z
600	304,00	37 x 3,23	1,78	0,23	26,43	2960,00	780	475	THHN	Z
650	329,00	37 x 3,37	1,78	0,23	27,61	3221,00	820	500	THHN	Z
700	355,00	37 x 3,49	1,78	0,23	28,45	3453,00	855	520	THHN	Z

Tabla 2.12 Selección de cable por corriente para multiconductor

Para selección correcta del cable se toma la corriente nominal de funcionamiento del Variador de Velocidad; este cable también nos sirve para la bomba centrífuga, ya que están unidos por el mismo cable conductor y este es controlada por el variador.

Cable AWG # 12

2.3.- SELECCIÓN DE TRANSDUCTORES Y TRANSMISORES

2.3.1.- Transductor de caudal

Para el caudal que proporcione la bomba centrífuga, se debe conocer el dato exacto tanto en el sistema de monitoreo y físicamente en el instrumento, así analizar cuál es el comportamiento referido a la capacidad de nuestro sistema.

Esta es una cualidad que tiene el caudalímetro de rodete de la marca KOBOLD y que se compone de un sensor con salida analógica.

Debido a las necesidades del sistema que se va a manejar se toma en cuenta las siguientes características:

- Caudal 0-10 Lt/min
- Señal de entrada 0-12 VDC
- Señal de salida 4-20 mA
- Tubería de conexión 1/2" PVC
- Presión de uso 10 Bar
- Protección tipo IP 65

Se toma en cuenta las necesidades para escoger un sensor de caudal que llene las necesidades requeridas, se escogió el elemento medidor de caudal tipo paleta giratoria.

Kobold Modelo DPL 14234 como se muestra en la figura 2.12



Figura 2.13 Medidor de Caudal Kobold

2.3.2.- Medición de caudal

Para instalar el medidor de caudal en el módulo, se analizará las siguientes características técnicas de instalación del equipo.

Este medidor tiene la posibilidad de instalarse en forma horizontal o vertical, lo cual es un punto muy importante, se prefirió instalarlo en forma horizontal debido a que a si puede observar mejores resultados en el control del proceso.

Lo importante de instalarlo en forma horizontal es tener en cuenta la dirección en que el medidor de caudal tiene como referencia para realizar mediciones.

El sentido de medida de este caudalímetro es igual al sentido que recorre el flujo en las tuberías.

Si es posible, se debe instalar el caudalímetro lejos de elementos tales como válvulas, piezas en T, codos, bombas etc.

El cumplimiento de los siguientes requisitos para las secciones de entrada y de salida es necesario para asegurar la presión de la medición.

- Tamaño de entrada 1/2" diámetro nominal
- Tamaño de salida 1/2" diámetro nominal

2.4.- SELECCIÓN DEL CONTROLADOR.

La selección del controlador se realiza partiendo de las necesidades que se tienen para el desarrollo del proceso, uno de los elementos principales del sistema es el PLC que se encargará de la adquisición, procesamiento de datos y determinación de las acciones a tomarse de acuerdo a las necesidades y requerimientos que el usuario quisiera para el sistema. El PLC actuará como un control local.

Para conocer los requerimientos básicos del PLC se tuvo que realizar un análisis del número mínimo de entradas y salidas tanto discretas como análogas que debe tener el mismo para que pueda satisfacer los requerimientos del módulo a construirse.

Del análisis se concluyó que el PLC deberá cumplir con:

Módulo para interface tipo Ethernet.

Numero	Entrada/Salida	Descripción
1	Entradas digitales	Arranque del proceso
2		Activación del variador de velocidad
3		Para de emergencia
1	Salidas digitales	Luz indicador de funcionamiento
2		Luz Indicador de alarmas de caudal alto
3		Luz indicador de alarma de caudal bajo
1	Entradas analógicas	Adquisición de datos del sensor de caudal
1	Salidas analógicas	Encendido y control de Variador de velocidad

Tabla 2.13 Análisis de Selección del PLC Telemecanique Twido

Por lo tanto, el controlador a adquirir deberá por lo menos cumplir con las características antes indicadas para satisfacer las necesidades del sistema. Por la disponibilidad en la red local de energía eléctrica, la alimentación para el controlador será de 110-125 Vac

Por la disponibilidad del equipo en el mercado, por las facilidades del software de programación y principalmente por su costo, el PLC que se seleccionó es de la marca Telemecanique modelo Twido serie TWDLCAA24DRF (Hojas y datos técnicos en el ANEXO A).

El controlador compacto Twido TWDLCAA24DRF tiene las siguientes características:

- Voltaje de alimentación: 100 a 240 Vac.
- 14 entradas digitales (24 Vdc)
- 10 salidas a relé (2 A máx.).
- Módulo de expansión para entrada análoga de 12bits (externo).
- Módulo de expansión para interface Ethernet (externo)
- 1 Puerto serial RS-485
- Memoria: 3000 palabras aproximadamente, 256 bits de memoria de datos, 700 instrucciones de lista
- Contadores y temporizadores, programación tipo: ladder logic.

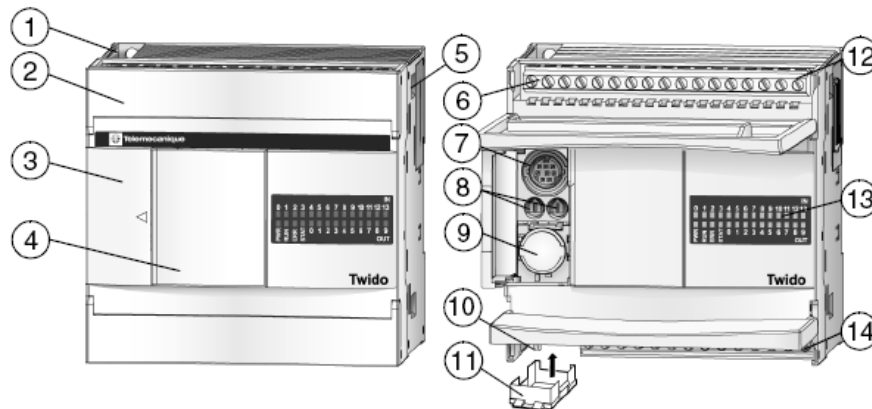


Figura 2.14 PLC tipo TWDLCAA24 DRF

Numero	Función
1	Orificio de montaje
2	Cubierta de Terminal
3	Puerta de acceso
4	Cubierta extraíble del conector de monitor de operación
5	Conector de ampliación
6	Terminales de potencia del sensor
7	Puerto serie 1
8	Potenciómetros analógicos
9	Conector de puerto serie2
10	Terminales de fuente de alimentación de 100 a 240 Vac
11	Conector de cartuchos(ubicado en la parte inferior del módulo)
12	Terminales de entradas
13	Led's indicadores
14	Terminales de salidas

Tabla 2.14 Tabla de la descripción de las partes del PLC TWDLCAA24 DRF

Debido a que el controlador adquirido no tiene entradas análogas ni puerto de la interfaz Ethernet y por los requerimientos del sistema, se añadieron módulos de ampliación para el controlador tienen las características siguientes:

2.4.1.- Módulo de Expansión E/S analógicas TWDAMM3HT

Módulo de 2 entradas 1 salida con bloque de terminales, configurable cada entrada/salida para trabajar ya sea en modo de voltaje o en modo de corriente con una capacidad de conversión de 12 bits (Hojas técnicas en el ANEXO A).

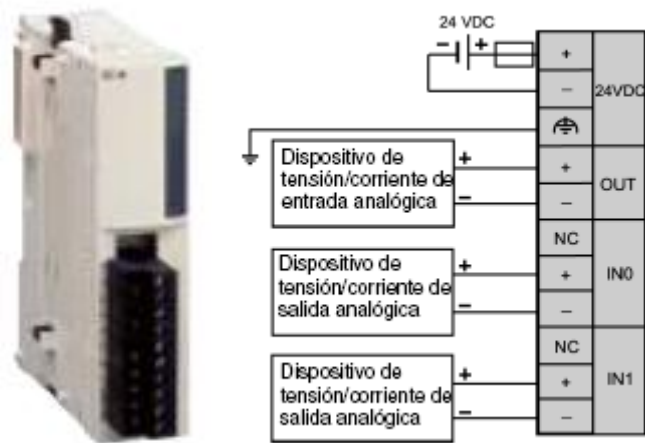


Figura 2.15 Esquema de Módulo de entradas/Salidas Analógicas

2.4.2.- Módulo de expansión para interfaz ETHERNET

Twido Port contiene un puerto ETHERNET a 10/100 Mbps, con tecnología 802.11b/g. El puerto se auto-configura hasta la velocidad más rápida que admita el dispositivo de destino (Hojas técnicas en el ANEXO B).

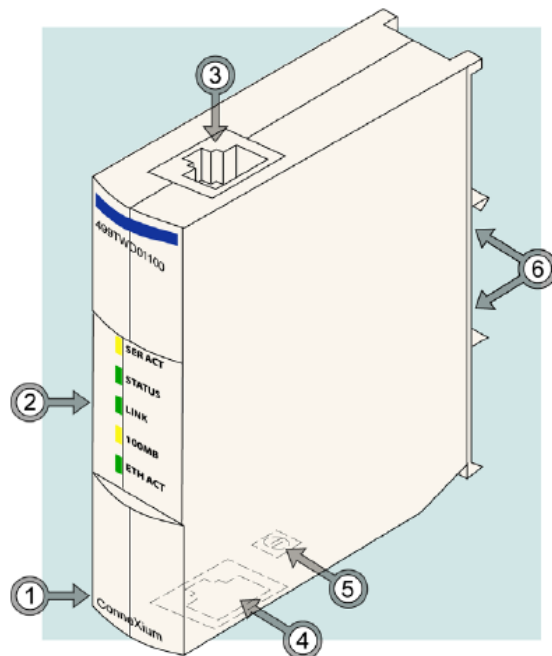


Figura 2.16 Módulo de expansión para interfaz ETHERNET

Característica		Función
1	Nombre del modelo	499TWDO1100
2	Visualización de indicadores de LED	Indicaciones visuales del estado operativo de TwidoPort
3	Conector modular RJ-45	Conexión de alimentación y comunicación con el puerto RS-485 Twido (mediante el cable suministrado)
4	Conector modular RJ-45	Conexión con TCP/IP mediante cable Ethernet (no suministrado)
5	Conector a tierra PE	Toma de tierra de protección (PE) (Terminal de tornillo M3)
6	Conector del segmento DIN	Para montaje de en segmento DIN

Tabla 2.15 Tabla de la descripción de las partes del ETHERNET 49TWDO1100

2.5.- SELECCIÓN DE PLATAFORMA DE CONTROL Y

MONITOREO

Para encontrar un entorno de visualización que permita interactuar entre el proceso que sucede y el operador es necesario contar con una interfaz de comunicación Hombre/Máquina o también conocido como HMI; Intouch soluciona este inconveniente en lo que respecta a control y monitoreo, las características del software describen a continuación.

2.5.1.- InTouch

Es un software perteneciente a Wonderware y consiste en una plataforma de desarrollo orientada hacia aplicaciones tales como automatización de procesos, creación de HMI y sistemas SCADA.

InTouch HMI permite a los usuarios la creación y puesta en marcha de aplicaciones para la captura de información en tiempo real mediante potentes asistentes.

InTouch permite a los usuarios el desarrollo fácil, rápido y eficaz de HMIs para aplicaciones industriales para crear las vistas gráficas de sus procesos con la ayuda del programa editor WindowMaker que incluye herramientas como gráficos

estándar: imágenes bitmap, Symbol Factory (avanzada librería gráfica que contiene miles de imágenes pre-configuradas utilizadas en el mundo industrial), dispone de múltiples enlaces de conexión I/O de fácil configuración, un motor de generación de programas (Scripts) potente y amigable, y una interface de un sólo clic para sus operaciones fundamentales.

InTouch es un paquete de software utilizado para crear aplicaciones de interface hombre máquina, utiliza como sistema operativo el entorno de WINDOWS. El paquete consta básicamente de dos elementos: WINDOWMAKER y WINDOWVIEWER.

WINDOWMAKER es el sistema de desarrollo, permite todas las funciones necesarias para crear ventanas animadas interactivas conectadas a sistemas de I/O externos o a otras aplicaciones de WINDOWS. WINDOWVIEWER es el sistema runtime utilizado para rodar las aplicaciones creadas con WINDOWMAKER.

Se requiere de licencia para poder ejecutar la aplicación en forma continua y utilizar programas complementarios como InSQL, ActiveFactory, Suit Voyager que en conjunto integran la parte empresarial y de gestión con los datos de planta de una industria.

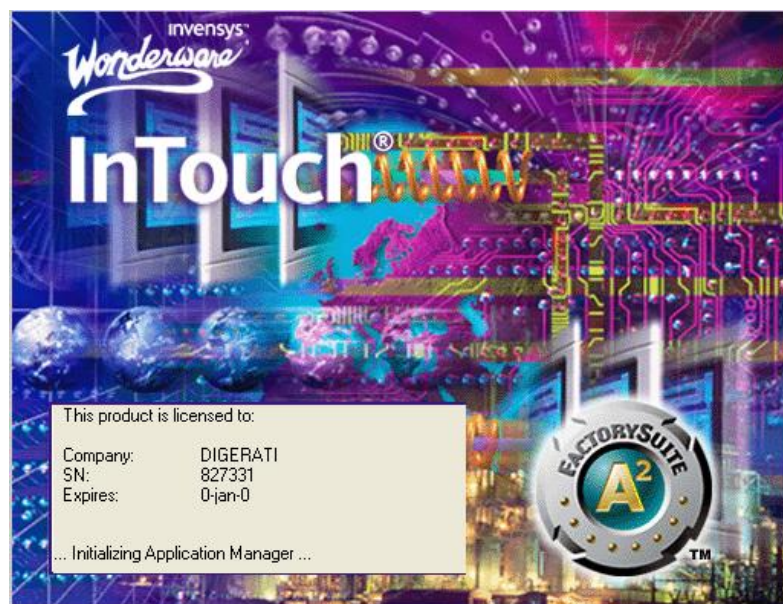


Figura 2.17 InTouch

2.5.2.- Características y prestaciones

2.5.2.1.- Lenguaje orientados a objetos

Las aplicaciones fáciles de editar y configurar, representan un menor tiempo de desarrollo. Con InTouch puede mover, redimensionar y animar objetos o grupos de ellos tan sencilla y rápidamente como imágenes estáticas. Dispone de todo tipo de herramientas de diseño: dibujos sencillos, alineación, trabajo en múltiples capas, espaciado, rotación, inversión, duplicación, copia, eliminación, etc. Todas estas prestaciones se encuentran en una única y configurable caja de herramientas o en sus menús.

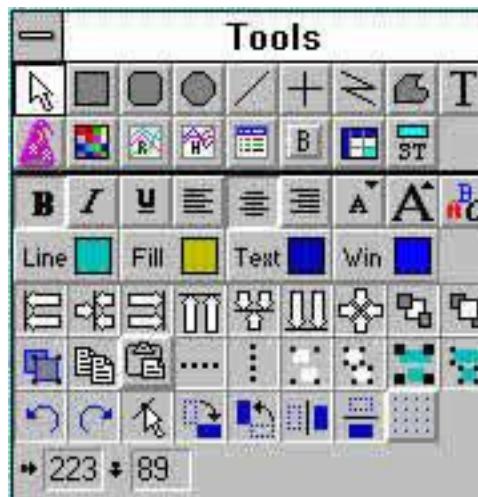


Figura 2.18 Herramientas de gráficos

2.5.2.2.- Animación de objetos

Las propiedades de animación de los objetos de InTouch pueden ser combinadas para ofrecer cambios complejos de tamaño, color, movimiento o posición. Permite un número ilimitado de objetos animados en cada pantalla. Incluye barras deslizantes verticales y horizontales; botones discretos o con acciones asociadas; control de color sobre textos, rellenos y líneas según valores discretos, analógicos o de alarmas; control de anchura, altura, posición vertical u horizontal; rellenos de objetos por porcentaje; visibilidad; visualización de datos discretos, analógicos o textos con propiedades especiales; rotación; intermitencia; etc.



Figura 2.19 Ejemplo de animación de objetos

2.5.2.3.- Gráficos históricos y en tiempo reales

La incorporación de gráficos históricos y en tiempo real en las aplicaciones es sencilla a través de los objetos incorporados. Cada gráfico puede presentar hasta 16 plumas con referencias a variables y ficheros históricos independientes. Cada uno de los gráficos dispone, en tiempo de ejecución, de selección de variables, visualización del valor en la posición del cursor, ampliación, desplazamiento o centrado. No existe límite en cuanto al número de gráficos a visualizar por pantalla o en toda la aplicación.

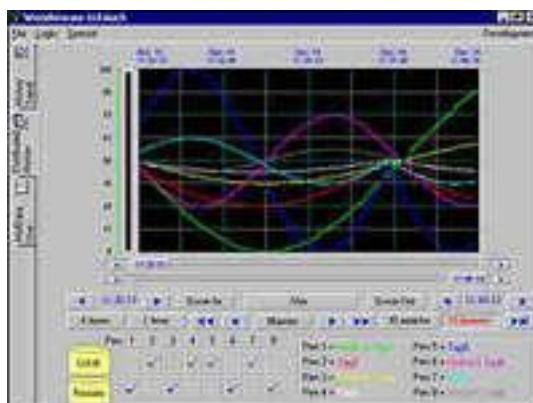


Figura 2.20 Gráfico de tendencias históricas

2.5.2.4.- Programación

InTouch dispone de un lenguaje de programación sencillo y extenso para la realización de cálculos en segundo plano, simulaciones, etc. Su programación está estructurada en grupos y eventos. Los programas condicionales se pueden asociar a resultados (verdadero, falso, mientras sea verdadero o falso) o botones

(al pulsar, al mantener o al soltar). Los programas de pantallas se invocan al abrir, cerrar o mientras la pantalla esté visible. Los programas por cambio de valores se activan al cambio de valores de tags, por acciones del operador (como la selección de objetos), o como resultado de eventos o condiciones de alarmas.

El editor de programas muestra todas las funciones con las que cuenta en pulsadores y dispone de utilidades de búsqueda y reemplazo, conversión y hasta 256 caracteres en expresiones para programas condicionales.

Su lenguaje de programación soporta expresiones matemáticas y lógicas. Los usuarios pueden visualizar números decimales de precisión sencilla mientras se calculan con doble precisión. Se han añadido nuevas funciones de manipulación de cadenas de texto, matemáticas, entrada/salida de ficheros, recursos del sistema, representaciones hexadecimales y científicas de valores, etc.

2.5.2.5.- Aplicaciones en Red

Las referencias dinámicas permiten al usuario la modificación de las propiedades de enlace de sus variables en tiempo de ejecución, como direcciones del PLC, celdas de hojas de cálculo u otras referencias DDE. De esta forma se puede visualizar cualquier celda de una hoja de cálculo utilizando un único tag.

Las alarmas distribuidas soportan múltiples servidores o proveedores de alarmas simultáneamente, facilitando al operador la posibilidad de monitorizar la información de alarmas de múltiples localizaciones a la vez. Las nuevas funciones de alarmas distribuidas permiten implementar reconocimiento, barras de desplazamiento y otras operaciones para el uso en una red.

De la misma forma, el nuevo sistema de Gráficos Históricos Distribuidos permite la especificación de diferentes ficheros históricos de datos para cada una de las 16 plumas posibles de un gráfico.

El Desarrollo Remoto (NAD) se ha incorporado para facilitar el desarrollo de aplicaciones en red. Incluye actualización de todos los nodos de forma automática, por tiempo, por el operador o por eventos de la aplicación.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO

3.1.- MONTAJE DEL MÓDULO.

Para el desarrollo de la estructura es necesario hacer un recuento de los pasos realizados para obtener el trabajo funcional y completo; como se muestra a continuación:

1. Es necesario establecer los elementos del módulo como son la estructura metálica, estructura de madera.
2. Para la mesa de la estructura metálica se selecciona las dimensiones (60*80*80) cm de Tubo estructural cuadrado de acero ASTM-A36 de 1/2" como se indica los cálculos en el Capítulo II, y además en los planos ANEXO D.
3. Se escoge el tipo de material con las dimensiones antes hechas, se procede a una soldadura tipo soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW), como se muestra en la figura 3.1.



Figura 3.1 Estructura Metálica Soldada

4. Se dan acabados necesarios como son el lijado, pintado, colocación y fijación de de las paredes con material de tabla MDF como se muestra en la Figura 3.2

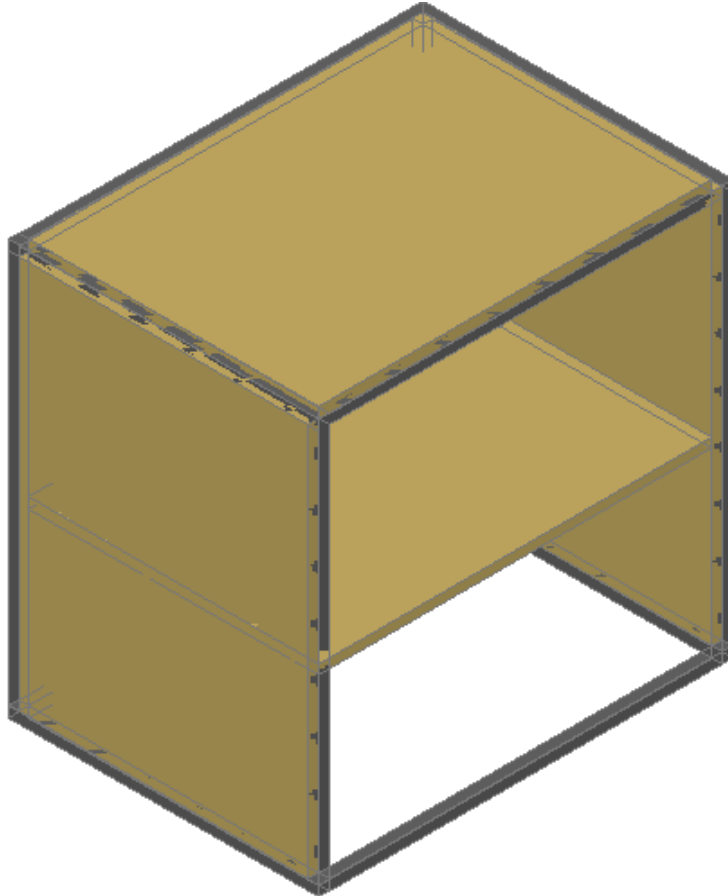


Figura 3.2 Mesa Completa

6. Se pone y se fija a la madera la bomba centrífuga con pernos roscados de 1/4" * 1 1/2" con sus respectivas tuercas.
7. Se hace unos taladrados para poner las tuberías tanto en la succión como en la descarga de la bomba centrífuga.
8. Se coloca la tubería de 1/2", y se instala el sensor de caudal, se completa el armado con la colocación de los demás accesorios como es la válvula de pie, y las válvulas de cierre rápido.
9. Se coloca los tanques o recipientes del fluido tanto para la parte de succión de la bomba como para la descarga.

3.2.- IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO DEL PROCESO

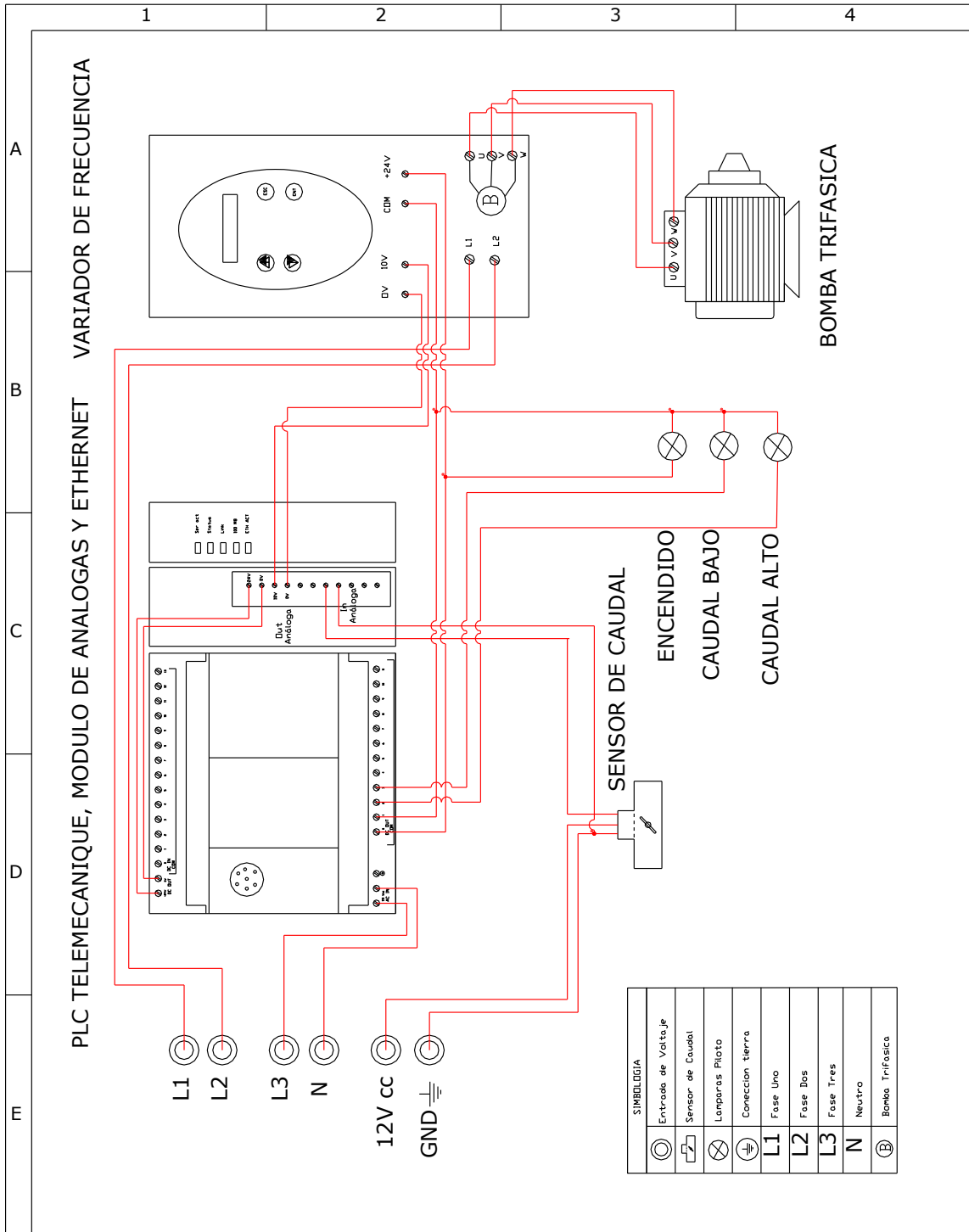
Para el sistema eléctrico fue necesario que todo el equipo mecánico como es la estructura y la tubería estén previamente ya instalados, y seguir los pasos que se mencionan a continuación:

1. Se ancla a la madera un Riel Din para la sujeción de los elementos de control, conexiones, etc.
2. Una vez que los elementos llegan están empaquetados para lo cual es necesario sacarlos de sus cajas.
3. Se arma el PLC TWDLCAA24DRF con sus respectivos módulos extras de expansión, entradas/salidas analógicas (TWDAMM3HT), módulo Ethernet (499TWD01100), como se muestra en la figura 3.3.



Figura 3.3 PLC con módulo de Análogas y Ethernet

4. Se realiza las conexiones como se muestra en los planos eléctricos, estando el módulo listo para ser encendido y utilizado normalmente.



					Tolerancia	Peso	DIAGRAMA DE CONECCIONES ELECTRICAS PLANO ELECTRICO	Escala 1:3
					Fecha	Nombre		
					Dib. 28-04-09	José Tapia		
					Rev. 28-04-09	Ing. Travez		
					Apro. 05-04-09	Ing. Travez		
					ESPE		EM-03-05 (Sustitución)	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	ELECTROMECHANICA				

3.3.- PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR

Para la programación del PLC controlador el necesario tener un el Software TwidoSoft.

3.3.1.-TwidoSoft

TwidoSoft es un entorno de desarrollo gráfico para crear, configurar y gestionar aplicaciones para los autómatas programables (PLC Twido). TwidoSoft versión 3.5 es un programa basado en Windows de 32 bits para un PC que se ejecute con los sistemas operativos Microsoft Windows 98 segunda edición o Microsoft Windows 2000 Professional o superior.

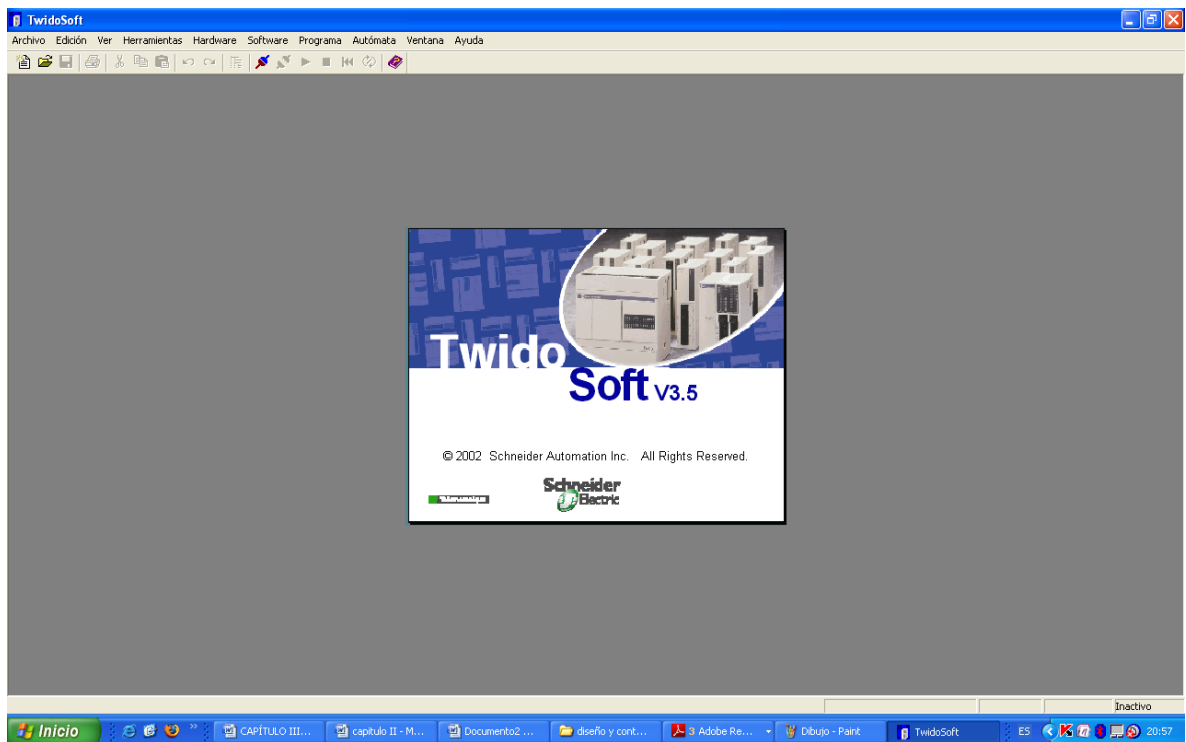


Figura 3.4 TwidoSoft versión 3.5

3.3.1.1.- Programación

Principales funciones de programación y configuración:

- Programación de diagrama Ladder reversible y de lenguaje de lista de instrucciones.
- Programación en modo offline y online.

- Animación de programas y datos.
- Configuración sencilla mediante el Navegador de aplicación.
- Funciones de edición: Cortar, Copiar y Pegar.
- Programación simbólica.
- Copias impresas de programas y configuración.

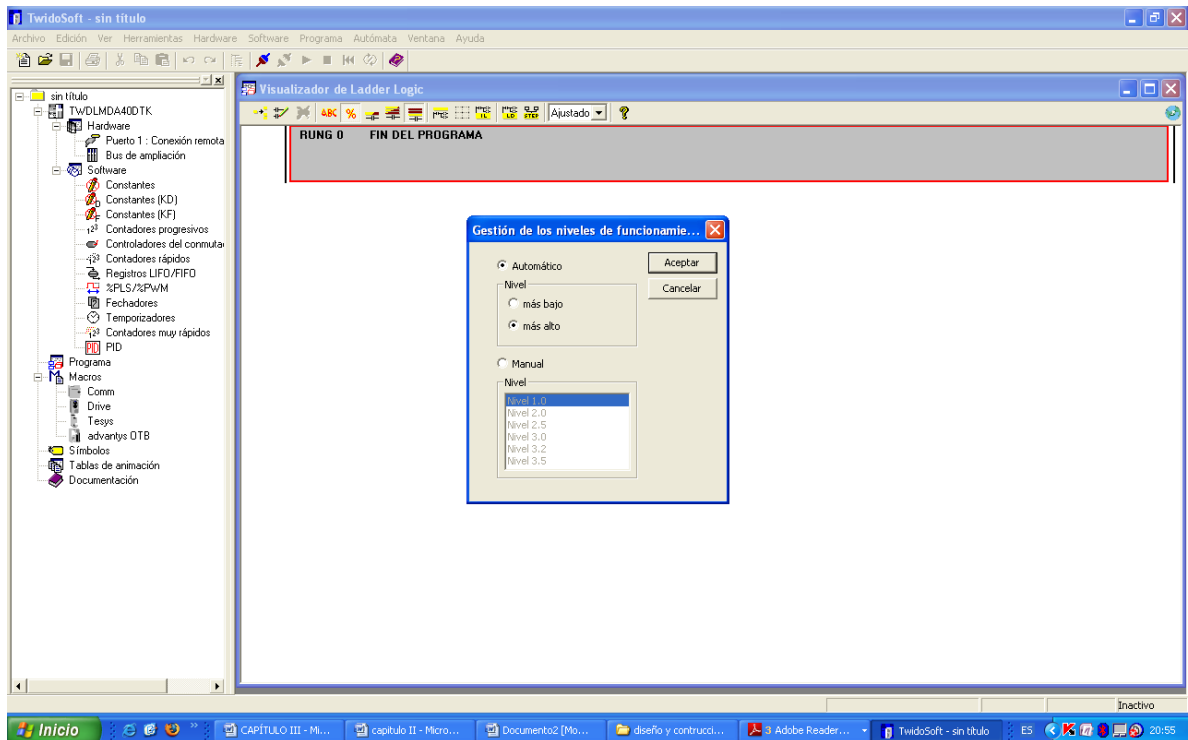


Figura 3.5 Ventana principal de TwidoSoft

3.3.2.-Configuración del Hardware

La configuración de los controladores programables TWIDO consiste en seleccionar opciones para los recursos de hardware del controlador, los mismos que pueden configurarse en cualquier momento durante la creación de un programa.

- **Controlador Base y Remoto**

Aquí se configura el tipo de controlador que se utiliza en el proceso, sea éste modular o compacto, siendo distintos por el tipo de alimentación. Para seleccionar el modelo de controlador para una aplicación, se utiliza el cuadro de diálogo "Cambiar controlador base". El modelo puede ser modificado, pero no eliminado de la estructura de la aplicación.

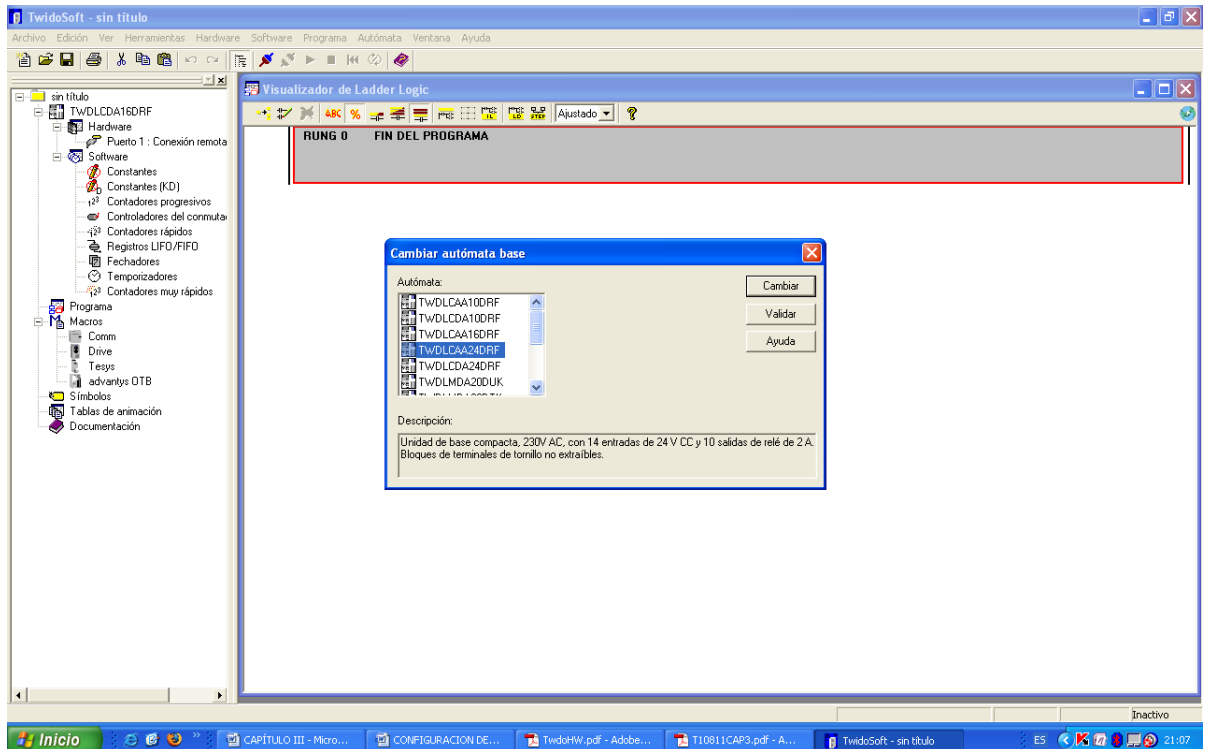


Figura 3.6 Pantalla del TwidoSoft para selección del PLC

- **Configuración de entradas y salidas (E/S digitales) del PLC**

Mediante el cuadro de diálogo "Configuración de entradas y salidas se asignan las E/S digitales del controlador base que van a ser utilizadas.

- **Entradas y salidas de ampliación (E/S análogas)**

Se emplea el cuadro de diálogo "Agregar módulo" para añadir, dependiendo del modelo, uno o varios módulos de ampliación de E/S a la configuración de la aplicación, a cada módulo de ampliación se le asigna una dirección de configuración que se enumeran en el mismo orden en el que se agregan los módulos.

En este caso, se utiliza el módulo de ampliación TWDAMM3HT que contiene 2 entradas analógicas, 1 salida analógica y pueden ser configuradas como tipo voltaje (de 0 - 10V) o corriente (de 4 a 20 mA) e intercambiadas sin necesidad de utilizar hardware adicional.

Esta configuración se logra al dar un clic derecho sobre el icono del módulo de ampliación de E/S como se indica en la figura 3.7.

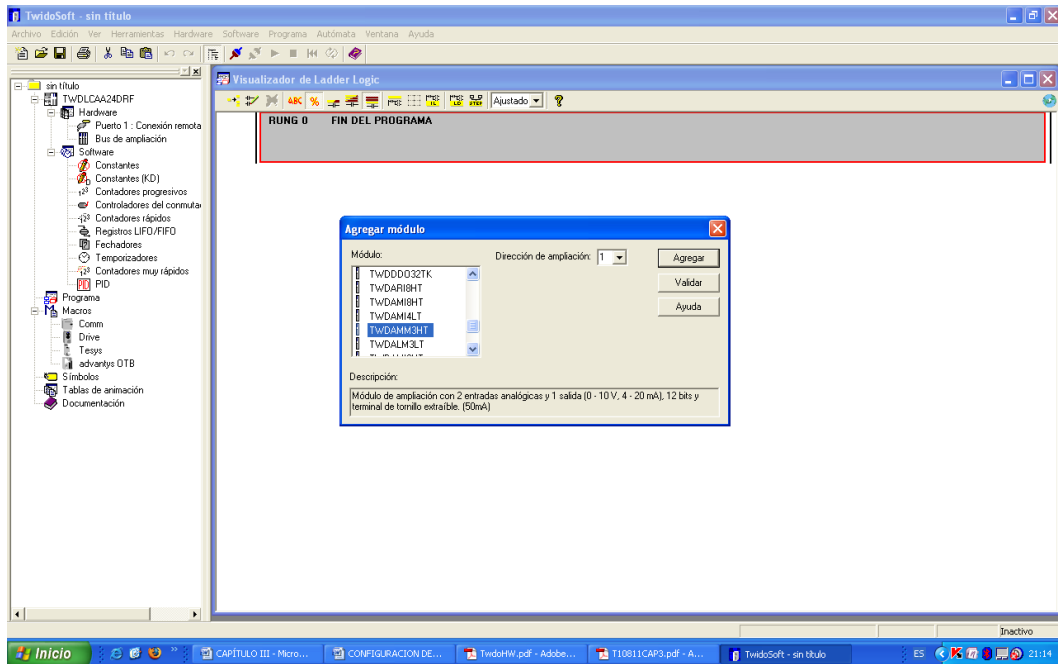


Figura 3.7 Selecciones de Módulo de Expansión de Análogos

Para la aplicación, se utiliza (opcional) como entrada de corriente la entrada %IW1.0 para adquirir los datos de caudal que da la bomba centrífuga, el agua que bombeada se aloja en el tanque principal y la salida %QW1.0 como de voltaje para controlar la salida de frecuencia que da el variador de frecuencia telemecanique Altivar 31 que controla la bomba centrífuga.

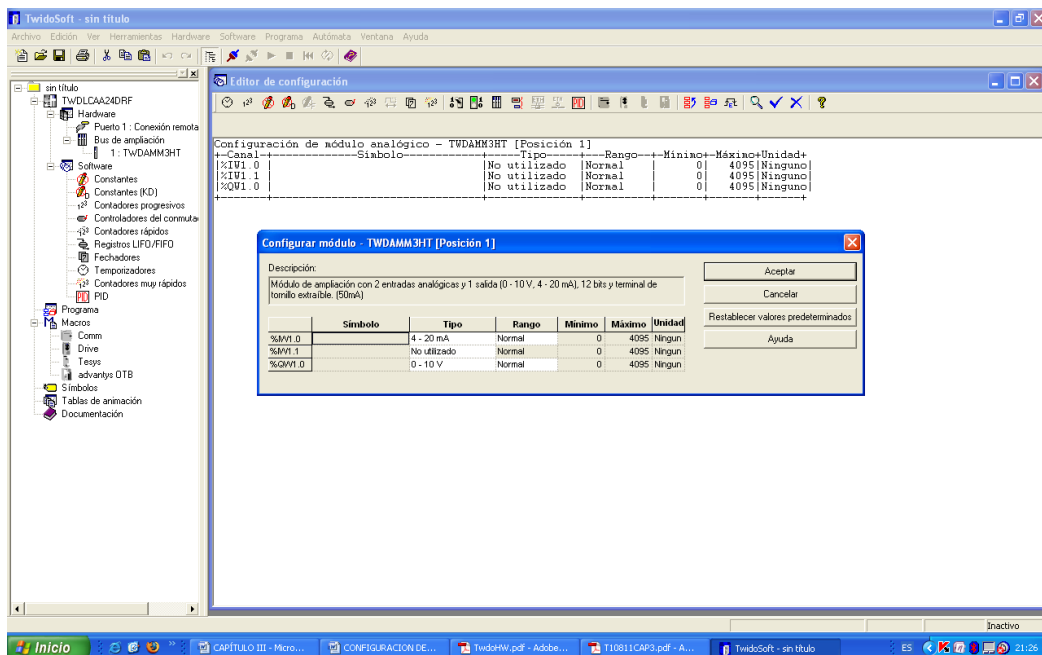


Figura 3.7 Pantalla de configuración E/S Análogos

Se puede configurar a cada entrada en valor de palabras decimales, binario o ASCII. La resolución es de 12 bits (o a 4095 en valor de palabra) para cada uno de los registros del módulo analógico que podrían ser escalados en función de los requerimientos de la aplicación para conseguir una mejor resolución, en figura 3.8 se muestra un el diagrama de conexión.

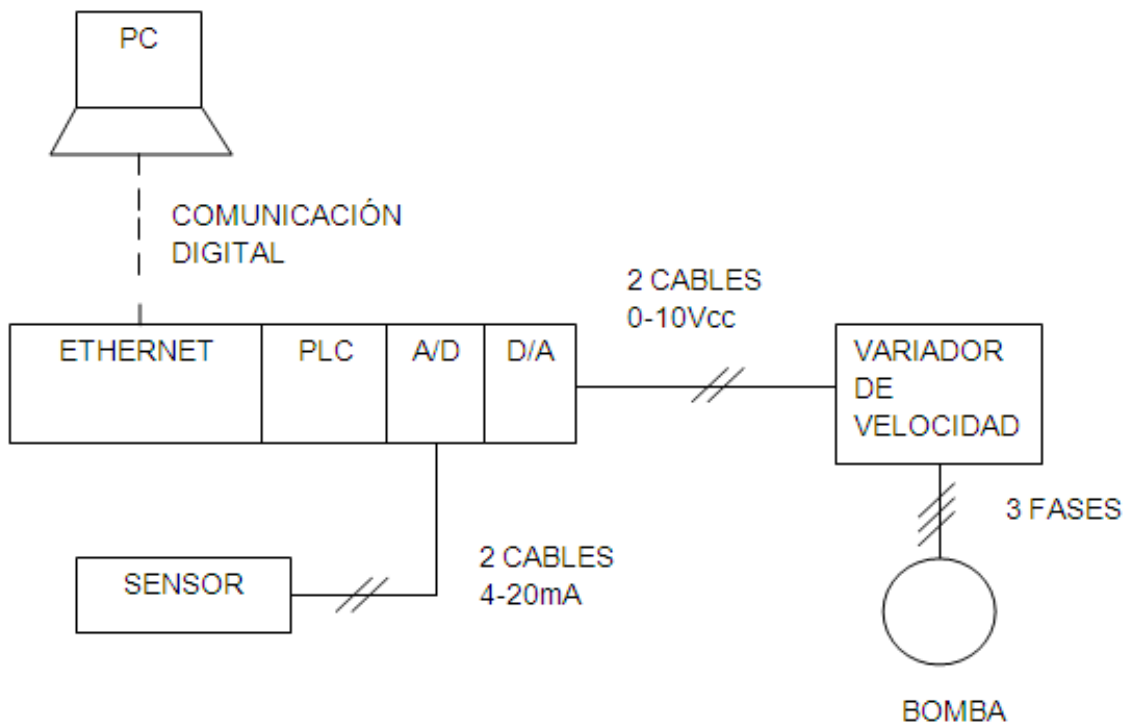


Figura 3.8 Diagrama de bloques de conexiones

3.3.2.4.- Programación del PLC

Para tener un óptimo control en el proceso de caudal es primordial realizar una secuencia interna en el controlador (Twido) que ayude al sistema a trabajar adecuadamente, como se muestra en la figura 3.9

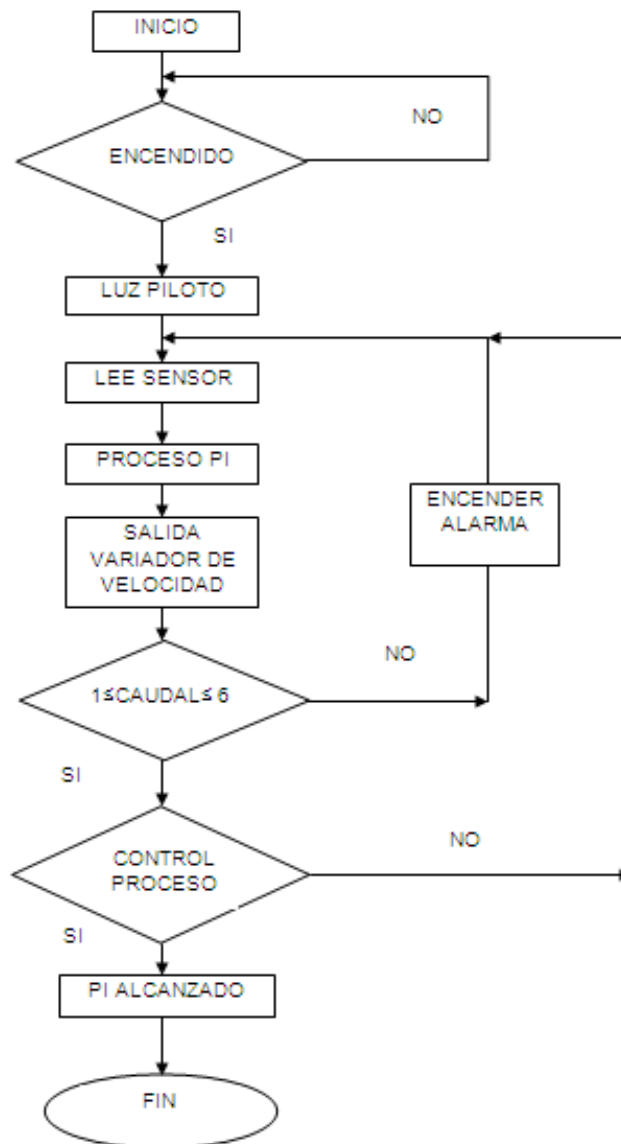


Figura 3.9 Diagrama de flujo del PLC

Es necesario conocer que el Twido TWDLCAA24DRF permite trabajar con memorias de palabra internas %MW que van de un rango de %MW0 a %MW9999, con espacios de memorias digitales %M en un rango de %M0 a %M999; que van hacer de gran ayuda ya que son operandos que leen bits internos y sirven para realizar la programación del controlador.

Una vez que se ha seguido la secuencia de configuración de los módulos de expansión que se indico anteriormente es necesario efectuar la programación en

ladder del PLC ya que es el hardware interno, el cual permite examinar y visualizar las tareas u órdenes que se le encomiende al controlador, y permitir hacer las pruebas de caudal, para lo cual se necesita seguir los pasos que se mencionan a continuación.

Cuando se ingresa a programa se debe seleccionar el RUNG en el que se va a programar, y se escoge la opción editar como se muestra en la figura 3.10.

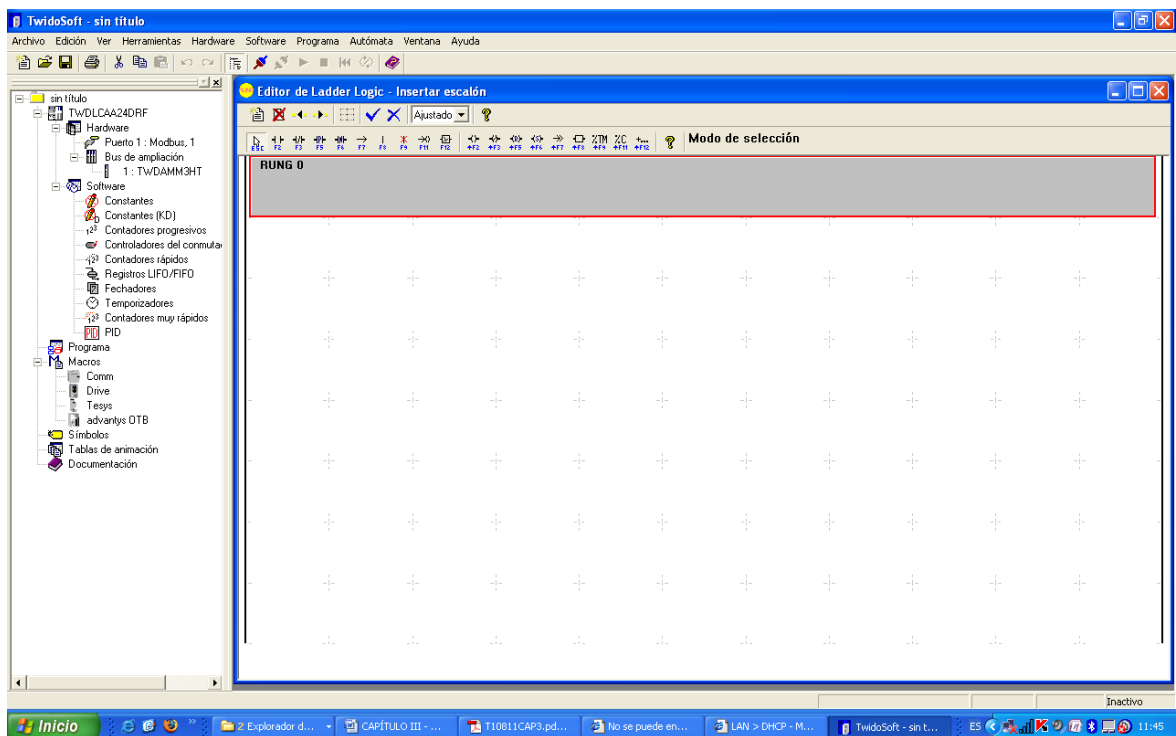


Figura 3.10 Inicio de la programación en TWIDO

Se despliega una barra de opciones donde se escoge los parámetros como interruptores, bobinas, temporizadores, contadores, etc. Donde se programará, el sistema que va a quedar funcionando, se selecciona en este caso una bobina %Q0.0 que es la primera salida analógica y %M0 que es una memoria interna que ayuda al enclavamiento del PLC; se pone aceptar para ingresar la programación Ladder del Rung0, como se muestra en la figura 3.11.

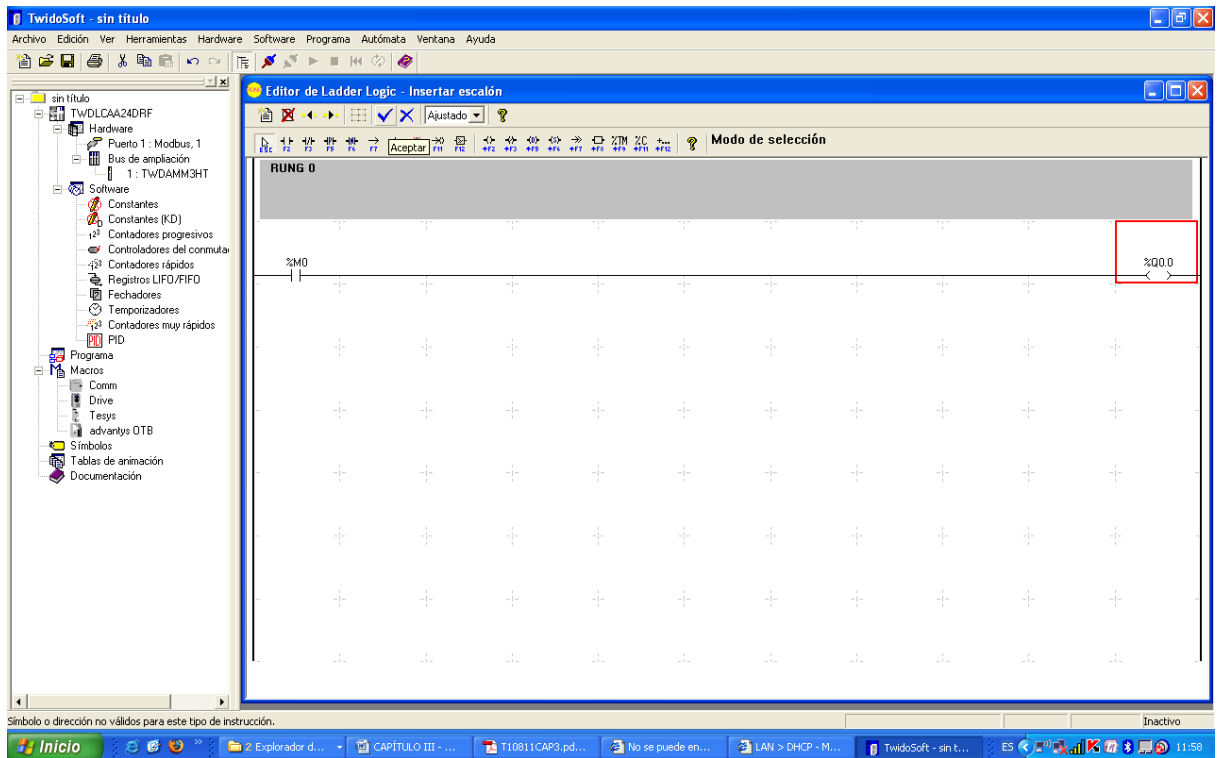


Figura 3.11 Programación Ladder en TWIDO

En esta instancia se necesita programar el Rung 1 para lo cual se pone a editar; y luego se activa nuevamente la barra de tareas y se escoge la programación de un bloque de operación en este caso PID 0 y se acepta, como se muestra en la figura 3.12.

En TwidoSoft no hay la opción PI es por eso que en la programación del PLC se ocupa la opción "PID" lo necesario para que funcione como PI es poner 0 en la constante derivativa, más adelante se explicará con mayor profundidad.

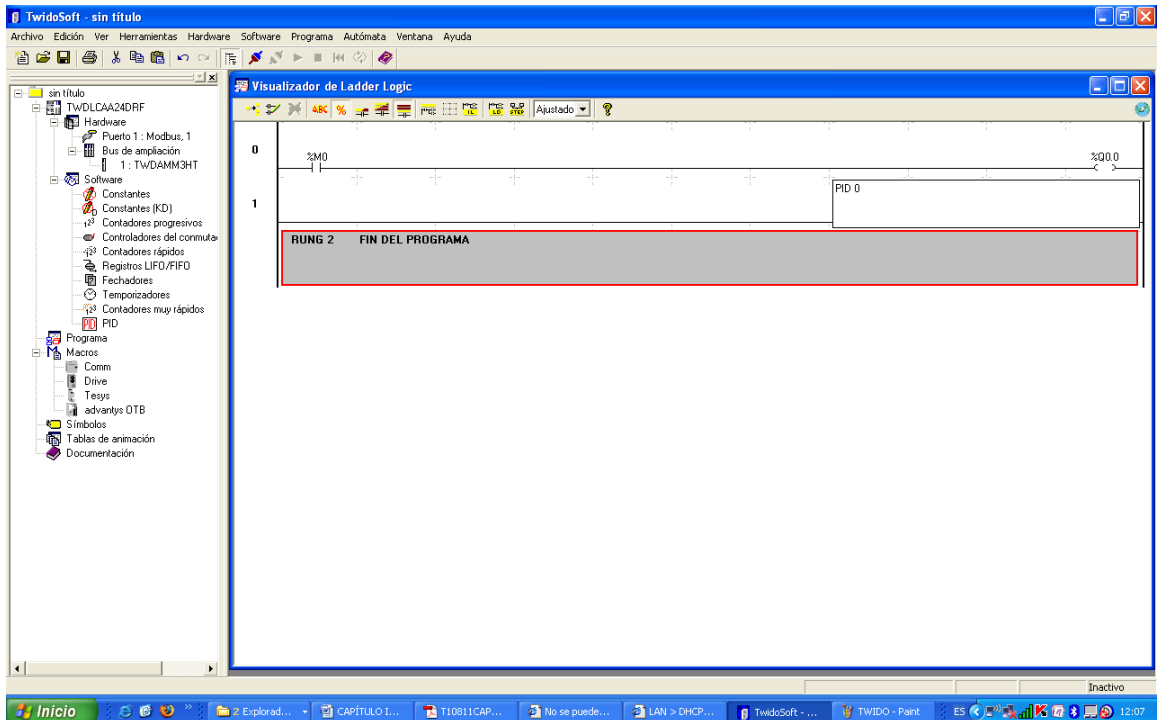


Figura 3.12 Programación Ladder para PID

El objetivo primordial es realizar un control PI por lo cual es sumamente necesario conocer como está constituido el sistema, el cual representa el diagrama de bloques siguiente.

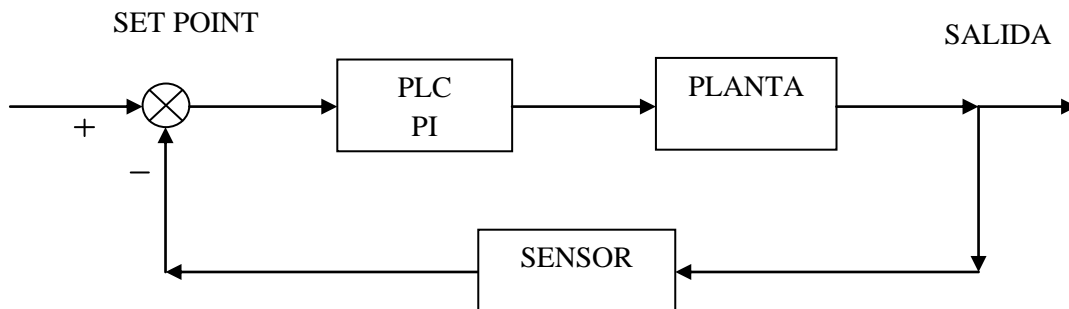


Figura 3.13 Diagrama de Bloques de PI

Una vez que está en Ladder hay que direccionar las constante, y los parámetros que van a realizar el algoritmo interno del PID en el PLC; dando doble clic en PID que se muestra en la Barra de Navegar de Aplicación que se muestra en la parte izquierda de la pantalla del Twido, o en la barra de tareas se ingresa en software y se selecciona PID; se despliega los parámetros de programación como se muestra en la figura 3.14.

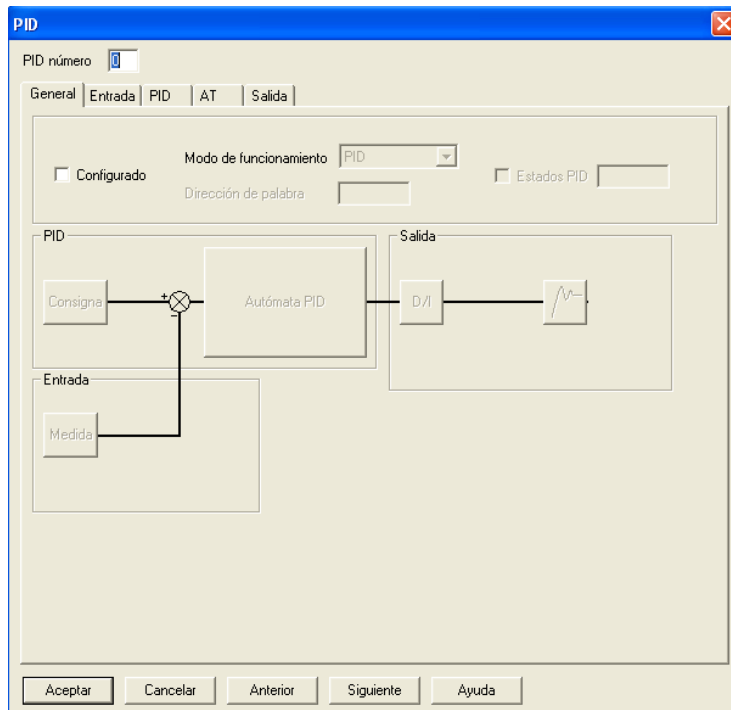


Figura 3.14 Programación PID

Entonces en General se escoge la opción **Configurado** y PID para este caso de proceso de caudal, se puede escoger otras opciones dependiendo del proceso en que se vaya aplicar el sistema como se puede ver en la figura 3.15.

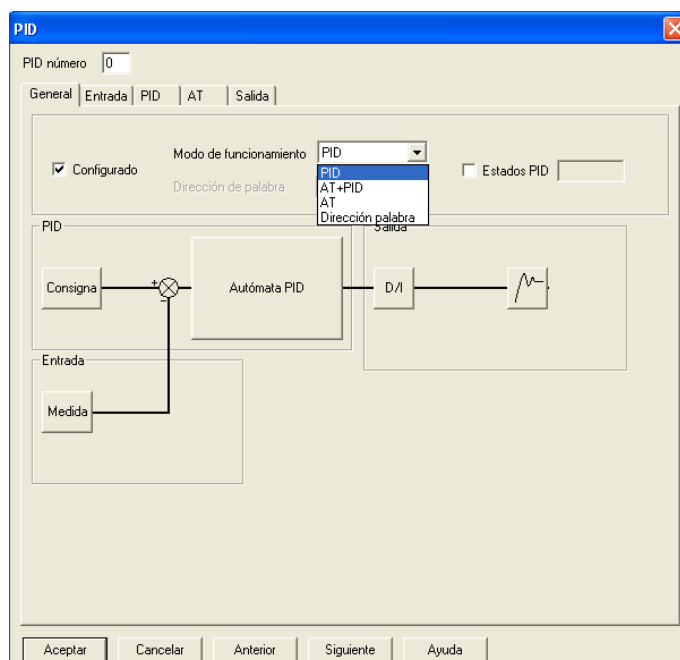


Figura 3.15 Programación PID, pestaña General

Después se necesita programar la entrada que tiene como función coger los datos del sensor de caudal en forma de Bits que entran por el módulo de análogas poner la señal del sensor que se toma por la entrada análoga, y va a ser cargado y activando mediante la memoria interna %MW31 como se muestra en la figura 3.16.

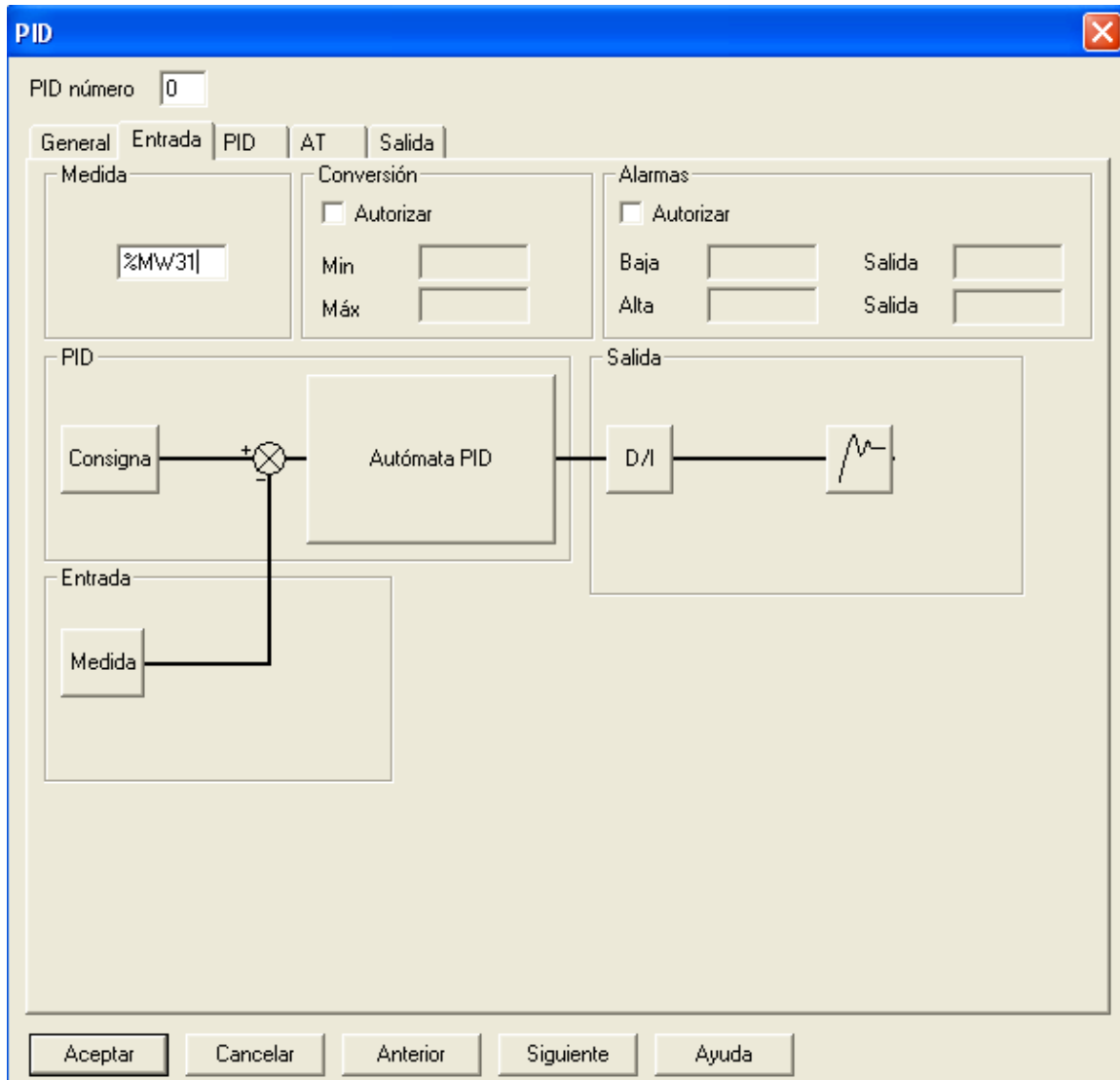


Figura 3.16 Programación PID, pestaña Entrada

Después es necesario cargar las memorias que van a funcionar como son la consigna (%MW20), los parámetros que tiene una resolución K_p (x0.01) se carga en la memoria (%MW2), T_i (0.1s) se carga en la memoria (%MW3), T_d se carga en la memoria (%MW4), periodo de muestreo (0.1s) que va a ser multiplicado por 1 como se muestra en la figura 3.17.

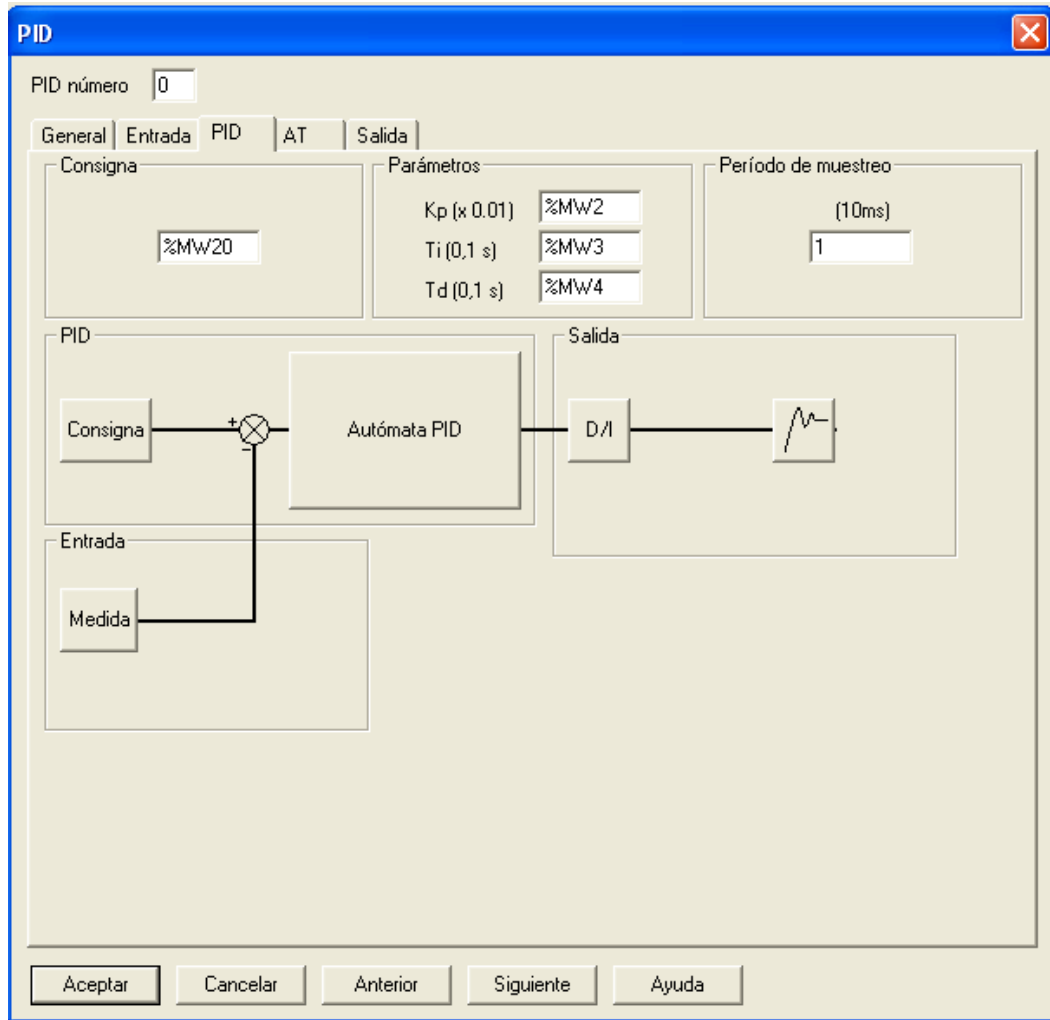


Figura 3.17 Programación PID, pestaña PID

La pestaña AT no necesita ser programada ya que este solo se activa cuando usamos un PID con Auto Tuning que es para otras aplicaciones.

Se prosigue con la configuración de la pestaña **salida** la cual va a controlar la señal de la salida análoga del módulo de expansión, que ingresa en forma de voltaje al Variador de Velocidad Altivar 3.1, el cual va a controlar a la bomba centrífuga; cargando la salida analógica (%QW1), se necesita escoger la opción de Acción inversa ya que estamos controlando caudal, se da unos límites para que funcione el PID en esos rangos de funcionamiento para tener un mejor control cargando la memoria (%MW8) como rango mínimo y (%MW9) como rango máximo; como se muestra en la figura 3.18.

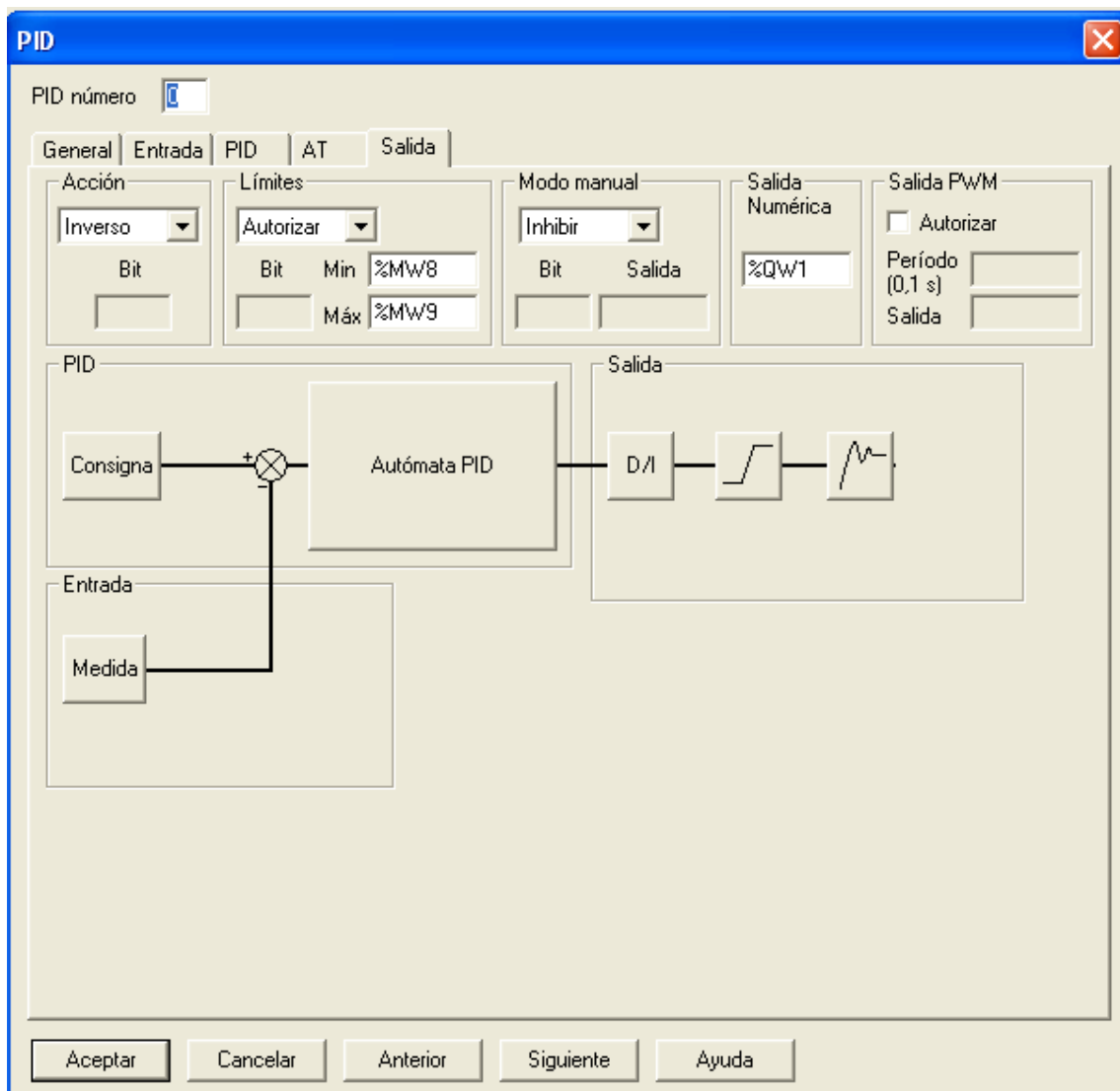


Figura 3.18 Programación PID, Salida

Se pone aceptar y si no indica ningún error la programación del PID esta correcta, caso contrario se necesita verificar los errores; luego muestra el siguiente cuadro que se observa en la figura 3.19.

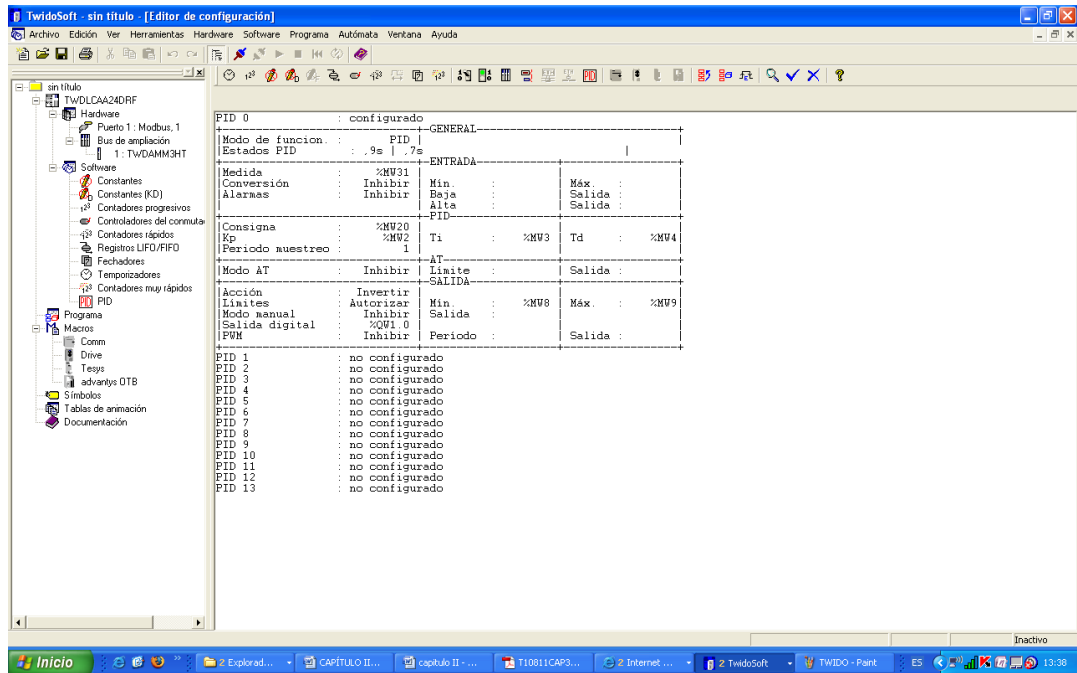


Figura 3.19 Programación PID cuadro de Dialogo

Entonces se ha realizado la configuración del PI en forma interna, pero es necesario direccionar las memorias puestas para que el controlador realice el programa adecuadamente, con los pasos que fueron mencionados anteriormente, como se muestra en la figura 3.20.

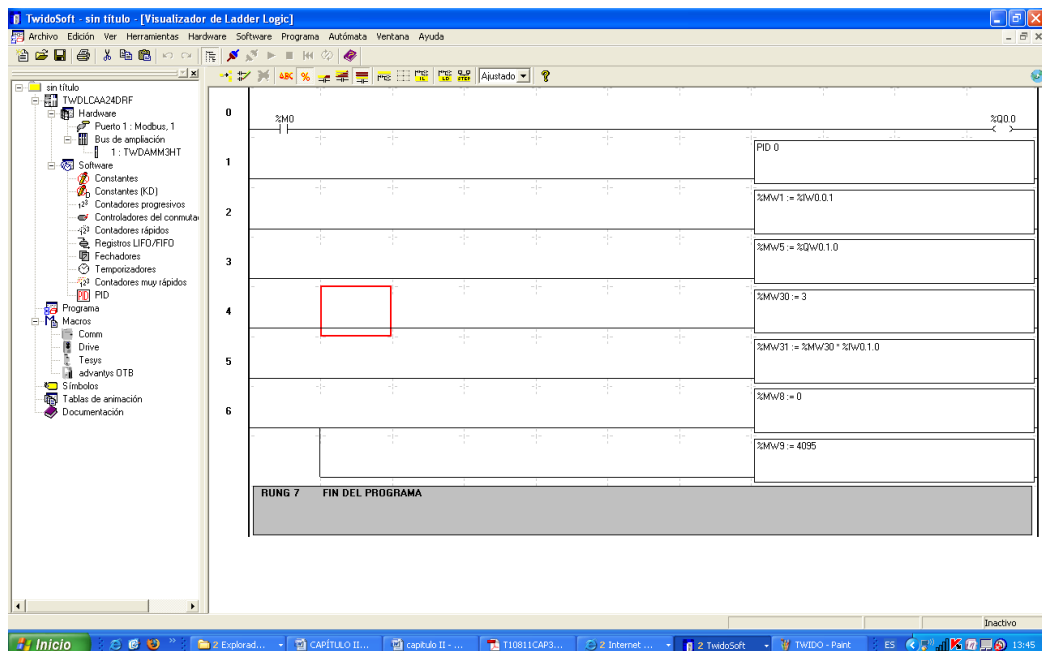


Figura 3.20 Programación del programa

Una vez que esto queda concluido se carga al PLC, con el botón aceptar o en la barra de tareas se escoge **Autómata** y Conectar, debe salir un anuncio de dirección de autómatas y se pone aceptar, como se muestra en la figura 3.21.

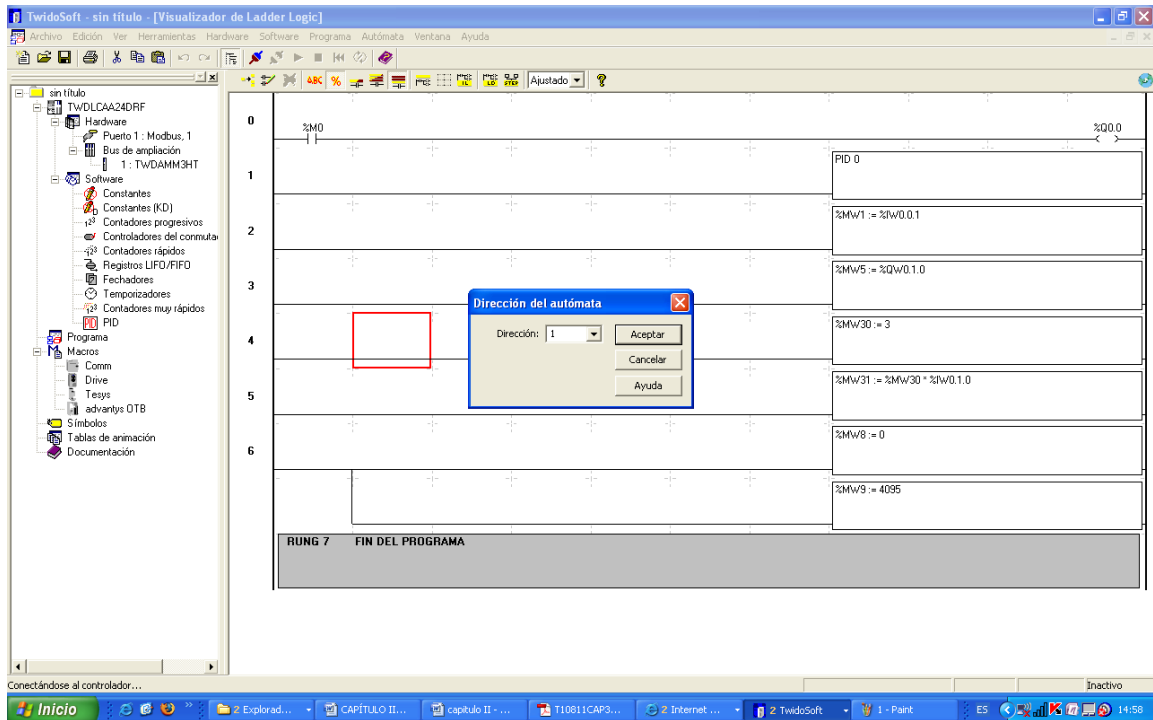


Figura 3.21 Cargar programa al PLC

Luego sale una configuración diferente en la cual se puede escoger de PC al Autómata ó del Autómata al PC, siendo el PC la computadora y el Autómata el PLC TWDLCAA24DRF; en este caso como es primera vez se necesita enviar el PC al Autómata; si el programa se encuentra en el PLC es necesario escoger la opción de Autómata a PC, y se pone aceptar como se muestra en la figura 3.22.

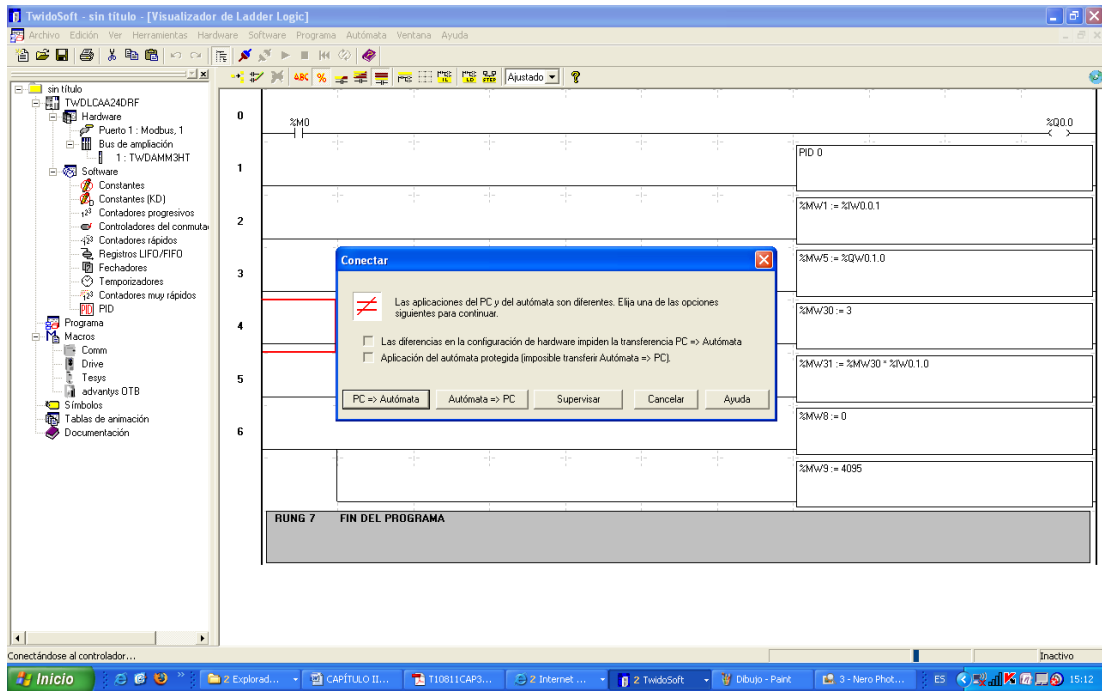


Figura 3.22 Direccionamiento de Programa

Debe desplegar otro cuadro de diálogo el cual es para sobrescribir el programa anterior al cual se pone aceptar como se muestra en la figura 3.23.

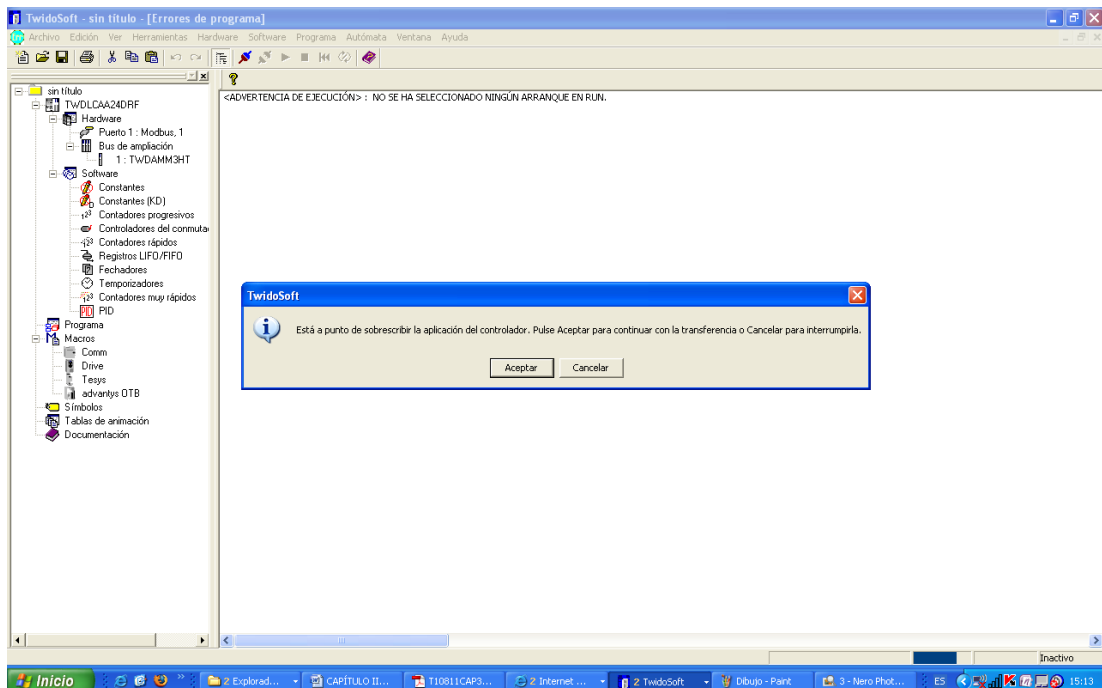


Figura 3.23 Sobrescribir el Programa Anterior

Luego despliega otro cuadro de dialogo, si no hay ningún error entonces se puede correr el programa con el botón de **Play**, al que se pone aceptar, como se muestra en la Figura 3.24.

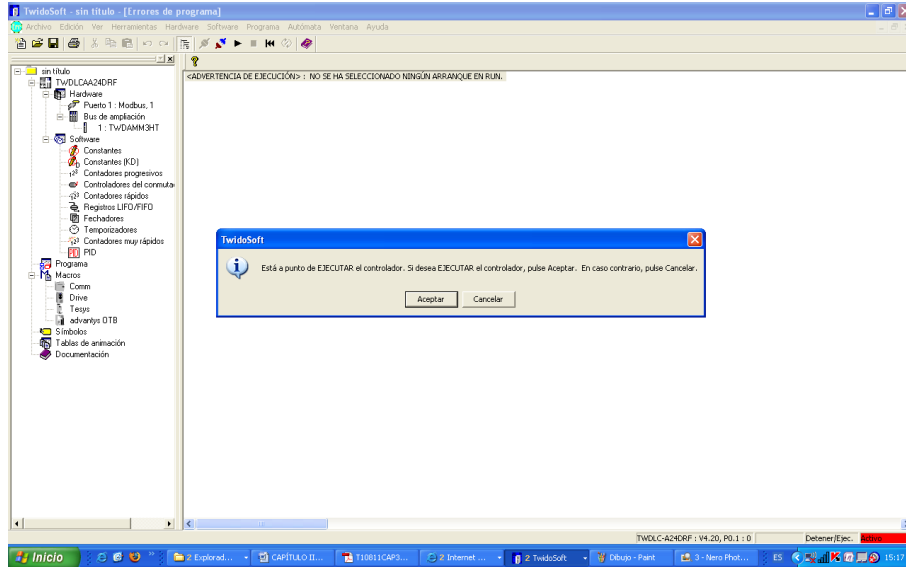


Figura 3.24 Mandar ejecutar al PLC

Se dá doble clic en programa y se pone visualizar dando clic en la barra de tareas; esto sirve para verificar el funcionamiento y como se comporta en cuando a la adquisición de datos y como trabaja en si el programa, como se muestra e la Figura 3.25.

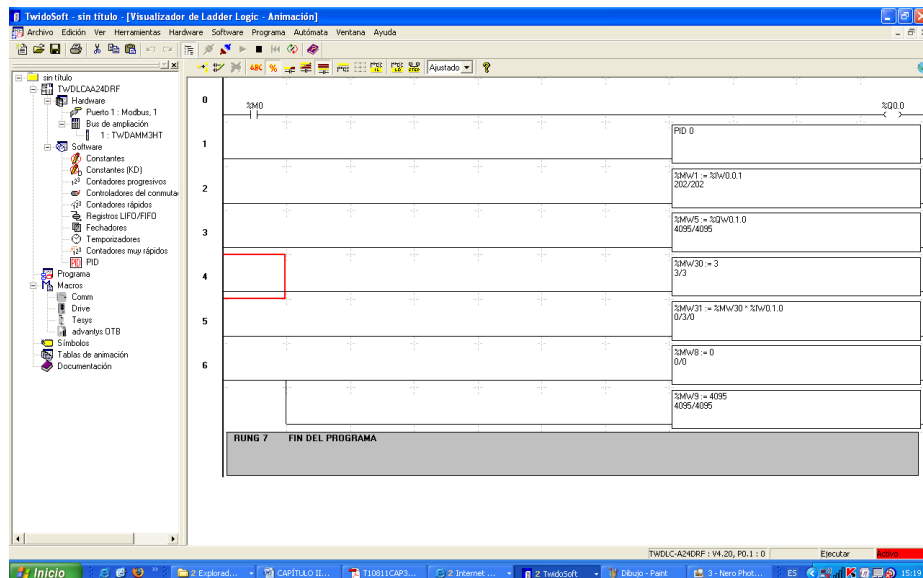


Figura 3.25 Visualización del Programa Final

3.4.- PROGRAMACIÓN DEL VARIADOR DE VELOCIDAD

Como ya se menciona en el capítulo anterior el variador de velocidad que se va a utilizar es el Altivar ATV31H075M2 de la marca Telemecanique que tiene las siguientes características:

- Entrada de alimentación 200/240 Ø1
- Potencia de trabajo 0,75 KW/1HP
- Frecuencia de funcionamiento 50/60 Hz
- Corriente de entrada 0.9A I_{max}
- Salida de voltaje 200/240 Ø3
- Frecuencia de salida de 0.5/500 Hz
- Corriente de salida 4.8A
- Corriente de corto circuito 1000A por 3 seg sin sufrir daños



	Input Alimentation Entrada	Output Sortie Salida
U(V~)	200/240 Ø1	200/240 Ø3
F(Hz)	50/60	0.5/500
I(A)	0.9max	4.8
	1000A max	@1000A S.Ckt
	CU AWG14:75°C 7.1 lb-in/0.8 Nm	

Figura 3.26 Datos de placa Variador de Velocidad ATV31H075M2

Según su funcionamiento se necesita conocer el variador en sí y como esta su composición.



Fig. 3.27 Variador de Velocidad ATV31H075M2

Es necesario conocer las funciones básicas y como se puede maniobrar al variador de velocidad ATV1H075M2

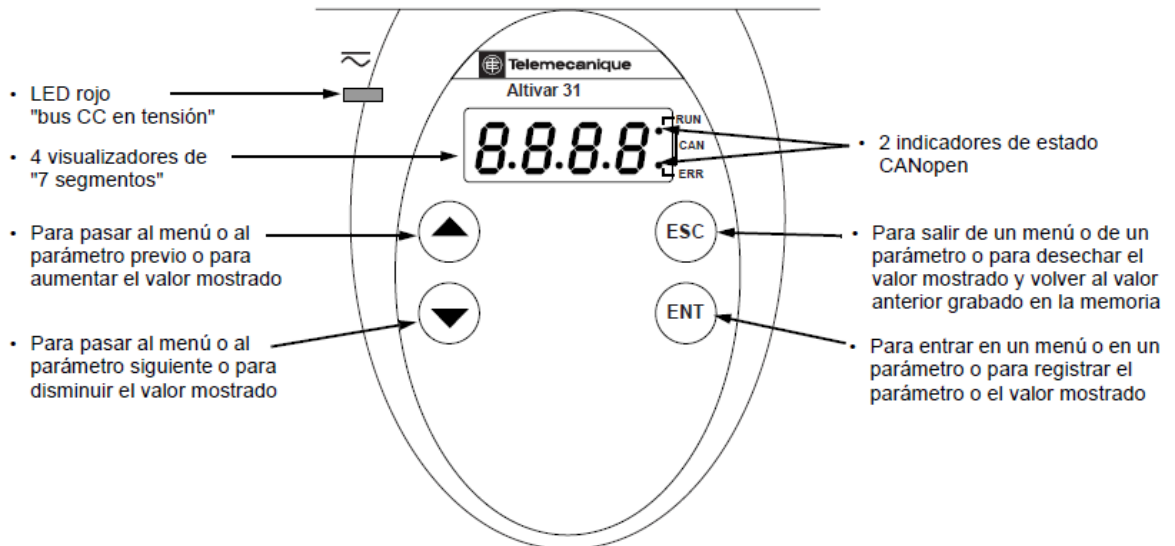


Figura 3.28 Teclado del Variador

Para realizar la programación del variador es necesario tener el manual que viene adjunto al hacer la adquisición del producto.

Para usar el panel de control del variador se necesita usar los comandos que se muestran en la Tabla 3.1.











SIMBOLOGIA	FUNCION QUE REALIZA
	Pasar al menú o al parámetro previo o para aumentar el valor mostrado
	Pasar al menú o al parámetro siguiente o para disminuir el valor mostrado
	Salir de un menú o de un parámetro o para desechar el valor mostrado y volver al valor anterior grabado en la memoria
	Entrar en un menú o para registrar el parámetro o el valor mostrado

Tabla 3.1 Funciones de botones para programar Variador de frecuencia

Para realizar la programación del Variador de Frecuencia se ingresa presionando el botón **ENT** luego se selecciona los botones  o  para seleccionar el menú en cual se va a trabajar , se aplasta **ENT** para ingresar a un menú deseado, y se presiona  o  para variar el valor (subir ó bajar) del parámetro seleccionado, si se está de acuerdo con el valor se presiona **ENT** este graba el valor en la memoria interna, caso contrario se presiona **ESC** y se sale de ese menú sin programar nada en ese parámetro; esta secuencia se realiza para setear los valores de todos y cada uno de los parámetros que se mencionan más adelante.

Es necesario tener en cuenta en el panel de operación del variador de velocidad que al pulsar el botón  o  no se graba en memoria el valor elegido.

Si se pulsa de forma continua (>2 s) ▲o ▼, se obtiene un desplazamiento rápido.

Se necesita tomar en consideración que el variador de velocidad va hacer activado por medio de la salida analógica (0 a 10Vcc) del módulo de expansión analógica que se encuentran en el PLC, para lo cual se sigue los siguientes pasos:

1. Se necesita que el variador este prendido con la alimentación de 220Vac, para poder maniobrar el mismo.
2. El variador de velocidad viene preajustado de fábrica por lo que es necesario programar con los parámetros que necesite el usuario
3. Entonces es primordial conocer las diferentes operaciones que permite hacer el variador esto es, los modos de acceso al menú principal de control.

Para un uso más cómodo, hay ciertos parámetros que son accesibles desde varios menús, los ajustes, el retorno al ajuste de fábrica, la recuperación y la grabación de la configuración, como se muestra en la Figura 3.29.

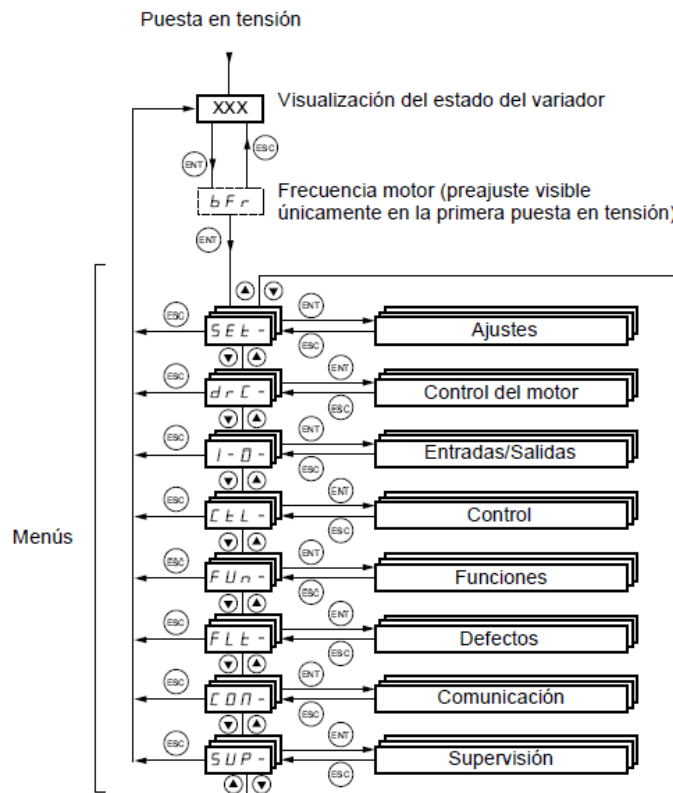


Figura 3.29 Acceso a los Menús

4. Entonces se necesita programar los parámetros del **Set** que es el menú de ajustes, en este parámetro solo se va seleccionar las opción que se muestran en la Tabla 3.2 a continuación

Cod.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
ACC	Tiempo de la rampa de aceleración	3s	3s
dEC	Tiempo de la rampa de deceleración	3s	3s
LSP	Mínima velocidad	0Hz	0Hz
HSP	Máxima velocidad	60Hz	60Hz
lth	Protección térmica del motor (corriente térmica máx.)	1.5 In	0.2 a 1.5 In

Tabla 3.2 Parámetros de seteo en menú Set

5. Seguido el paso anterior se continua con el menú **drC** donde se encuentran los parámetros de control del la bomba, **drC**, estos solo se pueden modificar en parado (sin orden de marcha), excepto **tUn**, que puede provocar la puesta en tensión del motor, aquí se introducen los valores que figuran en la placa de características de la bomba motor en el menú Accionamiento, se programa lo que se ve en la Tabla 3.3.

Cod.	Descripción	rango de ajuste	ajuste de fábrica
bFr	frecuencia estándar del motor	60Hz	50Hz
COS	Coseno del ángulo de desfase del motor que figura en la placa de características	0.92	0.5 a 1

Tabla 3.3 Parámetros de seteo en menú drC

6. Luego se continúa con menú **I-O** que es donde se pone los parámetros de entradas/salidas, en el cual se va a setear con los datos que se indica en la Tabla 3.4.

Cod.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
tCC	Control 2 hilos/3 hilos	2 hilos	2 hilos
CFG	Configuración fuente	STS	STC
STS	AI1, AI2 consigna de velocidad 4-20mA ó 0-10 V	AI2	AI1

Tabla 3.4 Parámetros de seteo en menú I-O

Nota.

La conexión de 2 hilos se escoge como protección para que es arranque sea en un solo sentido, y no se haga un cambio de giro de la bomba no deseado, como se muestra en la Figura 3.30.

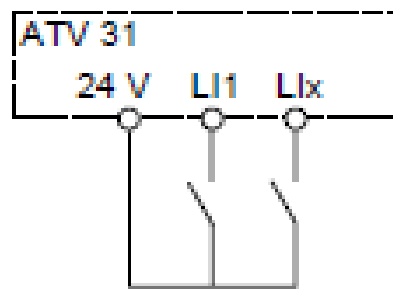


Figura 3.30 Diagrama de conexión a dos hilos en Variador

Se escoge la consigna AI2 ya que es la que activa las entradas analógicas de 0 – 10 V y se desactiva entrada a corriente, y se da seguridad para no producir daño al variador.

7. Dando por terminado con la programación en el variador de velocidad ya que los demás menús no son necesarios programarlos; puesto que funcionan con los preajustes de fábrica para esta aplicación; siendo necesario cambiar su configuración si se usa el equipo para otra aplicación para lo cual es necesario ver la información en el ANEXO C.

3.5.- DISEÑO DEL SISTEMA HMI

Para desarrollar un sistema de asistencia que ayude al usuario u operador a controlar el proceso, se debe tener en cuenta algunos requerimientos, como se menciona a continuación:

- Que funcione bien a cualquier tipo de situación y que tecnológicamente sea confiable.
- Que aporte ventaja apreciable en cuanto a visualización y seguridad.
- Que sea fácilmente integrable.
- Que no sea costoso.

Por lo cual para realizar el HMI (Human Machine Interfase) en el sistema, es necesario utilizar el programa Intouch de Wonderward, que tiene una interfaz aceptada por el PLC (Twido), lo cual es muy atractiva para el usuario, cuando existen elementos que le resultan familiares tanto en su funcionamiento como en su apariencia, el HMI desarrollado trata de incorporar imágenes y objetos que se encuentran en el proceso.

De esta manera se representa en forma gráfica el proceso implementado, y permite al usuario visualizar y controlar el sistema, en sitio como a distancia por medio de un computador

3.5.1.- Descripción de las pantallas utilizadas para HMI

A continuación se muestra el diagrama, en el cual se detalla la función de cada una de las pantallas desarrolladas.

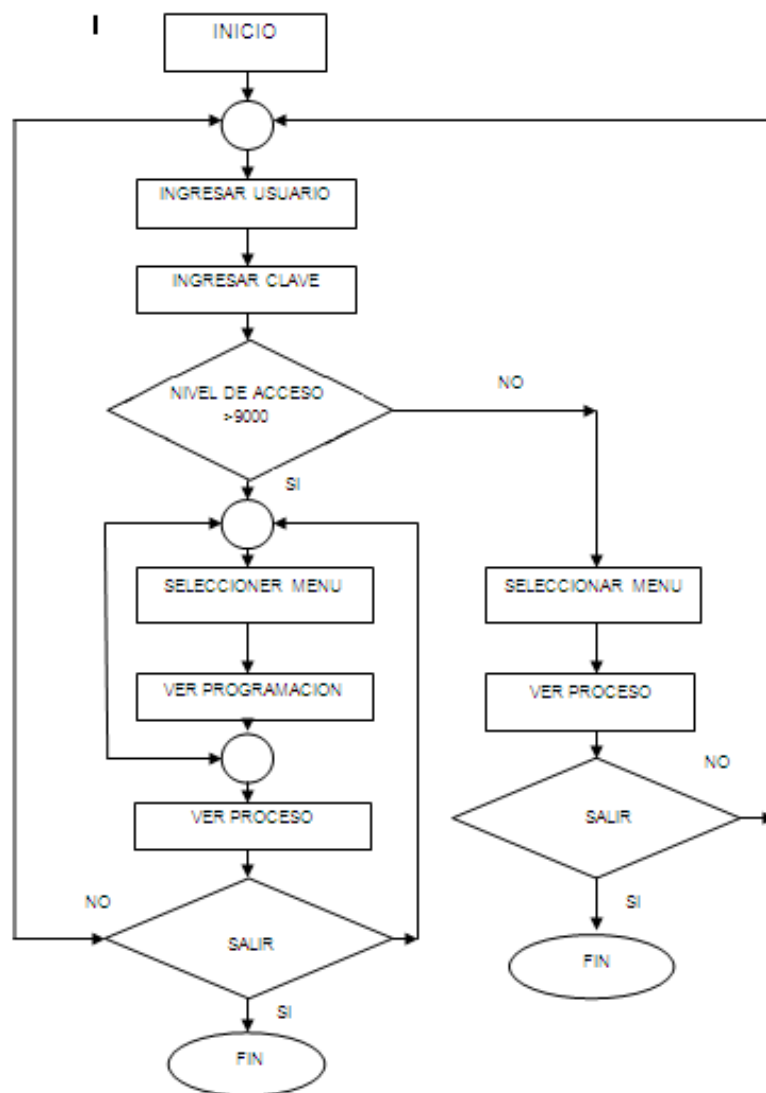


Figura 3.31 Diagrama de Flujo de HMI

3.5.1.1- Ingreso a la aplicación

Se puede ingresar a la aplicación utilizando el explorador de Windows o el acceso directo ubicado en el escritorio, para ejecutar Intouch.

3.5.1.2.- Pantalla de Registro y Usuarios

El nivel de acceso (Access level) permite a los usuarios tener ciertos privilegios para ejecutar una u otra dentro del programa.

Hay 2 tipos de usuarios desarrollados en la aplicación además de los existentes en Intouch por defecto:

Supervisor

Tiene un nivel de acceso 1 (privilegio del administrador o programador), puede ingresar a todos los recursos del sistema (pantallas, condiciones del proceso, etc.) y modificarlo.

Operador

Con un nivel de acceso 2, tiene registrado el acceso a ciertas pantallas y puede únicamente visualizar el proceso y sus características.

Para ingresar el sistema se debe registrar el nombre del usuario y su clave, si es correcto se habilita el botón de continuar a la siguiente pantalla, caso contrario el usuario puede intentarlo nuevamente.



Figura 3.32 Pantalla de usuario

3.5.1.3.- Pantalla de Menú

En una pantalla destinada a mostrar el proceso en forma grafica y está constituido en dos partes:

Gráficas de Proceso

Es una de las ventana más importantes de la aplicación, pues plasma el proceso que

se está desarrollando en forma dinámica, es decir los objetos cambian su apariencia según las acciones del sistema real (cambio de caudal, funcionamiento de la bomba, circulación de agua en las tuberías, enlace Ethernet, etc.); también nos muestra un aviso de que se ha perdido la comunicación en caso se suceder este percance.

Permite también ver el usuario que está trabajando en este momento y enlazar a la ventana para la sintonización.

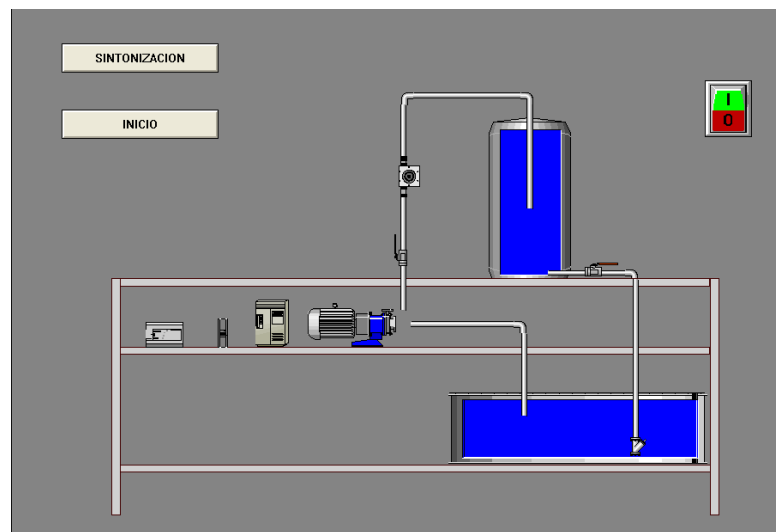


Figura 3.33 Pantalla de usuario

Además observamos el estado (encendido/apagado) del proceso, así como también del funcionamiento de los dispositivos mecánicos y de las señales de alarma del proceso. Con el botón de ON/OFF se enciende o se apaga el proceso ante cualquier eventualidad.

3.5.1.4.- Pantallas de Gráficas

Es la pantalla en la que se representan en tiempo real el estado de las variables del proceso como: la entrada del sensor de caudal, caudal controlado, funcionamiento de la bomba.

El tiempo de muestreo, la escala máxima de los ejes y las divisiones de las cuadrículas en la que se crea la gráfica son configurados acorde a los requerimientos del sistema, como se comporta el PI en general.

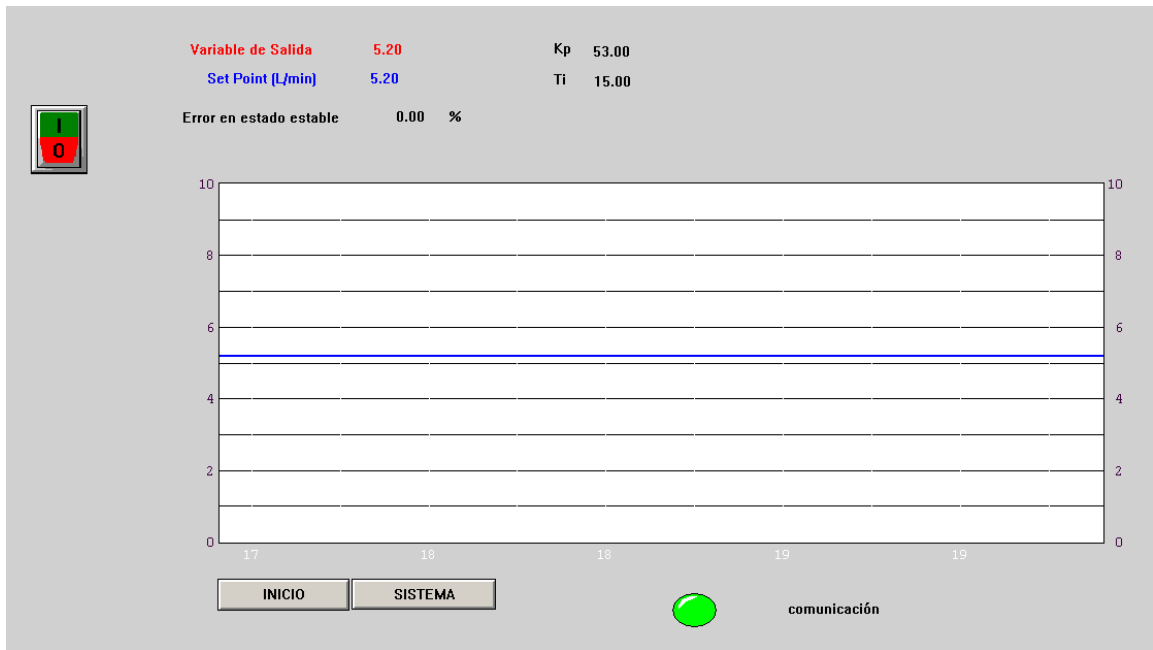


Figura 3.34 Pantalla "Gráfica de PI caudal"

El botón sistema es el que permite volver a la pantalla anterior en la que se estaba navegando.

Esta ventana también permite fijar el valor de set point de caudal al cual se desea llenar el tanque principal, siempre y cuando esté dentro de las condiciones dadas por el sistema.

Si el valor ingresado es correcto se muestra tanto el valor real de agua del tanque, y la tabla de caudal de la misma con el valor fijado por el usuario.

Estas pantallas son las suficientes para la visualización ya que es un módulo didáctico por lo tanto no se necesita de una supervisión muy exagerada con varias pantallas adicionales.

3.5.2.- COMUNICACIÓN PLC-INTOUCH

La comunicación interna se establece mediante el DDE (Dynamic Data Exchange), protocolo propio de Microsoft que permite el enlace entre las aplicaciones que trabajan en ambiente Windows.

El acceso a los datos en el PLC se lo realiza mediante el I/O Server MBENET (Modicon Ethernet Modbus), un software de aplicación que actúa como un servidor de comunicación; es decir que permite el acceso al PLC desde otras aplicaciones de Windows. En este caso se envía o se recibe datos desde Intouch.

3.5.2.1.- Configuración del Protocolo de Comunicación Mediante el Software del I/O Serve Pantalla de Registro y Usuarios

MBENET es un protocolo Modbus de tipo ETHERNET, por lo tanto el direccionamiento de datos se lo realiza configurando los datos siguientes:

TopicName

Es el nombre genérico que se le da a la aplicación para ser identificada en el proceso de comunicación. Cuando la comunicación es con Intouch, el TopicName es igual al Access Name de los I/O Tags de la aplicación creada.

Address

Es la dirección IP del dispositivo del cual se van a transmitir o recibir los datos. Para esta aplicación es la dirección del TwidoPort Ethernet.

Slave DeviceType

Es el tipo de PLC a utilizarse en la aplicación. La configuración de los parámetros antes expuestos se indica en la Figura 3.36.

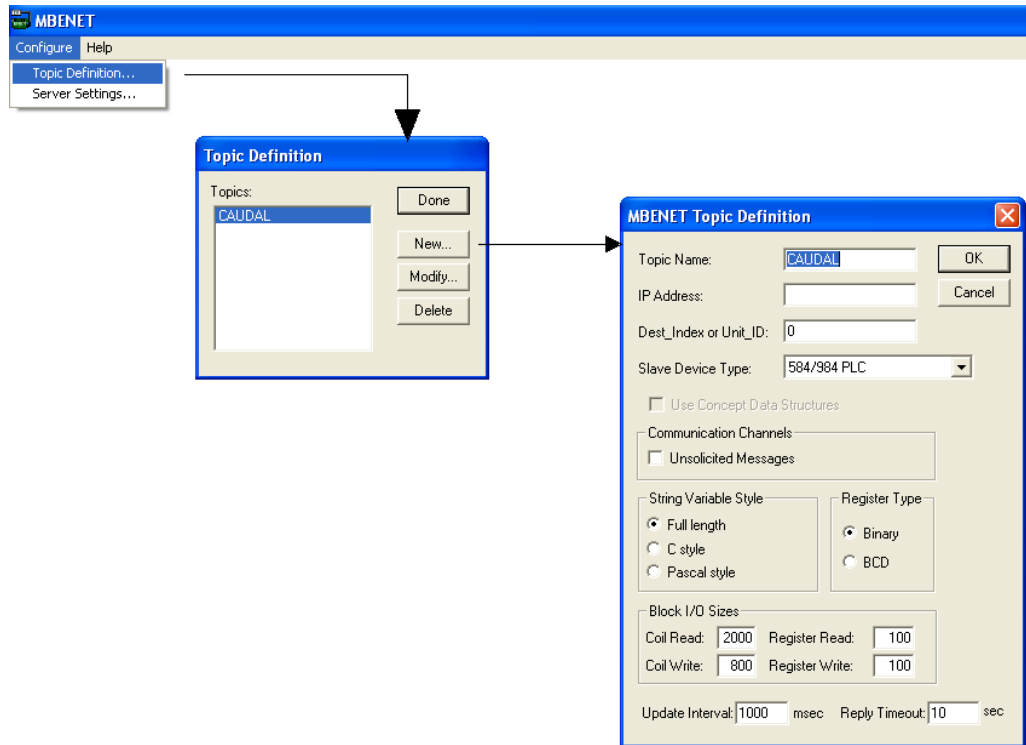


Fig.3.35 Ventana de Configuración I/O

3.5.2.2.- Configuración del Access Name en Intouch

Para que I/O Tagman sea leído o escrito desde/en el PLC, se debe previamente definir un Access Name dentro de Intouch, el mismo que contiene la información de la aplicación, necesaria para poder realizar el enlace.

Los parámetros a establecerse se indican a continuación:

Access

Designa el nombre de la variable que posibilitara el enlace con el PLC, en este caso CAUDAL.

Node

Es el número de controladores que se van a enlazar. Se lo deja en blanco cuando se tiene un solo dispositivo con el que se va a comunicar.

ApplicationName

Es el nombre de la aplicación con la que se va a comunicar Intouch, en este caso el servidor de comunicación MBENET, y a su vez es quien accede a los datos al PLC.

TopicName

Corresponde al nombre genérico de máximo 32 caracteres que se asigna al PLC con el que se va a trabajar, en este caso CAUDAL. Cuando la comunicación es con Intouch, el TopicName debe ser el mismo que en el protocolo MBENET.

Se selecciona la opción DDE cuando se va a ser uso de tablas dinámicas y se activa la opción “Adviseonly active item” para que se ejecute solamente cuando los Tags estén activos, ésto evita un consumo innecesario de memoria.

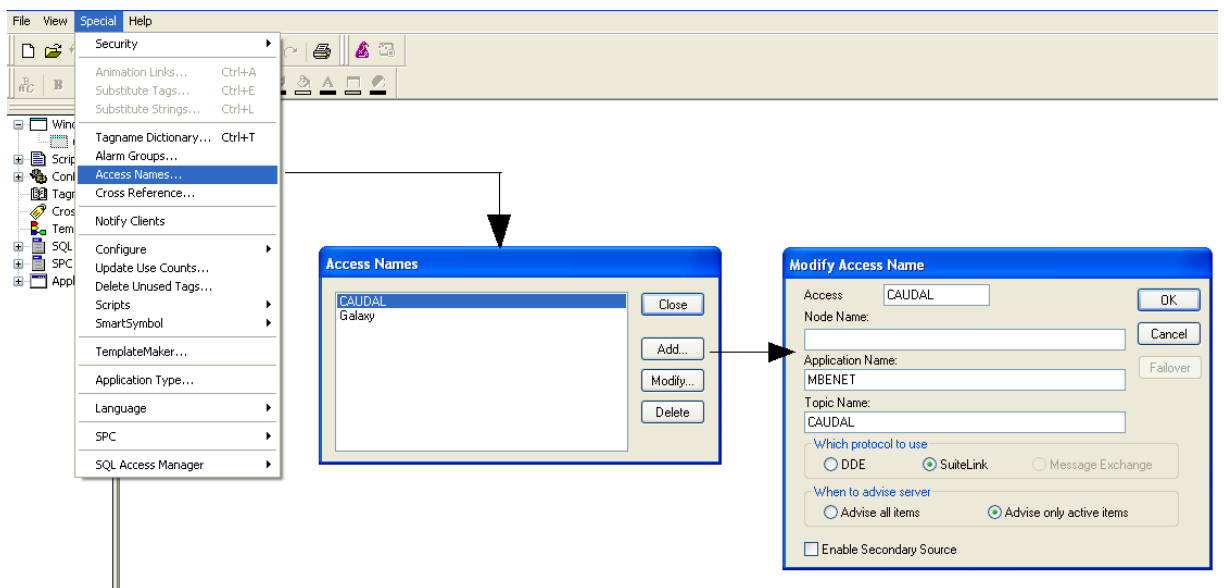


Fig.3.36 Ventana de Configuración Access Name

CAPITULO IV

IMPLEMENTACION DE LA COMUNICACIÓN Y

ACCESO A LA LAN

4.1 Configuración del módulo Ethernet/PLC

En lo que respecta a la comunicación del PLC y el computador para el monitoreo y control del sistema implementado se usa el módulo Twido Port 499TWD01100, el mismo que ofrece la posibilidad de comunicarse con el equipo en dos modos simultáneos, como son programación del PLC y monitoreo del mismo

Los pasos a seguir para la configuración son:

4.1.1 Configuración del hardware

Para agregar este módulo, en el navegador de aplicación TwidoSoft, se hace clic en el botón derecho en “Hardware”, agregar opción y se selecciona el módulo a utilizar.

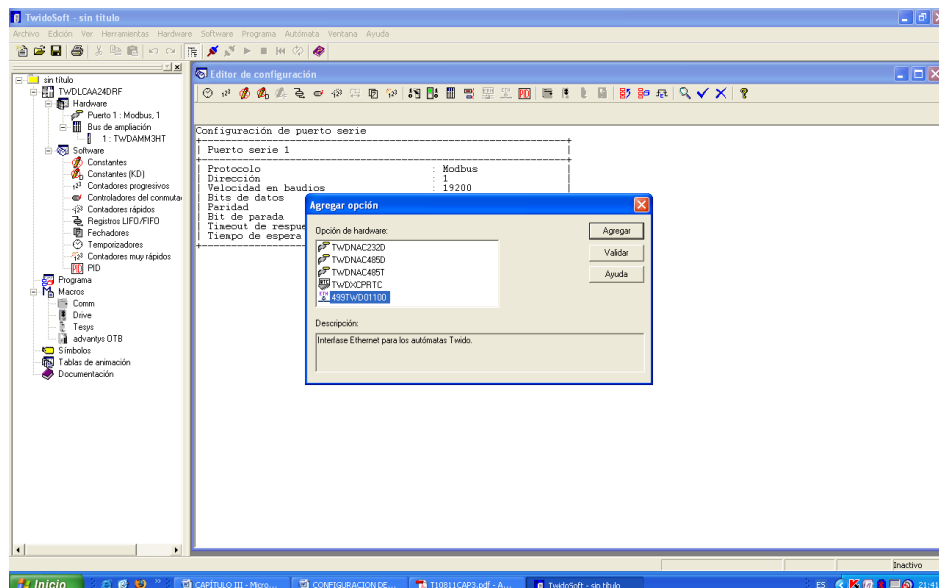


Fig. 4.1 Pantalla de selección del módulo Ethernet

Se debe estar atento con el primer error que suele ocurrir al tratar de agregar el módulo Ethernet en el software de programación, a continuación se muestra la figura 4.2 que indica este error.

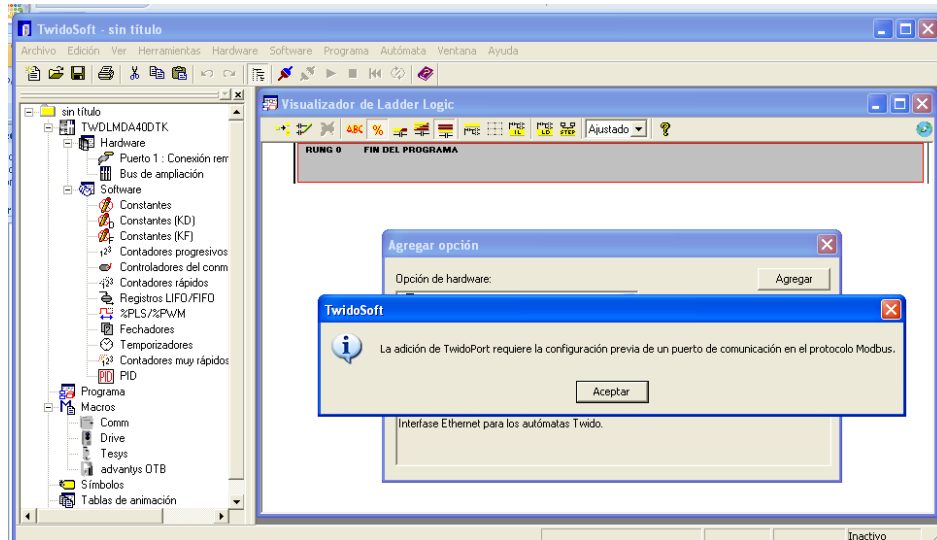


Figura 4.2 Error usual al intentar agregar módulo

Este error se soluciona cambiando el tipo de comunicación ya que por defecto tenemos Comunicación Remota y se deberá cambiar a Modbus, este cambio se hará haciendo clic derecho sobre Puerto1: Comunicación Remota a continuación en la figura 4.3 se observa con mayor detalle en la ventana que se necesita para configurar el modulo Ethernet

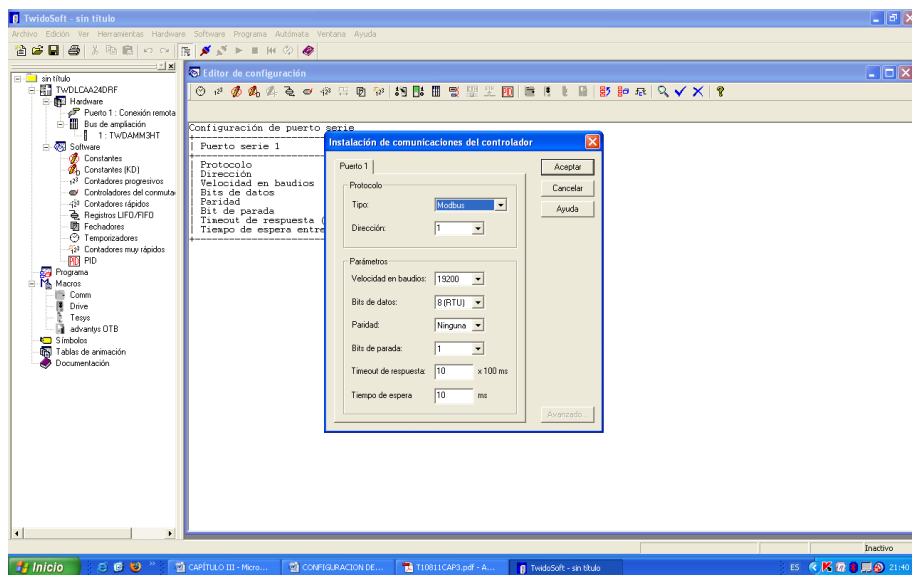


Figura 4.3 Cambio a comunicación Modbus

4.1.2.- Configuración del Twido Port 499TWD01100

Los parámetros de TwidoPort solo se pueden configurar cuando el programa de aplicación TwidoSoft está en modo offline.

Se emplea el cuadro de dialogo “Configuración TwidoPort” para establecer los parámetros, como la IP del módulo; esto es dirección IP, mascara de subred y Gateway, tal como se muestra en la figura. 4.4.

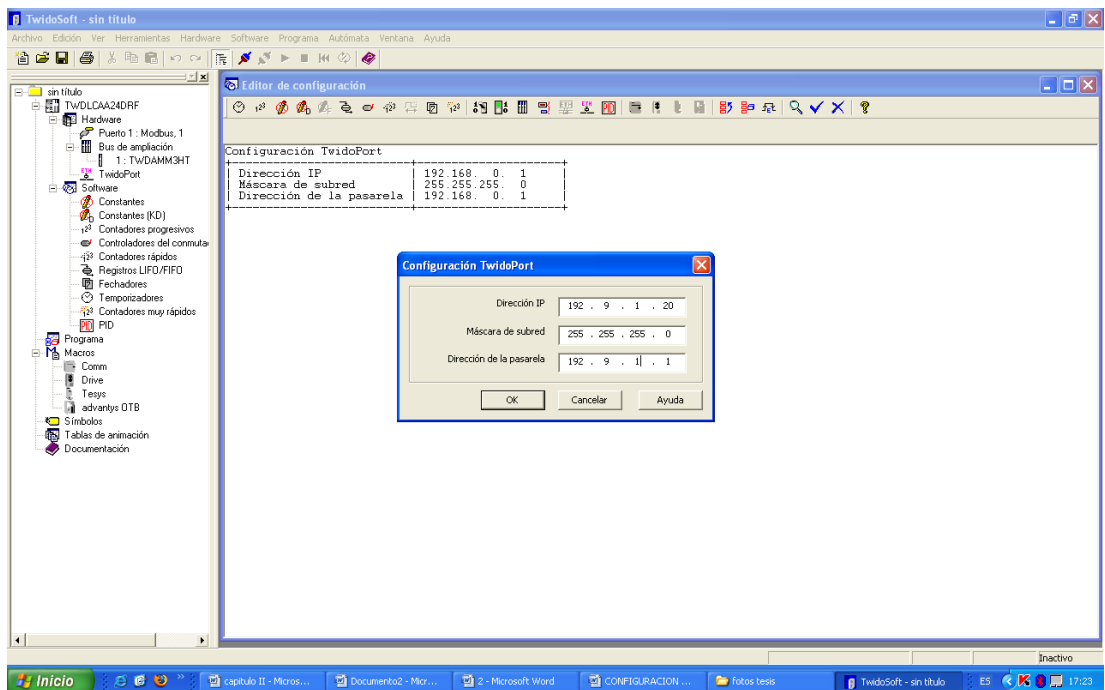


Fig. 4.4 Pantalla de configuración del TwidoPort

La dirección IP es diferente para cada módulo, se debe conocer la dirección IP para la configuración, esta dirección IP se puede cambiar si es necesario para otra configuración, la dirección predeterminada es 192.9.1.20 la misma que se ocupó durante casi todo el proyecto y se la cambió cuando se agregó la red LAN y el access point, éste se explica en el ANEXO D. Y más adelante se justifica este cambio y los beneficios que se obtiene.

4.1.3 Gestión de Conexiones en TwidoSoft

Por defecto TwidoSoft solo realiza comunicación por modo serial es por eso que la primera vez que se configura este módulo se debe hacer con el cable de adquisición de datos y tener desconectado todo el módulo y no conectar aun el cable de red.

Para ingresar otro tipo de conexión y en este caso Conexión Ethernet se debe ir a Archivo, Preferencias como muestra la figura 4.5.

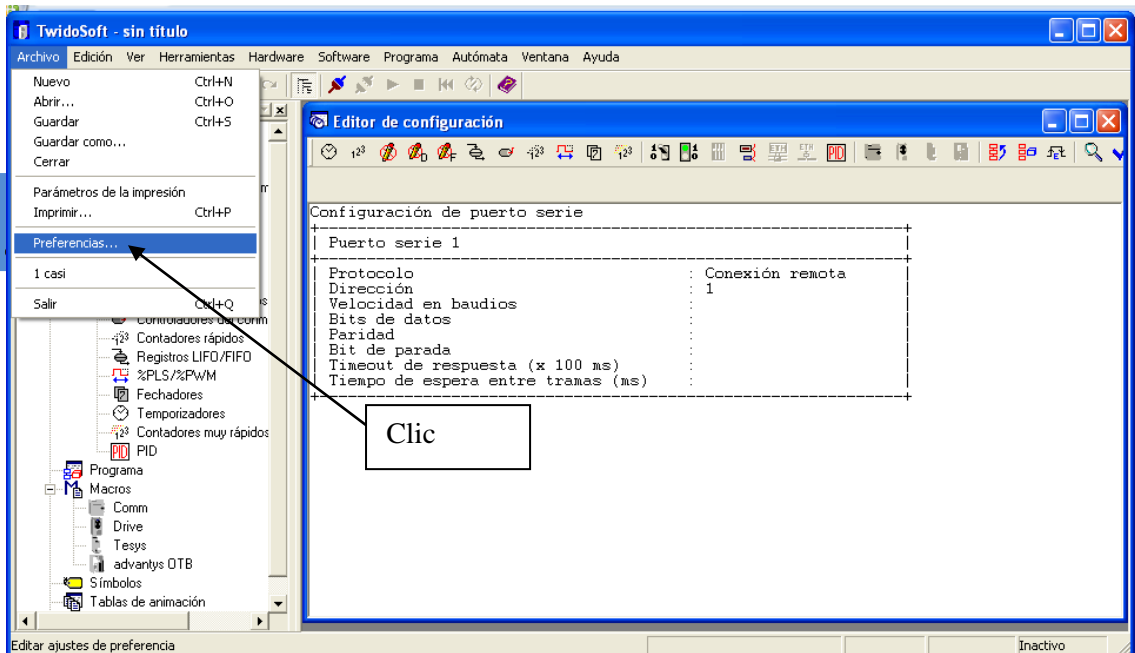


Figura 4.5 Pasos para ingresar a Gestión de Conexiones

A continuación aparecerá la ventana que indica donde ingresar para agregar la nueva opción de conexión figura 4.6.

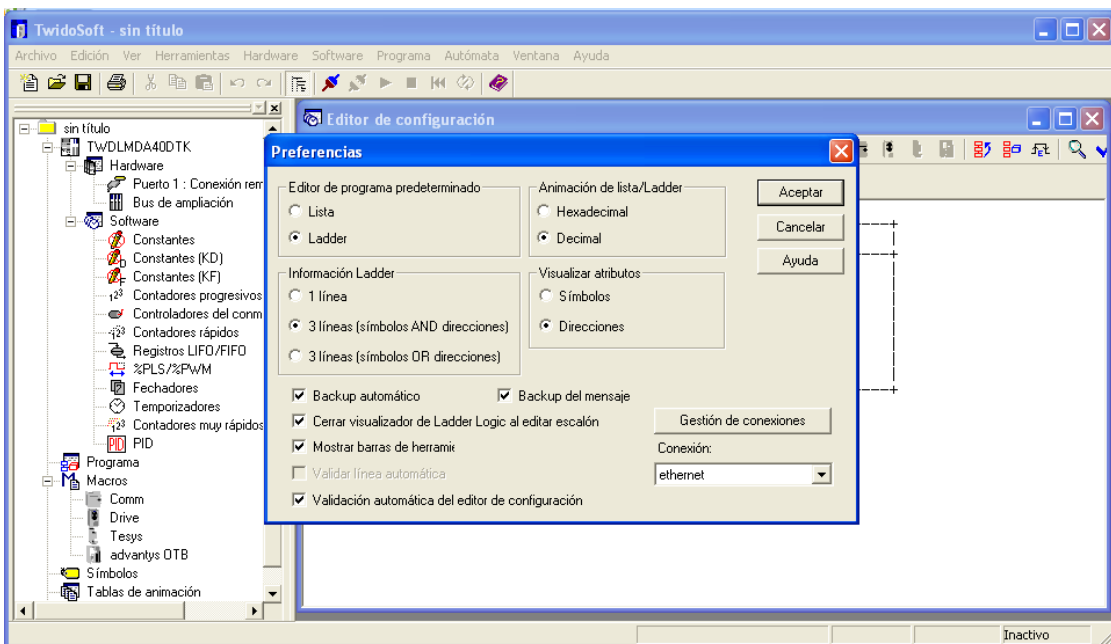


Figura 4.6 Ingreso a gestión de conexiones

Al ingresar aparecerá la siguiente ventana figura 4.7.

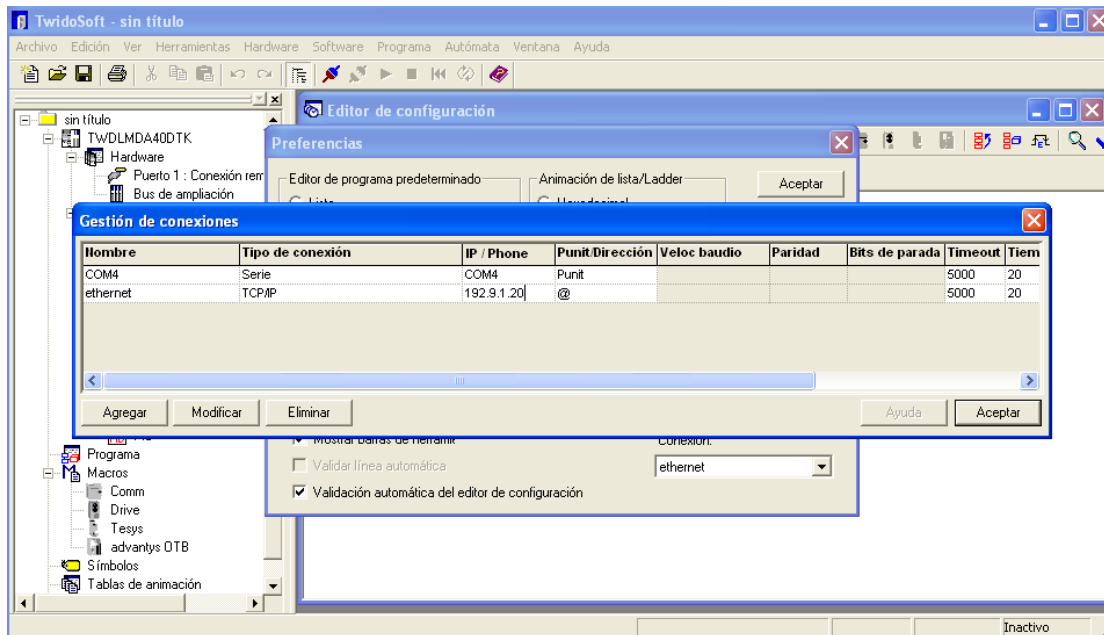


Figura 4.7 Agregar nueva conexión

Para añadir la nueva conexión se hace clic en AGREGAR y se ingresa en las pestañas con los datos que se necesita sin olvidar ingresar la dirección IP del módulo Ethernet.

Nombre: Como se llamará la conexión (en este caso ethernet).

Tipo de conexión: hay tres opciones Serie, Usb y TCP/IP, se elige TCP/IP

Dirección: cuando se tiene conexión TCP/IP y se desconoce la dirección del controlador ubicamos @ y antes de conectarnos siempre aparecerá una pantalla que indica que número de dirección se prefiere (1 – 127) o también “@ “

4.1.4 Configuración de la PC

Lo único que faltaría es realizar la configuración del computador que servirá para introducir datos, visualización, etc. En este segmento se observará la configuración de la PC con el módulo ethernet.

Se ingresa a “Mis Sitios de Red” haciendo clic en el menú inicio como se muestra en la figura 4.8.

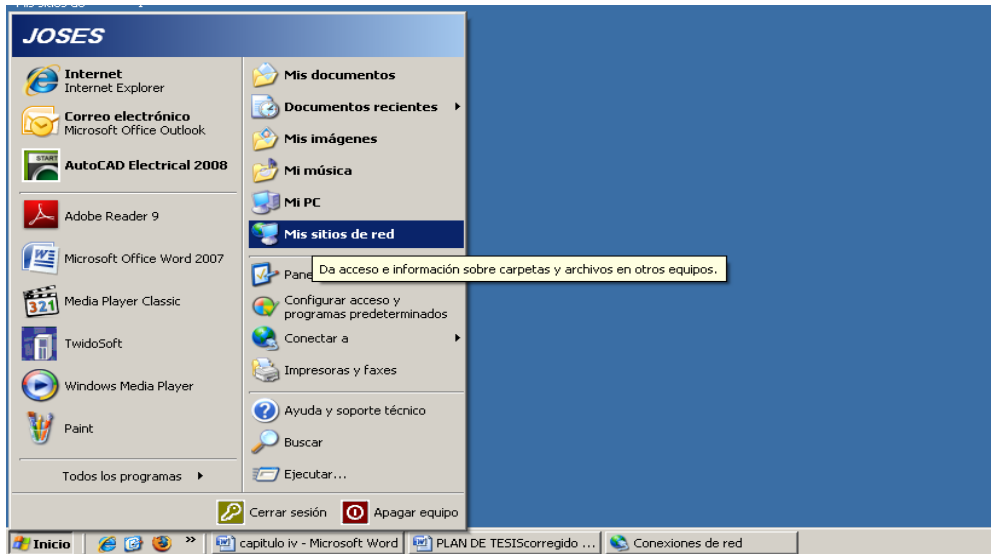


Figura 4.8 Ingreso a Mis Sitios de Red

A continuación en la ventana derecha de la pantalla ingresar a “Ver conexiones de red”, después clic derecho en “conexión de Área Local” y se ingresa a Propiedades como muestra en la figura 4.9.

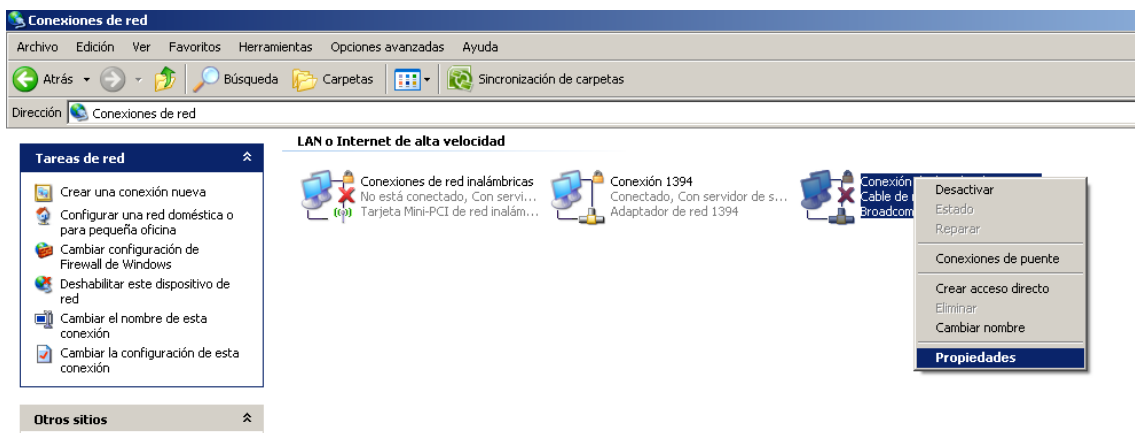


Figura 4.9 Ingreso para configuración de Red

Señalar en Protocolo Internet (TCP/IP) y hacer clic en Propiedades como muestra la figura 4.10

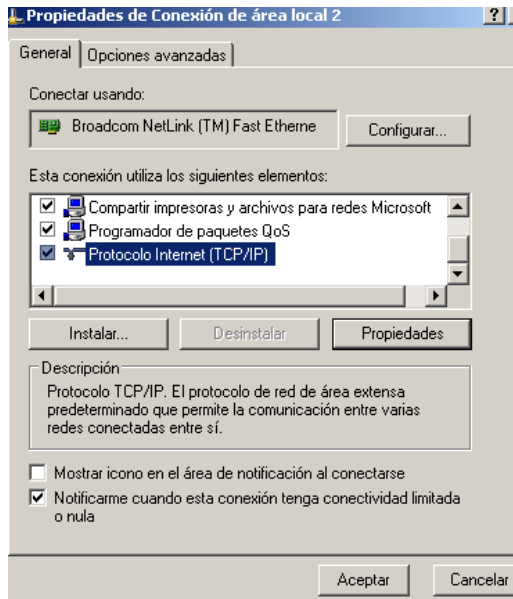


Figura 4.10 Protocolo Internet (TCP/IP)

Al ingresar ubicarse en Usar configuración manual dirección IP e ingresar los datos que se necesita.

Se debe tomar en cuenta que a excepción del último número de la dirección IP de la máquina todos los demás parámetros son los mismos como se vé en la figura 4.11.

Esto se debe a que por configuración de la red solamente la dirección del host debe cambiarse pues es propia de cada equipo que está en la red y la dirección de red debe mantenerse porque así se identifica la red donde se está trabajando.

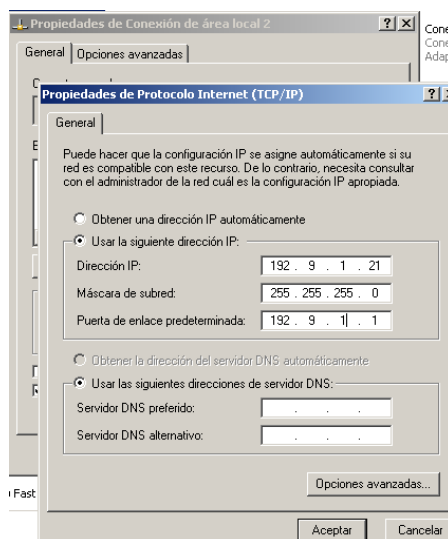


Figura 4.11 Ingreso a propiedades de Dirección IP de la PC

4.2 Configuración de la Red inalámbrica

En la configuración anterior observamos que solo se podrá comunicar punto a punto el computador y el módulo, este proyecto lleva como fin el poder hacer una red LAN y además poder comunicarnos con el dispositivo Ethernet de una manera inalámbrica, es por eso que se adquirió un Router marca Belkin de 4 puertos de comunicación el mismo que da la posibilidad de comunicarnos de manera inalámbrica con el elemento Ethernet.

4.2.1 Instalación del Router

Al iniciar la instalación del Router se debe observar que una de las funciones del Router es la interconexión de red de ordenadores que opera en la capa tres (nivel de red). Este dispositivo permite asegurar el enrutamiento de paquetes entre redes o determinar la ruta que debe tomar el paquete de datos.

4.2.2 Conexión a la Red Inalámbrica del Router

Al conectar con la red mediante el adaptador wireless de una portátil, procedemos a seguir los mismos pasos de la configuración de la PC al módulo ethernet (4.1.4), sin olvidar que el último octeto de la dirección IP es la única que cambia.

4.2.3 Ajustar las configuraciones de la red inalámbrica en el router

1. “IP Address” (Dirección IP)

La “Dirección IP” es la dirección IP interna del enrutador. La dirección IP por defecto es “192.168.2.1”. Para acceder la interfaz avanzada para usuarios basada en el Internet, escriba esta dirección IP en la barra de direcciones de su navegador. Esta dirección puede ser cambiada si es necesario.

Para cambiar la dirección IP, escriba la nueva dirección IP y pulse en “Apply Changes” (Aceptar cambios). La dirección IP que elija debe ser una dirección IP que no sea enrutable. Algunos ejemplos de una dirección IP que no es enrutable son: 192.168.x.x (donde x es cualquier número entre 0 y 255) y 10.x.x.x (donde x es cualquier número entre 0 y 255.)

2. “Subnet Mask” (Máscara de Subred)

No hay necesidad de cambiar la máscara de subred. Ésta es una función avanzada especial de su enrutador Belkin. Es posible cambiar la máscara de la subred si fuera necesario; sin embargo, NO hacer cambios en la máscara de subred a menos que se tenga una razón específica para hacerlo. La configuración por defecto es “255.255.255.0”.

3. “DHCP Server” (Servidor DHCP)

La función del servidor DHCP facilita la configuración de una red al asignar direcciones IP automáticamente a cada computadora en la red. La configuración por defecto es “On” (Encendido). El servidor DHCP se puede desactivar si es necesario; sin embargo, para hacerlo deberá establecer una dirección IP estática manualmente para cada computadora de su red.

Para apagar el servidor DHCP, selección “Off” (Apagar) y pulse en “ApplChanges” (Aceptar cambios).

4. “IP Pool” (Grupo de direcciones IP)

Esto es la gama de direcciones IP establecida para la asignación dinámica de las computadoras en su red. La gama por defecto es de 2–100 (99 computadoras). Si quiere cambiar este número, lo puede hacer mediante la introducción de una dirección IP de inicio y una de terminación y pulsando en “Apply Changes” (Aceptar cambios). El servidor DHCP puede asignar 100 direcciones IP automáticamente. Esto significa que no puede especificar un grupo de direcciones IP que sea más grande que 100 computadoras. Por ejemplo, si empieza en el 50 esto significa que tendrá que terminar en el 150 o menos para no excederse del límite de 100 clientes. La dirección IP inicial debe ser menor en número que la dirección IP final.

5. “Lease Time” (Tiempo de Reserva)

El tiempo que el servidor DHCP reserva la dirección IP para cada computadora. Es recomendable que el tiempo de reserva en “Forever”. La configuración por defecto es “Forever” (Para siempre), lo cual significa que cuando el servidor DHCP le asigna una dirección IP a una computadora, la dirección IP no cambiará para esa computadora en particular. La configuración de los tiempos de reserva para intervalos más cortos,

como de un día o una hora, libera las direcciones IP después del periodo de tiempo especificado. Esto también significa que la dirección IP específica de una computadora podrá cambiar con el tiempo. Si se ha configurado cualquiera de las funciones avanzadas del enrutador, como filtros del IP del cliente o DMZ, éstas dependen de la dirección IP. Por esta razón, no se recomienda que cambie la dirección IP.

6. “Local Domain Name” (Nombre de dominio local)

La configuración por defecto es “Belkin”. Se puede configurar un nombre de dominio local (nombre de la red) para su red. No hay necesidad de cambiar esta configuración a menos de que tiene una necesidad específica anticipada para hacerlo. Se puede nombrar a la red como quiera, como por ejemplo “tesis”.

En la figura 4.12 observamos la página de inicio para configurar la red inalámbrica.

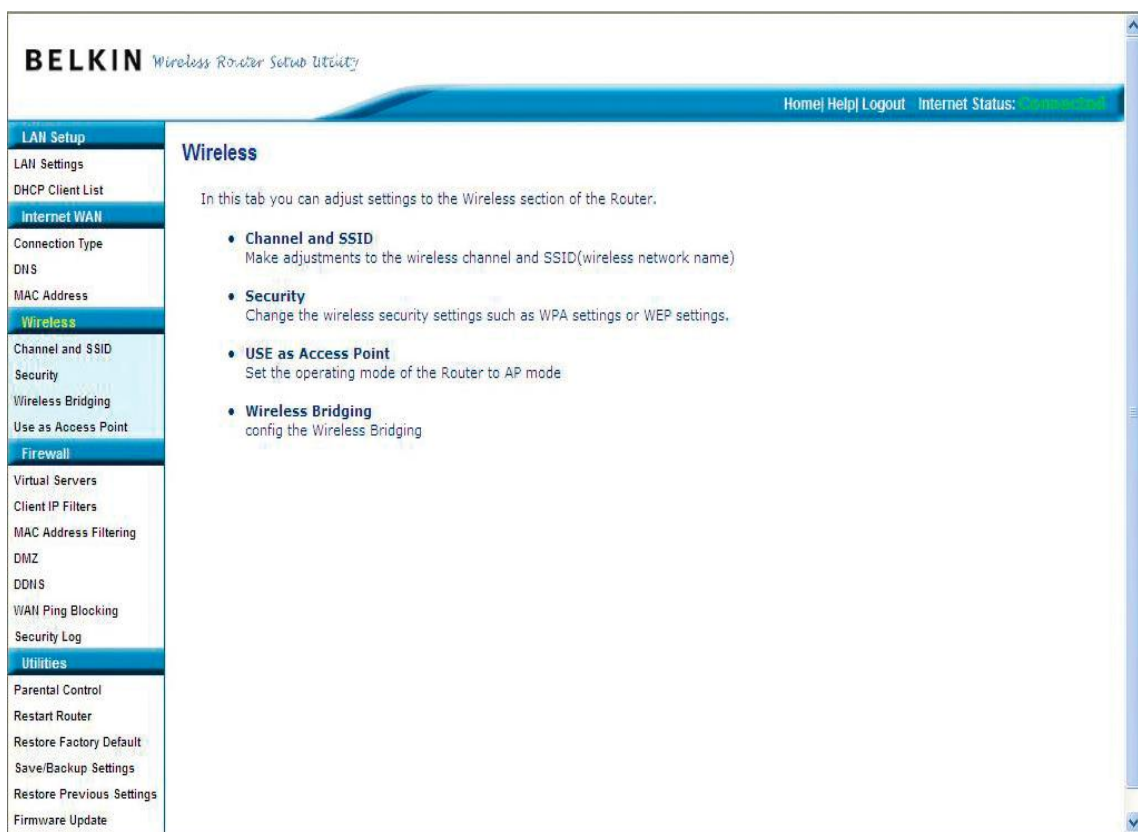


Figura 4.12 Página de inicio para configurar la red inalámbrica

4.2.3.1 Cambiar el nombre de la red inalámbrica (SSID)

Para identificar a su red inalámbrica, se utiliza un SSID (Service Set Identifier – Identificador del conjunto del servicio). El SSID por defecto del enrutador es “belkin54g”. Se puede cambiar ésto a cualquier otro nombre que quiera o lo debe dejar sin cambios. Si existen otras redes inalámbricas que están operando en su área, DE se desea asegurar que el SSID sea único (que no sea igual al de otra red inalámbrica del área). Para cambiar el SSID, escriba el SSID que quiere usar en el campo “SSID” (1) y pulse en “Apply Changes” (Aceptar cambios) (2). El cambio es inmediato. Para cambiar el SSID, es posible tener que volver a configurar sus computadoras que tengan equipo inalámbrico para conectarse a la red con su nuevo nombre. Refiérase a la documentación de su adaptador de red inalámbrica para información en cómo hacer este cambio. Ver figura 4.13

The screenshot shows the Belkin Cable/DSL Gateway Router Setup Utility interface. The top navigation bar includes the Belkin logo, the title "Cable/DSL Gateway Router Setup Utility", and links for "Home | Help | Logout". The "Internet Status" is shown as "No Connection". The left sidebar contains a menu with categories: LAN Setup, Internet WAN, Wireless, Firewall, and Utilities. The "Wireless" category is expanded to show "Channel and SSID". The main content area is titled "Wireless > Channel and SSID" and contains the following settings:

- Wireless Channel > 11
- SSID > belkin54g
- Wireless Mode > g and b
- Broadcast SSID > More Info
- Protected Mode > Off More Info

At the bottom of the settings area are two buttons: "Clear Changes" and "Apply Changes".

Figura 4.13 Identificación de la red inalámbrica

4.2.3.2 Cómo usar el conmutador de modalidad inalámbrica

El enrutador puede operar en tres modalidades inalámbricas distintas: “g and b” (g y b), “g Only” (Sólo g) y “b Only” (Sólo 11b). Las distintas modalidades se explican a continuación en la figura 4.14.

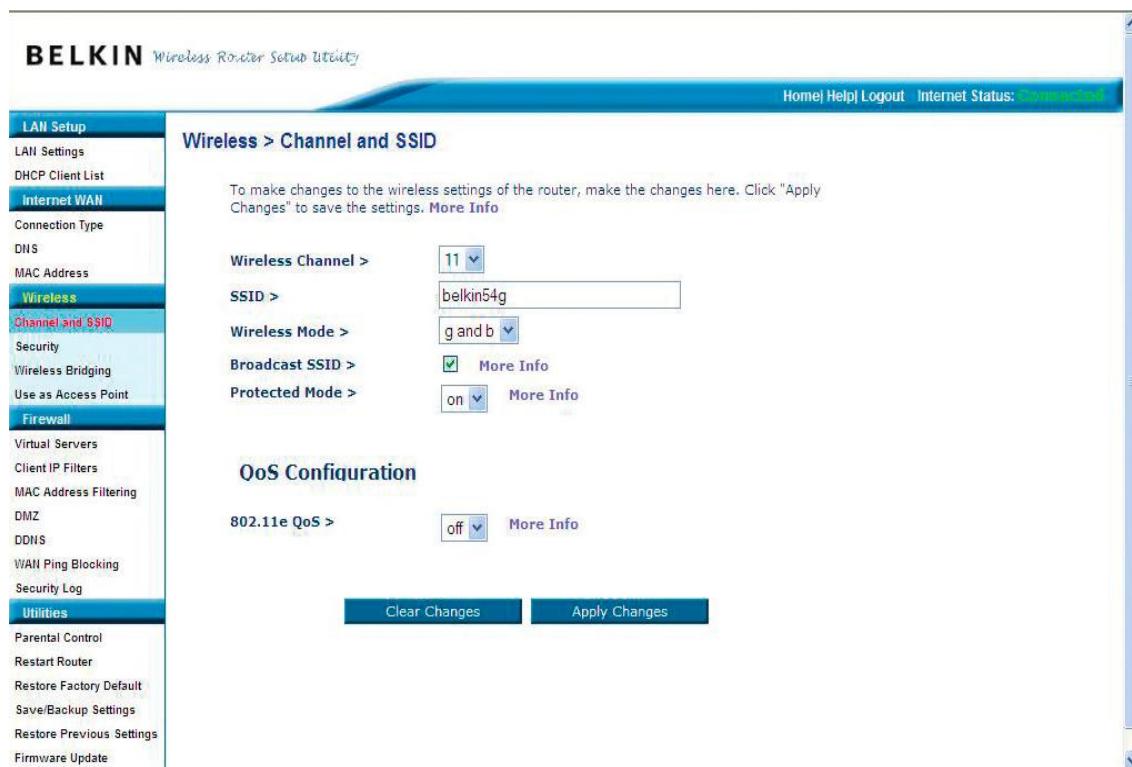


Figura 4.14 Canal de acceso SSID

- **Modalidad “g and b” (g y b)**

En esta modalidad el enrutador es compatible con los clientes inalámbricos 802.11b y 802.11g simultáneamente. Ésta es la modalidad por defecto de fábrica y asegura la operación exitosa con todos los dispositivos compatibles con Wi-Fi.

Si tiene una mezcla de clientes 802.11b y 802.11g en la red, es recomendable configurar el enrutador en modalidad “g and b” (modalidad g y b). Esta configuración sólo deberá cambiarse si tiene una razón específica para hacerlo.

- **Modalidad “g only” (Sólo g)**

La modalidad “g only” trabaja únicamente con los clientes 802.11g. Esta modalidad se recomienda sólo si se desea evitar que los clientes 802.11b tengan acceso a su red. Para cambiar modalidades, seleccione la modalidad deseada del cuadro descendente de “Wireless Mode” (Modalidad inalámbrica).

Luego pulse en “Apply changes” (Aceptar cambios).

- **Modalidad “b only” (Sólo b)**

Se recomienda NO usar esta modalidad a menos que tenga una razón muy específica para hacerlo. Esta modalidad sólo existe para resolver problemas específicos que pudieran presentarse con algunos adaptadores de cliente 802.11b y NO es necesaria para interoperabilidad de los estándares 802.11g y 802.11b.

- **Cuándo usar la modalidad “b only”**

En algunos casos, los clientes 802.11b más antiguos pueden no ser compatibles con 802.11g inalámbrico. Estos adaptadores tienden a ser de diseño inferior o podrían usar controladores o tecnologías anteriores. Es posible que los problemas que a veces surgen con estos clientes se resuelvan pasando a esta modalidad.

Si cree que está usando un adaptador de cliente que corresponde a esta categoría de adaptadores, verifique primero con el proveedor del adaptador para saber si hay una actualización del controlador. Si no hay una actualización del controlador disponible, es posible que el cambio a la modalidad “b only” resuelva su problema. Tome nota que el cambiar a la modalidad “b only” disminuirá el desempeño de 802.11g.

4.2.3.3 Cómo cambiar el canal inalámbrico

Se puede escoger entre varios canales de operación. En los Estados Unidos y en Australia hay 11 canales. En el Reino Unido y en la mayoría de Europa hay 13 canales. En un número pequeño de países hay otros requisitos para los canales.

Su enrutador está configurado para que opere sobre los canales correctos para el país en que vive. El canal por defecto es 11 (a menos de que se viva en un país en el que no se permita el canal 11). El canal se puede cambiar si se requiere.

Si existen otras redes inalámbricas que están operando en su área, usted debe configurar su red de tal modo que opere en un canal distinto al de las otras redes Inalámbricas. Para un mejor desempeño, utilice un canal que esté por lo menos a cinco canales de distancia del canal de la otra red inalámbrica. Por ejemplo, si la otra red está operando en el canal 11, configure la red en el canal 6 u otro menor. Para cambiar el canal, seleccione el canal de la lista descendente. Pulse en “Apply changes” (Aceptar cambios). El cambio es inmediato. Ver figura 4.15.

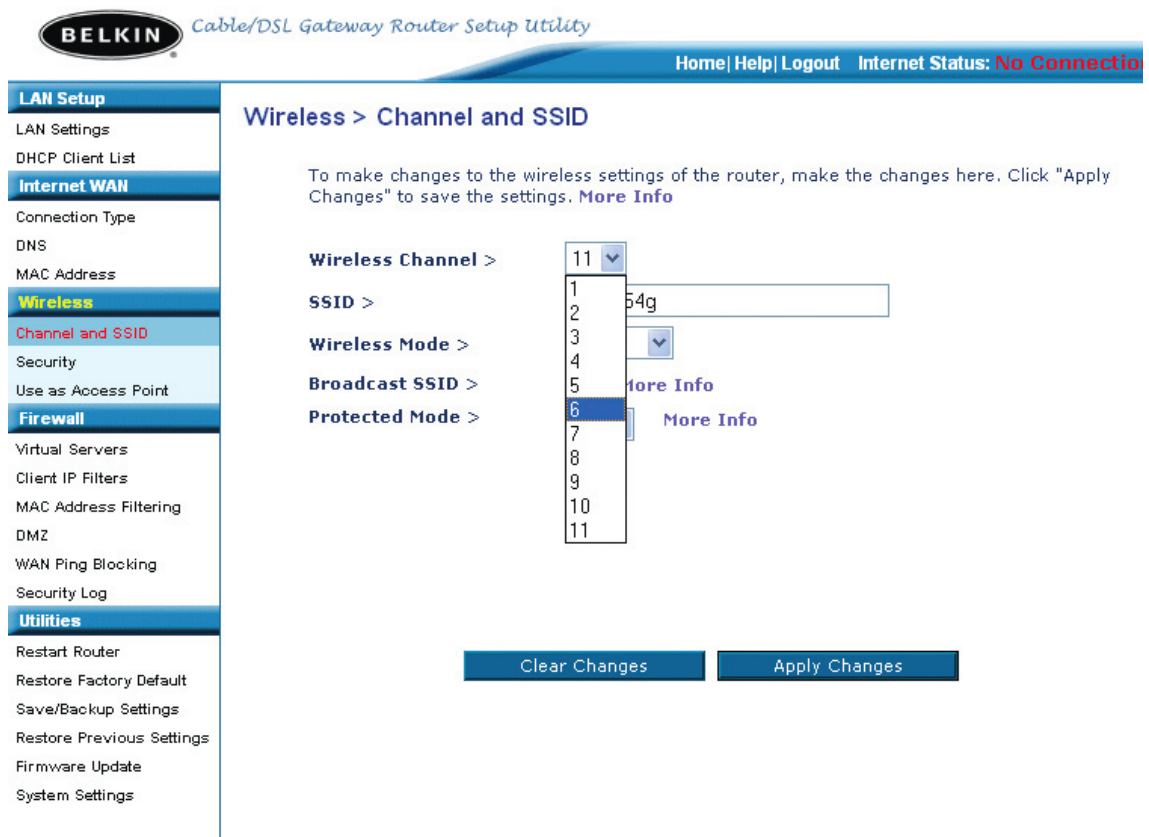


Figura 4.15 Canales inalámbricos

4.3 PROTOCOLOS DE ACCESO A LA LAN

4.3.1 Protocolo de red en niveles para aplicaciones de automatización industrial

Ethernet se está afianzando en el sector industrial. Ordenadores personales, impresoras y demás equipos periféricos con tarjetas de interfaz de red Ethernet se están utilizando cada vez más en el ambiente industrial y la aceptación de Ethernet va en aumento, en la misma medida del uso creciente de enrutadores y conmutadores inteligentes. Aún existen algunas barreras a la aceptación de Ethernet en el ambiente industrial, pero se debe a la falta de un nivel aceptable de software en las plantas y la falta de conocimiento acerca de la conectividad ofrecida por Ethernet en la automatización industrial.

Ethernet/IP es un protocolo de red en niveles para aplicaciones de automatización industrial. Basado en los protocolos estándar TCP/IP, utiliza los ya bastante conocidos hardware y software Ethernet para establecer un nivel de protocolo para configurar, acceder y controlar dispositivos de automatización industrial. Ethernet/IP clasifica los nodos de acuerdo a los tipos de dispositivos preestablecidos, con sus actuaciones específicas. El protocolo de red Ethernet/IP está basado en el Protocolo de Control e Información (Control and Information Protocol - CIP) utilizado en DeviceNet y ControlNet. Basados en esos protocolos, Ethernet/IP ofrece un sistema integrado completo, enterizo, desde la planta industrial hasta la red central de la empresa.

4.3.2. Antecedentes

Los medios físicos de Ethernet – el cable y los conectores utilizados por los PCs en las oficinas, impresoras y demás dispositivos periféricos – trabajan con una gama de protocolos de comunicación tales como IP (Protocolo Internet), TCP (Protocolo de Control de Transmisión) y muchos otros protocolos de envío de información por red. Estos tipos de protocolos van muy bien en el ambiente de oficina. Permiten que los usuarios compartan archivos, accedan a impresoras, envíen e-mails, naveguen por Internet y realicen todo tipo de comunicación normal en un ambiente de oficina. Sin embargo, las necesidades a pie de fábrica son mucho más exigentes y demandan la

adecuación a algunos requerimientos especiales. A pie de fábrica, los controladores tienen que acceder a datos en los mismos sistemas operativos, estaciones de trabajo y dispositivos I/O. En una situación normal, los softwares dejan al usuario esperando mientras realizan su tarea. Pero en planta todo es distinto. Aquí el tiempo es crucial y ello requiere una comunicación en tiempo real. Parar un robot soldador o la operación de rellenar una botella en su tiempo justo requiere un ajuste de tiempo sumamente preciso, comparativamente a lo que se exige para acceder a un archivo en un servidor remoto o sencillamente hojear un Web por Internet.

Ethernet/IP es un protocolo de red en niveles, apropiado al ambiente industrial. Es el producto acabado de cuatro organizaciones que aunaron esfuerzos en su desarrollo y divulgación para aplicaciones de automatización industrial: La Open DeviceNet Vendor Association (ODVA), la Industrial Open Ethernet Association (IOANA), la Control Net International (CI) y la Industrial Ethernet Association (IEA). Ese cometido común demuestra hasta qué punto Ethernet/IP puede significar todo un estándar tallado a la perfección para un vasto número de dispositivos de automatización. Estas mismas organizaciones se están esforzando para atender a las demandas de conectividad física que el ambiente severo de pie de fábrica exige.

4.3.3 Tecnología Ethernet/IP

Ethernet/IP utiliza todos los protocolos del Ethernet tradicional, incluso el Protocolo de Control de Transmisión (TCP), el Protocolo Internet (IP) y las tecnologías de acceso mediático y señalización disponibles en todas las tarjetas de interfaz de red (NICs) Ethernet. Al basarse en los estándares tecnológicos Ethernet, el Ethernet/IP presume la garantía de un cabal funcionamiento con todos los dispositivos del estándar Ethernet/IP utilizados en la actualidad. Y lo mejor es que al apoyarse en los estándares de esa plataforma tecnológica, el Ethernet/IP, con toda la seguridad, evolucionará de manos dadas con la evolución de la tecnología Ethernet.

Las entidades que desarrollan el Ethernet/IP están trabajando juntas en la producción de un estándar completo y consistente. Esos trabajos se están conformando con la participación de varios fabricantes, lo que abarca la definición de especificaciones mediante la aplicación de pruebas exhaustivas en laboratorios certificados.

4.3.4 Las ventajas del CIP con Ethernet/IP

Son muchas las ventajas del nivel del Protocolo de Control e Información (CIP) sobre Ethernet/IP. La oferta de un acceso consistente a aplicaciones físicas significa que se puede utilizar una sola herramienta para configurar dispositivos CIP en distintas redes desde un único punto de acceso sin la necesidad de software propietario. Al clasificar todos los mecanismos como objetos o elementos, se reduce la necesidad de adiestramiento y los costos de puesta en marcha requeridos cuando se incorporan nuevos mecanismos al perímetro de la red. Ethernet/IP disminuye el tiempo de respuesta e incrementa la capacidad de transferencia de datos respecto al DeviceNet o al ControlNet. A través de un mismo medio de interconexión, Ethernet/IP conecta distintos mecanismos industriales con el control de planta y con la gestión central, mediante una interfaz consistente con las aplicaciones.

4.3.5 Estructura del protocolo ETHERNET/802.3

La estructura del protocolo se nos muestra en forma esquemática en la figura 4.16.



Figura 4.16 Protocolo Ethernet 802.3

- **PREÁMBULO: (64 bits)**

El paquete comienza con secuencia de 1s y 0s alternados [hasta completar 56 bits (802.3) o 62 bits (Ethernet)] conocido como preámbulo. El preámbulo provee una frecuencia única sobre la red de 5 MHz al comienzo de cada paquete, lo cual permite al receptor bloquear los bits entrantes. El preámbulo es utilizado sólo por el codificador/decodificador Manchester para bloquear la trama de bits recibidos y permitir la codificación de los datos. El preámbulo recibido en la red no es pasado a través de la MAC (Medium Access Control) hacia el sistema de host. Sin embargo la MAC es responsable para la generación de preámbulos para paquetes transmitidos.

La secuencia del preámbulo es seguida por el SFD (Start Frame Delimiter) que corresponde a 10101011 para completar los 8 bits restantes en el paquete 802.3, en el caso del paquete ethernet se agregaran dos bits con dos 1s (11) que corresponde al SYNCH. En ambos casos para completar los 64 bits que tiene el preámbulo.

- **DIRECCIÓN DESTINO: (6 bytes)**

La dirección destino (DD) es de 48 bits (6 bytes) de tamaño, el cual se transmite primero el bit menos significativo. La DD es utilizada por la MAC receptora, para determinar si el paquete entrante es direccionado a un nodo en particular. Si el nodo receptor detecta una correspondencia entre su dirección y la dirección dentro de la DD, intentará recibir el paquete. Los otros nodos, los cuales no detectan una correspondencia, ignorarán el resto del paquete.

Existen tres tipos de direcciones de destino soportados:

1.-Individual (física): El campo DD contiene una dirección única e individual asignada a un nodo en la red.

2.- Multicast (lógica): Si el primer bit (el menos significativo) del campo DA es asignado, esto denota que una Dirección de Grupo está siendo usada. El "grupo" de nodos que serán direccionados son determinados por las funciones de las capas superiores, pero en general el intento es transmitir un mensaje a un subconjunto similar lógicamente de nodos en la red —por instancia.

3.-Broadcast: esta es una forma especial de multicast, donde el campo DD son puros 1s. La dirección todos 1s es reservada para la función broadcast y todos los dispositivos MAC en la red deberán ser capaces de recibir el mensaje broadcast.

La estructura de la dirección destino es como sigue:

I/G	U/L	Bits de dirección MAC
-----	-----	-----------------------

I/G Dirección Individual/Grupo

- 0 Dirección individual
- 1 Dirección de grupo

U/L Dirección Universal/Local

- 0 Administrada Universalmente
- 1 Administrada Localmente

- **DIRECCIÓN FUENTE: (6 bytes)**

La dirección fuente (DF) es de 48 bits (6 bytes) de tamaño, el cual se transmite primero el bit menos significativo (en forma canónica). El campo DF es proveído por la MAC transmisora, la cual inserta su propia dirección única en este campo al transmitirse la trama, indicando que fue la estación originadora. Un MAC en el receptor no es requerido para tomar acción basado en el campo DF. Los formatos de direcciones tipo broadcast y multicast son ilegales en el campo DF.

La estructura de la dirección fuente es como sigue:

0	U/L	Bits de dirección MAC
---	-----	-----------------------

- 0 El primer bit siempre es 0

U/L Dirección Universal/local

- 0 Administrada Universalmente
- 1 Administrada Localmente

- **LONGITUD/TIPO: (2 bytes)**

El campo Longitud (802.3)/Tipo (Ethernet) de 2 bytes va seguido del campo DF. La elección de escoger Longitud o tipo es dependiente si la trama es 802.3 o Ethernet. El byte de más alto orden de campo Longitud/Tipo es transmitido primero, con el bit menos significativo de cada byte transmitido primero.

- **DATOS: (46 - 1500 bytes)**

Este campo contiene los datos (información & iacutetil) a ser transferida cuyo tamaño varia de 56 a 1500 bytes.

- **FCS, FRAME CHECK SEQUENCE: (4 bytes)**

El campo FCS o secuencia de verificación de tramas contiene el valor del algoritmo CRC (Cyclic Redundancy Check) de 32 bits de la trama completa. El CRC es computado por la estación transmisora sobre la DD, DF, Longitud/Tipo y el capo de Datos y es anexado en los últimos 4 bytes de la trama. El mismo algoritmo CRC es utilizado por la estación transmisora para computar el valor CRC para la trama como es recibida. El valor computado en el receptor es computado con el valor que fue puesto en el campo FCS de la estación trasmisora, proveyendo un mecanismo de detección de error en caso de datos corruptos. Los bits del CRC dentro del campo FCS son transmitidos en el orden del bit más significativo al bit menos significativo.

- **Formato canónico de direcciones (del campo DD, DF)**

Los dispositivos que utilizan el protocolo Ethernet/802.3 (así como el 802.4, token bus) transmiten los bytes en el orden del bit menos significativo primero, mientras que 802.5 (token ring) y FDDI utilizan la convención del bit más significante primero. Este hecho confunde cuando se trata de una dirección individual o dirección multicast en los campos de DD. Por lo tanto una dirección multicast sobre una red Ethernet puede no parecer una dirección multicast en una red FDDI o Token Ring. Esto ha permitido una considerable confusión, problemas de interoperabilidad y más complicaciones en dispositivos como puentes, enrutadores y switches, los cuales tienen que convertir entre estas dos convenciones. El formato canónico es usado como un intento para reducir esta confusión, el cual asume una notación hexadecimal y ordenada del bit

menos significativo primero. Por ejemplo, la dirección c2-34-56-78-9a-bc no es una dirección multicast, debido a que el bit menos significativo del primer byte (c2, 1100 0010) es 0 (Tabla 4.1)

1100	0011	0101	0111	1001	1011
0010	0100	0110	1000	1010	1100

Tabla 4.1 Dirección canónica c2-34-56-78-9a-bc almacenada para la transmisión del bit menos significativo primero.

En la tabla 4.2 se muestra el formato canónico para la dirección c2-34-56-78-9a-bc pero cuando se transmite primero el bit más significativo. Como puede observarse, nada más se voltea cada octeto.

0100	0010	0110	0001	0101	0011
0011	1100	1010	1110	1001	1101

Tabla 4.2 Dirección canónica c2-34-56-78-9a-bc almacenada para la transmisión del bit más significativo primero.

4.3.6 Tecnología y velocidad de Ethernet.

Hace ya mucho tiempo que Ethernet consiguió situarse como el principal protocolo del nivel de enlace. Ethernet 10Base2 consiguió, ya en la década de los 90s, una gran aceptación en el sector. Hoy por hoy, 10Base2 se considera como una "tecnología de legado" respecto a 100BaseT. Hoy los fabricantes ya desarrollaron adaptadores capaces de trabajar tanto con la tecnología 10baseT como la 100BaseT y esto ayuda a una mejor adaptación y transición.

En la figura 4.17 observamos la nomenclatura que ocupa el protocolo Ethernet.



Figura 4.17 Nomenclatura de Protocolo Ethernet

Las tecnologías Ethernet que existen se diferencian en estos conceptos:

Velocidad de transmisión

- Velocidad a la que transmite la tecnología.

Tipo de cable

- Tecnología del nivel físico.

Longitud máxima

- Distancia máxima que puede haber entre dos nodos adyacentes (sin estaciones repetidoras).

Topología

- Determina la forma física de la red. Bus si se usan conectores T (hoy sólo usados con las tecnologías más antiguas) y estrella si se usan hubs (estrella de difusión) o switches (estrella conmutada).

A continuación en la tabla 4.3 se especifican los anteriores conceptos en las tecnologías más importantes:

Tecnologías Ethernet

Tecnología	Velocidad de transmisión	Tipo de cable	Distancia máxima	Topología
10Base2	10 Mbps	Coaxial	185 m	Bus (Conector T)
10BaseT	10 Mbps	Par Trenzado	100 m	Estrella (Hub o Switch)
10BaseF	10 Mbps	Fibra óptica	2000 m	Estrella (Hub o Switch)
100BaseT4	100Mbps	Par Trenzado (categoría 3UTP)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseTX	100Mbps	Par Trenzado (categoría 5UTP)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseFX	100Mbps	Fibra óptica	2000 m	No permite el uso de hubs
1000BaseT	1000Mbps	4 pares trenzado (categoría 5e ó 6UTP)	100 m	Estrella. Full Dúplex (switch)
1000BaseSX	1000Mbps	Fibra óptica (multimodo)	550 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseLX	1000Mbps	Fibra óptica (monomodo)	5000 m	Estrella. Full Duplex (switch)

Tabla 4.3 Características de comunicación Ethernet

4.4 CONFIGURACIÓN DE SERVICIOS DHCP

4.4.1 Definición del término DHCP

CDP, Protocolo de configuración de host dinámico. Es un protocolo que permite que un equipo conectado a una red pueda obtener su configuración (principalmente, su configuración de red) en forma dinámica (es decir, sin intervención particular). Sólo tiene que especificarle al equipo, mediante DHCP, que encuentre una dirección IP de manera independiente. El objetivo principal es simplificar la administración de la red.

El protocolo DHCP sirve principalmente para distribuir direcciones IP en una red, pero desde sus inicios se diseñó como un complemento del protocolo BOOTP (Protocolo Bootstrap), que se utiliza, por ejemplo, cuando se instala un equipo a través de una red (BOOTP se usa junto con un servidor TFTP donde el cliente encontrará los archivos que se cargarán y copiarán en el disco duro).

4.4.2 Funcionamiento del protocolo DHCP

Primero, se necesita un servidor DHCP que distribuya las direcciones IP. Este equipo será la base para todas las solicitudes DHCP por lo cual debe tener una dirección IP fija. Por lo tanto, en una red puede tener sólo un equipo con una dirección IP fija: el servidor DHCP.

El sistema básico de comunicación es BOOTP (con la trama UDP). Cuando un equipo se inicia no tiene información sobre su configuración de red y no hay nada especial que el usuario deba hacer para obtener una dirección IP. Para esto, la técnica que se usa para la transmisión y comunicación con un servidor DHCP, es que el equipo simplemente enviará un paquete especial de transmisión (transmisión en 255.255.255.255 con información adicional como el tipo de solicitud, los puertos de conexión, etc.) a través de la red local. Cuando el servidor recibe el paquete de transmisión, contestará con otro paquete de transmisión (no olvide que el cliente no tiene una dirección IP y, por lo tanto, no es posible conectar directamente con él) que contiene toda la información solicitada por el cliente.

Se podría suponer que un único paquete es suficiente para que el protocolo funcione. En realidad, hay varios tipos de paquetes DHCP que pueden emitirse tanto desde el cliente hacia el servidor o servidores, como desde los servidores hacia un cliente:

DHCPDISCOVER (para ubicar servidores DHCP disponibles).

DHCPOFFER (respuesta del servidor a un paquete DHCPDISCOVER, que contiene los parámetros iniciales).

DHCPREQUEST (solicitudes varias del cliente, por ejemplo, para extender su concesión).

DHCPACK (respuesta del servidor que contiene los parámetros y la dirección IP del cliente).

DHCPNAK (respuesta del servidor para indicarle al cliente que su concesión ha vencido o si el cliente anuncia una configuración de red errónea).

DHCPDECLINE (el cliente le anuncia al servidor que la dirección ya está en uso)

DHCPRELEASE (el cliente libera su dirección IP).

DHCPINFORM (el cliente solicita parámetros locales, ya tiene su dirección IP).

4.4.3 Asignación de direcciones IP

Sin DHCP, cada dirección IP debe configurarse manualmente en cada computadora y, si la computadora se mueve a otra subred, se debe configurar otra dirección IP diferente. El DHCP le permite al administrador supervisar y distribuir de forma centralizada las direcciones IP necesarias y, automáticamente, asignar y enviar una nueva IP si la computadora es conectada en un lugar diferente de la red.

El protocolo DHCP incluye tres métodos de asignación de direcciones IP:

Asignación manual o estática: Asigna una dirección IP a una máquina determinada. Se suele utilizar cuando se quiere controlar la asignación de dirección IP a cada cliente, y evitar, también, que se conecten clientes no identificados.

Asignación automática: Asigna una dirección IP de forma permanente a una máquina cliente la primera vez que hace la solicitud al servidor DHCP y hasta que el cliente la libera. Se suele utilizar cuando el número de clientes no varía demasiado.

Asignación dinámica: el único método que permite la reutilización dinámica de las direcciones IP. El administrador de la red determina un rango de direcciones IP y cada computadora conectada a la red está configurada para solicitar su dirección IP al servidor cuando la tarjeta de interfaz de red se inicializa. El procedimiento usa un concepto muy simple en un intervalo de tiempo controlable. Esto facilita la instalación de nuevas máquinas clientes a la red.

4.4.4. Parámetros configurables

Un servidor DHCP puede proveer de una configuración opcional a la computadora cliente. Dichas opciones están definidas en RFC 2132 (Documento donde se publicó el protocolo DHCP EN 1993 por primera vez).

Lista de opciones configurables:

Dirección del servidor DNS

Nombre DNS

Puerta de enlace de la dirección IP

Dirección de Publicación Masiva (broadcast address)

Máscara de subred

Tiempo máximo de espera del ARP (Protocolo de Resolución de Direcciones según siglas en inglés)

MTU (Unidad de Transferencia Máxima según siglas en inglés) para la interfaz

Servidores NIS (Servicio de Información de Red según siglas en inglés)

Dominios NIS

Servidores NTP (Protocolo de Tiempo de Red según siglas en inglés))

Servidor SMTP

Servidor TFTP

Nombre del servidor WINS

4.4.5 Configuración de servicio DHCP en router belkin

4.4.5.1 Entrada a la configuración manual del enrutador

Con el navegador web se puede tener acceso a la interfaz avanzada de usuario basada en la web del enrutador. En el navegador, escriba “192.168.2.1” (no es necesario escribir nada más como “http://” o “www”). Luego ingrese con tecla “Enter” (Intro). Figura 4.18.

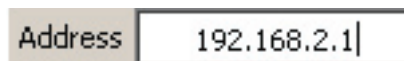


Figura 4.18 Direccionamiento TCP/IP

La página de inicio es la primera página que usted verá cuando accede la interfaz avanzada del usuario basada en el Internet. La página inicial le muestra una reseña rápida del estado y las configuraciones del enrutador. Todas las páginas de instalación avanzadas se pueden acceder desde esta página.

En la figura 4.19 observamos la página inicial de la configuración manual del router.

BELKIN Wireless Router Setup Utility

Home Help Login Internet Status: **Connected**

(1) [Left sidebar menu containing: LAN Setup, Internet WAN, Firewall, Utilities]

(2) Home | **(3)** Help | **(4)** Login | **(5)** Internet Status: Connected

(10) Status

You will need to login before you are change any settings

(6) [Main content area containing four tables: Version Info, LAN Settings, Internet Settings, and Features]

(7) [Features table]

(8) [Internet Settings table]

(9) [Utilities section]

Version Info	
Firmware Version	7.01.04
Boot Version	V0.07
Hardware	01
Serial No.	J521300238

LAN Settings	
LAN/WLAN MAC	00-11-50-71-AD-E9/
IP address	192.168.2.1
Subnet mask	255.255.255.0
DHCP Server	Enabled

Internet Settings	
WAN MAC address	00-11-50-71-AD-EA
Connection Type	Dynamic
Subnet mask	255.255.255.0
Wan IP	69.108.79.23
Default gateway	69.108.79.24
DNS Address	192.168.0.1

Features	
NAT	Enabled
Firewall	Enabled
SSID	belkin54g
Security	Disabled

Parental Control
Restart Router
Restore Factory Default
Save/Backup Settings
Restore Previous Settin
Firmware Update
System Settings

Figura 4.19 Configuración Manual de Router

1. Enlaces de navegación rápida

Puede ir directamente a cualquiera de las páginas de la interfaz avanzada del usuario del enrutador pulsando directamente en estos enlaces. Los enlaces están divididos en categorías lógicas y agrupados en fichas para que le sea fácil encontrar una configuración específica. Al pulsar en el encabezado morado de cada ficha se le mostrará una descripción corta de la función de la ficha.

2. Botón “Home” (página inicial)

El botón de “Home” (Página Inicial) está disponible en todas las páginas de la interfaz del usuario. Al pulsar este botón regresará a la página inicial.

3. Indicador de “Internet Status” (Estado de Internet)

Este indicador está visible en todas las páginas de la interfaz de usuario e indica el estado de conexión del enrutador. Cuando el indicador envíe el mensaje “connection OK” (conexión buena) en VERDE, esto quiere decir que el enrutador está conectado a Internet. Cuando el enrutador no está conectado al Internet el indicador enviara el mensaje “no connection” (no hay conexión) en ROJO. El indicador se actualiza automáticamente cuando se hace cambios a las configuraciones del enrutador.

4. Botón “Login/Logout” (Entrada/Salida del sistema)

Este botón permite entrar y salir del sistema del enrutador con solo oprimir un botón. Cuando está conectado al enrutador, este botón cambiará y dirá “Logout” (Salir del sistema). Al entrar al sistema del enrutador entrará a una nueva página de entrada en la que se le solicitará que escriba una contraseña. Podrá hacerse los cambios a la configuración cuando esté dentro del sistema del enrutador. Una vez hecho los cambios, podrá salir del sistema del enrutador pulsando en el botón “Logout” (Salir del sistema). Para mayor información acerca de cómo entrar al sistema del enrutador, vea la sección llamada “Entrada al sistema del enrutador”.

5. Botón “Help” (Ayuda)

El botón de ayuda le da acceso a las páginas de ayuda del enrutador. También hay ayuda disponible en muchas de las páginas al pulsar en el botón “more info” (más información) ubicado junto a ciertas secciones encada página.

6. “LAN Settings” (Configuraciones LAN)

Muestra las configuraciones de la red de área local (LAN) en el enrutador.

Se pueden hacer cambios a las configuraciones pulsando en cualquiera de los enlaces (IP Address, Subnet Mask, DHCP Server) o pulsando en el enlace de “Navegación rápida” de “LAN” en el lado izquierdo de la pantalla.

7. “Features” (Funciones)

Muestra el estado del NAT y del firewall, así como las características inalámbricas del enrutador. Se pueden hacer cambios a las configuraciones pulsando en cualquiera de los enlaces o pulsando en los enlaces de “Navegación rápida” en el lado izquierdo de la pantalla.

8. “Internet Settings” (Configuraciones de Internet)

Muestra las configuraciones desde el lado de Internet/WAN del enrutador que se conecta al Internet. Se pueden cambiar cualquiera de estas configuraciones al pulsar en los vínculos o en el vínculo de “Navegación rápida” de “Internet/WAN” en el lado izquierdo de la pantalla.

9. “Versión Info” (Información de versión)

Muestra la versión del firmware, la versión de código inicial, la versión del hardware y el número de serie del enrutador.

10. Nombre de la página

Usted puede identificar la página en la que está por su nombre. Este manual del usuario en ocasiones se refiere a las páginas por nombre. Por ejemplo, “LAN > LAN

Settings” (LAN > Configuraciones LAN) se refiere a la página “LAN Settings” (Configuraciones LAN).

4.4.5.2 Configuraciones LAN

Al pulsar en el encabezado de la ficha “LAN Setup” (Configuración de la LAN) (1) lo llevará a su página principal. Aquí puede encontrar una descripción rápida de las funciones. Para ver la configuración y para hacer un cambio a cualquiera de las configuraciones LAN, pulse en “LAN Settings” (Configuraciones LAN) (2) o para ver la lista de computadoras conectadas, pulse en “DHCP client list” (Lista de clientes DHCP) (3). Se puede observar en la figura 4.22

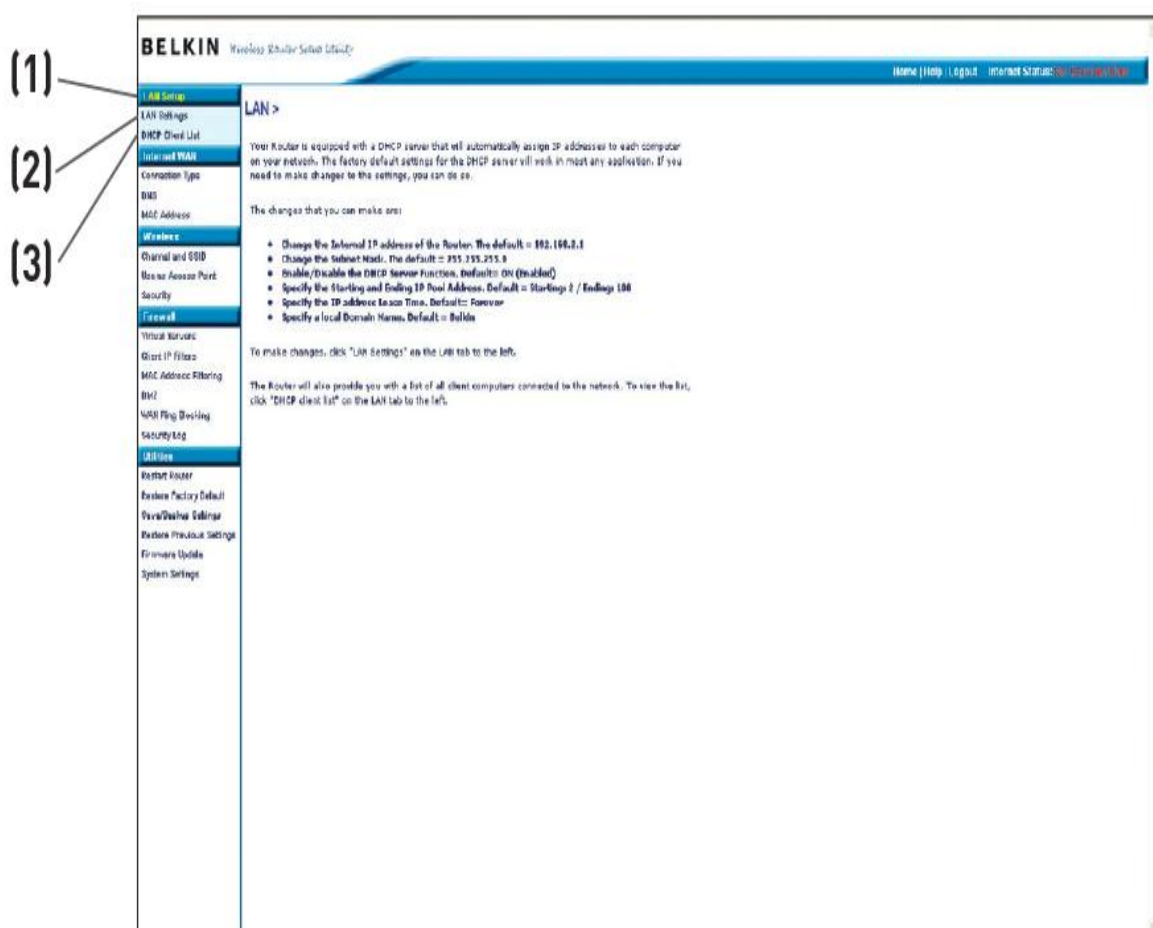


Figura 4.20 Pagina inicial para configuración LAN

CAPITULO V

5.1 PRUEBAS ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS

Para el desarrollo de esta capituló se toma en cuenta el funcionamiento de todos los elementos puestos en el módulo, como son PLC (Twido), módulos de expansión entradas/salidas análogas, módulo ethernet, bomba centrífuga y variador de frecuencia, con sus respectivas conexiones. Es primordial tener una alimentación de voltaje regulada para todos y cada uno de los elementos mencionados anteriormente, para lo cual es necesario contar con un multímetro el que permite tomar datos reales.

Para que los elementos del módulo de caudal funcionen correctamente, los voltajes nominales referenciales (datos de placa) datos proporcionados por los fabricantes deben estar en los rangos permitidos, para comprobar este se hace mediciones y los datos obtenidos se muestra en la Tabla 5.1.

ELEMENTO	REFERENCIA	VOLTAJE REQUERIDO (Vac)		VOLTAJE MEDIDO (Vac)
VARIADOR DE VELOCIDAD	F1-F2	Voltaje mínimo	220	239.6
		Voltaje máximo	240	
PLC	F1-N	Voltaje mínimo	100	120
		Voltaje máximo	125	
BOMBA CENTRIFUGA	F1-F2	Voltaje mínimo	220	240
		Voltaje máximo	240	
	F1-F3	Voltaje mínimo	220	239.9
		Voltaje máximo	240	
	F2-F3	Voltaje mínimo	220	239.8
		Voltaje máximo	240	

Tabla 5.1 Mediciones de pruebas eléctricas en los elementos

Es necesario tener un control de la señal de salida del variador de frecuencia, ya que ésta es directamente proporcional al voltaje y regula las revoluciones de giro del motor de la bomba centrífuga, la medición obtenida indica los datos reales tomados en una variación de cinco hertz (datos tomados con multímetro de procesos), los mismos que se muestran en la Tabla 5.2.

Frecuencia (Hz)	F1-F2 (Vac)	F1-F3 (Vac)	F2-F3 (Vac)
0	0	0	0
5	19.9	20.2	20.1
10	39.9	40.1	40.2
15	59.8	60.3	60.2
20	80.2	80.1	80
25	100.2	100.2	100.2
30	120.2	120.1	120.3
35	139.9	140.1	139.9
40	159.8	160.3	159.9
45	180.1	180.2	179.8
55	220.2	219.8	220.1
60	240	239.9	239.8

Tabla 5.2 Tabla de Frecuencia–Voltaje a la salida del Variador Altivar 31

En el sensor de caudal Kobold se toma datos reales con un multímetro de procesos, el cual permite verificar la variación de corriente con respecto al fluido que circula por la tubería.

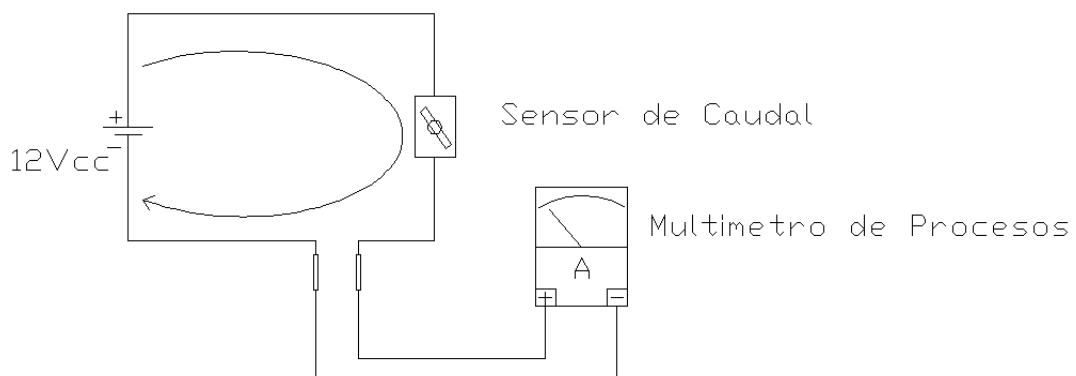


Figura 5.1 Conexión para medir corriente

El multímetro de proceso requiere estar en una escala acorde a los valores de salida del sensor; es decir; de 0-30mA.



Figura 5.2 Multímetro de procesos

El recorrido de agua por el interior del sensor de caudal, produce una variación eléctrica estándar (4-20mA) en su salida a dos hilos; los datos reales obtenidos por la variación del fluido son ingresados para ser procesados a través del módulo de expansión de entradas/salidas análogas del PLC, los que nos sirven para realizar el algoritmo del PI que se procesa en el Software (Twido Soft 3.5), y dan una salida de voltaje que ingresa al variador de frecuencia Altivar, controlando su velocidad que se muestra en el display del mismo, la altura del tanque son calculados con las fórmulas mostradas en el Capítulo II, y considerando que en las pruebas realizadas, el sensor comienza a responder desde una frecuencia de 24Hz, los datos encontrados se dan en la Tabla 5.2 que se muestra a continuación.

Frecuencia (Hz)	Sensor (mA)	PLC (Bits)	Altura(cm)	Caudal (Lt/min)
0	2,8	0	0	no mide el sensor
24	4,1	120	0,14	2,6
25	4,4	235	0,146	3,17
26	4,8	350	0,152	3,29
27	5	460	0,158	3,42
28	5,1	520	0,164	3,55
29	5,2	580	0,17	3,67
30	5,4	755	0,176	3,80
31	5,7	840	0,182	3,93
32	5,8	900	0,188	4,05
33	6	1010	0,194	4,18
34	6,2	1130	0,2	4,31
35	6,3	1190	0,206	4,43
36	6,4	1250	0,212	4,56
37	6,6	1400	0,218	4,69
38	6,8	1420	0,224	4,81
39	6,9	1500	0,23	4,94
40	7	1560	0,236	5,07
41	7,3	1680	0,242	5,19
42	7,4	1740	0,248	5,32
43	7,5	1800	0,254	5,45
44	7,7	1900	0,26	5,57
45	7,8	1950	0,266	5,70
46	8	2020	0,272	5,83
47	8,1	2120	0,278	5,95
48	8,3	2220	0,284	6,08
49	8,5	2270	0,29	6,21
50	8,6	2350	0,296	6,33
51	8,8	2450	0,302	6,46
52	8,9	2470	0,308	6,59
53	9	2555	0,314	6,71
54	9,1	2625	0,32	6,84
55	9,3	2670	0,326	6,97
56	9,4	2700	0,332	7,09
57	9,4	2780	0,338	7,22
58	9,5	2800	0,344	7,35
59	9,6	2830	0,35	7,47
60	9,7	2900	0,356	7,60

Tabla 5.2 Tabla de datos tomados en los instrumentos

Simulación de un control PI para caudal

El control PI es el que determina que caudal va alcanzar el fluido (agua). En este caso, el sensor de flujo es el que da la señal al PLC la que se procesa y regula electricamente para obtener una señal a la entrada del variador de frecuencia de (0-10Vcc) de tal forma que la bomba centrífuga varíe su velocidad, cambiando el caudal que circula por la tubería.

Una vez que el PLC ha sintonizado el caudal deseado, el error es 0, o tiende a llegar al valor deseado y la bomba da un caudal estable (Regulación en Bucle Cerrado).

Con ello la bomba gira a una velocidad constante. Si por cualquier razón externa (perturbación) la bomba no tiene el caudal de referencia (SetPoint) dado por el operador, el sensor, PLC, y el variador de frecuencia actuarán hasta compensar la variación, el caudal regresaría al valor de programación

Pruebas de operación de señales análoga.

En este tipo de prueba se realizó SUPERVISIÓN Y CONTROL PI DE CAUDAL, la supervisión se la realizó mediante el paquete IN TOUCH versión 9.5, en donde se realizó una interfaz gráfica del proceso físico y la visualización de la sintonía del Control PI.

Para el control se realizó un circuito de regulación en bucle cerrado, utilizando sensor de caudal el PLC; variador de Frecuencia y bomba centrífuga, el sistema se logró estabilizar con los siguientes valores que se muestran en la Tabla 5.3:

	MULTIPLICADORES EN PLC			
	KP (0.01)	Ti(0.5s)	Td(0.1s)	Tiempo de muestreo(10ms)
CONSTANTES	53	13	0	10

Tabla5.3 Valores para la sintonización del control PI de Caudal

La Figura 5.3 muestra un esquema del módulo de control PI en donde se visualiza el lugar de conexiones del sistema.

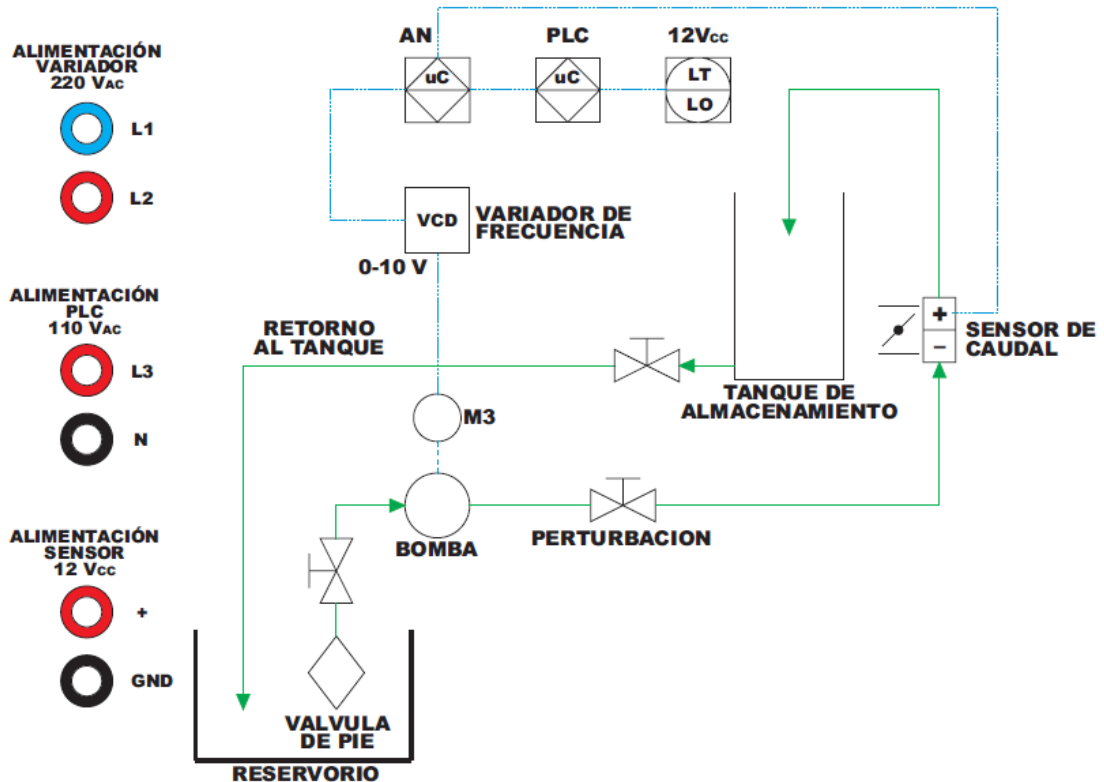


Figura 5.3 Diagrama de conexiones

5.2 PRUEBAS DEL SOFTWARE

Para realizar un completo estudio del comportamiento del proceso de caudal es importante contar con la ayuda de Hardwares; debido a la aplicación y a las características del módulo de caudal; los softwares que reúne los requisitos para ser una herramienta de simulación, control y monitoreo del sistema son herramientas computacionales que tienen y permiten una interface de comunicación entre PC-módulos, los mismos que se indican:

- Twido Soft 3.5
- Wonderware In Touch versión 9.5
- MBENET de Wonderware

Estos paquetes computacionales reúnen los requisitos para que la interface de comunicación sea una herramienta didáctica, multifuncional e interactiva. Todos ellos se han detallado específicamente en el desarrollo del Capítulo 3.

5.1.2 Pruebas en Twido Soft 3.5

Para el desarrollo de este software se necesitó utilizar un método teórico práctico progresivo desde un nivel básico hasta tener el programa total.

Primero se realiza el encendido y apagado de una salida digital, como se muestra en la figura 5.3.

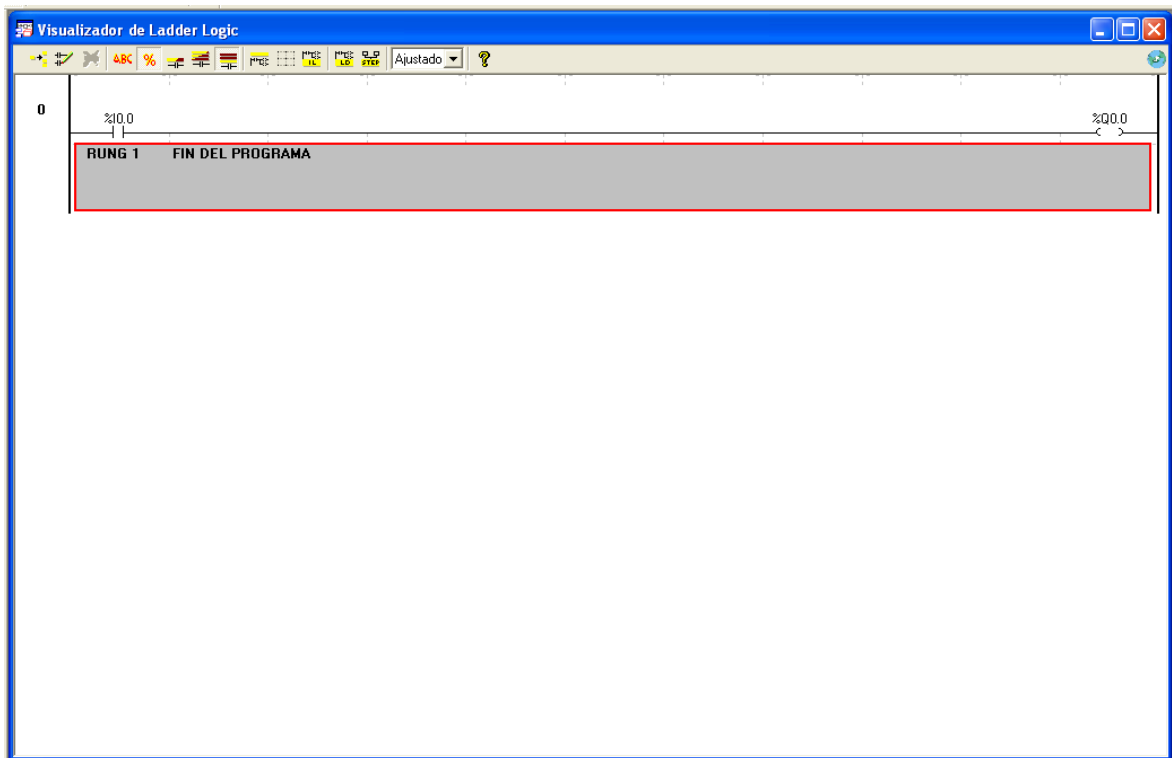


Figura 5.3 Primera prueba

Cuando se culmine la programación en ladder, es necesario realizar las pruebas con el programa final, el cual controla el proceso del módulo de caudal como se muestra en la Figura 5.4.

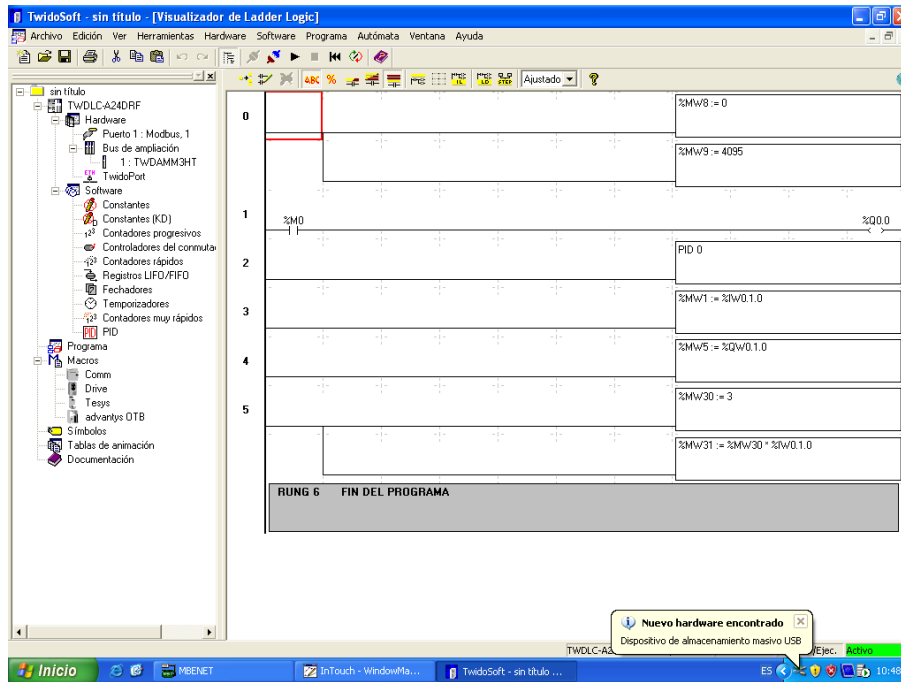


Figura 5.4 Programa se Control PI de Caudal

Para este programa es necesario visualizar, los datos que ingresan por la entrada analógica %IW0.1 que se graba en el espacio de memoria %MW1, los datos que salen del módulo de análogas %QW1.0, previamente procesados en el Hardware del Twido como PID y sale en forma de voltaje para alimentar al variador de velocidad como se muestra en la Figura 5.5.

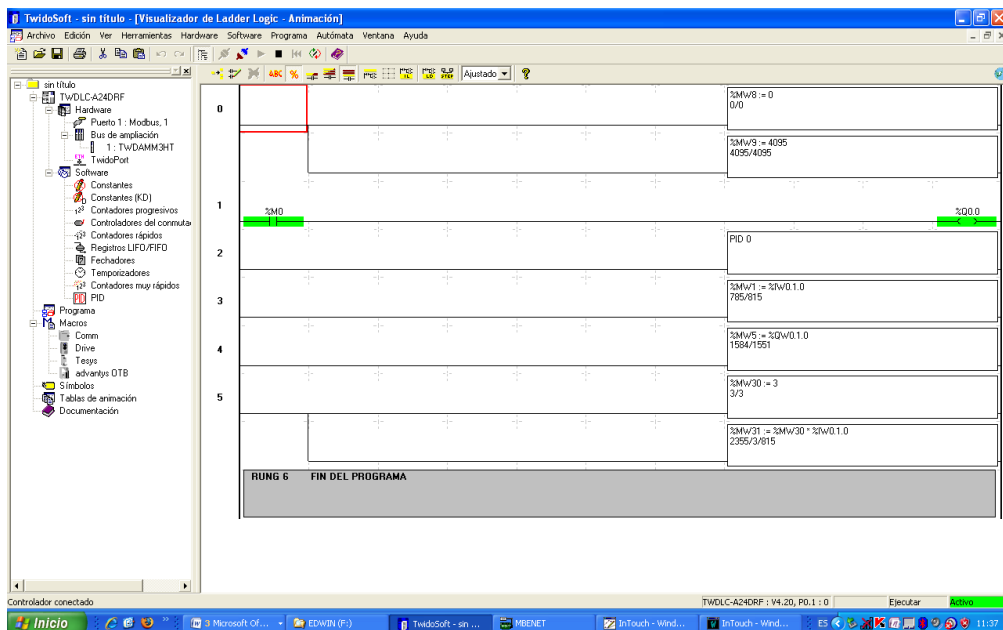


Figura 5.5 Pantalla de Visualización de Control PI de Caudal

Luego se puede observar el comportamiento del sistema, en el Hardware interno del controlador escogiendo la pestaña de **Trazo** la cual permite visualizar la curva del PI como se está desarrollando en tiempo real como se muestra en la figura 5.6.

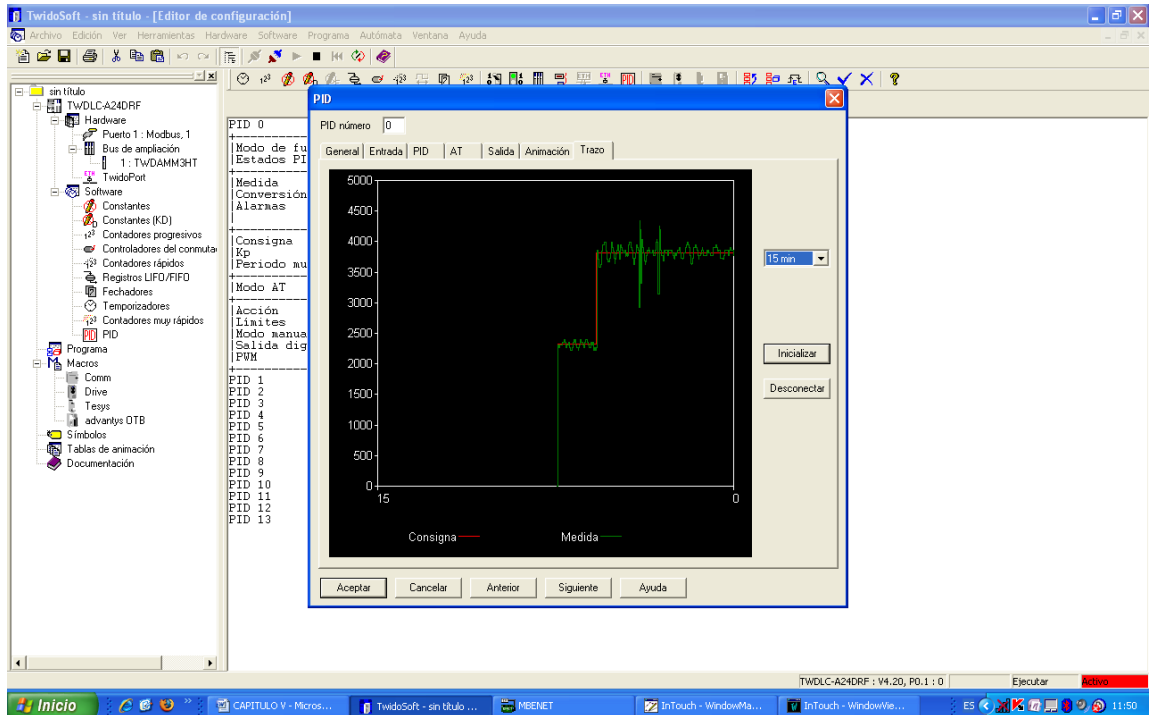


Figura 5.6 Pantalla de Visualización de Curva, Control PI de Caudal

Para saber si el control es correcto o se ha logrado sintonizar al proceso de caudal, se puede visualizar el mensaje que indica en el Hardware interno del Twido se observa en la pestaña **Animación**, indica un mensaje donde se observa el estado del proceso con tiempos, variables usadas; si el sistema está estable sale PID alcanzado caso contrario sale PID en curso, como se observa en la figura 5.7.

La simulación y verificación del comportamiento de situaciones reales, permite al alumno animar el módulo de caudal con el control PI de Caudal, facilitando el proceso desarrollado; en este caso se indica la sintonización del sistema; pudiéndose cambiar sus constantes para entender mejor el funcionamiento del mismo, como se muestra en la figura 5.9.

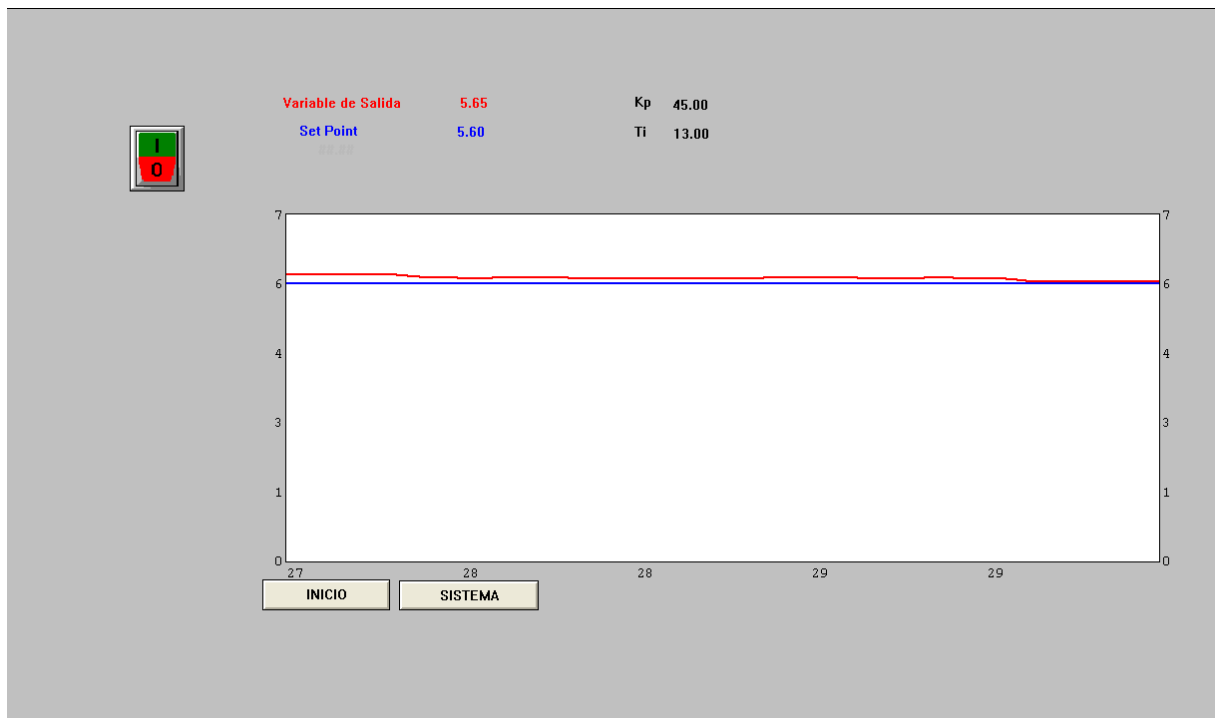


Figura 5.9 Pantalla de Sintonización PI en InTouch

El sistema también está dotado de alarmas, las cuales alertan a la persona que este manipulando el módulo de pruebas de caudal, el verdadero estado de su funcionamiento, como se observa a continuación.

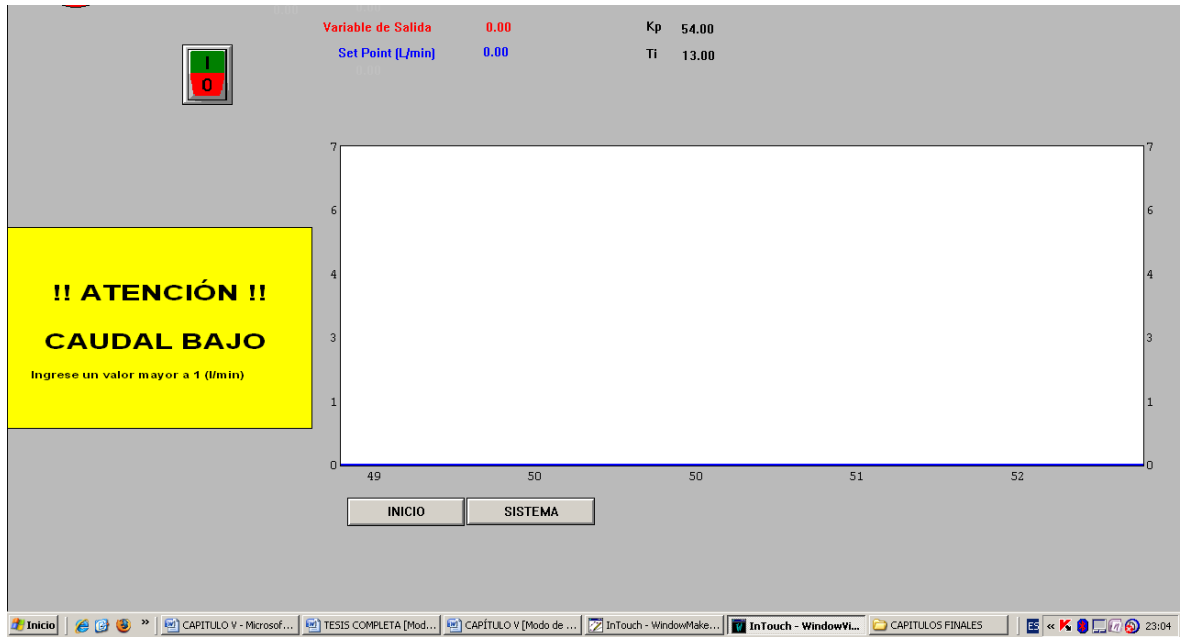


Figura 5.10 Pantalla de Advertencia de caudal bajo

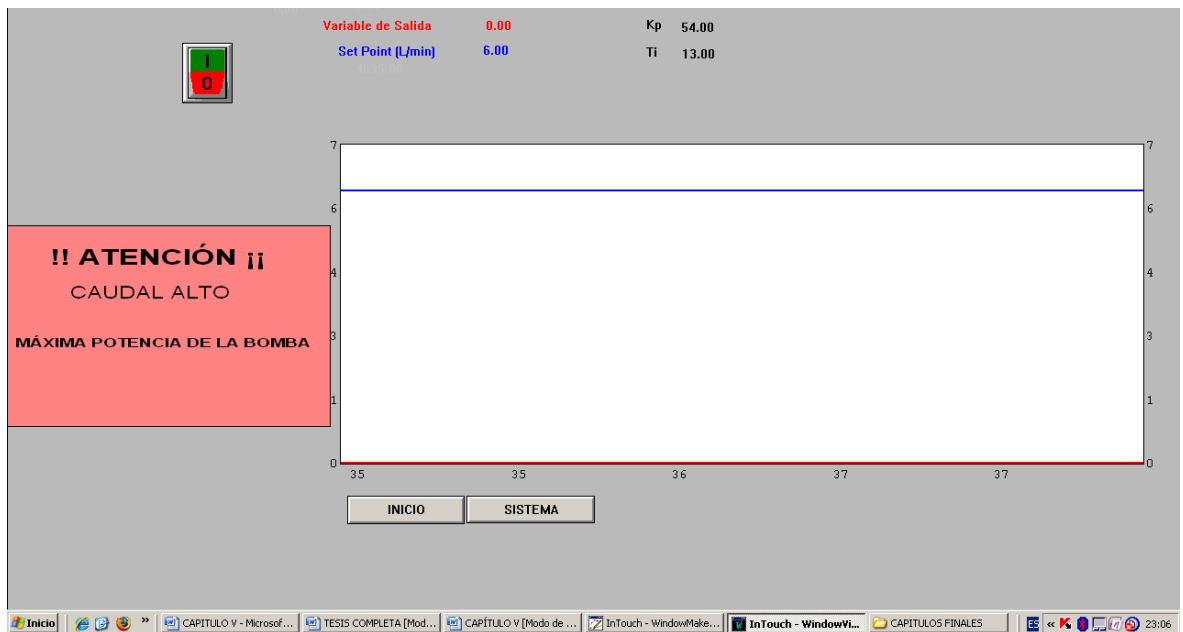


Figura 5.11 Pantalla de Advertencia de bomba a potencia máxima

Para tener un control total, es primordial indicar el estado de la comunicación Ethernet, mostrando una alarma que advierte de su estado, como se muestra en la figura 5.12.

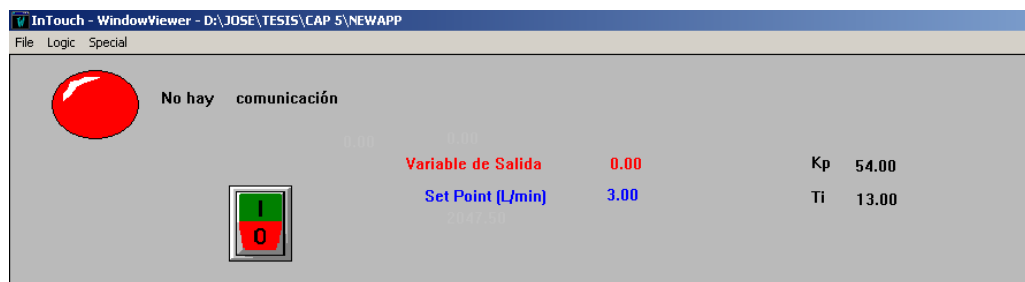


Figura 5.12 Pantalla de Advertencia no hay comunicación Ethernet

5.2.- PRUEBAS Y RESULTADOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE CAUDAL MEDIANTE LA RED LAN Y RED INALÁMBRICA

Las pruebas de la Red fueron realizadas en varias computadoras y dividiéndolas en dos grupos.

- Pruebas de la Red por cable
- Pruebas de la Red Inalámbrica

5.3.1 Pruebas de la Red por cable

Para la realización de esta prueba es necesario contar con la instalación de un ROUTER inalámbrico, en este caso uno de marca Belkin (Wireless Router), el cual permite comunicar a cuatro computadores, de manera directa por cable UTP (cable directo), teniendo la entrada número uno para la conexión maestra, señal que es tomado directamente del módulo de expansión Ethernet; las otras tres salidas pudiendo conectarse a manera de esclavos; en este caso se realiza las pruebas para una PC.



Figura 5.13 Router Wireless Belkin

Se realiza las pruebas con todas y cada una de las pantallas realizadas en Intouch, pudiendo interactuar el HMI con los elementos de control, PLC, y con la computadora maestra como se muestra en la figura 5.14.



Figura 5.14 Máquina maestra

5.3.1 Pruebas de la Red (Comunicación Inalámbrica)

Para esta configuración es necesario programar el Router Wireless como se muestra en el Capítulo IV, para poner una comunicación entre la PC portátil y el Módulo de Control de Caudal, la PC esclava debe tener previamente instalado los Software controladores MNENET, Intouch; los cuales permiten tener la comunicación HMI.

Para ejecutar el sistema se hace como en la comunicación por cable normalmente como se muestra en la figura 5.15.



Figura 5.15 Máquina esclava comunicación por Wireless

Estas pruebas se realizan a distancia dando los valores que se muestran a continuación en la tabla 5.4.

DISTANCIA (m)	PRIMERA PRUEBA		SEGUNDA PRUEBA		TERCERA PRUEBA	
	Tiempo de encendido (seg)	Tiempo de apagado (seg)	Tiempo de encendido (seg)	Tiempo de apagado (seg)	Tiempo de encendido (seg)	Tiempo de apagado (seg)
1	0,6	0,6	1	1	1	1
5	1,2	1,2	1,6	2	1,8	°
10	1,6	1,6	2,3	2,2	2,3	2,2
15	1,7	1,6	2,6	2,4	2,7	2,7
20	1,8	1,8	2,7	2,4	3,1	3
25	1,9	1,8	2,8	2,5	3,6	3,5
30	Se pierde la comunicación	Se pierde la comunicación	Se pierde la comunicación	Se pierde la comunicación	Se pierde la comunicación	Se pierde la comunicación

Tabla 5.4 Pruebas de comunicación wireless

El router alcanza una distancia de 80 metros en punto de vista, es decir desde un punto A un punto B en una línea recta por vía aérea sin ninguna interrupción, bajando su potencia cuando se tiene una interrupción como paredes, árboles, etc.

Los datos tomados se deben específicamente a que las pruebas realizadas con diferentes condiciones, las cuales se mencionan a continuación:

Los tiempos tomados en la primera prueba son en horas de la noche en donde no se encuentran estudiantes por lo tanto la única restricción para la señal es las paredes de las aulas las cuales bajan la señal de la red wireless.

Para la segunda prueba se tomo en hora de la tarde en la cual existen pocos estudiantes con sus respectivas computadoras usando wireless lo cual produce que la señal tenga una pequeña caída de poder produciendo que los tiempos de comunicación entre el módulo y la PC esclava sean mayores.

En la tercera prueba se realizó en horas de la mañana en donde existen muchas personas con sus respectivas PC las cuales ocupan un rango de la señal wireless que se usa para la comunicación de módulo haciendo que el tiempo de accionamiento sea mayor con respecto a las anteriores.

5.2.- ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROCESO DE CONTROL

Primero es importante alimentar a los elementos controladores en el panel principal del Módulo de pruebas de Caudal.

Los elementos a conectar la alimentación son PLC (Twido), variador de velocidad (Altivar), sensor de caudal (Kobold), como se muestra en la Figura 5.16.

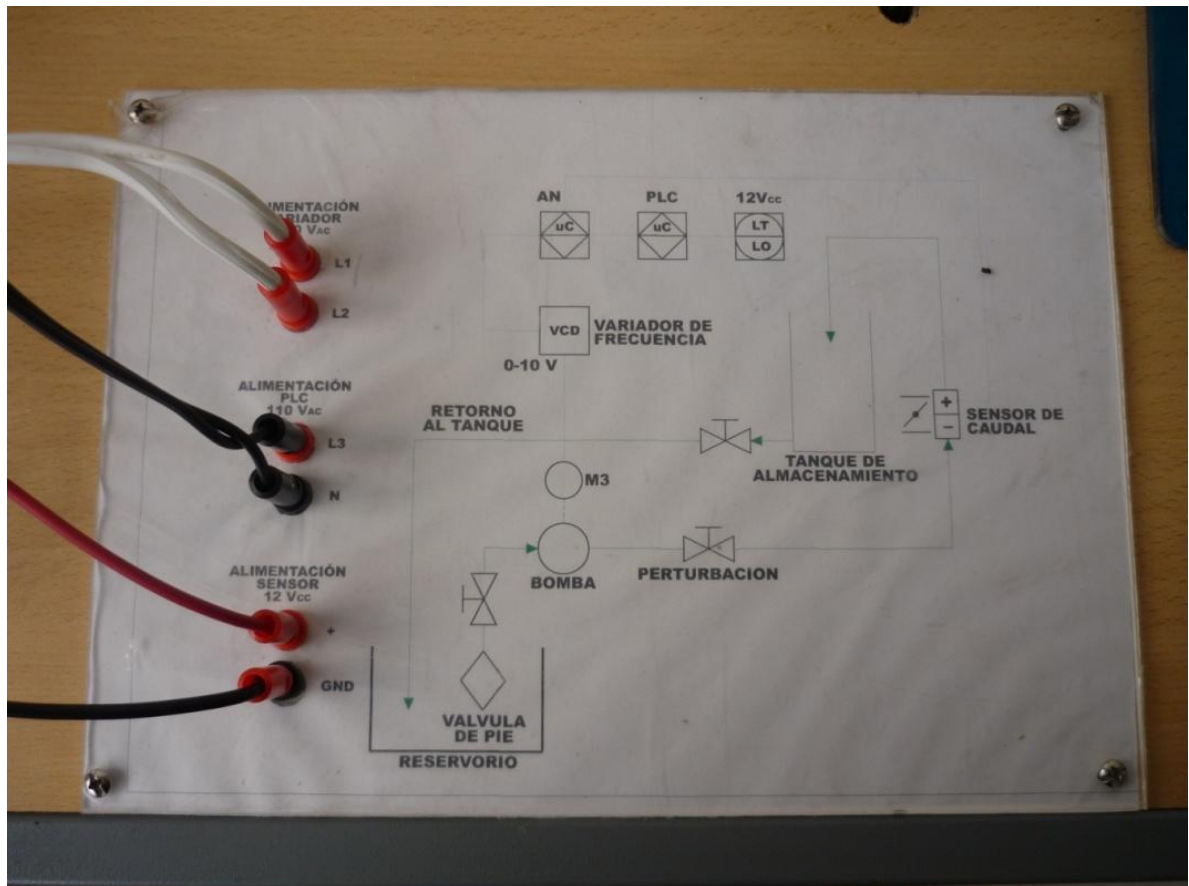


Figura 5.16 Conexiones de Alimentación de los elementos de control

Una vez que están alimentados los equipos es necesario visualizar el estado de los elementos los cuales nos muestran los Leds de encendido para el caso del Variador y el PLC, como se muestra en la figura 5.17.

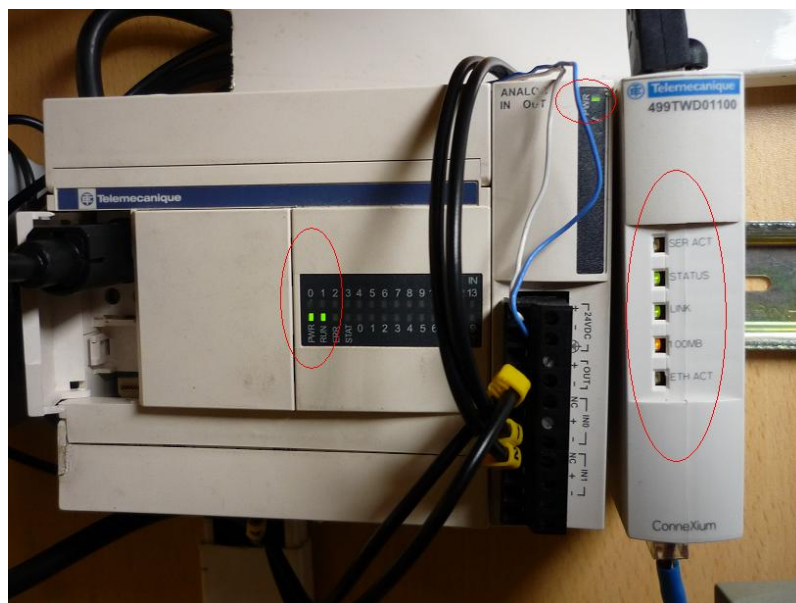


Figura 5.17 Verificación de encendido de elementos controladores



Figura 5.18 Verificación de encendido de Variador de Velocidad

Para poder acceder al Software (TWIDO SOFT) creado hacer clic en INICIO, TODOS LOS PROGRAMAS, TWIDO SOFT, TWIDO SOFT, como se muestra en la figura 5.19.

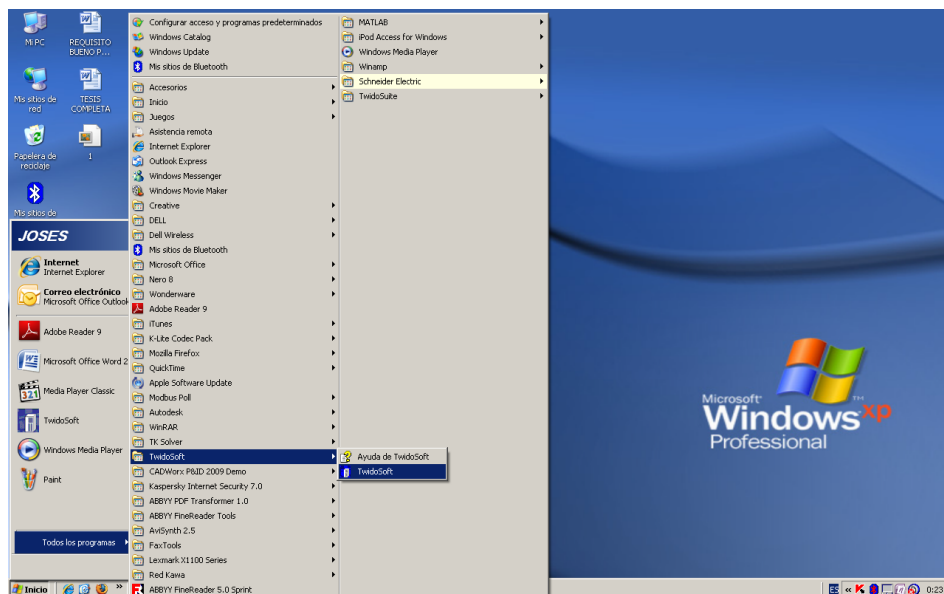


Figura 5.19 Apertura de Programa Twido Soft

Para poder acceder al Software (MBENET) creado hacer clic en INICIO, TODOS LOS PROGRAMAS, WONDWERWARE, I/O SERVER, MBENET, como se muestra en la figura 5.20.

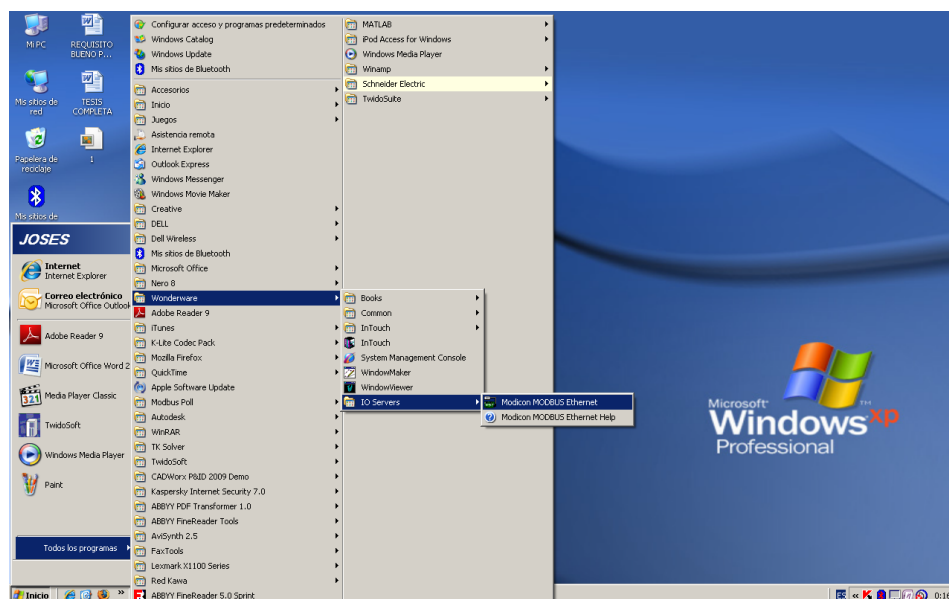


Figura 5.20 Apertura de Programa MBENET

Para poder acceder al Software (Intouch) creado hacer clic en INICIO, TODOS LOS PROGRAMAS, WONDERWARE, INTOUCH, como se muestra en la figura 5.21.

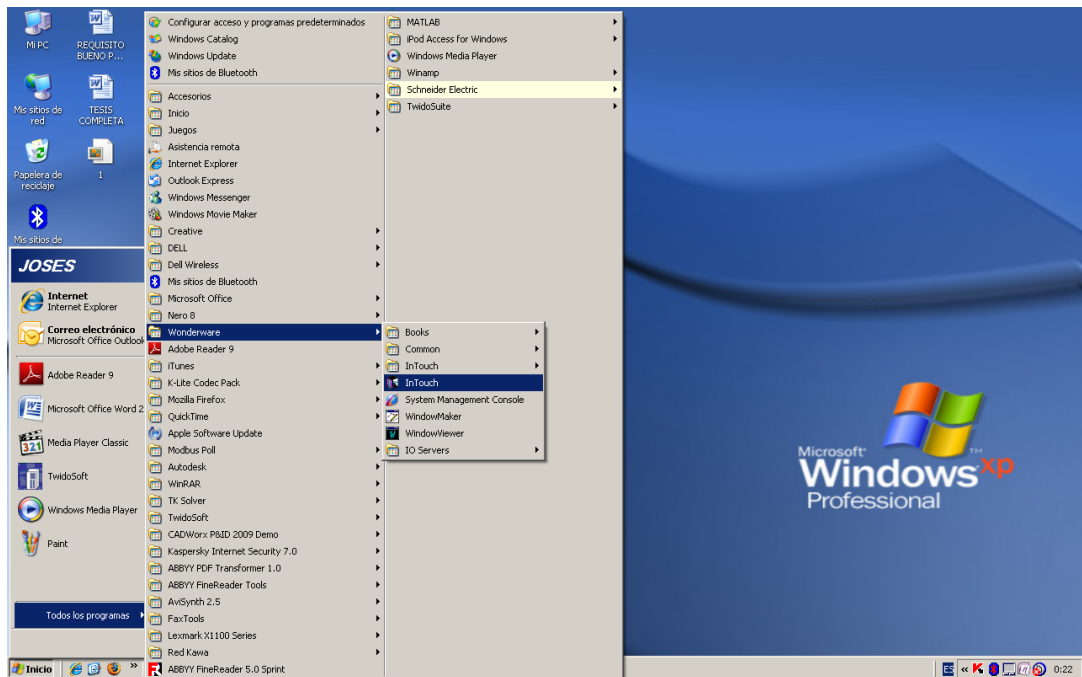


Figura 5.21 Apertura de Programa Intouch

Es necesario escoger la aplicación en este caso PI

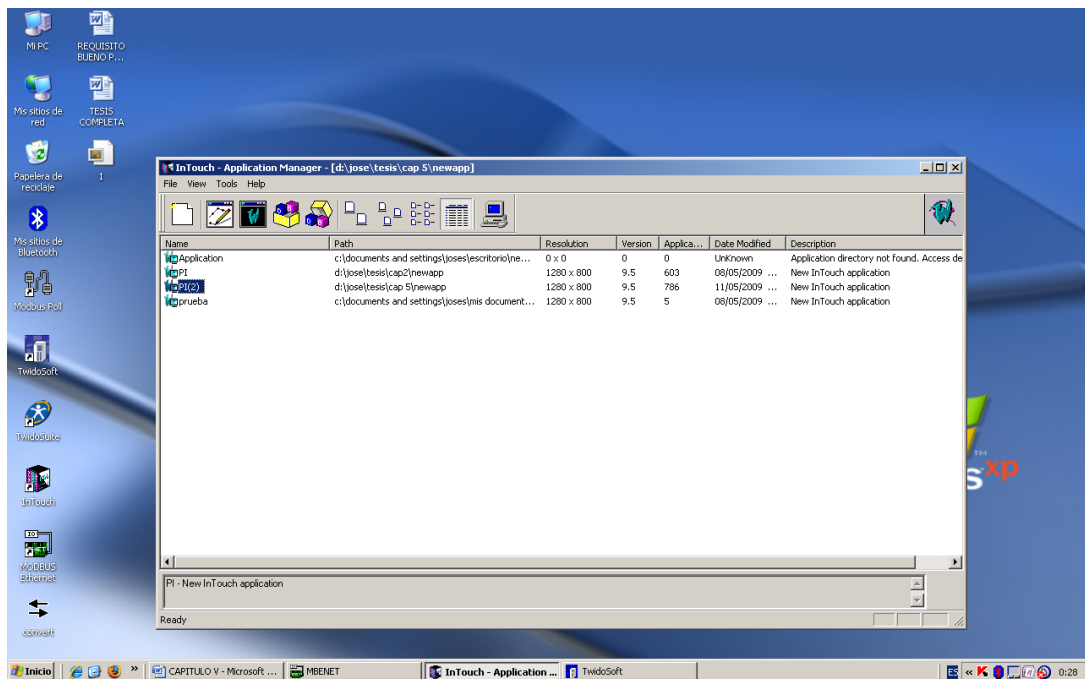


Figura 5.22 Selección de Archivo contenedor

Una vez realizado los pasos anteriores, aparece en la pantalla el siguiente mensaje de presentación, como se muestra en la figura 5.23.

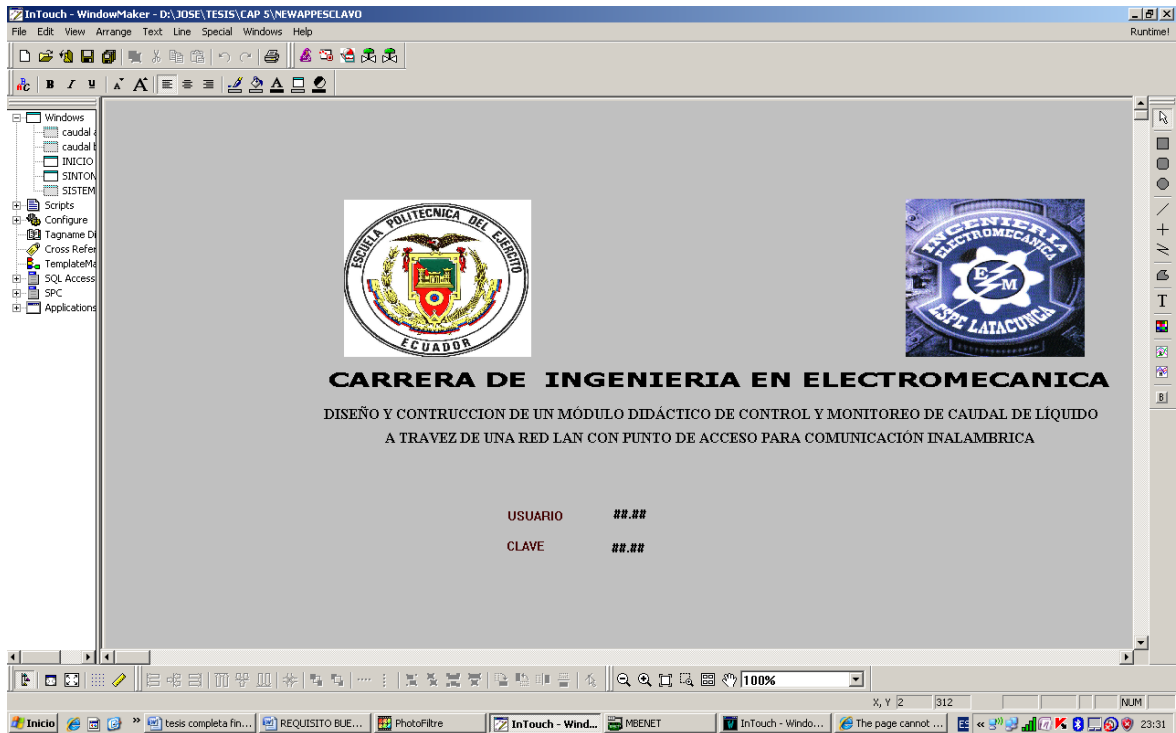


Figura 5.23 Ejecutar correr Programa

El siguiente paso es hacer clic en el botón USUARIO, CLAVE uno por uno respectivamente, el cual despliega ventanas donde se debe ingresar los passwords y el nombre de usuario correspondiente para poder tener acceso a las demás ventanas del menú dependiendo y dependiendo de la jerarquía (administrador u operador) se muestra en un mensaje de nivel de acceso como se muestra en la figura 5.24.



Figura 5.24 Pantalla de Introducción de PASSWORD

En la ventana se despliegan los botones SINTONIZACION y SISTEMA los cuales sirven para ingresar, visualizar esas pantallas, es necesario escoger una de ellas.

Al hacer clic en la ventana SINTONIZACION, se puede manipular el SETPOINT que está abierto tanto para el administrador como para el operador, el Kp y Ti tienen restricción y solo puede ser manipulado por el administrador; se puede encender todo el sistema por medio del switch (botón) de arranque como se muestra en la figura 5.25.

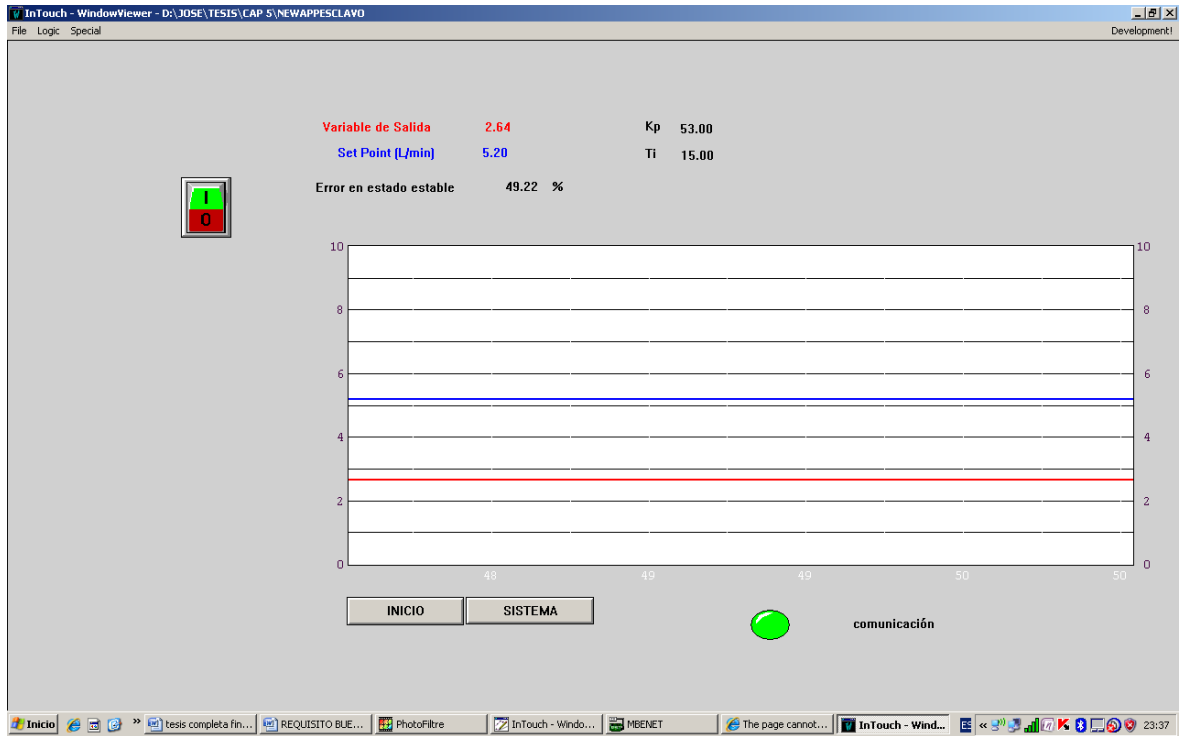


Figura 5.25 Pantalla de Sintonización de PI de Caudal

Una vez que se arranca es necesario cambiar el SetPoint ya que este funciona en cero por primera ocasión, y muestra la alarma de caudal bajo, como se puede observar en la figura 5.26, el caudal mínimo con el que funcionará el proceso es de 2,6 litros/min

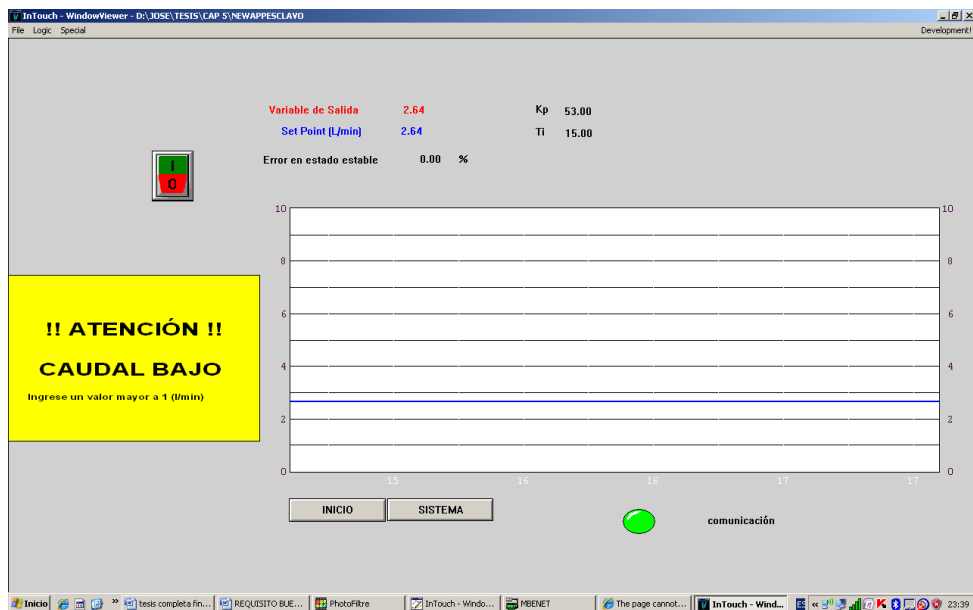


Figura 5.26 Pantalla al Arrancar el sistema

Después de haber ingresado los datos mencionados como son las constantes, SetPoint de acuerdo a las variables elegidas para los ajustes de la sintonización el sistema comienza a adquirir los datos del proceso y a ser graficados en la pantalla, figura 5.27.

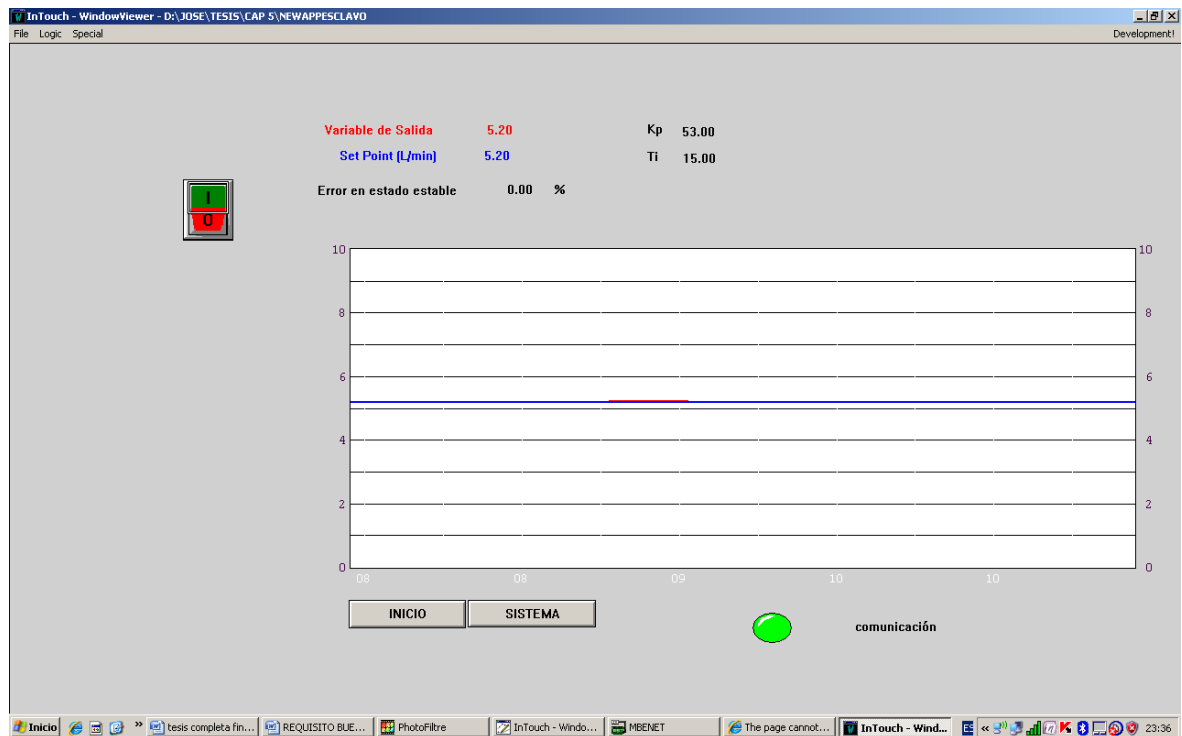


Figura 5.27 Pantalla de Sintonización con parámetros escogidos

Una vez que se está en la pantalla de sintonización se puede cambiar de SetPoint el cual regula el caudal del proceso, poder así realizar una nueva prueba cambiando los datos de las constantes de control, el número de veces que se crea conveniente, indicándonos alarmas en caso de exceder los límites a los que se programo el módulo de caudal.

Para salir de las pantallas de visualización PI se deberá hacer clic en el botón apagar, y si no se requiere hacer nada más se puede cerrar el Software Intouch con lo cual queda concluido el proceso de control de caudal con respecto a la visualización del HMI.

Quedando funcionando el PLC ya que la programación grabado en la memoria interna del controlador.

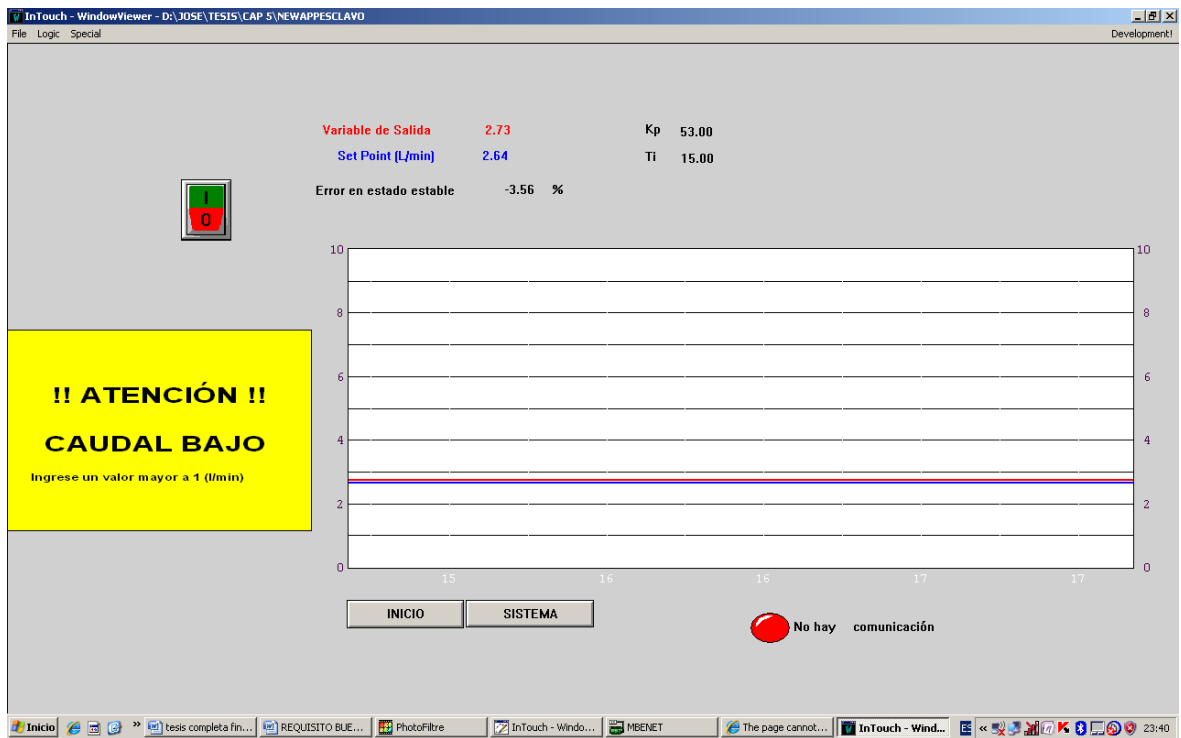


Figura 5.28 Pantalla de Sintonización lista para cerrar la sesión

Es necesario cerrar el MBENET, Twido Soft, e Intouch; quitar los cables de conexiones en el panel, quitando la alimentación de los equipos controladores, dando por terminado la sesión de pruebas de módulo de control de caudal.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES.

- Se logró diseñar, implementar y controlar el módulo de prácticas de caudal para el laboratorio de Control Eléctrico y Electrónico de la ESPE-L por medio de una interfaz de comunicación Ethernet con un software que permitan visualizar y adquisición de datos.
- Se creó el HMI con una interfaz de comunicación Ethernet para el control de caudal del módulo de prácticas utilizando la plataforma de instrumentación virtual Intouch, además se logro adquirir las curvas de comportamiento del sistema, desarrollando una interface entre el usuario (alumno) y el proceso de control; amigable y dinámico a la vez, ya que despliega la información que el alumno requiere para realizar su práctica. Además brinda la facilidad de manejar la información obtenida.
- Se determinó que el paquete de programación Intouch es una poderosa herramienta empleada en proyectos de Instrumentación Virtual, monitoreo, y control de procesos en general.
- Los equipos prestan la facilidad de uso didáctico en el laboratorio debido a sus características de acoples rápidos, su funcionamiento es sencillo y se requiere de un conocimiento básico de teoría de control de procesos PI.

- Por medio del presente proyecto la institución permite ampliar a los estudiantes sus conocimientos acerca del caudal y manejo de controladores PI.
- El sistema de conexiones Ethernet es de costo módico y su funcionamiento es muy simple: no obliga al usuario a instalar ni configurar tarjetas de expansión y permite la conexión y desconexión de dispositivos con el equipo en funcionamiento. Permite que cualquier ordenador, por pequeño que sea, acepte tantos periféricos como sea preciso.
- El valor correcto de los ajustes de banda proporcional (K_p), integral (K_i), y tiempo derivativo (K_d) dependen de las características del proceso, en base al comportamiento del sistema se puede determinar cuáles son los mejores para el ajuste; basándose en el método de ZIEGKER-NICHOLS para controlar un proceso.
- La acción integral sirve para eliminar el error en estado estable. Si es muy alto el valor de offset la oscilación muy alta, y la sintonización no es posible, con un valor muy bajo, el resultado será que la medición retorna al valor de consigna más lentamente posible.
- Al ocupar tubería de 1/2" directamente a la descarga de la bomba está no trabaja correctamente, provocando perturbaciones en el control de caudal y errores de sintonización muy grandes cuando se manipulaba en caudales bajos además que el caudal máximo obtenido fue de 6 l/min, al cambiar por tubería de 1" a la descarga de la bomba el sistema trabajó correctamente permitiendo al proceso ser eficiente, con una sintonización de PI estable, la bomba trabajo con una mayor eficiencia, entrega un caudal de 7.5 l/min mayor al que se obtuvo con la tubería de 1/2"

- La mayoría de comunicación inalámbrica funciona en el espectro de 2.4 Ghz como se indica en el capítulo 1 es por eso que la comunicación se vuelve lenta cuando hay cerca teléfonos celulares que funcionen con dicha frecuencia, en la actualidad la mayoría de teléfonos celulares funcionan en esta banda de frecuencia.
- El accionamiento del módulo por vía wireless también se torna lento debido a paredes, puertas y ventanas que obstaculizan el punto de vista del router a la portátil que monitoree el proceso.

6.2.- RECOMENDACIONES

- Seguir el manual de funcionamiento tanto del software creado como de los elementos que conforma el módulo de caudal para su eficaz y correcto funcionamiento. Dar el mantenimiento adecuado a los equipos para evitar su deterioro prematuro, así como también siempre tomar en cuenta las normas de seguridad del laboratorio para evitar accidentes que pueden perjudicar tanto al usuario como al equipo.
- Para la calibración de un controlador proporcional integral derivativo PID cuando se utilice el sensor de caudal se deberá trabajar con valores de K_p (constante proporcional) comprendidos entre 1 a 20000 ($\cdot 0.01$); mientras que para T_i (tiempo integral) se deberá trabajar con valores entre 0 a 100 (0.1s) y T_d (tiempo derivativo) es cero, ya que cuando tiene un valor demasiado inestable provocando que no se pueda sintonizar el sistema.
- Para una mejor sintonización es necesario poner un PLC que permita ingresar flotantes para la calibración del PI ya que el PLC Twido TWDLCAA24DRF por una versión que permita el ingreso de números flotantes.
- Para la calibración del controlador, se deberá tomar en cuenta que el medidor de caudal, siempre necesita estar funcionando libremente con las válvulas abiertas es decir pasando fluido (agua) por el mismo, caso contrario el sensor no emite ninguna señal, haciendo al proceso inactivo sin ninguna reacción.

- Para una mejor apreciación de las curvas obtenidas por medio del software se recomienda utilizar el Intouch, con una resolución de 24 o 32 bits en 1seg.
- El modo derivativo se opone a cualquier cambio en la medición. Una acción derivativa muy pequeña no tiene efecto significativo para el control PI de caudal ya que provoca que el sistema se vuelva muy inestable por lo cual es cero su valor ideal.
- Con la adquisición de elementos similares al del módulo de caudal se podría implementar a futuro una estación de trabajo que beneficiará a los estudiantes de la institución.
- El router da una mejor señal estando ubicado en un lugar alto dando una mayor área de monitoreo.

Vista general de Twido

**1**

Presentación

Introducción

Este capítulo contiene una vista general de los productos Twido, las configuraciones máximas, las funciones principales de los controladores y una vista general del sistema de comunicaciones.

Contenido:

Este capítulo contiene los siguiente apartados:

Apartado	Página
Acerca de Twido	14
Configuración máxima de hardware	21
Funciones principales de los autómatas	23
Vista general de las comunicaciones	26

Vista general de Twido

Acerca de Twido

Introducción

El autómata Twido está disponible en dos modelos:

- Compacto
- Modular

El autómata compacto se encuentra disponible con:

- 10 E/S
- 16 E/S
- 24 E/S

El autómata modular se encuentra disponible con:

- 20 E/S
- 40 E/S

Es posible añadir E/S adicionales al autómata mediante módulos de E/S de ampliación. Puede haber:

- Módulos de 14 E/S digitales o de relé
- Módulos de cuatro E/S analógicas

La conexión a un módulo de interfase del bus AS-Interface también permite administrar hasta 62 equipos slaves. Se trata del siguiente módulo:

- Módulo master de interfase del bus AS-Interface V2: TWDNOI10M3

Hay varias opciones que se pueden añadir a los autómatas base:

- Cartuchos de memoria
 - Cartucho de reloj de tiempo real (RTC)
 - Adaptadores de comunicaciones
 - Módulos de ampliación de comunicaciones (sólo para autómatas modulares)
 - Módulo de monitor de operación (sólo para autómatas compactos)
 - Módulo de ampliación de monitor de operación (sólo para autómatas modulares)
 - Simuladores de entradas
 - Cables de programación
 - Cables de E/S digitales
 - Sistema de cableado TeleFast con interfaces de E/S
-

Vista general de Twido

Modelos de autómatas

En la siguiente tabla se enumeran los autómatas:

Nombre del autómata	Número de serie	Canal es	Tipo de canal	Tipo de entrada/salida	Fuente de alimentación
Compacto de 10 E/S	TWDLCAA10DRF	6	Entradas	24 V CC	100/240 V CA.
		4	Salidas	Relé	
Compacto de 16 E/S	TWDLCAA16DRF	9	Entradas	24 V CC.	100/240 V CA.
		7	Salida	Relé	
Compacto de 24 E/S	TWDLCAA24DRF	14	Entradas	24 V CC.	100/240 V CA.
		10	Salida	Relé	
Modular de 20 E/S	TWDLMDA20DUK	12	Entradas	24 V CC.	24 V CC.
		8	Salidas	Transistor lógica negativa	
Modular de 20 E/S	TWDLMDA20DTK	12	Entradas	24 V CC.	24 V CC.
		8	Salidas	Transistor lógica positiva	
Modular de 20 E/S	TWDLMDA20DRT	12	Entradas	24 V CC.	24 V CC.
		6 2	Salidas Salidas	Relé Transistor lógica positiva	
Modular de 40 E/S	TWDLMDA40DUK	24	Entradas	24 V CC.	24 V CC.
		16	Salidas	Transistor de lógica negativa	
Modular de 40 E/S	TWDLMDA40DTK	24	Entradas	24 V CC.	24 V CC.
		16	Salidas	Transistor de lógica positiva	

Vista general de Twido

Cables

En la siguiente tabla se muestran los cables disponibles:

Nombre del cable	Número de serie
Cables de programación	
Cable de programación del PC al autómat	TSXPCX1031
Cable de comunicaciones de Mini-DIN con conductores sin conector	TSXCX100
Cables de E/S digitales	
3 metros, conector para autómat con conductores sin conector	TWDFCW30M
5 metros, conector del autómat con conductores sin conector	TWDFCW50M
3 metros, conector para módulo de ampliación de E/S con conductores sin conector	TWDFCW30K
5 metros, conector para módulo de ampliación de E/S con conductores sin conector	TWDFCW50K
Cables AS-Interface	
Cable plano estándar AS-Interface de doble hilo para transmitir datos y la alimentación a los equipos slaves.	Consulte el catálogo "Sistema de cableado AS-Interface" disponible en su distribuidor autorizado de Schneider
Cable redondo estándar de doble hilo para transmitir datos y la alimentación a los equipos slaves.	Consulte el catálogo "Sistema de cableado AS-Interface" disponible en su distribuidor autorizado de Schneider
Sistema de cableado TeleFast con interfaces de E/S	
Kit de cableado, base TeleFast de 16 entradas, cable de 1 metro	TWDFST16D10
Kit de cableado, base TeleFast de 16 entradas, cable de 2 metros	TWDFST16D20
Kit de cableado, base TeleFast de 16 salidas, cable de 1 metro	TWDFST16R10
Kit de cableado, base TeleFast de 16 salidas, cable de 2 metros	TWDFST16R20
Kit de cableado, base TeleFast de relé de 16 entradas/ 8 salidas, cable de 1 metro	TWDFST20DR10

Vista general de Twido

Configuración máxima de hardware

Introducción

Esta sección proporciona las configuraciones máximas de hardware para cada controlador.

Configuraciones máximas de hardware

En la tabla siguiente se enumera la cantidad máxima de elementos para cada controlador.

Elemento de controlador	Autómata compacto			Autómata modular		
	LCAA10DRF	LCAA16DRF	LCAA24DRF	LMDA20DUK LMDA20DTK	LMDA20DRT	LMDA40DUK LMDA40DTK
Entradas digitales base	6	9	14	12	12	24
Salidas digitales base	4	7	10	8	8	16
Módulos de ampliación de E/S máx. (digitales o analógicas)	0	0	4	4	7	7
Entradas digitales máx. (E/S del controlador + E/S de ampl.)	6	9	$14 + (4 \times 32) - 142$	$12 + (4 \times 32) - 140$	$12 + (7 \times 32) - 236$	$24 + (7 \times 32) - 248$
Salidas digitales máx. (E/S del controlador + E/S de ampl.)	4	7	$10 + (4 \times 32) - 138$	$8 + (4 \times 32) - 136$	$8 + (7 \times 32) - 232$	$16 + (7 \times 32) - 240$
E/S digitales máx. (E/S del controlador + E/S de ampl.)	10	16	$24 + (4 \times 32) - 152$	$20 + (4 \times 32) - 148$	$20 + (7 \times 32) - 244$	$40 + (7 \times 32) - 264$
Módulos de interfase del bus AS-Interface máx.	0	0	2	2	2	2
E/S máx. con módulos AS-Interface (7 E/S por slave)	10	16	$24 + (2 \times 62 \times 7) - 892$	$20 + (2 \times 62 \times 7) - 888$	$20 + (2 \times 62 \times 7) - 888$	$20 + (2 \times 62 \times 7) - 908$

Vista general de Twido

Cables

En la siguiente tabla se muestran los cables disponibles:

Nombre del cable	Número de serie
Cables de programación	
Cable de programación del PC al autómata	TSXPCX1031
Cable de comunicaciones de Mini-DIN con conductores sin conector	TSXCX100
Cables de E/S digitales	
3 metros, conector para autómata con conductores sin conector	TWDFCW30M
5 metros, conector del autómata con conductores sin conector	TWDFCW50M
3 metros, conector para módulo de ampliación de E/S con conductores sin conector	TWDFCW30K
5 metros, conector para módulo de ampliación de E/S con conductores sin conector	TWDFCW50K
Cables AS-Interface	
Cable plano estándar AS-Interface de doble hilo para transmitir datos y la alimentación a los equipos slaves.	Consulte el catálogo "Sistema de cableado AS-Interface" disponible en su distribuidor autorizado de Schneider
Cable redondo estándar de doble hilo para transmitir datos y la alimentación a los equipos slaves.	Consulte el catálogo "Sistema de cableado AS-Interface" disponible en su distribuidor autorizado de Schneider
Sistema de cableado TeleFast con interfaces de E/S	
Kit de cableado, base TeleFast de 16 entradas, cable de 1 metro	TWDFST16D10
Kit de cableado, base TeleFast de 16 entradas, cable de 2 metros	TWDFST16D20
Kit de cableado, base TeleFast de 16 salidas, cable de 1 metro	TWDFST16R10
Kit de cableado, base TeleFast de 16 salidas, cable de 2 metros	TWDFST16R20
Kit de cableado, base TeleFast de relé de 16 entradas/ 8 salidas, cable de 1 metro	TWDFST20DR10

Vista general de Twido

Elemento de controlador	Autómata compacto			Autómata modular		
	LCAA10DRF	LCAA16DRF	LCAA24DRF	LMDA20DUK LMDA20DTK	LMDA20DRT	LMDA40DUK LMDA40DTK
Puntos de relé máx.	4, sólo base	7, sólo base	10, base + 32, ampliación	64, sólo ampliación	6, base +96, ampliación	96, sólo ampliación
Potenciómetros	1	1	2	1	1	1
Entradas analógicas integradas	0	0	0	1	1	1
E/S analógicas máx. (E/S del controlador + E/S de ampl.)	0 de entrada/ 0 de salida	0 de entrada/ 0 de salida	8 de entrada/ 4 de salida	9 de entrada/ 4 de salida	15 de entrada/ 7 de salida	15 de entrada/ 7 de salida
Controladores remotos	7	7	7	7	7	7
Puertos serie	1	2	2	2	2	2
Slots para cartuchos	1	1	1	2	2	2
Tamaño máximo de aplicación/ copia de seguridad (KB)	8	16	32	32	64	64
Cartucho de memoria opcional (KB)	32 ¹	32 ¹	32 ¹	32	32 o 64	32 o 64
Cartucho RTC opcional	sí ¹	sí ¹	sí ¹	sí	sí	sí
Monitor de operación opcional	sí	sí	sí	sí ²	sí ²	sí ²
2º puerto opcional	no	sí	sí	sí ²	sí ²	sí ²

Nota:

1. Un controlador compacto puede tener un cartucho de memoria o un cartucho RTC.
2. Un controlador modular puede tener un módulo de ampliación de monitor de operación (con un adaptador de comunicaciones opcional) o un módulo de ampliación de comunicaciones.

Vista general de Twido

Funciones principales de los autómatas

Introducción

De forma predeterminada, todas las E/S de los autómatas se configuran como E/S binarias. Sin embargo, algunas E/S se pueden asignar a tareas específicas durante la configuración, como:

- Entrada RUN/STOP
- Entradas con retención
- Contadores rápidos:
 - Contadores progresivos/regresivos individuales: 5 kHz (de una fase)
 - Contadores muy rápidos: conteo progresivo/regresivo: 20 kHz (de dos fases)
- Salida de estado del autómata
- PWM (Modulación de ancho de pulso)
- Salida del generador de pulsos (PLS)

Los autómatas Twido están programados con TwidoSoft, que permite utilizar las funciones siguientes:

- PWM
 - PLS
 - Contadores rápidos y muy rápidos
-

Vista general de Twdlo

Funciones principales

En la siguiente tabla se describen las funciones principales de los autómatas:

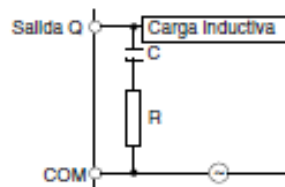
Función	Descripción
Exploración	Normal (cíclica) o periódica (constante) (de 2 a 150 ms).
Tiempo de ejecución	0,14 μ s a 0,9 μ s para una Instrucción de lista.
Capacidad de memoria	Datos: 1.500 palabras de memoria para todos los autómatas, 128 bits de memoria para los autómatas TWDLCAA10DRF y TWDLCAA16DRF, y 256 bits de memoria para el resto de los autómatas. Programa: Autómata compacto de 10 E/S: 700 Instrucciones de lista Autómata compacto de 16 E/S: 2.000 Instrucciones de lista Autómatas compactos de 24 E/S y modulares de 20 E/S: 3.000 Instrucciones de lista Autómatas modulares de 20 E/S relé y de 40 E/S: 6.000 Instrucciones de lista (con un cartucho de 64 KB; en cualquier otro caso, 3.000 Instrucciones de lista)
Copia de seguridad de RAM	Por medio de la batería de litio secundaria. La duración de la copia de seguridad es aproximadamente de 30 días (normalmente) a 25 °C después de haber cargado la batería por completo. El tiempo de carga es de 15 horas para cargar hasta el 90% de la capacidad total. La autonomía de la batería es de 10 años cuando se carga durante 9 horas y se descarga durante 15 horas. La batería no se puede reemplazar.
Puerto de programación	EIA RS-485
Módulos de ampliación de E/S	Autómatas compactos de 10 y 16 E/S: no disponen de módulos de ampliación Autómatas compactos de 24 E/S y modulares de 20 E/S: hasta cuatro módulos de ampliación de E/S Autómatas modulares de 20 E/S relé y de 40 E/S: hasta siete módulos de ampliación de E/S
Módulos de interfase del bus AS-Interface V2	Autómatas compactos de 10 y 16 E/S: no disponen de módulos de Interfase del bus AS-Interface Autómatas compactos de 24 E/S, modulares de 20 E/S y de 40 E/S: hasta dos módulos de interfase del bus AS-Interface
Comunicación de conexiones remotas	máximo siete slaves por E/S remota o autómata de ampliación Longitud máxima de toda la red: 200 m
Comunicación Modbus	Tipo RS-485 no aislado; longitud máxima: 200 m. Modo ASCII o RTU.
Comunicación ASCII	Protocolo Half-duplex hacia un dispositivo

Descripciones, características y cableado

Circuito de protección de contactos para salidas de transistor y de relé

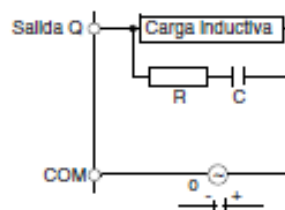
Dependiendo de la carga, quizás sea necesario un circuito de protección para la salida de relé en los autómatas y en determinados módulos. Seleccione un circuito de protección de entre los siguientes esquemas según sea la fuente de alimentación. Conecte el circuito de protección al exterior del autómata o del módulo de salida de relé.

Circuito de protección A: este circuito de protección se puede utilizar cuando la impedancia de carga es inferior a la impedancia RC en un circuito de alimentación de cargas de CA.



- C representa un valor comprendido entre 0,1 y 1 μF .
- R representa una resistencia que tiene aproximadamente el mismo valor de resistencia que la carga.

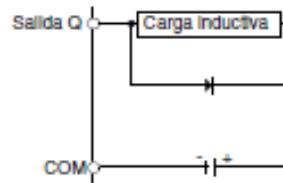
Circuito de protección B: este circuito de protección se puede utilizar para circuitos de alimentación de cargas de CA y CC.



- C representa un valor comprendido entre 0,1 y 1 μF .
- R representa una resistencia que tiene aproximadamente el mismo valor de resistencia que la carga.

Descripciones, características y cableado

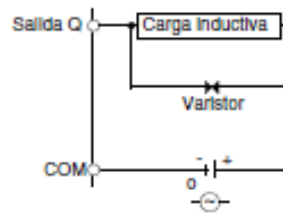
Circuito de protección C: Este circuito de protección se puede utilizar para circuitos de alimentación de cargas de CC.



Utilice un diodo con las siguientes características:

- Tensión inversa no disruptiva: tensión de alimentación del circuito de carga x 10.
- Corriente directa: superior a la corriente de carga.

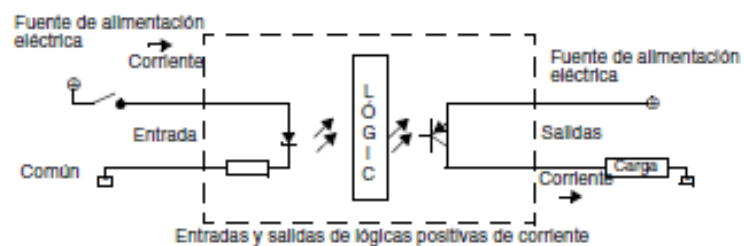
Circuito de protección D: este circuito de protección se puede utilizar para circuitos de alimentación de cargas de CA y CC.



Descripciones, características y cableado

Explicación de
entradas y
salidas de lógica
positiva (Sink).

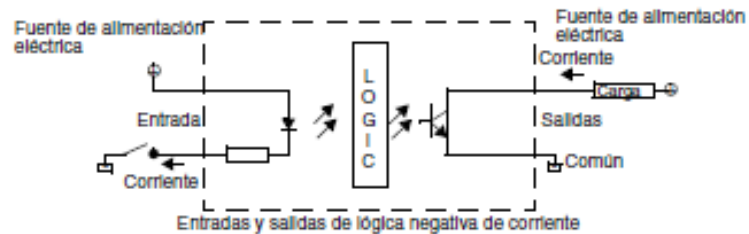
Nota: Común positivo: corresponde al común de los captadores con (+) de la fuente de alimentación.



El terminal de campo COM de las entradas se conecta al terminal "-" o al común de la fuente de alimentación de campo. El terminal COM de las salidas se conecta a una fuente de alimentación de +24 V.

Explicación de
entradas y
salidas de lógica
negativa (común
negativo)

Nota: Común negativo: corresponde al común de los captadores con (-) de la fuente de alimentación.



El terminal COM de las entradas se conecta a una fuente de alimentación de +24 V. El terminal COM de las salidas se conecta al terminal (-) o al común de la fuente de alimentación.

Descripciones, características y cableado

Características de E/S de los controladores compactos

Introducción

En esta sección se muestran las características de E/S de los controladores compactos.

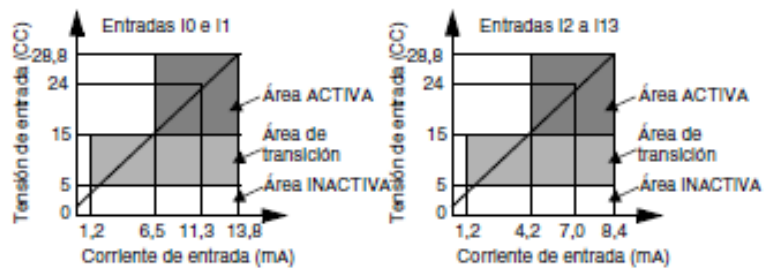
Características de entrada de CC

Autómata compacto	TWDLCAA10DR F	TWDLCAA16DR F	TWDLCAA24DR F
Número de entrada	6 entradas con común	9 entradas con común	14 entradas con común
Tensión de entrada nominal	Señal de entrada de lógica positiva/negativa de 24 V CC.		
Rango de tensión de entrada	de 20,4 a 28,8 V CC		
Corriente de entrada nominal	I0 e I1: 11 mA. I2 a I13: 7 mA/punto (24 V CC).		
Impedancia de entrada	I0 e I1: 2,1 kΩ I2 a I13: 3,4 kΩ		
Tiempo de encendido	I0 a I1: 35 μs + valor de filtro. I2 a I13: 40 μs + valor de filtro.		
Tiempo de apagado	I0 e I1: 45 μs + valor de filtro. I2 a I13: 150 μs + valor de filtro.		
Aislamiento	Entre los terminales de entrada no aislado Circuito interno fotoacoplador aislado		
Tipo de entrada	Tipo 1 (IEC 61131).		
Carga externa para la conexión de E/S	No es necesaria.		
Método de determinación de señales	Estático		
Efecto de una conexión de entrada incorrecta	Se pueden conectar señales de entrada tanto de lógica positiva como de lógica negativa. Sin embargo, si se aplica alguna entrada que supere el valor nominal, pueden producirse daños permanentes.		
Longitud del cable	3 m para cumplir la inmunidad electromagnética.		

Descripciones, características y cableado

Rango de funcionamiento de entrada

A continuación, se muestra el rango de funcionamiento de entrada del módulo de entrada de tipo 1 (IEC 61131-2).

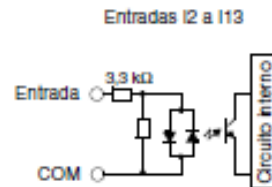
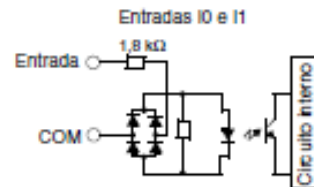


Circuito interno de entrada

El circuito interno de entrada se muestra a continuación.

Entradas de lógicas positivas o negativas con retención o de alta velocidad de baudios

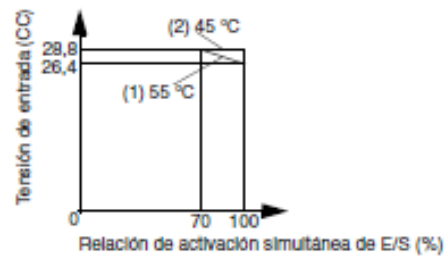
Entrada de lógica positiva o negativa estándar



 Descripción, características y cableado

Límites de utilización de E/S

Al utilizar los controladores TWDLCAA16DRF y TWDLCAA24DRF a una temperatura ambiente de 55 °C en la dirección de montaje normal, limite las entradas y salidas que se activan simultáneamente a lo largo de la línea (1).



Al utilizar los controladores TWDLCAA16DRF y TWDLCAA24DRF a 45 °C, se pueden activar simultáneamente todas las E/S a una tensión de entrada de 28,8 V CC tal como se indica en la línea (2).

Al utilizar el controlador TWDLCAA10DRF, se pueden activar simultáneamente todas las E/S a 55 °C, con una tensión de entrada de 28,8 V CC.

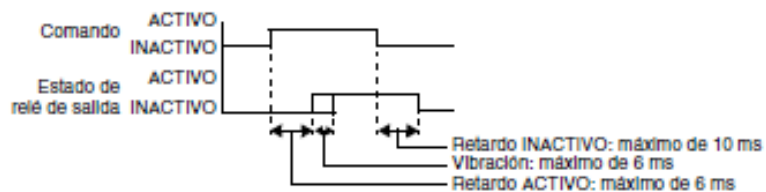
Para conocer otras posibles direcciones de montaje, consulte *Posiciones de montaje del autómeta, del módulo de ampliación de E/S y del módulo master del bus AS-Interface, p. 180*.

Descripciones, características y cableado

Características de las salidas de relé

Automata compacto	TWDLCAA10DR F	TWDLCAA16DR F	TWDLCAA24DR F
Puntos de salida	4 salidas	7 salidas	10 salidas
Puntos de salida por línea común: COM0	Tres contactos NO	4 contactos NO	4 contactos NO
Puntos de salida por línea común: COM1	Un Contacto NO	Dos contactos NO	4 contactos NO
Puntos de salida por línea común: COM2	—	Un Contacto NO	Un Contacto NO
Puntos de salida por línea común: COM3	—	—	Un Contacto NO
Corriente máxima de carga	2 A por salida 8 A por común		
Carga de conmutación mínima	0,1 mA/0,1 V CC (valor de referencia)		
Resistencia de contacto inicial	máximo de 30 mΩ.		
Vida útil eléctrica	Mínimo de 100.000 operaciones (carga nominal 1.800 operaciones/h).		
Vida útil mecánica	Mínimo de 20.000.000 operaciones (carga estimada de 18.000 operaciones/h) Circuito Interno fotoacoplador aislado		
Carga nominal (resistiva/ inductiva)	240 V CA/2 A, 30 V CC/2 A		
Rigidez dieléctrica	Entre la salida y el circuito interno: 1.500 V CA, 1 minuto. Entre la salida y los terminales (COM): 1.500 V CA, 1 minuto.		

Retardo de salida El retardo de salida se muestra a continuación.



Descripciones, características y cableado

Esquema de cableado de los controladores compactos

Introducción

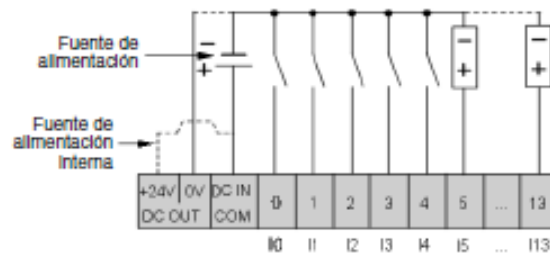
Esta sección contiene ejemplos de esquemas de cableado para controladores compactos.

Nota: Estos esquemas son sólo para cableado externo.

Nota: Los cuadros sombreados son marcas en el controlador. Los números I y Q son los puntos de entrada y salida.

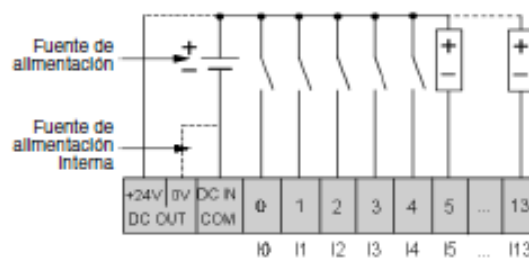
Esquema de cableado de entradas de común negativo de CC

Este esquema corresponde a los controladores TWDLCAA10DRF, TWDLCAA16DRF y TWDLCAA24DRF.



Esquema de cableado de entradas de común positivo de CC

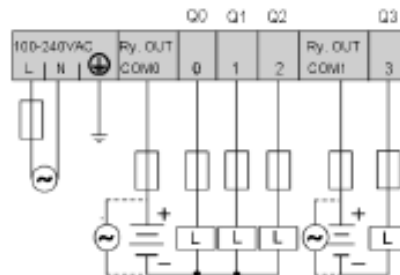
Este esquema corresponde a los controladores TWDLCAA10DRF, TWDLCAA16DRF y TWDLCAA24DRF.



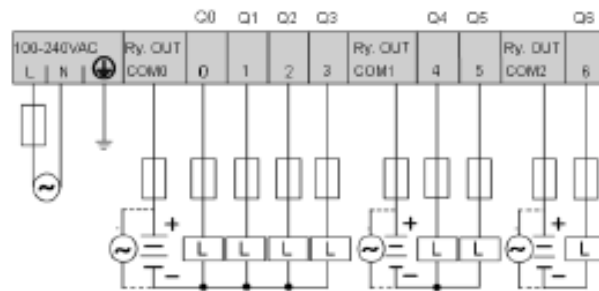
Descripciones, características y cableado

Esquema de cableado de salidas de relé y de alimentación de CA

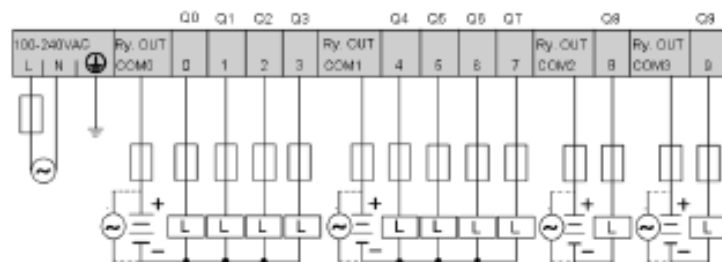
Este esquema corresponde al controlador TWDLCAA10DRF.



Este esquema corresponde al controlador TWDLCAA16DRF.



Este esquema corresponde al controlador TWDLCAA24DRF.





Descripciones, características y cableado

Vista general de los módulos de E/S analógicas

Introducción La siguiente sección contiene una vista general de los módulos de E/S analógicas.

Ilustraciones Las siguientes ilustraciones representan los módulos de E/S analógicas.

Tipo de controlador	Ilustración
<p>2 módulos de E/S analógicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Módulo de entradas de 2 puntos/salidas de 1 punto con bloque de terminales. Acepta termopar y señales de termorresistencia (TWDALM3LT). ● Módulo de entradas de 2 puntos/salidas de 1 punto con bloque de terminales (TWDAMM3HT). <p>Estos módulos pueden unirse a cualquier controlador excepto los controladores compactos de 10 y 16 E/S.</p>	<p style="text-align: center;">TWDALM3LT TWDAMM3HT</p> 
<p>2 módulos de E/S analógicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Módulo de entradas de 2 puntos con bloque de terminales (TWDAMI2HT). ● Módulo de salidas de 1 punto con bloque de terminales (TWDAMO1HT). <p>Estos módulos pueden unirse a cualquier controlador excepto los controladores compactos de 10 y 16 E/S.</p>	<p style="text-align: center;">TWDAMI2HT TWDAMO1HT</p> 

Descripciones, características y cableado

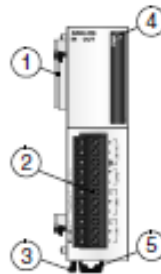
Descripción de las partes de módulos de E/S analógicas

Introducción

En la siguiente sección se describen las partes de un módulo de E/S analógicas. Su módulo de E/S puede ser distinto del que aparece en las ilustraciones, pero las partes siempre serán las mismas.

Descripción de las partes de un módulo de E/S analógicas

La siguiente figura muestra las partes de un módulo de E/S analógicas. Esta figura corresponde al módulo TWDALM3LT.



Leyenda

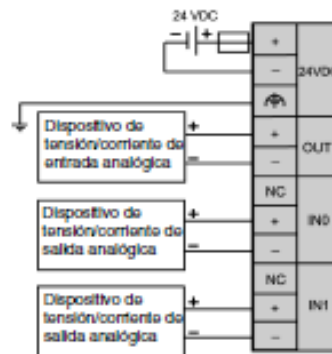
Número	Descripción
1	Conector de ampliación; uno a cada lado, el del lado derecho no se muestra.
2	Bloque de terminales extraíble
3	Botón de retención
4	LED
5	Abrazadera

Descripciones, características y cableado

- Si conecta un termopar, conecte los dos hilos a los terminales B' y B del canal de entrada 0 o 1.
- No conecte ningún hilo a los canales no utilizados.
- No conecte el termopar a una tensión cualquiera (60 V CC o 42,4 V de pico o superior).

Esquema de cableado del módulo TWDAMM3HT

Este esquema corresponde al módulo TWDAMM3HT



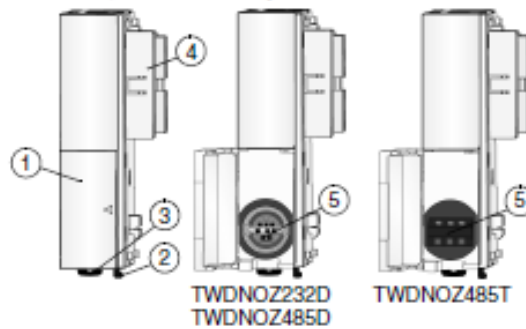
- Conecte un fusible adecuado para la tensión aplicada y el consumo de corriente en la posición que muestra el diagrama.
- No conecte ningún cable a los canales no utilizados.

Nota: Los (-) de las entradas IN0 e IN1 están conectados internamente.

 Descripciones, características y cableado

Descripción de las partes de un módulo de ampliación de comunicaciones

La figura siguiente muestra las partes de los módulos de ampliación de comunicaciones TWDNOZ232D, TWDNOZ485D y TWDNOZ485T.


Leyenda

Número	Parte	Descripción
1	Puerta con bisagras	Protege el puerto serie 2.
2	Abrazadera	Asegura el módulo en un riel DIN.
3	Botón de retención	Retiene/libera el módulo de un controlador.
4	Conector de comunicaciones	Conecta con un controlador modular.
5	Puerto serie 2	Añade un segundo puerto serie RS485 o RS232 opcional a un controlador modular.

Características

Autonegociación

TwidoPort admite autonegociación 10/100TX. Sólo se comunica en modo semi-dúplex.

MDI/MDI-X automático

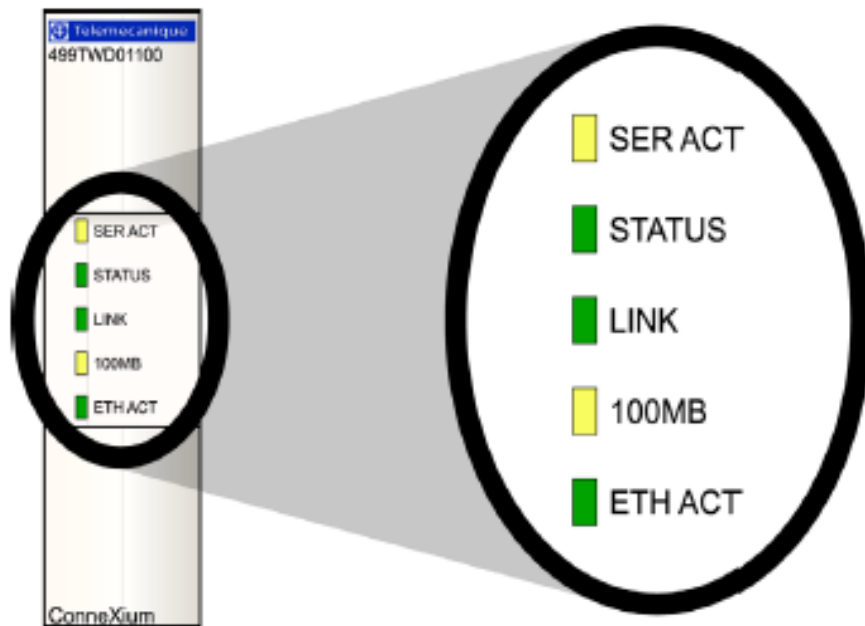
TwidoPort admite la conmutación automática de los pares trenzados a pares de transmisión y recepción para establecer la comunicación con el dispositivo final (MDI /MDI-X automático). Por tanto, TwidoPort conecta de modo transparente los dispositivos de infraestructura o los dispositivos finales, ya sea mediante cables directos o cruzados.

Descripción física de los indicadores LED

Introducción

Los cinco indicadores LED que integran TwidoPort son indicaciones visuales del estado de funcionamiento del módulo:

Español



Indicadores LED de comunicaciones de TwidoPort

En esta tabla se describen las condiciones, colores y secuencias de parpadeo que indican el estado de funcionamiento del módulo:

Etiqueta	Significado	Estado	Indicación(es)
SER ACT (amarillo)	Serie activo	Encendido	Actividad serie
		Apagado	Sin actividad serie
STATUS (verde)	Estado del módulo	Encendido	Condición normal
		Apagado	Condición anormal
		Parpadeo: 2	Dirección MAC no válida
		Parpadeo: 3	Vínculo no conectado
		Parpadeo: 4	Conexión IP duplicada
		Parpadeo: 5	Intento de obtener una condición de IP mediante BootP
		Parpadeo: 6	Condición IP predeterminada
LINK (verde)	Vínculo Ethernet	Encendido	Vínculo activo
		Apagado	Vínculo no activo
100MB (amarillo)	Velocidad	Encendido	100 MB/s (sólo semi-dúplex, no admite dúplex completo)
		Apagado	10 MB/s (semi-dúplex/dúplex completo)
ETH ACT (verde)	Actividad Ethernet	Encendido	Ethernet activa
		Apagado	Ethernet no activa

Nota: Durante el proceso de velocidad de transmisión automática, el indicador LED de actividad serie parpadea con una tasa de 50 Hz y se enciende de forma continua. Cuando termina la actividad serie del indicador LED, el proceso de velocidad de transmisión automática finaliza.

Utilización de la tabla de indicadores LED

Los parpadeos individuales son de aproximadamente 200 ms. Hay un intervalo de un segundo entre las secuencias de parpadeo. Por ejemplo:

- Parpadeo: parpadea de forma constante, alternando entre 200 ms iluminado y 200 ms apagado.
- Parpadeo 1: parpadea una vez (200 ms), y luego 1 segundo apagado.
- Parpadeo 2: parpadea dos veces (200 ms iluminado, 200 ms apagado, 200 ms iluminado), luego está un segundo apagado, y así sucesivamente.

Indicadores LED de comunicaciones de TwidoPort

En esta tabla se describen las condiciones, colores y secuencias de parpadeo que indican el estado de funcionamiento del módulo:

Etiqueta	Significado	Estado	Indicación(es)
SER ACT (amarillo)	Serie activo	Encendido	Actividad serie
		Apagado	Sin actividad serie
STATUS (verde)	Estado del módulo	Encendido	Condición normal
		Apagado	Condición anormal
		Parpadeo: 2	Dirección MAC no válida
		Parpadeo: 3	Vínculo no conectado
		Parpadeo: 4	Conexión IP duplicada
		Parpadeo: 5	Intento de obtener una condición de IP mediante BootP
		Parpadeo: 6	Condición IP predeterminada
LINK (verde)	Vínculo Ethernet	Encendido	Vínculo activo
		Apagado	Vínculo no activo
100MB (amarillo)	Velocidad	Encendido	100 MB/s (sólo semi-dúplex, no admite dúplex completo)
		Apagado	10 MB/s (semi-dúplex/dúplex completo)
ETH ACT (verde)	Actividad Ethernet	Encendido	Ethernet activa
		Apagado	Ethernet no activa

Nota: Durante el proceso de velocidad de transmisión automática, el indicador LED de actividad serie parpadea con una tasa de 50 Hz y se enciende de forma continua. Cuando termina la actividad serie del indicador LED, el proceso de velocidad de transmisión automática finaliza.

Utilización de la tabla de indicadores LED

Los parpadeos individuales son de aproximadamente 200 ms. Hay un intervalo de un segundo entre las secuencias de parpadeo. Por ejemplo:

- Parpadeo: parpadea de forma constante, alternando entre 200 ms iluminado y 200 ms apagado.
- Parpadeo 1: parpadea una vez (200 ms), y luego 1 segundo apagado.
- Parpadeo 2: parpadea dos veces (200 ms iluminado, 200 ms apagado, 200 ms iluminado), luego está un segundo apagado, y así sucesivamente.

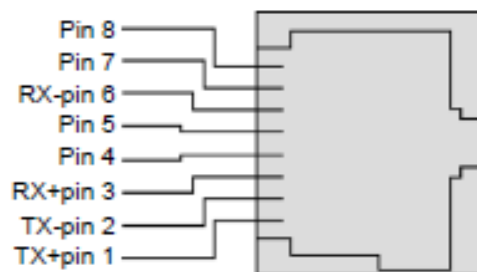
Cableado

Cableado Ethernet

TwidoPort contiene un puerto RJ-45 de 10/100 Mbps que puede negociar la velocidad para trabajar a la máxima velocidad que pueda alcanzar el dispositivo final.

Asignación de pins del conector Ethernet

En la siguiente ilustración se muestra la asignación de pins del puerto Ethernet de TwidoPort:



Nociones básicas sobre el funcionamiento

Descripción general

Los clientes Modbus/TCP pueden comunicarse con Twido mediante TwidoPort, un puente entre los dispositivos Twido (Modbus/RTU con vínculo serie RS-485) y Modbus/TCP mediante redes Ethernet.

Nota: Al implantar TwidoPort en una red, los requisitos de diseño del sistema deben tener en cuenta las limitaciones inherentes del ancho de banda de las conexiones serie. El rendimiento calculado es de unas 40 transacciones Modbus por segundo. La solicitud de varios registros mediante una sola petición es más eficaz que la realización de una petición para cada registro.

No se pueden iniciar solicitudes de lectura o escritura desde un controlador Twido mediante TwidoPort.

Instalación

Introducción

Este equipo se entrega preparado para funcionar. El siguiente procedimiento indica cómo realizar correctamente la instalación.

Nota: El terminal de tornillo de puesta a tierra debe utilizarse para proporcionar tierra de protección (PE) en todo momento. Asegúrese de que la PE está conectada antes de conectar o desconectar los cables blindados Ethernet del dispositivo.

Cable de puesta a tierra

La conexión de PE debe admitir 30 A de corriente durante 2 minutos y no tener más de 50 mΩ de resistencia. El tamaño de los cables de PE recomendado es de 3,2² a 0,87 mm². La longitud máxima permitida del cable de 0,87 mm² es inferior a 2 metros.

Cable de conexión de TwidoPort a Twido

El cable de conexión de TwidoPort a Twido suministrado tiene 50 cm de longitud. Tiene un conector mini-din en un extremo y una conexión modular en el otro:



Configuración: Configuración Telnet

Configure TwidoPort con una sesión Telnet (mediante un cliente Telnet compatible con VT100) en aquellos casos en los que no detecte ninguna configuración Twido o en los que la petición de BootP no obtenga respuesta transcurridos dos minutos (tras lo cual, se adopta la dirección IP predeterminada).

Nota: Al configurar TwidoPort mediante Telnet, asegúrese de lo siguiente:

- TwidoPort obtiene alimentación (de un controlador Twido) a través de su conexión serie.
- El eco local de Telnet se define como desactivado.

Para emplear Telnet, añada la dirección IP predeterminada de TwidoPort a la tabla de direccionamiento del equipo mediante el comando:

C:\> route add 85.0.0.0 mask 255.0.0.0 dirección IP local del equipo

Por ejemplo, si la dirección IP del equipo es 192.168.10.30 y la dirección IP predeterminada de TwidoPort es 85.16.44.113, el comando completo sería:

C:\> route add 85.0.0.0 mask 255.0.0.0 192.168.10.30

Menú principal de Telnet

Al iniciar una sesión de Telnet (por ejemplo, al escribir telnet 85.16.44.113 en una petición de comando o mediante Windows™ Hyperterminal™), aparece el menú principal de Telnet tras pulsar Intro:

```

Telemechanique 499 IWD 01 100 Configuration and Diagnostics
(c) 2004 Schneider Automation Inc

1) IP/Ethernet Settings
   IP Source: DEFAULT
   IP Address: 85.16.44.113
   Default Gateway: 85.16.44.113
   Netmask: 0.0.0.0
   Ethernet Frame Type: ETHERNETII

2) Serial Configuration
   Baud Rate: 19200
   Data Bits: 8
   Parity: NONE
   Stop Bits: 1
   Protocol: RTU

3) Gateway Configuration
   Slave Address Source: UNIT_ID
   Gateway Mode: SLAVE
   MB Broadcasts: ENABLED

4) Security Configuration

5) Ethernet Statistics

6) Serial Statistics

Commands: D>default settings, S>save, F>firmware Upgrade, Q>quit without save
Select Command or Parameter(1..6) to change:

```

Configuración de IP/Ethernet

Siga las instrucciones que aparecen a continuación para modificar la configuración de IP/Ethernet:

Paso	Acción	Comentario
1	Iniciar una sesión de Telnet.	Seguir las instrucciones descritas anteriormente para abrir el menú principal de Telnet.
2	Seleccionar (escribir) <i>1</i> para cambiar el origen de IP a <i>STORED</i> y pulsar <i>Intro</i> .	Puede que <i>STORED</i> ya sea el origen de IP.
3	Definir los parámetros de IP deseados de forma manual. (Consulte la <i>Configuración Ethernet de TwidoPort</i> , que se encuentra a continuación de esta tabla.)	Otros parámetros incluyen: <ul style="list-style-type: none"> • IP Address • Default Gateway • Netmask • Ethernet Frame Type
4	Seleccionar <i>R</i> y pulsar <i>Intro</i> .	Aparece el menú principal de Telnet. (Puede que haya que pulsar <i>Intro</i> de nuevo para actualizar la pantalla.)

La opción de origen de IP seleccionada indica la ubicación desde la que se obtiene la configuración de IP:

- *STORED*: desde la memoria Flash local.
- *SERVED*: desde el servidor BootP.
- *TWIDO*: desde el controlador Twido.

La dirección IP predeterminada (*DEFAULT*) procede de la dirección MAC. (Por definición, esta opción no se puede seleccionar.)

Nota: Una configuración de IP válida en el controlador Twido prevalece sobre la selección del usuario.

Configuración Ethernet de TwidoPort:

Telemecanique 499 TWD 01 100 Configuration and Diagnost
(c) 2004 Schneider Automation Inc

IP/Ethernet Settings

- 1)IP Source: DEFAULT
- 2)IP Address: 85.16.44.113
- 3)Default Gateway: 85.16.44.113
- 4)Netmask: 0.0.0.0
- 5)Ethernet Frame Type: ETHERNET2

Commands: R)eturn to Main Menu
Select Command or Parameter<1..N> to change:

Configuración de los parámetros serie

Nota: En circunstancias normales, no es necesario configurar los parámetros serie de TwidoPort, ya que el módulo admite un algoritmo de velocidad de transmisión automática que evita la necesidad de una configuración serie.

Para configurar los parámetros serie de TwidoPort:

Paso	Acción	Comentario
1	Iniciar una sesión de Telnet.	Seguir las instrucciones descritas anteriormente para abrir el menú principal de Telnet.
2	Seleccionar (escribir) 2 para cambiar la configuración serie.	Consulte la figura que se muestra a continuación.
3	Confirmar o restablecer los valores.	Otros parámetros incluyen: <ul style="list-style-type: none"> • Baud Rate • Data Bits • Parity • Stop Bits • Protocol
4	Seleccionar R y pulsar <i>Intro</i> .	Aparece el menú principal de Telnet. (Puede que haya que pulsar <i>Intro</i> de nuevo para actualizar la pantalla.)

Configuración serie de TwidoPort:

```
Telemechanique 499 TWD Rt 100 Configuration and Diagnostics
(c) 2004 Schneider Automation Inc
```

Serial Configuration

```
1) Baud Rate: 19200
2) Data Bits: 8
3) Parity: NONE
4) Stop Bits: 1
   Protocol: RTU
```

```
Commands: R)Return to Main Menu
Select Command or Parameter(1..N) to change:
```

Configuración de la pasarela

Nota: Normalmente, no es necesario configurar los parámetros de la pasarela de TwidoPort.

Paso	Acción	Comentario	
1	Iniciar una sesión de Telnet.	Seguir las instrucciones descritas anteriormente para abrir el menú principal de Telnet.	
2	Seleccionar (escribir) 3 para cambiar los parámetros de la pasarela.	Consulte la figura que se muestra a continuación.	
3	Los parámetros disponibles de la pasarela se muestran a continuación:		
	(1) slave address source	FIXED	Si la dirección del slave es FIXED, es necesario definirla con el valor de la dirección Modbus del controlador Twido. Las direcciones válidas son de 1 a 247.
		UNIT_ID	Se deberá emplear el ID de unidad de la trama Modbus/TCP.
	(2) gateway mode	SLAVE	Es la única opción para esta versión.
	(3) MB broadcasts	DISABLED	No se envían mensajes de difusión en el puerto serie de TwidoPort.
ENABLED		Se envían mensajes de difusión desde el puerto serie del controlador Twido. (Consulte la nota 1.)	
4	Seleccionar R y pulsar <i>Intro</i> .	Aparece el menú principal de Telnet. (Puede que haya que pulsar <i>Intro</i> de nuevo para actualizar la pantalla.)	

Nota 1: Twido no admite ningún mensaje Modbus de difusión.

 Configuración de la pasarela de TwidoPort:

```

Telemecanique 499 TWD 01 100 Configuration and Diagnostics
  <c> 2004 Schneider Automation Inc
  
```

```

Gateway Configuration
  1) Slave Address Source: UNIT_ID
  2) Slave Address: 20
  3) Gateway Node: SLAVE
  4) MB Broadcasts: ENABLED
  
```

```

Commands: R>return to Main Menu
Select Command or Parameter<1..4> to change: _
  
```

Configuración de seguridad

Siga las instrucciones que aparecen a continuación para modificar la contraseña predeterminada:

Paso	Acción	Comentario
1	Iniciar una sesión de Telnet.	Seguir las instrucciones descritas anteriormente para abrir el menú principal de Telnet.
2	Seleccionar (escribir) 4 y pulsar <i>Intro</i> .	Aparece la pantalla de configuración de seguridad.
3	Seleccionar <i>C</i> y pulsar <i>Intro</i> .	
4	Introducir la contraseña antigua.	Los usuarios autorizados conocen la contraseña antigua (la contraseña predeterminada es <i>USERUSER</i>).
5	Introducir la nueva contraseña.	Volver a escribir la nueva contraseña.
6	Volver a introducir la nueva contraseña.	Consulte la nota que se muestra más abajo para ver las contraseñas admitidas.
7	Seleccionar <i>R</i> y pulsar <i>Intro</i> .	Aparece el menú principal de Telnet. (Puede que haya que pulsar <i>Intro</i> de nuevo para actualizar la pantalla.)

Nota: Detalles de la contraseña:

- Longitud mínima: 4 caracteres
- Longitud máxima: 10 caracteres
- Caracteres permitidos: 0 - 9, a - z, A - Z (sin espacios)

Validación de la configuración

Para guardar los cambios de la configuración, escriba la contraseña de configuración:

Paso	Acción	Comentario
1	Iniciar una sesión de Telnet.	Seguir las instrucciones descritas anteriormente para abrir el menú principal de Telnet.
2	Seleccionar (escribir) S y pulsar <i>Intro</i> .	
3	Introducir la contraseña de configuración.	La contraseña predeterminada es <i>USERUSER</i> .

Pantalla de confirmación de *validación de configuración* de TwidoPort:

```

Telemecanique 499 IWD 01 100 Configuration and Diagnostics
(c) 2004 Schneider Automation Inc
SAVE CONFIGURATION

```

```

-----
Configuration successfully stored to Twido.
Reboot your module for the new Configuration to be in effect.
Rebooting in 5 Seconds. You will lose your telnet connection.
Connection to host lost.

```

Actualización del firmware de TwidoPort

Nota: Obtenga una versión más actualizada del firmware de TwidoPort antes de seguir estas instrucciones para actualizar el firmware. Detenga el proceso antes de actualizar el firmware. La comunicación Modbus no estará disponible durante el proceso de actualización del firmware.

Paso	Acción	Comentario
1	Iniciar una sesión de Telnet.	Seguir las instrucciones descritas anteriormente para abrir el menú principal de Telnet.
2	Seleccionar (escribir) F para iniciar la actualización del firmware.	Cinco minutos después de haber seleccionado F (actualización del firmware), TwidoPort se reinicia y se pierde la conexión Telnet.
3	En la línea de comando, escribir: La dirección ftp y la dirección IP de TwidoPort.	Por ejemplo: ftp 85.16.44.113
4	Escribir ftptwd.	Cuando se solicite el nombre de inicio de sesión.
5	Escribir: cd fw	De este modo, el usuario puede acceder al directorio fw.
6	Escribir: put App.out. (Consulte las notas 1 y 2.)	Un mensaje indicará que la conexión al ftp se ha realizado de forma correcta. (Consulte la nota 3.)

Nota 1: Los nombres de los archivos distinguen entre mayúsculas y minúsculas.

Nota 2: Compruebe que App.out se encuentra en el directorio de trabajo actual del cliente ftp.

Nota 3: Un mensaje indicará que TwidoPort se reiniciará de forma automática 5 segundos después de haber realizado una conexión correcta al ftp.

Telenecanique 499 TWD 01 100 Configuration and Diagnostic

FIRMWARE UPGRADE IN-PROGRESS...
 Module will reboot in 5 Seconds.
 After Reboot, Connect via FTP to download new Firmware.

FTP Instructions:

- 1) Connect via FTP: ftp 192.168.2.160
- 2) Change to 'fw' directory: ftp>cd fw
- 3) Download new fw: ftp>put app.out

After the FTP download is complete, the module will reboot automatically

Rebooting now. Goodbye.

Connection to host lost.

Modo núcleo

Si no se detecta un firmware válido, TwidoPort pasa a modo núcleo. Si desea emplear Telnet para conectarse a TwidoPort mientras éste se encuentra en dicho modo, podrá ver:

Telenecanique 499 TWD 01 100

Kernel Version 90.02d

Download valid Exec,App.out, to leave kernel mode.

To exit type 'quit' 'QUIT' or control D

Estadísticas Ethernet

Para ver las estadísticas Ethernet de TwidoPort:

Paso	Acción	Comentario
1	Iniciar una sesión de Telnet.	Seguir las instrucciones descritas anteriormente para abrir el menú principal de Telnet.
2	Seleccionar (escribir) 5 para mostrar la pantalla de estadísticas del módulo Ethernet.	Consulte la figura que se muestra a continuación de esta tabla.
3	Pulsar <i>Intro</i> para actualizar la pantalla.	
4	Seleccionar <i>C</i> para eliminar las estadísticas y pulsar <i>Intro</i> .	Todos los contadores se restablecen a 0.
5	Seleccionar <i>R</i> y pulsar <i>Intro</i> .	Aparece el menú principal de Telnet. (Puede que haya que pulsar <i>Intro</i> de nuevo para actualizar la pantalla.)

Estadísticas del módulo Ethernet del módulo:

Teleneccanique 499 TWD 01 100 Configuration and Diagnostics
 (c) 2004 Schneider Automation Inc
 ETHERNET MODULE STATISTICS

```
-----
Status: 0x9103                               IP Address: 192.168.1.141
System Log Entry: No                          Mac Address: 0-80:17-0-4c:10
Transmit Speed: 100BASE-T                    Subnet Mask: 255.255.0.0
Full/Half Duplex: Half Duplex                Gateway Address: 192.168.1.1
-----
```

Transmit Statistics	Receive Statistics	Functioning Errors
Transmits: 63	Receives: 532	Missed Packets: 0
Transmit Retries: 0	Frame Errors: 0	Collision Errors: 0
Lost Carrier: 0	Overflow Errors: 0	Transmit Lineouts: 0
Late Collision: 0	CRC Errors: 0	Memory Errors: 0
Tx Buffer Errors: 0	Rx Buffer Errors: 0	Net Interface Restarts: 0
ST10 UnderFlow: 0		

```
-----
Broadcast Packets Received: 37                Multicast Packets Received: 7
-----
```

Commands: [Enter] to Refresh, C)Clear Statistics, R)Return to Main Menu

Estadísticas serie

Para ver las estadísticas serie de TwidoPort:

Paso	Acción	Comentario
1	Iniciar una sesión de Telnet.	Seguir las instrucciones descritas anteriormente para abrir el menú principal de Telnet.
2	Seleccionar (escribir) 6 para mostrar la pantalla de estadísticas serie y pulsar <i>Intro</i> .	Consulte la figura que se muestra a continuación de esta tabla. Las estadísticas serie se actualizan.
3	Seleccionar C para eliminar las estadísticas y pulsar <i>Intro</i> .	Todos los contadores se restablecen a 0.
4	Seleccionar R y pulsar <i>Intro</i> .	Aparece el menú principal de Telnet. (Puede que haya que pulsar <i>Intro</i> de nuevo para actualizar la pantalla.)

Estadísticas serie de TwidoPort:

```

Telnetanique 499 TWD 01 100 Configuration and Diagnostics
(c) 2004 Schneider Automation Inc

```

```

----- SERIAL STATISTICS -----

```

```

Serial Bus Statistics
  Bus Message Count: 8264
  Bus Comm. Error Count: 0
Modbus Slave Statistics
  Slave Message Count: 4142
  Slave Exception Error Count: 3182
  Slave No Response Count: 0

```

```

-----
Commands: [Enter] to Refresh, C)lear Statistics, R)eturn to Main Menu

```


Restauración de la configuración predeterminada

Para restaurar la configuración predeterminada de TwidoPort:

Paso	Acción	Comentario
1	Iniciar una sesión de Telnet.	Seguir las instrucciones descritas anteriormente para abrir el menú principal de Telnet.
2	Seleccionar <i>D</i> para mostrar la pantalla de configuración predeterminada.	Consulte la figura que se muestra a continuación de esta tabla.
3	Pulsar <i>Intro</i> .	Es necesario pulsar <i>Intro</i> para mostrar el menú principal.
4	Guardar la configuración predeterminada.	Consulte <i>Validación de la configuración</i> , que se muestra más arriba.

Configuración predeterminada de TwidoPort:

```
Telenecanique 499 TWD 01 100 Configuration and Diagnostics
(c) 2004 Schneider Automation Inc
DEFAULT CONFIGURATION
```

```
-----
IP Address: 192.168.2.102
Gateway Address: 192.168.2.102
Subnet Mask: 255.255.0.0
Frame Type: Ethernet II

Serial Mode: 19200-8-N-1

Gateway Mode: Modbus/RTU Slave Attached
Broadcasts Disabled, Slave Address Source=Unit ID

Configuration Password: USERUSER

You must (<S>ave the configuration to make it active.

Returning to Main Menu in 2 Seconds, Hit Enter to refresh._
```

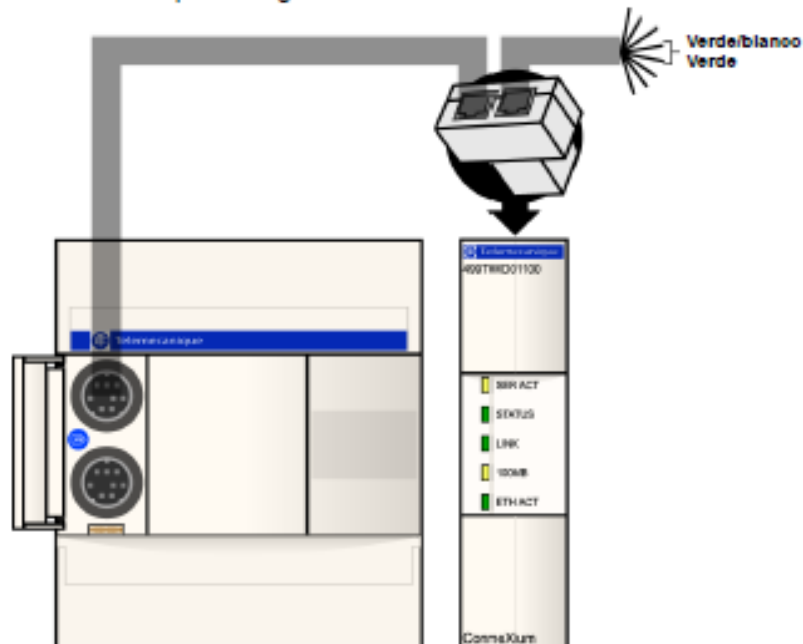
¿Ha olvidado su contraseña o la configuración IP?

Siga estas instrucciones para conectarse a TwidoPort en modo de copia de seguridad.

Paso	Acción	Comentario
1	Conectar del pin 3 al pin 8 (conexión a tierra) del conector serie.	Utilizar el conector T (L-com EC503-8). (Consulte la ilustración que se muestra a continuación.)
2	Conectarse a TwidoPort mediante el ftp.(Consulte la nota.)	TwidoPort emplea la configuración IP siguiente: - Dirección IP: 192.168.2.102 - Máscara de subred: 255.255.0.0 - Pasarela: 192.168.2.102 - Tipo de trama: Ethemet II
3	Acceder a <i>fw/Conf.dat</i> .	Obtener la configuración y la contraseña IP del archivo <i>Conf.dat</i> .
4	Abrir el archivo <i>Conf.dat</i> en un editor de texto.	

Nota: No es necesaria ninguna contraseña.

En la ilustración siguiente se muestra cómo conectarse a TwidoPort mediante el ftp en modo de copia de seguridad:



Códigos de función de Modbus admitidos en modo local

TwidoPort sólo envía una respuesta a los códigos de función de Modbus admitidos en modo local siguientes si el ID de unidad se define como 254. (Los códigos de función admitidos en modo local son aquellos que reciben respuesta directamente de TwidoPort, y no del controlador Twido.):

Código de función de Modbus	Código de subfunción	OPCODE	Descripción
8	0	N/D	Devolución de los datos de la pregunta
8	10	N/D	Reinicialización de contadores
8	11	N/D	Devolución contador mensaje bus
8	12	N/D	Devolución contador error comun. bus
8	13	N/D	Devolución contador error excepción bus
8	14	N/D	Devolución contador mensaje slave
8	15	N/D	Devolución contador falta de respuesta slave
8	21	3	Obtención estadísticas Ethernet
8	21	4	Eliminación estadísticas Ethernet
43	14	N/D	Lectura de ID de dispositivo (nota 1)

Nota 1: TwidoPort sólo admite los ID de objetos básicos del código de función de identificación del dispositivo de lectura en acceso individual y en acceso de flujo. Consulte la descripción de Modbus en www.modbus.org para obtener información detallada acerca de los formatos de mensajes y clases de acceso.



Medidor de Caudal de Paleta Rotativa para bajo volumen para líquidos



medir
controlar
analizar



Model: DPL

- Rango de medición: 0.025 - 0.5 to 1 - 25 L/min agua
- Linearidad: $\pm 1\%$
- pmax: 10 bar; tmax: 70°C
- Rango de viscosidad: viscosidad baja
- Conexión: G 1/2 macho, conector manguera
- Material de caja: PP
- Salida: pulso
- Sin magnetos o parte de metal
- Medio: Trasmisor en luz infrarojo



Modelo: DPL con indicador de manecilla



Modelo: DPL con electrónica compacta



Medidor de Caudal de Paleta Rotativa para bajo volumen Modelo DPL



Aplicación

Los medidores de caudal KOBOLD modelo DPL son usados para medir y supervisar líquidos. Su diseño compacto le permite ser usado en equipos donde el espacio es apremiante. El largo número de opciones de evaluación de pulso ofrecidas significa que el sistema satisface un amplio rango de aplicaciones.



Áreas de aplicación

- líquidos de viscosidad baja
- líquidos no conductivos
- dosificación de volumen con electrónica externa
- soporte de filtro
- industria de bebidas

Especificaciones técnicas

Presión:	+2.5% f. s. +5% f. s. (versión OEM)
Linealidad:	1% f. s.
Temperatura media:	-40 to +70°C
Temperatura ambiente:	-30 to +60°C
Presión de operación max:	10 bar
Tipo de protección:	IP 65
Materiales:	
Cuerpo:	polipropileno
Paleta rotativa:	polipropileno
Eje/cojinete:	safró
Soporte de paleta:	polisulfón
Empaque :	NBR, FPM o EPDM

Principios de operación

El medio fluye a través de una cubierta de caudal especialmente formada y hace una paleta rotar. Este movimiento rotatorio es sentido por optoelectrónica en una manera sin contacto y convertido a una señal de frecuencia asimétrica o a una señal analógica. Un divisor de frecuencia con salida simétrica es disponible como opción. La frecuencia es proporcional a la velocidad del caudal. La paleta de soporte de safró asegura un alto grado de linealidad y larga vida de servicio.

Electrónica

● Salida de frecuencia (OEM) sin señal CE

Alimentación:	4.5-12 V _{DC}
Corriente de alimentación:	típ. 7 mA
Señal de amplitud alta:	aprox. alimentación
Señal de amplitud baja:	≤ 0.2 V
Voltaje de corte del Transmisor:	3 V max.
Corriente de alimentación del transmisor:	15 mA-25 mA
Pérdida de salida:	max. 2.5 mWatt
Conexión eléctrica:	pinos soldados
Salida de pulso:	NPN, colector abierto, max. 10 mA

● Salida de frecuencia (opción divisor de frecuencia)

Alimentación:	24 V _{DC} ± 20%, (...F3*0; ...F5*0) 12-28 V _{DC} (...F300; ...F500)
Alimentación de corriente:	40-50 mA
Señal de amplitud alta:	aprox. alimentación
Señal de amplitud baja:	≤ 0.2 V
Pérdida de salida:	max. 2.5 mWatt
Conexión eléctrica:	conector de enchufe M12x1 (opción: 2 m cable PVC.)
Razon de división (opción):	1:2, 1:4 or 1:8
Salida de pulso:	PNP, colector abierto, max. 20 mA

● Analogue output (opcion plug-on display)

Alimentación:	24 V _{DC} ± 20%
Salida:	0-20 mA or 4-20 mA, tecnología 3-hilos
Carga Max.:	500 Ω
Conexión eléctrica:	conector de enchufe M12x1 o DIN 43 650
Opción:	visualizador conectable (con conec. de enchufe DIN 43 650 solamente)

● Electrónica compacta

Visualizador:	LED 3-posiciones
Salida analoga:	(0)4...20 mA ajustable, max. 500 Ω
Salidas de conmutación:	1 (2) semiconductor PNP o NPN, Configurado en fabrica
Operación de contacto:	programable N/C / N/O contacto
Configuración:	via 2 botones
Alimentación:	24 V _{DC} ± 20%, tecnología 3-hilos, aprox. 100 mA
Conexión eléctrica:	conector de enchufe M12x1

● Indicador de manecilla con salida analoga

Cuerpo :	aluminio (PA6 GF30)
Visualizador:	instrumento de bobina móvil visualizador 240°
Alimentación:	24 V _{DC} ± 20%
Salida:	(0)4...20 mA, configurado en fabrica, tecnología 3-hilos
Carga Max.:	250 Ω
Conexión eléctrica:	conector de enchufe M12x1

Medidor de Caudal de Paleta Rotativa para bajo volumen Modelo DPL



Detalles de pedido (Ejemplo: DPL-1P05 G4 0000)

Rango de med. [L/min] agua	frecuencia aprox. [Hz] a max. valor	Pérdida de presión aprox. [bar] a max. valor	modelo de empaque			Conexión	Analizador electrónico
			NER	FPM	EPDM		
0.025 - 0.5	272	0.77	DPL-1P05	DPL-1V05	DPL-1E05	Con. de manguera para diámetro int. de manguera 12 mm - 14 mm G4... G 1/2 macho S4...	Salida de frecuencia ...0000 - Salida de frecuencia, NPN, sin cable (DIM, no CI) ...F300 - Salida de frecuencia, conector de enchufe MT2x1, PNP ...F320 - dífer de frecuencia 1.2, conector de enchufe MT2x1, PNP ...F340 - dífer de frecuencia 1.4, conector de enchufe MT2x1, PNP ...F360 - dífer de frecuencia 1.6, conector de enchufe MT2x1, PNP ...F500 - Salida de frecuencia, PNP, 2 m PVC cable ...F520 - dífer de frecuencia 1.2, 2 m PVC cable, PNP ...F540 - dífer de frecuencia 1.4, 2 m PVC cable, PNP ...F560 - dífer de frecuencia 1.6, 2 m PVC cable, PNP
0.05 - 1.8	471	0.77	DPL-1P10	DPL-1V10	DPL-1E10		Salida analoga ...L303 - salida 0-20 mA, MT2x1 conector de enchufe ...L343 - salida 4-20 mA, MT2x1 conector de enchufe ...L403 - salida 0-20 mA, conector de enchufe DIN 43 650 ...L443 - salida 4-20 mA, conector de enchufe DIN 43 650
0.2 - 6	525	0.70	DPL-1P15	DPL-1V15	DPL-1E15		Electronica compacta C30N - visual, LED, 2x colector abierto, PNP, con. de enchufe MT2x1 C30M - visual, LED, 2x colector abierto, NPN, con. de enchufe MT2x1 C34P - visual, LED, 4-20 mA, 1x colector, PNP, plug con. MT2x1 C34N - visual, LED, 4-20 mA, 1x colector, NPN, plug con. MT2x1
0.4 - 12	262	1.0	DPL-1P20	DPL-1V20	DPL-1E20		Indicador de manecilla* Z300 - 240° indicador de manecilla, 0-20 mA, con. de enchufe MT2x1 Z340 - 240° indicador de manecilla, 4-20 mA, con. de enchufe MT2x1
1 - 25	399	1.3	DPL-1P25	DPL-1V25	DPL-1E25		

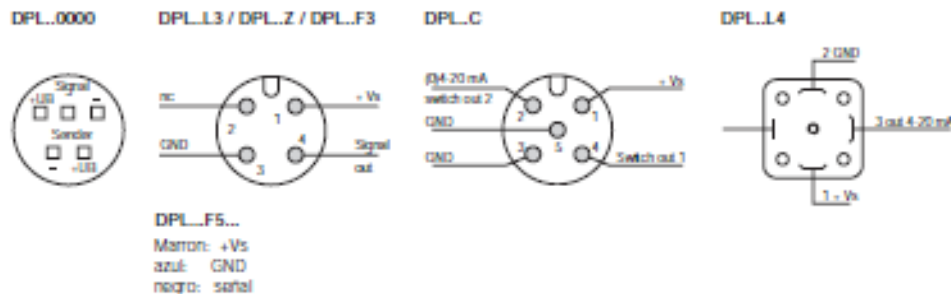
*ya leer especificar a dirección del flujo

Visualizador conectable

para modelo DPL...L443... (con salida 4-20 mA y conector de enchufe DIN

Descripción	Número de pedido
LED 3 posiciones, conector de enchufe DIN 43 650, 3 Nits, Alimentación a través de salida analoga	AUF-3000

Conexión eléctrica



es 103 de 160 no

No se responsabiliza por errores editados; sujeto a cambio sin previo aviso.

www.kobold.com

3

Funciones básicas

Protección térmica del variador

Funciones:

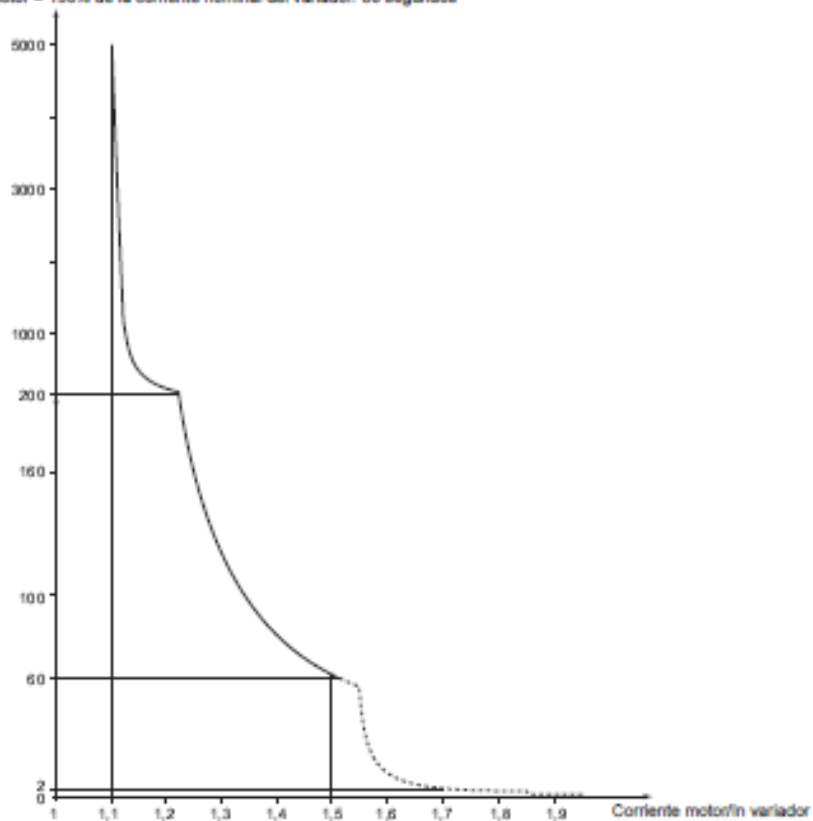
Protección térmica mediante sonda PTC fijada al radiador o integrada en el módulo de potencia.

Protección indirecta del variador contra las sobrecargas mediante disparo por sobreintensidad. Puntos típicos de disparo:

- corriente motor = 185% de la corriente nominal del variador: 2 segundos
- corriente motor = 150% de la corriente nominal del variador: 60 segundos

Tiempo

(segundos)



Ventilación de los variadores

El ventilador queda alimentado al poner en tensión el variador, y al cabo de 10 segundos se para si no se da ninguna orden de marcha.

El ventilador recibe alimentación automáticamente al desbloquearse el variador (sentido de marcha + referencia). Permanece sin tensión unos segundos tras el bloqueo del variador (velocidad del motor < 0,2 Hz y frenado por inyección terminado).

Funciones básicas

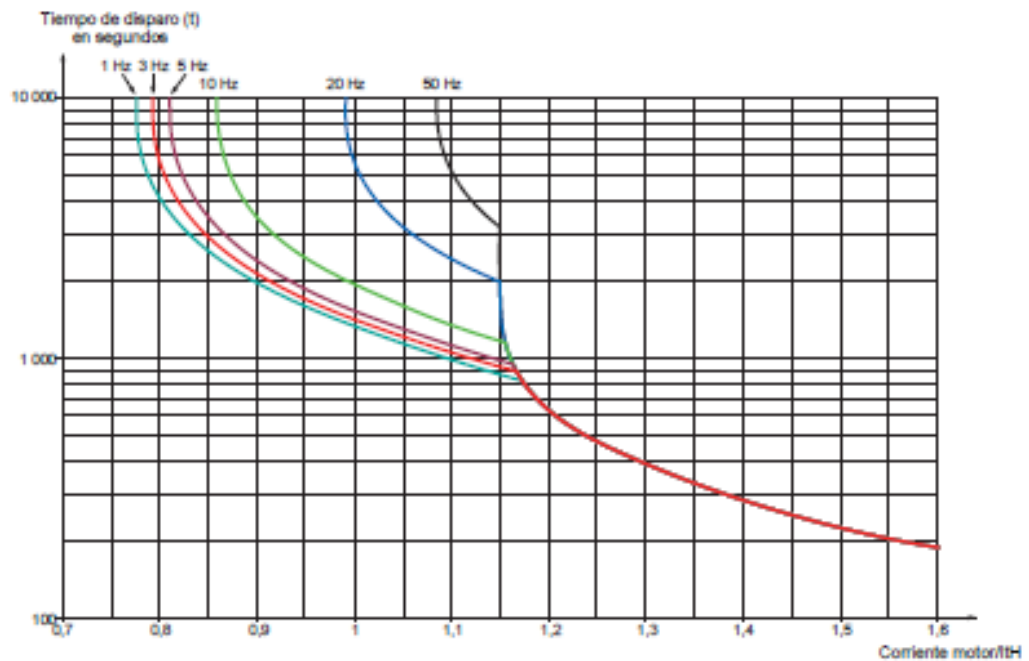
Protección térmica del motor

Función:

Protección térmica mediante el cálculo de $\int I^2 t$.
La protección se implementa en los motores autoventilados



Atención: la memoria del estado térmico del motor vuelve a cero cuando se desconecta el variador.



Funciones básicas

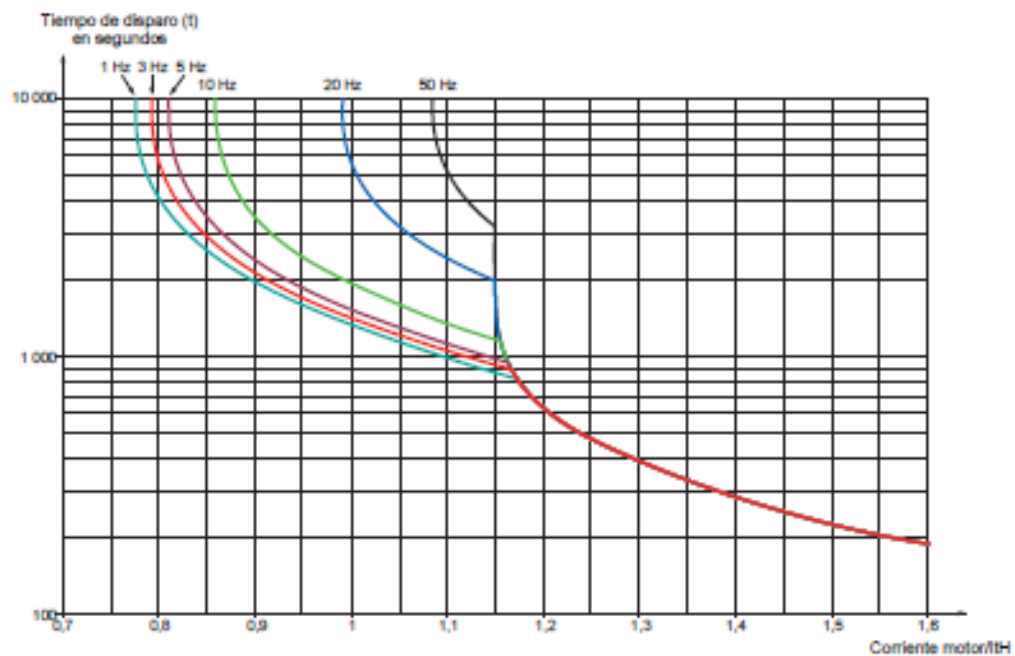
Protección térmica del motor

Función:

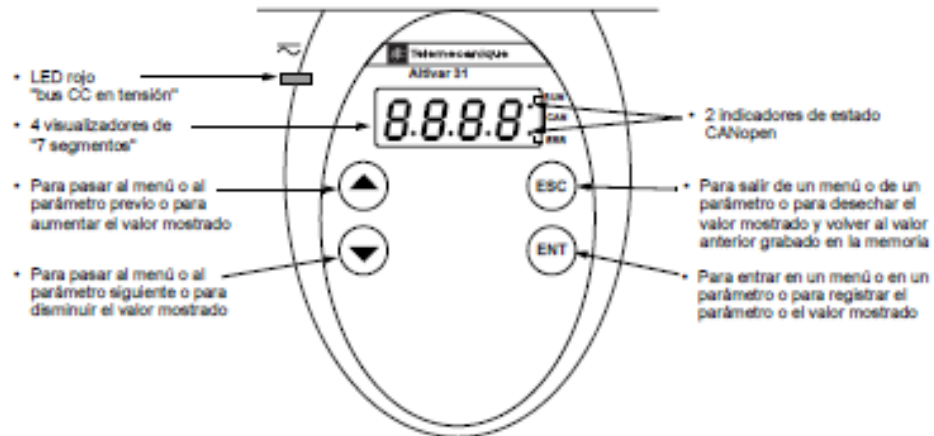
Protección térmica mediante el cálculo de I^2t .
La protección se implementa en los motores autoventilados



Atención: la memoria del estado térmico del motor vuelve a cero cuando se desconecta el variador.



Funciones del display y de las teclas



- Al pulsar el botón ▲ o ▼ no se graba en memoria el valor elegido.
- Si se pulsa de forma continua (>2 s) ▲ o ▼, se obtiene un desplazamiento rápido.

Grabación en memoria y registro de los valores mostrados: ENT

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

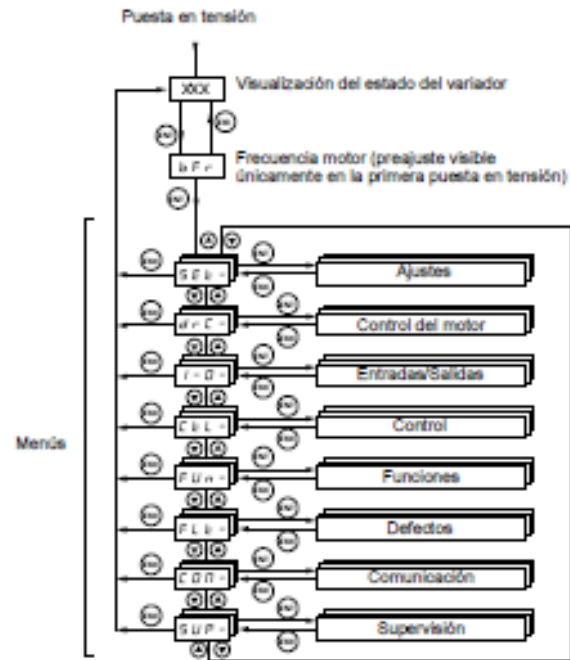
Visualización normal si no hay fallos y no es la primera puesta en tensión:

- 43.0: Visualización del parámetro seleccionado en el menú SUP- (por defecto: frecuencia motor). En caso de limitación de la corriente, el parámetro visualizado parpadea.
- init: Secuencia de inicialización.
- rdY: Variador listo.
- dcb: Frenado por inyección de corriente continua en curso.
- rSt: Parada en rueda libre.
- FSt: Parada rápida.
- tUn: Autoajuste en curso.

En caso de fallo, el código de fallo aparece parpadeando.

Programación

Acceso a los menús




Para un uso más cómodo, hay ciertos parámetros que son accesibles desde varios menús:

- los ajustes,
- el retorno al ajuste de fábrica,
- la recuperación y la grabación de la configuración.

Los códigos de los menús y submenús se diferencian de los códigos de los parámetros por un guión a la derecha. Ejemplos: menú FU-, parámetro ACC.

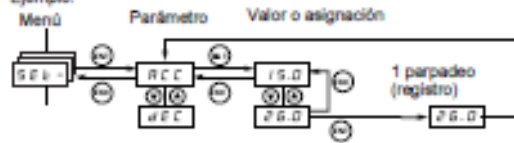
Programación

Acceso a los parámetros de los menús



Grabación en memoria y registro de los valores mostrados: 

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

Ejemplo:



(Parámetro siguiente)

Todos los menús son desplegables, es decir, que después del último parámetro, si continuamos pulsando , accederemos al primer parámetro, y viceversa, del primero al último si pulsamos .



Si salimos de un menú después de haber modificado cualquiera de los parámetros (i-ésimo), y luego volvemos a ese menú sin haber entrado en otro menú mientras tanto, accederemos directamente a este i-ésimo parámetro, tal como se muestra en la siguiente figura. Si mientras tanto entramos en otro menú, o después de una desconexión seguida de una puesta en tensión, accederemos siempre al primer parámetro del menú, tal como se indica más arriba.



Configuración del parámetro bFr

Este parámetro sólo puede modificarse en parado, sin orden de marcha.

bFr

Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
bFr	Frecuencia estándar del motor. Este parámetro sólo aparece en este menú en la primera puesta en tensión. Siempre se puede modificar en el menú dR-. 50 Hz: IEC 60 Hz: NEMA Este parámetro modifica los preajustes de los parámetros: HSP (página 22), Ftd (página 22), FrS (página 23) y fFr (página 23).		50

Compatibilidad de las funciones

Funciones incompatibles

No será posible acceder a las funciones siguientes, o las mismas estarán desactivadas en los casos que se describen a continuación:

Rearranque automático

Sólo es posible para el tipo de control 2 hilos por nivel (tCC = 2C y tCt = LEL o PFO).

Recuperación al vuelo

Sólo es posible para el tipo de control 2 hilos por nivel (tCC = 2C y tCt = LEL o PFO). Esta función está bloqueada si la inyección automática en la parada está configurada en continuo (AdC = Ct).

Giro atrás

Únicamente en ATV31...A, esta función está bloqueada si el control local está activo (tCC = LOC).

Tabla de compatibilidad de las funciones

La elección de las funciones de aplicación puede verse limitada por el número de entradas/salidas y por la incompatibilidad de determinadas funciones entre sí. Las funciones que no aparecen en la tabla no sufren ninguna incompatibilidad. Cuando haya incompatibilidad entre funciones, la primera que se haya configurado impide la configuración de las demás.

Para configurar una función, primero debe asegurarse de que las funciones que no sean compatibles no estén asignadas, sobre todo las que vienen ajustadas de fábrica.

	Entradas sumatorias (ajuste de fábrica)	Máx./mín. velocidad (1)	Gestión de finales de carrera	Velocidades preseleccionadas (ajuste de fábrica)	Regulador PI	Marcha paso a paso JOG	Control de freno	Parada por inyección de corriente	Parada rápida	Parada en rueda libre
Entradas sumatorias (ajuste de fábrica)		●		†	●	†				
Máx./mín. velocidad (1)	●			●	●	●				
Gestión de finales de carrera					●					
Velocidades preseleccionadas (ajuste de fábrica)	←	●			●	†				
Regulador PI	●	●	●	●		●	●			
Marcha paso a paso JOG	←	●		←	●		●			
Control de freno					●	●		●		
Parada por inyección de corriente							●			†
Parada rápida										†
Parada en rueda libre								←	←	

(1) Salvo uso particular con canal de consigna Fr2 (véanse los sinópticos 33 y 35)

● Funciones incompatibles □ Funciones compatibles ■ Sin objeto

Funciones prioritarias (funciones que no pueden estar activadas a la vez):

← † La función señalada por la flecha tiene prioridad sobre la otra.

Las funciones de parada tienen prioridad sobre las órdenes de marcha.

Las consignas de velocidad por orden lógica son prioritarias sobre las consignas analógicas.

Compatibilidad de las funciones



Funciones de aplicación de las entradas lógicas y analógicas

Cada una de las funciones descritas en las páginas siguientes se puede asignar a una de las entradas. Una misma entrada puede activar varias funciones al mismo tiempo (por ejemplo, giro atrás y 2ª rampa). Por lo tanto, es preciso asegurarse de que estas funciones se pueden utilizar al mismo tiempo.

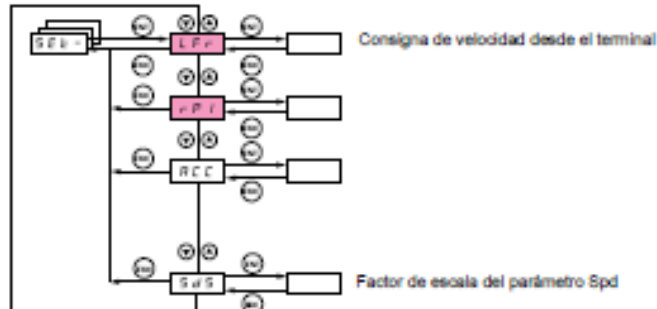
El menú de supervisión SUP- (parámetros LIA y AIA, página 23) permite visualizar las funciones asignadas a cada entrada con el fin de verificar su compatibilidad.

Antes de asignar una referencia, un comando o una función a una entrada lógica o analógica, es preciso comprobar que esta entrada no viene ya asignada de fábrica y que no se le ha asignado otra función incompatible o no deseada.

- Ejemplo de función incompatible que se debe desasignar:
Para activar la función +/- velocidad, en primer lugar es necesario desasignar las velocidades preseleccionadas y la entrada sumatoria 2.
- Ejemplo de función no deseada que se debe desasignar:
Para controlar un ATV31...A desde el bornero, es recomendable desasignar el potenciómetro y el botón RUN.
En la tabla siguiente se muestran las asignaciones de las entradas con ajustes de fábrica y el procedimiento para desasignarlas.

Entrada asignada		Función	Cód.	Para desasignar, indique:	Página
ATV31...E	ATV31...A				
LI2		Marcha atrás	n8	n0	22
LI3	LI3	2 velocidades preseleccionadas	PS2	n0	30
LI4	LI4	4 velocidades preseleccionadas	PS4	n0	30
AI1		Consigna 1	Fr1	Distinto de AI1	38
	Botón RUN	Marcha adelante	ICC	XC o 3C	27
	AIP (potenciómetro)	Consigna 1	Fr1	Distinto de AIP	38
AI2	AI2	Sumatorio entrada 2	SA2	n0	48

Menú Ajustes SET-



Los parámetros de ajuste se pueden modificar en marcha o en parado.



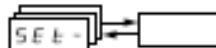
Asegúrese de que los cambios durante el funcionamiento no comportan riesgo. Es preferible efectuarlos cuando el variador está parado.



Estos parámetros aparecen sean cuales sean las configuraciones de los demás menús.

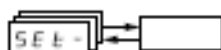


Estos parámetros sólo aparecen si la función correspondiente ha sido seleccionada en otro menú. Cuando son accesibles y ajustables desde el menú de configuración de la función correspondiente, para una programación más cómoda, sus descripciones se incluyen en los menús en las páginas indicadas.



Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
LFr	Consigna de velocidad desde el terminal remoto. Este parámetro aparece si LCC = YES (página 30) o si Fr1/Fr2 = LCC (página 32), y si el terminal remoto está conectado. En tal caso, LFr es accesible también por la consola del variador. LFr se reinicializa a 0 a la desconexión.	0 a HSP	
rPi	Consigna interna del regulador PI Véase la página 67.	0,0 al 100%	0
RLC	Tiempo de la rampa de aceleración Definido para acelerar entre 0 y la frecuencia nominal FrS (parámetro del menú dRC-).	según el parámetro Inr (véase la página 43)	3 s
R2	2º tiempo de la rampa de aceleración Véase la página 79.	según el parámetro Inr (véase la página 43)	5 s
dE2	2º tiempo de la rampa de deceleración Véase la página 79.	según el parámetro Inr (véase la página 43)	5 s
dEC	Tiempo de la rampa de deceleración Definido para decelerar entre 0 y la frecuencia nominal FrS (parámetro del menú dRC-). Asegúrese de que el valor de dEC no es demasiado bajo con respecto a la carga que se va a detener.	según el parámetro Inr (véase la página 43)	3 s
iR1	Redondeo inicial de la rampa de aceleración de tipo CUS en porcentaje de tiempo total de rampa (ACC o AC2) Véase la página 62.	0 a 100	10%
fR2	Redondeo final de la rampa de aceleración de tipo CUS en porcentaje de tiempo total de rampa (ACC o AC2) Véase la página 62.	0 a (100-IA1)	10%
iR3	Redondeo inicial de la rampa de deceleración de tipo CUS en porcentaje de tiempo total de rampa (dEC o dE2) Véase la página 62.	0 a 100	10%
fR4	Redondeo final de la rampa de deceleración de tipo CUS en porcentaje de tiempo total de rampa (dEC o dE2) Véase la página 62.	0 a (100-IA3)	10%
LSP	Mínima velocidad (Frecuencia del motor con consigna mín.)	0 a HSP	0 Hz
HSP	Máxima velocidad (Frecuencia del motor con consigna máx.); asegúrese de que este ajuste es adecuado para el motor y la aplicación.	LSP a Fr	DFr

Menú de ajustes SEt-

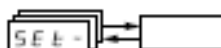


Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
<u>I t N</u>	Protección térmica del motor (corriente térmica máx.) Ajuste I t N a la corriente nominal que figura en la placa de características del motor. Para eliminar la protección térmica, consulte OLL, en la página 68.	0,2 a 1,5 In (1)	Según el calibre del variador
<u>U F r</u>	Compensación RI/Boost de tensión - Para UFI (página 24) = n o n.Ld. Compensación RI, - Para UFI = L o P. Boost de tensión. Permite optimizar el par a velocidad muy baja (aumente el valor de UFI en caso de par insuficiente). Asegúrese de que el valor de UFI no es demasiado elevado con el motor en caliente (riesgo de inestabilidad). ⚠ Si se modifica el valor de UFI (página 24), UFI vuelve a su ajuste de fábrica (20%).	0 a 100%	20
<u>F L G</u>	Ganancia del bucle de frecuencia Sólo se puede acceder al parámetro si UFI (página 24) = n o n.Ld. El parámetro FLG ajusta el seguimiento de la rampa de velocidad en función de la inercia de la máquina accionada. Un exceso de ganancia puede conllevar un funcionamiento inestable. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> FLG bajo En este caso, aumente el valor de FLG. </div> <div style="text-align: center;"> FLG </div> <div style="text-align: center;"> FLG alto En este caso, disminuya el valor de FLG. </div> </div>	1 a 100%	20
<u>S t A</u>	Estabilidad del bucle de frecuencia Sólo se puede acceder al parámetro si UFI (página 24) = n o n.Ld. Permite adaptar la llegada al régimen establecido después de un transitorio de velocidad (aceleración o deceleración) en función de la cinemática de la máquina. Aumente progresivamente la estabilidad para eliminar los rebasamientos de velocidad. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> StA bajo En este caso, aumente el valor de StA. </div> <div style="text-align: center;"> StA correcto </div> <div style="text-align: center;"> StA alto En este caso, disminuya el valor de StA. </div> </div>	1 a 100%	20
<u>S t P</u>	Compensación de deslizamiento Sólo se puede acceder al parámetro si UFI (página 24) = n o n.Ld. Permite ajustar la compensación de deslizamiento en torno al valor fijado por la velocidad nominal del motor. En las placas de los motores, las indicaciones de velocidad no son siempre exactas. • Si el deslizamiento ajustado es < el deslizamiento real: el motor no gira a la velocidad correcta en el régimen establecido. • Si el deslizamiento ajustado es > el deslizamiento real: el motor está sobrecompensado y la velocidad es inestable.	0 a 150%	100
<u>I a C</u>	Intensidad de corriente de freno por inyección de corriente continua activada por entrada lógica o seleccionada como modo de parada (2). Véase la página 46.	0 a In (1)	0,7 In (1)
<u>t a C</u>	Tiempo total de freno por inyección de corriente continua seleccionado como modo de parada (2). Véase la página 46.	0,1 a 30 s	0,5 s
<u>t a C t</u>	Tiempo de inyección automática de corriente continua en la parada. Véase la página 47.	0,1 a 30 s	0,5 s
<u>S a C t</u>	Intensidad de la corriente de inyección automática en la parada. Véase la página 47.	0 a 1,2 In (1)	0,7 In (1)

(1) In corresponde a la corriente nominal del variador que se indica en la guía de instalación y en la placa de características del variador.
 (2) Atención: estos ajustes son independientes de la función "inyección automática de corriente en la parada".

Estos parámetros sólo aparecen si la función correspondiente ha sido seleccionada en otro menú. Cuando son accesibles y ajustables desde el menú de configuración de la función correspondiente, para una programación más cómoda, sus descripciones se incluyen en los menús en las páginas indicadas. Los que están subrayados aparecen con ajuste de fábrica.

Menú de ajustes SET-

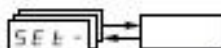


Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
<u>L I C 2</u>	2º tiempo de inyección de corriente continua automática en la parada. Véase la página 47	0 a 30 s	0 s
<u>S I C 2</u>	2ª intensidad de la corriente de inyección automática en la parada. Véase la página 47	0 a 1,2 In (1)	0,5 In (1)
<u>J P F</u>	Frecuencias ocultas Impide el funcionamiento prolongado en una rango de frecuencias de ± 1 Hz alrededor de JPF. Esta función permite eliminar las velocidades críticas que comporten resonancia. El ajuste a 0 desactiva la función.	0 a 500	0 Hz
<u>J F 2</u>	2ª frecuencia oculta Impide el funcionamiento prolongado en una rango de frecuencias de ± 1 Hz alrededor de JF2. Esta función permite eliminar las velocidades críticas que comporten resonancia. El ajuste a 0 desactiva la función.	0 a 500	0 Hz
<u>J G F</u>	Frecuencia de funcionamiento en marcha paso a paso Véase la página 39	0 a 10 Hz	10 Hz
<u>P P C</u>	Ganancia proporcional del regulador PI Véase la página 37	0,01 a 100	1
<u>P I G</u>	Ganancia Integral del regulador PI Véase la página 37	0,01 a 100%	1%
<u>F & S</u>	Coefficiente multiplicador del retorno a PI Véase la página 37	0,1 a 100	1
<u>P I C</u>	Inversión del sentido de corrección del regulador PI Véase la página 37	nO - YEs	nO
<u>P P 2</u>	2ª consigna PI preseleccionada Véase la página 37	0 a 100%	30%
<u>P P 3</u>	3ª consigna PI preseleccionada Véase la página 37	0 a 100%	60%
<u>P P 4</u>	4ª consigna PI preseleccionada Véase la página 37	0 a 100%	90%
<u>S P 2</u>	2ª velocidad preseleccionada Véase la página 35	0 a 500 Hz	10 Hz
<u>S P 3</u>	3ª velocidad preseleccionada Véase la página 35	0 a 500 Hz	15 Hz
<u>S P 4</u>	4ª velocidad preseleccionada Véase la página 35	0 a 500 Hz	20 Hz
<u>S P 5</u>	5ª velocidad preseleccionada Véase la página 35	0 a 500 Hz	25 Hz
<u>S P 6</u>	6ª velocidad preseleccionada Véase la página 35	0 a 500 Hz	30 Hz
<u>S P 7</u>	7ª velocidad preseleccionada Véase la página 35	0 a 500 Hz	35 Hz
<u>S P 8</u>	8ª velocidad preseleccionada Véase la página 35	0 a 500 Hz	40 Hz
<u>S P 9</u>	9ª velocidad preseleccionada Véase la página 35	0 a 500 Hz	45 Hz
<u>S P 10</u>	10ª velocidad preseleccionada Véase la página 35	0 a 500 Hz	50 Hz
<u>S P 11</u>	11ª velocidad preseleccionada Véase la página 35	0 a 500 Hz	55 Hz
<u>S P 12</u>	12ª velocidad preseleccionada Véase la página 35	0 a 500 Hz	60 Hz
<u>S P 13</u>	13ª velocidad preseleccionada Véase la página 35	0 a 500 Hz	70 Hz
<u>S P 14</u>	14ª velocidad preseleccionada Véase la página 35	0 a 500 Hz	80 Hz
<u>S P 15</u>	15ª velocidad preseleccionada Véase la página 35	0 a 500 Hz	90 Hz
<u>S P 16</u>	16ª velocidad preseleccionada Véase la página 35	0 a 500 Hz	100 Hz
<u>C L 1</u>	Limitación de corriente Permite limitar el par y el calentamiento del motor.	0,25 a 1,5 In (1)	1,5 In (1)
<u>C L 2</u>	2ª limitación de corriente Véase la página 51	0,25 a 1,5 In (1)	1,5 In (1)
<u>L L S</u>	Tiempo de funcionamiento a mínima velocidad Después de estar funcionando en LSP durante el tiempo establecido, la parada del motor se genera automáticamente. El motor reanuda si la referencia de frecuencia es superior a LSP y si hay una orden de marcha activa. Atención: el valor 0 corresponde a un tiempo ilimitado de funcionamiento.	0 a 999,9 s	0 (sin límite de tiempo)
<u>P S L</u>	Umbral de error de arranque (umbral de "despertar") Véase la página 38	0 a 100%	0
<u>U F 2</u>	Compensación RI del motor 2 Véase la página 38	0 a 100%	20
<u>F L C 2</u>	Ganancia del bucle de frecuencia del motor 2 Véase la página 38	1 a 100%	20
<u>S L R 2</u>	Estabilidad del motor 2 Véase la página 38	1 a 100%	20
<u>S L P 2</u>	Compensación de deslizamiento del motor 2 Véase la página 38	0 a 150%	100%

(1) In corresponde a la corriente nominal del variador que se indica en la guía de instalación y en la placa de características del variador.

Estos parámetros sólo aparecen si la función correspondiente ha sido seleccionada en otro menú. Cuando son accesibles y ajustables desde el menú de configuración de la función correspondiente, para una programación más cómoda, sus descripciones se incluyen en los menús en las páginas indicadas. Los que están subrayados aparecen con ajuste de fábrica.

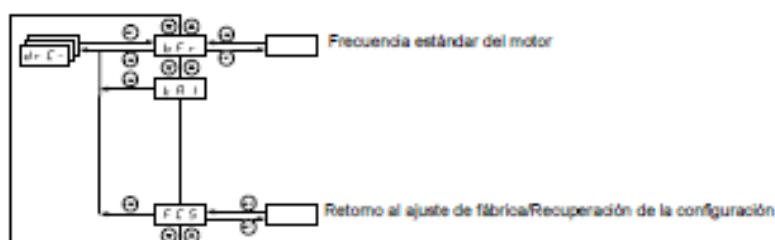
Menú de ajustes SET-



Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
F & d	Umbral de frecuencia del motor por encima del cual el contacto del relé (R1 o R2 = FA) se cierra o la salida AOV = 10 V (dO = SA)	0 a 500 Hz	bFr
t & d	Umbral del estado térmico del motor por encima del cual el contacto del relé (R1 o R2 = TSA) se cierra o la salida AOV = 10 V (dO = tSA)	0 a 118%	100%
l & d	Umbral de corriente del motor que debe superarse para que el contacto del relé (R1 o R2 = CtA) se cierra o la salida AOV = 10 V (dO = CtA)	0 a 1,5 ln (1)	ln (1)
S d S	Factor de escala del parámetro de visualización SPd1/SPd2/SPd3 (menú SUP-, página 22)	0,1 a 200	30
	<p>Permite visualizar un valor proporcional a la frecuencia de salida rFr: la velocidad de la máquina, la velocidad del motor, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> - si SdS < 1, visualización de SPd1 (definición posible = 0,01) - si 1 < SdS < 10, visualización de SPd2 (definición posible = 0,1) - si SdS > 10, visualización de SPd3 (definición posible = 1) - Si SdS > 10 y SdS x rFr > 9999: <p style="text-align: center;">visualización de Spd3 = $\frac{SdS \times rFr}{1000}$ con 2 decimales</p> <p>Ejemplo: para 24.223, se visualiza 24.22</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si SdS > 10 y SdS x rFr > 65535, visualización bloqueada en 65.54 <p>Ejemplo: Visualización de la velocidad del motor motor 4 polos, 1500 rpm a 50 Hz (velocidad de sincronismo): SdS = 30 SPd3 = 1500 a rFr = 50 Hz</p>		
S F r	Frecuencia de corte	Véase la página 26; 2,0 a 16 kHz	4 kHz
	También se puede acceder a este parámetro en el menú DR-		

(1)ln corresponde a la corriente nominal del variador que se indica en la guía de instalación y en la placa de características del variador.

Menú de control del motor drC-

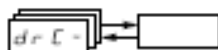


Los parámetros sólo se pueden modificar en parado (sin orden de marcha), excepto tUn, que puede provocar la puesta en tensión del motor.

En el terminal remoto opcional, este menú es accesible en la posición del conmutador.

Para optimizar el rendimiento del accionamiento:

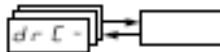
- introduzca los valores que figuran en la placa de características del motor en el menú Accionamiento,
- ejecute un autoajuste (en un motor asincrónico estándar).


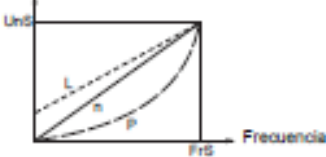


Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
bFr	Frecuencia estándar del motor		50
	50 Hz: IEC 60 Hz: NEMA Este parámetro modifica los preajustes de los parámetros: HSP (página 19), Fd (página 22), FrS (página 23) y tFr (página 25).		
UnS	Tensión nominal del motor que aparece en la placa de características	según el calibre del variador	según el calibre del variador
	ATV31...M2: 100 a 240 V ATV31...M3X: 100 a 240 V ATV31...N4: 100 a 500 V ATV31...S6X: 100 a 600 V		
FrS	Frecuencia nominal del motor que aparece en la placa de características	10 a 500 Hz	50 Hz
	La relación $\frac{UnS \text{ (en voltios)}}{FrS \text{ (en Hz)}}$ no debe sobrepasar los valores siguientes: ATV31...M2: 7 como máximo ATV31...M3X: 7 como máximo ATV31...N4: 14 como máximo ATV31...S6X: 17 como máximo El ajuste de fábrica es de 50 Hz, y es sustituido por un preajuste de 60 Hz si bFr se establece en 60 Hz.		
inCr	Corriente nominal del motor que figura en la placa de características	0,25 a 1,5 In (1)	según el calibre del variador
inSP	Velocidad nominal del motor que aparece en la placa de características	0 a 32760 RPM	según el calibre del variador
	0 a 9999 rpm y luego 10,00 a 32,76 krpm Si la placa de características no indica la velocidad nominal, sino la velocidad de sincronismo, y el deslizamiento en Hz o en %, la velocidad nominal debe calcularse de la siguiente forma: • velocidad nominal = velocidad de sincronismo x $\frac{100 - \text{deslizamiento en \%}}{100}$ • velocidad nominal = velocidad de sincronismo x $\frac{50 - \text{deslizamiento en Hz}}{50}$ (motores 50 Hz) • velocidad nominal = velocidad de sincronismo x $\frac{60 - \text{deslizamiento en Hz}}{60}$ (motores 60 Hz)		
cD5	Coseno del ángulo de desfase del motor que figura en la placa de características	0,5 a 1	según el calibre del variador

(1) In corresponde a la corriente nominal del variador que se indica en la guía de instalación y en la placa de características del variador.

Menú de control del motor drC-



Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
r 5 C	Resistencia del estator en frío n 0: Función inactiva. Para las aplicaciones que no precisan alto rendimiento o que no toleran el autoajuste automático (peso de corriente en el motor) en cada puesta en tensión. 1 n 1: Activa la función. Para mejorar el rendimiento a baja velocidad sea cual sea el estado térmico del motor. : Valor de resistencia del estator en frío, en mΩ. Atención: • Es muy aconsejable activar esta función en las aplicaciones de elevación y manutención. • La función debe activarse (Init) sólo cuando el motor está frío. • Cuando rSC = Init, el parámetro tUn se fuerza a POn. En la próxima orden de marcha la resistencia del estator se mide con el autoajuste. El parámetro rSC pasa a tener este valor (XXXX) y lo conserva; tUn sigue teniendo el valor POn. El parámetro rSC mantiene el valor Init hasta que se efectúe la medida. • El valor XXXX puede forzarse o modificarse mediante las teclas ▲ ▼ (1).		n0
d 0 n	Autoajuste del control del motor Es obligatorio configurar correctamente todos los parámetros del motor (UnS, FrS, nCr, nSP y COB) antes de realizar el autoajuste. n 0: Autoajuste no realizado. y 0 5: el autoajuste se realiza cuando es posible hacerlo, puesto que el parámetro pasa automáticamente a dOnE o n0 en caso de fallo (visualización del fallo trF si trL = YES; véase la página 28). d 0 n E: Utilización de los valores proporcionados por el autoajuste anterior. r 0 n: El autoajuste se realiza cada vez que hay una orden de marcha. P 0 n: El autoajuste se realiza cada vez que hay una puesta en tensión. L 1 / a L 16: el autoajuste se realiza en el momento de la transición 0 → 1 de una entrada lógica asignada a esta función. Atención: tUn se fuerza a POn si rSC = Init. El autoajuste tiene lugar únicamente si no hay ninguna orden activada. Si se ha asignado la función "Parada en rueda libre" o "Parada rápida" a una entrada lógica, hay que poner dicha entrada en el estado 1 (activa en 0). El proceso de autoajuste puede durar de 1 a 2 segundos. No lo interrumpa y espere a visualizar "dOnE" o "n0".  Durante el autoajuste, la corriente nominal recorre el motor.		n0
d 0 S	Estado del autoajuste (información, no parametrizable) d 0 n 0: Se utiliza el valor por defecto de la resistencia de estator para controlar el motor. P 0 n 0: El autoajuste se ha solicitado pero todavía no se ha efectuado. P 0 n G: Autoajuste en curso. F 0 n L: El autoajuste ha fallado. d 0 n E: Se utiliza la resistencia del estator medida por la función de autoajuste para controlar el motor. S 0 n 0: La resistencia del estator en frío (rSC diferente de n0) se utiliza para controlar el motor.		tab
U F E	Elección del tipo de ley tensión/frecuencia L: Par constante para motores en paralelo o motores especiales. P: Par variable: aplicaciones de bombas y ventiladores. n: Control vectorial del flujo sin captador para aplicaciones de par constante. n L d: Ahorro energético, para aplicaciones de par variable sin necesidades dinámicas importantes (comportamiento cercano a la ley P en vacío y a la ley n en carga). Tensión 		n

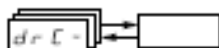
(1) Procedimiento:


- Asegúrese de que el motor está frío.
- Desconecte los cables del bornero del motor.
- Mida la resistencia entre 2 de los borneros del motor (U, V, W) sin modificar su acoplamiento.
- Introduzca mediante las teclas ▲ ▼ la mitad del valor medido.
- Establezca el preajuste de fábrica de UFr (página 20) en 100 % en lugar de 20 %.



No utilice un valor de rSC distinto de n0 o tUn = POn con la recuperación al vuelo (FLr, página 67).

Menú de control del motor drC-

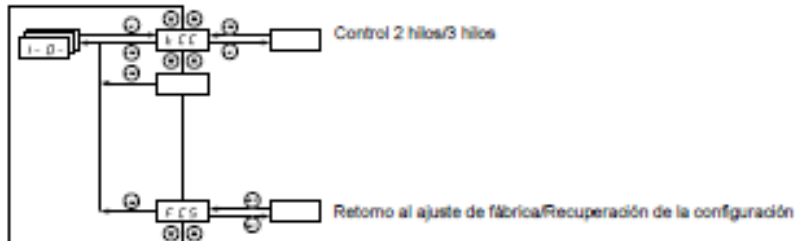


Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
n r d	Frecuencia de corte aleatoria y \emptyset S: Frecuencia con modulación aleatoria n \emptyset : Frecuencia fija La modulación de frecuencia aleatoria evita los posibles ruidos de resonancia que pueden producirse con una frecuencia fija.		YES
S F r	Frecuencia de corte (1) La frecuencia se puede ajustar para reducir el ruido del motor. Si la frecuencia se ajusta a más de 4 kHz, en caso de sobrecalentamiento el variador disminuirá automáticamente la frecuencia de corte, y la restablecerá cuando la temperatura vuelva a ser normal.	2,0 a 16 kHz	4 kHz
L F r	Frecuencia máxima de salida El ajuste de fábrica es de 60 Hz, y es sustituido por un preajuste de 72 Hz si bF7 se establece en 50 Hz.	10 a 500 Hz	60 Hz
S r F	Eliminación del filtro del bucle de velocidad n \emptyset : El filtro del bucle de velocidad permanece activo (evita los rebasamientos de consigna). y \emptyset S: El filtro del bucle de velocidad se elimina (en las aplicaciones con posicionamiento, implica un tiempo de respuesta reducido, con un posible rebasamiento de consigna).		nO
S C S	Grabación de la configuración (1) n \emptyset : Función inactiva. S e r: Efectúa una grabación de la configuración en curso (excepto el resultado del autoajuste) en la memoria EEPROM. SCS vuelve a pasar automáticamente a nO en el momento en que se ha efectuado la grabación. Esta función permite conservar una configuración de reserva además de la configuración en curso. En los variadores salidos de fábrica, la configuración en curso y la configuración guardada se inicializan a la configuración de fábrica. - Si la opción terminal remoto está conectada al variador, las opciones siguientes aparecen de forma adicional: F 1 L 1, F 1 L 2, F 1 L 3, F 1 L 4 (archivos disponibles en la memoria EEPROM del terminal remoto para grabar la configuración en curso). Permiten almacenar de 1 a 4 configuraciones diferentes que pueden ser conservadas e incluso transferidas a otros variadores del mismo calibre. SCS vuelve a pasar automáticamente a nO en el momento en que se ha efectuado la grabación.  Para que se tengan en cuenta Str1 y FIL2 en FIL4, es preciso mantener pulsada (2 s) la tecla ENT.		nO

(1) SCS, CFO y FCS son accesibles desde varios menús de configuración, pero se refieren a todo el conjunto de menús y parámetros.

(2) Parámetro igualmente accesible en el menú de ajuste SE-.

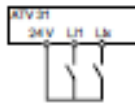

Menú de entradas/salidas I-O-



Los parámetros sólo pueden modificarse en parado, sin orden de marcha.

En el terminal remoto opcional, este menú es accesible en la posición del conmutador.



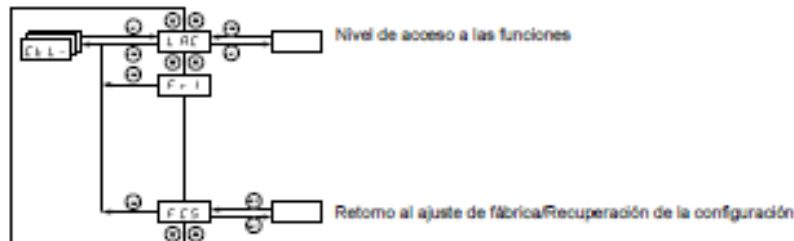
Cód.	Descripción	Ajuste de fábrica
4 4 0	Control 2 hilos/3 hilos (Tipo de control) Configuración del control: 2 4 = control 2 hilos 3 4 = control 3 hilos 4 0 4 = control local (RUN/STOP/RESET del variador) sólo para ATV31...A (invisible si LAC = L3; véase la página 23). Control 2 hilos: El estado abierto o cerrado de la entrada controla la marcha o la parada. Ejemplo de cableado: L1: adelante L3: atrás Control 3 hilos (mando por pulsos): un impulso "adelante" o "atrás" es suficiente para controlar el arranque; un impulso de "parada" es suficiente para controlar la parada. Ejemplo de cableado: L1: en parada L2: adelante L3: atrás  	2C ATV31...A: LOC
4 4 1	Tipo de control 2 hilos (sólo se puede acceder al parámetro si tCC = 2C)	tm
4 4 2	4 4 1: El estado 0 ó 1 se tiene en cuenta para la marcha o la parada. 4 4 2: Es necesario cambiar de estado (transición o flanco) para activar la marcha a fin de evitar un rearmado imprevisto tras una interrupción de la alimentación. 4 4 3: El estado 0 ó 1 se tiene en cuenta para la marcha o la parada, pero la entrada de giro "adelante" siempre tiene prioridad sobre la entrada de giro "atrás".	
4 4 5	Marcha atrás por entrada lógica Si nB = nD, la marcha atrás permanece activa, por tensión negativa en A2, por ejemplo. n D: No asignada 4 4 1: Entrada lógica LI1, 4 4 2: Entrada lógica LI2, accesible si tCC = 2C 4 4 3: Entrada lógica LI3 4 4 4: Entrada lógica LI4 4 4 5: Entrada lógica LI5 4 4 6: Entrada lógica LI6	si tCC = 2C: LI2 si tCC = 3C: LI3 si tCC = LOC: nD

Menú de entradas/salidas I-O-



Cód.	Descripción	Ajuste de fábrica
C = L 3 C = H 3	Valor para la mínima velocidad LSP en la entrada AI3, ajustable de 0 a 20 mA Valor para la máxima velocidad HSP en la entrada AI3, ajustable de 4 a 20 mA	4 mA 20 mA
	Estos dos parámetros permiten configurar la entrada a 0-20 mA, 4-20 mA, 20-4 mA, etc.	
	<p>Frecuencia</p> <p>Ejemplo: 20 - 4 mA</p> <p>Frecuencia</p>	
R 0 1	Configuración de la salida analógica	0A
	0 R: Configuración 0 - 20 mA (uso de la boma AOC) 1 R: Configuración 4 - 20 mA (uso de la boma AOC) 1 0 R: Configuración 0 - 10 V (uso de la boma AOV)	
A 0	Salida analógica AOC/AOV	nO
	n O: No asignada 0 C V: Corriente del motor. 20 mA o 10 V corresponde a dos veces la corriente nominal del variador 0 F V: Frecuencia del motor. 20 mA o 10 V corresponde a la frecuencia máxima fFr (página 22) 0 P V: Par motor. 20 mA o 10 V corresponde a dos veces el par nominal del motor 0 P V: Potencia suministrada por el variador. 20 mA o 10 V corresponde a dos veces la potencia nominal del variador Las asignaciones siguientes (1) implican la transformación de la salida analógica en salida lógica (véase el esquema en la guía de instalación): F L F: Variador en fallo V O V: Variador en marcha F F R: Umbral de frecuencia alcanzado (parámetro FId del menú SEI-, página 22) F L R: Máxima velocidad HSP alcanzada C F R: Umbral de corriente alcanzado (parámetro Ctd del menú SEI-, página 22) S F R: Consigna de frecuencia alcanzada A S R: Umbral térmico del motor alcanzado (parámetro ttd del menú SEI-, página 22) A L C: Lógica de freno (informativa, ya que esta asignación puede hacerse o deshacerse únicamente desde el menú FLH-, véase la página 20) A P C: Pérdida de la señal 4-20 mA, incluso si LFL = nO (página 22) La salida lógica está en el estado 1 (24 V) cuando la asignación elegida está activa, excepto FLI (estado 1 si el variador no está en fallo). (1) Con estas asignaciones, configure AOf = 0A.	
r 1	Relé r1	FLI
	n O: Sin asignar F L F: Variador en fallo V O V: Variador en marcha F F R: Umbral de frecuencia alcanzado (parámetro FId del menú SEI-, página 22) F L R: Máxima velocidad HSP alcanzada C F R: Umbral de corriente alcanzado (parámetro Ctd del menú SEI-, página 22) S F R: Consigna de frecuencia alcanzada A S R: Umbral térmico del motor alcanzado (parámetro ttd del menú SEI-, página 22) A P C: Pérdida de la señal 4-20 mA, incluso si LFL = nO (página 22) L / a L / S: Reenvía el valor de la entrada lógica seleccionada. El relé está en tensión cuando la asignación elegida está activa, excepto FLI (en tensión si el variador no está en fallo).	

Menú de control Ctl-



Los parámetros sólo pueden modificarse en parado, sin orden de marcha.

En el terminal remoto opcional, este menú es accesible en la posición del conmutador.

Canales de control y de consigna

Los órdenes de control (marcha adelante, marcha atrás...) y las consignas pueden proceder de los siguientes canales:

Control CMD	Consigna rFr
tEr: bornero (L1)	A11-A12-A13: bornero
L0C: consola (RUN/STOP) sólo en ATV31...A	A1P: potenciómetro sólo en ATV31...A
LCC: terminal remoto (toma RJ45)	LCC: consola ATV31 o consola ATV31...A o terminal remoto
MdB: Modbus (toma RJ45)	MdB: ModBus (toma RJ45)
CAr: CANopen (toma RJ45)	CAr: CANopen (toma RJ45)

Nota:

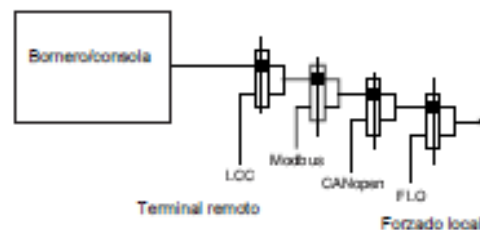
Las teclas Stop de la consola y del terminal remoto pueden conservar su prioridad (parámetro PSt del menú Ctl-).

El parámetro LAC del menú Ctl- permite seleccionar los modos de prioridad de los canales de control y de consigna, ofreciendo 3 niveles de funciones:

- LAC = L1: Funciones básicas. La gestión de los canales se realiza por orden de prioridad. Este nivel ofrece intercambiabilidad con el ATV28.
- LAC = L2: Ofrece la posibilidad de funciones adicionales con respecto a L1:
 - Más/menos velocidad (potenciómetro motorizado)
 - Control de freno
 - Conmutación de la 2ª limitación de corriente
 - Conmutación de motores
 - Gestión de finales de carrera
- LAC = L3: Mismas posibilidades que con L2. La gestión de los canales de control y de consigna se puede configurar.

Estos canales se combinan de la siguiente manera, si el parámetro LAC = L1 o L2

De más prioridad a menos prioridad: Forzado local, CANopen, Modbus, terminal remoto, bornero/consola (de derecha a izquierda en la figura siguiente).



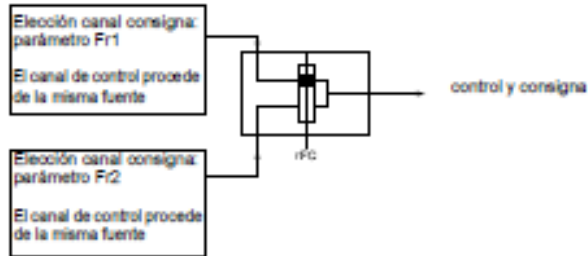
Véanse los sinótipos detallados en las páginas [33](#) y [34](#)

- En los ATV31 con ajuste de fábrica, el control y la consigna se encuentran en el bornero.
- En los ATV31...A con ajuste de fábrica, el control se encuentra en la consola integrada y la consigna, en el potenciómetro de dicha consola.
- Con un terminal remoto, si LCC = YES (menú Ctl-), el control y la consigna se encuentran en el terminal remoto (consigna por LFr, menú SEI-)

Menú de control Ctl-

Es posible combinar los canales por configuración, al LAC = L3

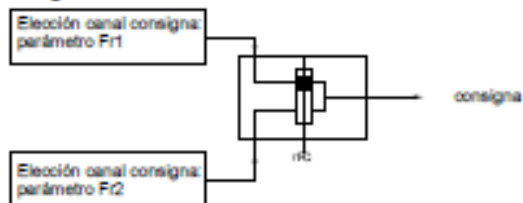
Control y consigna no separados (parámetro CHCF = SIM):



El parámetro rFC permite elegir el canal Fr1 o Fr2 o bien configurar una entrada lógica o un bit de la palabra de control para conmutar a distancia uno u otro.
Véanse los sinópticos detallados en las páginas [35](#) y [37](#).

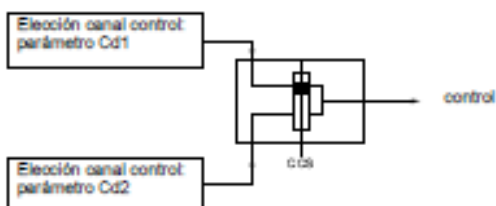
Control y consigna separados (parámetro CHCF = SEP):

Consigna



El parámetro rC permite elegir el canal Fr1 o Fr2 o bien configurar una entrada lógica o un bit de la palabra de control para conmutar a distancia uno u otro.

Control

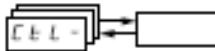


El parámetro cCS permite elegir el canal Cd1 o Cd2 o bien configurar una entrada lógica o un bit de la palabra de control para conmutar a distancia uno u otro.

Véanse los sinópticos detallados en las páginas [35](#) y [36](#).



Puede haber incompatibilidades entre funciones (véase la tabla de incompatibilidades página 14). En tal caso, la primera función configurada impide la configuración de las demás.

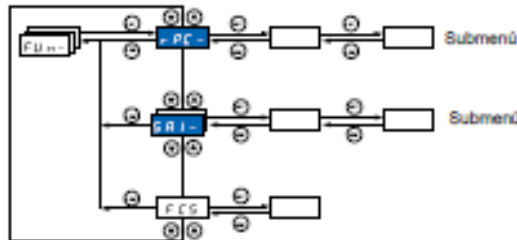


Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
L 1 C	<p>Nivel de acceso a las funciones</p> <p>L 1: Acceso a las funciones estándar. Este nivel permite sobre todo la intercambiabilidad con el ATV28.</p> <p>L 2: Acceso a las funciones avanzadas del menú FLIn-:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Más/menos velocidad (potenciómetro motorizado) - Control de freno - Conmutación de la 2ª limitación de corriente - Conmutación de motores - Gestión de finales de carrera <p>L 3: Acceso a las funciones avanzadas y gestión de los canales por configuración.</p> <p> La asignación de LAC a L3 provoca un retorno al ajuste de fábrica de los parámetros Fr1 (mostrados a continuación), Cd1 (página 30), CHCF (página 30) y ICC (página 22); este último está forzado a "2C" en ATV31...A. El retorno de L3 a L2 o L1 y el retorno de L2 a L1 sólo pueden efectuarse mediante un "ajuste de fábrica" mediante FCS (página 41).</p> <p>Para cambiar la asignación de LAC, pulse durante 2 segundos la tecla "ENT".</p>		L1
F r 1	<p>Configuración consigna 1</p> <p>Fr 1: Entrada analógica AI1 Fr 2: Entrada analógica AI2 Fr 3: Entrada analógica AI3 Fr P: Potenciómetro (sólo en ATV31...A)</p> <p>Si LAC = L2 o L3, pueden efectuarse asignaciones adicionales posteriores:</p> <p>UPdL: (1) Consigna +/- velocidad por LI. Véase la configuración en la página 54. UPdH: (1) Consigna +/- velocidad por teclas ▲ ▼ de la consola ATV31, ATV31...A o del terminal remoto. Para su uso, visualice la frecuencia rFr (véase la página 22). La función + velocidad/- velocidad por el teclado o el terminal se controla desde el menú SUP- posicionándose en el parámetro rFr.</p> <p>Si LAC = L3, pueden efectuarse asignaciones adicionales posteriores:</p> <p>L C C: Consigna por el terminal remoto, parámetro LFr del menú SE- (página 10). M d b: Consigna por Modbus C R n: Consigna por CANopen</p>		AI1 AIP para ATV31...A
F r 2	<p>Configuración consigna 2</p> <p>r D: No asignada Fr 1: Entrada analógica AI1 Fr 2: Entrada analógica AI2 Fr 3: Entrada analógica AI3 Fr P: Potenciómetro (sólo en ATV31...A)</p> <p>Si LAC = L2 o L3, pueden efectuarse asignaciones adicionales posteriores:</p> <p>UPdL: (1) Consigna +/- velocidad por LI. Véase la configuración en la página 54. UPdH: (1) Consigna +/- velocidad por teclas ▲ ▼ de la consola ATV31, ATV31...A o del terminal remoto. Para su uso, visualice la frecuencia rFr (véase la página 22). La función + velocidad/- velocidad por el teclado o el terminal se controla desde el menú SUP- posicionándose en el parámetro rFr.</p> <p>Si LAC = L3, pueden efectuarse asignaciones adicionales posteriores:</p> <p>L C C: Consigna por el terminal remoto, parámetro LFr del menú SE- (página 10). M d b: Consigna por Modbus C R n: Consigna por CANopen</p>		nO

(1) ATENCIÓN:

- No se puede asignar al mismo tiempo UPdL a Fr1 o Fr2 y UPdH a Fr1 o Fr2. Sólo es posible una de las asignaciones UPdL/UPdH en un solo canal de consigna.
- La función + velocidad/- velocidad de Fr1 no es compatible con varias funciones (véase la página 14). Para configurarla, es necesario desasignar esas funciones, especialmente las entradas sumatorias (establecer SA2 en nO, página 49) y las velocidades preseleccionadas (establecer PS2 y PS4 en nO, página 50) que vienen asignadas de fábrica.
- En Fr2, la función + velocidad/- velocidad es compatible con las velocidades preseleccionadas, las entradas sumatorias y el regulador PI.

Menú de funciones de aplicaciones FUN-



Los parámetros sólo pueden modificarse en parado, sin orden de marcha.

En el terminal remoto opcional, este menú es accesible en la posición del conmutador.

Ciertas funciones incluyen numerosos parámetros. Para facilitar la programación y evitar un tedioso desfile de parámetros, estas funciones han sido agrupadas en submenús.

Los submenús se identifican por un guión situado a la derecha de su código, como en los menús: por ejemplo.



Puede haber incompatibilidades entre funciones (véase la tabla de incompatibilidades [14](#)). En tal caso, la primera función configurada impide la configuración de las demás.



Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
	Rampas		
	Tipo de rampa Define el aspecto de las rampas de aceleración y deceleración. L : L : lineal S : en S U : en U C U S : personalizada		Lin
	Rampas en S El coeficiente de redondeo es fijo, con t2 = 0,5 x t1 con t1 = tiempo de rampa ajustado.		
	Rampas en U El coeficiente de redondeo es fijo, con t2 = 0,5 x t1 con t1 = tiempo de rampa ajustado.		
	Rampas personalizadas tA1: ajustable de 0 a 100% (de ACC o AC2) tA2: ajustable de 0 a (100% - tA1) (de ACC o AC2) tA3: ajustable de 0 a 100% (de dEC o dE2) tA4: ajustable de 0 a (100% - tA3) (de dEC o dE2)		

Menú de funciones de aplicaciones FUn-



Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica	
r P C - (continuación)	Δ R 1	Redondeo inicial de la rampa de aceleración de tipo CUS en porcentaje de tiempo total de rampa (ACC o AC2)	0 a 100	10%
	Δ R 2	Redondeo final de la rampa de aceleración de tipo CUS en porcentaje de tiempo total de rampa (ACC o AC2)	0 a (100 - ΔA1)	10%
	Δ R 3	Redondeo inicial de la rampa de deceleración de tipo CUS en porcentaje de tiempo total de rampa (dEC o dE2)	0 a 100	10%
	Δ R 4	Redondeo final de rampa de deceleración de tipo CUS en porcentaje de tiempo total de rampa (dEC o dE2)	0 a (100 - ΔA3)	10%
Inr	Incremento de la rampa	0,01 - 0,1 - 1	0,1	<p>Δ : Δ 1: rampa ajustable de 0,05 s a 327,6 s Δ : Δ 2: rampa ajustable de 0,1 s a 3.276 s Δ : Δ 3: rampa ajustable de 1 s a 32.760 s (1) Este parámetro se aplica a los parámetros ACC, DEC, AC2 y DE2</p> <p>⚠ La modificación del parámetro Inr implica una modificación de los ajustes de los parámetros ACC, DEC, AC2 y DE2.</p>
d E C	Tiempos de rampas de aceleración y deceleración (2)	según el valor del parámetro Inr	3 s 3 s	Definidos para acelerar y decelerar entre 0 y la frecuencia nominal Frs (parámetro del menú dRC-). Asegúrese de que el valor de dEC no es demasiado bajo con respecto a la carga que se va a detener.
r P S	Comutación de rampa		n0	<p>Esta función permanece activa independientemente de cuál sea el canal de control.</p> <p>n 0: No asignada Δ 1: Entrada lógica LI1 Δ 2: Entrada lógica LI2 Δ 3: Entrada lógica LI3 Δ 4: Entrada lógica LI4 Δ 5: Entrada lógica LI5 Δ 6: Entrada lógica LI6</p> <p>Si LAC = L3, pueden efectuarse las siguientes asignaciones:</p> <p>Δ 1: Bit 11 de la palabra de control Modbus o CANopen Δ 2: Bit 12 de la palabra de control Modbus o CANopen Δ 3: Bit 13 de la palabra de control Modbus o CANopen Δ 4: Bit 14 de la palabra de control Modbus o CANopen Δ 5: Bit 15 de la palabra de control Modbus o CANopen</p> <p>En el estado 0 de la entrada lógica o del bit de la palabra de control, se validan ACC y dEC. En el estado 1 de la entrada lógica o del bit de la palabra de control, se validan AC2 y dE2.</p>

(1) Para la visualización de valores superiores a 9.999 en el variador o en el terminal remoto, se utiliza un punto como separador de miles. Este tipo de visualización conlleva una confusión entre los valores que tienen dos decimales y los valores superiores a 9.999. Verifique el valor del parámetro Inr.



Ejemplo:

- Si Inr = 0,01, el valor 15.65 corresponde a un ajuste de 15,65 s.
- Si Inr = 1, el valor 15.65 corresponde a un ajuste de 15.650 s.

(2) Parámetro igualmente accesible en el menú de ajuste SEI-



Estos parámetros sólo aparecen si la función ha sido validada.

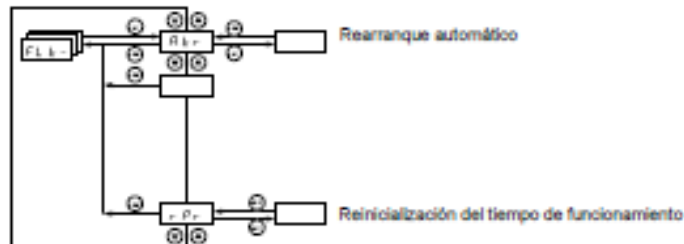


Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica															
F r t	Umbral de conmutación de rampa Comutación 2ª rampa si Frit no es 0 (el valor 0 corresponde a la función inactiva) y frecuencia de salida superior a Frit. La conmutación de la rampa por umbral es acumulable con la conmutación por LI o bit de la siguiente manera:	0 a 500 Hz	0															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>LI o bit</th> <th>Frecuencia</th> <th>Rampa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td><Frit</td> <td>ACC, dEC</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>>Frit</td> <td>ACC, dE2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td><Frit</td> <td>ACC, dE2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>>Frit</td> <td>ACC, dE2</td> </tr> </tbody> </table>	LI o bit	Frecuencia	Rampa	0	<Frit	ACC, dEC	0	>Frit	ACC, dE2	1	<Frit	ACC, dE2	1	>Frit	ACC, dE2		
LI o bit	Frecuencia	Rampa																
0	<Frit	ACC, dEC																
0	>Frit	ACC, dE2																
1	<Frit	ACC, dE2																
1	>Frit	ACC, dE2																
R C 2	2º tiempo de la rampa de aceleración (1). Validado por entrada lógica (rPS) o umbral de frecuencia (Frit).	según el valor del parámetro Inr (véase la página 43)	5 s															
d E 2	2º tiempo de la rampa de deceleración (1). Validado por entrada lógica (rPS) o umbral de frecuencia (Frit).	según el valor del parámetro Inr (véase la página 43)	5 s															
d r R	Adaptación de la rampa de deceleración La activación de esta función permite la adaptación automática de la rampa de deceleración, si ésta se ha ajustado a un valor muy bajo, habida cuenta de la inercia de la carga. • 0: Función inactiva • 1: Función activa. La función es incompatible con las aplicaciones que necesitan: - un posicionamiento sobre la rampa - el uso de una resistencia de freno (ésta no aseguraría su función) brA se fuerza a NO si la orden de freno bLC está asignada (página 50).		YES															

(1) Parámetro igualmente accesible en el menú de ajuste SEI-

Estos parámetros sólo aparecen si la función ha sido validada.

Menú de defectos FLt-



Los parámetros sólo pueden modificarse en parado, sin orden de marcha.

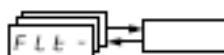
En el terminal remoto opcional, este menú es accesible en la posición del conmutador.



Cód.	Descripción	Ajuste de fábrica
Atr	Rearranque automático Sólo es posible para el modo de control 2 hilos por nivel (ICC = 2C y ICI = LEL o PFO). ∅: Función inactiva. 5: Rearranque automático después de bloqueo por fallo, siempre que éste haya desaparecido y las demás condiciones de funcionamiento lo permitan. El rearranque se efectúa mediante una serie de intentos automáticos, separados por tiempos de espera crecientes: 1 s, 5 s, 10 s, a continuación 1 min para los siguientes. Si el arranque no se produce una vez transcurrido el tiempo configurable tAr, el proceso se abandona y el variador permanece bloqueado hasta que se apaga y vuelve a ponerse en tensión manualmente. Los fallos que autorizan esta función son: Fallo externo (EPF) Pérdida de consigna 4-20 mA (LFF) Fallo CANopen (COF) Sobretensión de red (OSF) Corte de una fase de red (PHF) Corte de una fase del motor (OPF) Sobretensión del bus CC (OBF) Sobrecarga del motor (OLF) Enlace serie (SLF) Sobrecalentamiento del variador (CHF) El relé de fallo del variador permanece activado si la función también está activada. La consigna de velocidad y el sentido de marcha deben mantenerse. Utilice el control 2 hilos (ICC = 2C) con ICI = LEL o PFO (página 27). Asegúrese de que el rearranque automático no comporta riesgos para los materiales o las personas.	no
tAr	Duración máxima del proceso de rearranque 5: 5 minutos 10: 10 minutos 30: 30 minutos 1h: 1 hora 2h: 2 horas 3h: 3 horas ∅: ilimitado (salvo para los fallos OPF y PHF; la duración máxima del proceso de rearranque está limitada a 3 horas) Este parámetro aparece si Atr = YES. Permite limitar el número de rearranques sucesivos cuando se produce un fallo recurrente.	5
rSF	Rearme del fallo en curso ∅: No asignada L1: Entrada lógica LI1 L2: Entrada lógica LI2 L3: Entrada lógica LI3 L4: Entrada lógica LI4 L5: Entrada lógica LI5 L6: Entrada lógica LI6	no

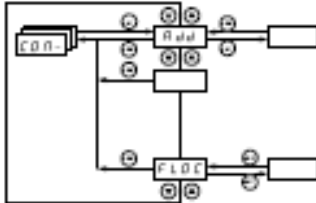
Estos parámetros sólo aparecen si la función ha sido validada.

Menú de defectos FLt-



Cód.	Descripción	Ajuste de fábrica
FLr	<p>Recuperación al vuelo (recuperación automática de rampa)</p> <p>Permite validar un rearmado sin sacudidas si la orden de marcha se mantiene después de los siguientes eventos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - corte de red o simplemente apagado - rearme del fallo en curso o rearmado automático. - parada en rueda libre. <p>La velocidad proporcionada por el variador se inicia a partir de la velocidad estimada del motor en el momento de la recuperación y a continuación sigue la rampa hasta la consigna.</p> <p>Esta función necesita el control 2 hilos (TCC = 2C) con tCt = LEL o PFO.</p> <p>n 0: Función inactiva y 0 5: Función activa</p> <p>Cuando la función está activa, interviene en cada orden de marcha y conlleva un ligero retraso (1 segundo como máximo).</p> <p>FLr se fuerza a n 0 si la orden de freno bLC está asignada (página 20).</p> <p>⚠ No utilice la recuperación al vuelo (FLr = YES) con el autoajuste en la puesta en tensión (RSC o PON, página 24).</p>	n 0
EFf	<p>Fallo externo</p> <p>n 0: No asignada L 1 1: Entrada lógica LI1 L 1 2: Entrada lógica LI2 L 1 3: Entrada lógica LI3 L 1 4: Entrada lógica LI4 L 1 5: Entrada lógica LI5 L 1 6: Entrada lógica LI6</p> <p>Si LAC = L3, pueden efectuarse las siguientes asignaciones:</p> <p>C 0 1 1: Bit 11 de la palabra de control Modbus o CANopen C 0 1 2: Bit 12 de la palabra de control Modbus o CANopen C 0 1 3: Bit 13 de la palabra de control Modbus o CANopen C 0 1 4: Bit 14 de la palabra de control Modbus o CANopen C 0 1 5: Bit 15 de la palabra de control Modbus o CANopen</p>	n 0
EFf	<p>Configuración del fallo externo</p> <p>L 0: Se detecta el fallo externo cuando la entrada lógica asignada como EFf cambia a estado 0.</p> <p>⚠ En este caso, el fallo externo no puede asignarse a un bit de la palabra de control Modbus o CANopen</p> <p>M 1 0: Se detecta el fallo externo cuando la entrada lógica o el bit asignado a EFf cambia a estado 1.</p> <p>⚠ En este caso, es necesario desconectar y volver a conectar el variador.</p>	HIG
EPf	<p>Modo de paro por fallo externo EPf</p> <p>n 0: Fallo ignorado y 0 5: Fallo con parada en rueda libre y 0 P: Fallo con parada en rampa f 0 5: Fallo con parada rápida</p>	YES
OPf	<p>Configuración del fallo de corte de fase del motor</p> <p>n 0: Función inactiva y 0 5: Disparo por fallo OFF OPf: No hay disparo por fallo, pero sí una gestión de la tensión de salida para evitar una sobreintensidad en el restablecimiento de la conexión con el motor y la recuperación al vuelo, incluso si FLr = n 0. Debe utilizarse si hay contactor aguas abajo. OPL se fuerza a YES si bLC es diferente de n 0 (página 20).</p>	YES
IPf	<p>Configuración del fallo de pérdida de fase de red</p> <p>Sólo se puede acceder a este parámetro en los variadores trifásicos.</p> <p>n 0: Fallo ignorado y 0 5: Fallo con parada rápida</p>	YES
OMf	<p>Modo de parada en caso de fallo de sobrecalentamiento del variador OMF</p> <p>n 0: Fallo ignorado y 0 5: Fallo con parada en rueda libre y 0 P: Fallo con parada en rampa f 0 5: Fallo con parada rápida</p>	YES

Menú de comunicación COM-



Los parámetros sólo pueden modificarse en parado, sin orden de marcha. Las modificaciones de los parámetros Add, tbr, tFO, AdCO y bCO no entran en vigor hasta después de una desconexión seguida de una puesta en tensión. En el terminal remoto opcional, este menú es accesible en la posición del conmutador.

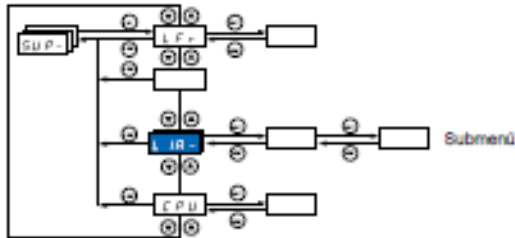


Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
AdD	Modbus: dirección del variador	1 a 247	1
tbr	Modbus: velocidad de transmisión 1. 0: 4800 bits/segundo 9. 6: 9600 bits/segundo 19. 2: 19.200 bits/segundo (Atención: sólo este valor permite utilizar el terminal remoto)		19200
tFO	Formato de comunicación Modbus 0 0: 8 bits de datos, paridad impar, 1 bit de parada 0 1: 8 bits de datos, paridad par, 1 bit de parada (Atención: sólo este valor permite utilizar el terminal remoto) 0 1: 8 bits de datos, sin paridad, 1 bit de parada 0 1: 8 bits de datos, sin paridad, 2 bits de parada		0E1
tCO	Modbus: time-out	0,1 a 10 s	10 s
AdC	CANopen: dirección del variador	0 a 127	0
bC	CANopen: velocidad de transmisión 1 0: 10 kilobits/segundo 2 0: 20 kilobits/segundo 5 0: 50 kilobits/segundo 1 2 5: 125 kilobits/segundo 2 5 0: 250 kilobits/segundo 5 0 0: 500 kilobits/segundo 1 0 0 0: 1.000 kilobits/segundo		125
E r C	CANopen: registro de errores (sólo lectura) 0: "No error" 1: "Bus off error" 2: "Life time error" 3: "CAN overrun" 4: "Heartbeat error"		
F L C	Forzado local n 0: No asignada L 1: Entrada lógica LI1 L 2: Entrada lógica LI2 L 3: Entrada lógica LI3 L 4: Entrada lógica LI4 L 5: Entrada lógica LI5 L 6: Entrada lógica LI6 El forzado local devuelve el control del variador al bomero y al terminal.		n0
F L C	Elección del canal de consigna y control en forzado local Accesible sólo si LAC = 3 En forzado local, sólo se tiene en cuenta la referencia de velocidad. Las funciones PI, entradas sumatorias, etc. no están activas. Véanse los sinópticos en las páginas 33 a 36. A 1: Entrada analógica AI1, entradas lógicas LI A 2: Entrada analógica AI2, entradas lógicas LI A 3: Entrada analógica AI3, entradas lógicas LI A P: Potenciómetro (sólo variadores tipo A), botones RUN/STOP L C: Terminal remoto: consigna LFr (página 30), botones RUN/STOP/FWD/REV.		A1 A1P para ATV31...A



Estos parámetros sólo aparecen si la función ha sido validada.

Menú de supervisión SUP-



Los parámetros son accesibles en marcha o en parado.

En el terminal remoto opcional, este menú es accesible en cualquier posición del conmutador.

Ciertas funciones incluyen numerosos parámetros. Para facilitar la programación y evitar un tedioso desfile de parámetros, estas funciones han sido agrupadas en submenús.

Los submenús se identifican por un guión situado a la derecha de su código, como en los menús: **L I R -** por ejemplo.

Cuando el variador está en marcha, el valor mostrado corresponde al valor de uno de los parámetros de supervisión. Por defecto, el valor asignado es la frecuencia de salida aplicada al motor (parámetro rFr).

Durante la visualización del valor del nuevo parámetro de supervisión deseado, es preciso volver a pulsar de forma continua (2 segundos) la tecla "ENT" para validar el cambio de parámetro de supervisión y memorizarlo. Desde ese momento, será el valor de ese parámetro el que se visualizará en marcha (incluso tras una desconexión en tensión).

Sí no se confirma la nueva selección pulsando por segunda vez la tecla "ENT" de forma continuada, volverá al parámetro anterior después de la desconexión.

Nota: Tras una desconexión o un corte de red, el parámetro que se visualiza siempre es el estado del variador (por ejemplo, rDY). El parámetro seleccionado se visualiza tras una orden de marcha.

Menú de supervisión SUP-



Cód.	Descripción	Rango de variación
rFr	Consigna de frecuencia para control por el terminal integrado o por el terminal remoto	0 a 500 Hz
rPi	Consigna interna PI	0 a 100%
rFn	Consigna de frecuencia antes de rampa (en valor absoluto)	0 a 500 Hz
rFv	Frecuencia de salida aplicada al motor Este parámetro también se utiliza en la función + velocidad/- velocidad a través de las teclas ▲ y ▼ del teclado o del terminal. Muestra y valida el funcionamiento (véase la página 33). En el caso de un corte de red, no se memoriza rFv y es necesario volver a SUP- y rFr para volver a validar la función + velocidad/- velocidad.	- 500 Hz a + 500 Hz
SPd1 o SPd2 o SPd3	Frecuencia de salida en unidad seleccionada por el cliente SPd1, SPd2 o SPd3, según el parámetro SdS, página 22 (SPd3 en ajuste de fábrica).	
LCr	Corriente en el motor	
OPr	Potencia del motor 100% = Potencia nominal del motor, calculada a partir de los parámetros indicados en el menú drC-	
ULn	Tensión de red (proporciona la tensión de red a través del bus CC, en régimen de motor o en parado)	
hNr	Estado térmico del motor 100% = Estado térmico nominal 118% = Nivel "OLF" (sobrecarga motor)	
hNv	Estado térmico del variador 100% = Estado térmico nominal 118% = Nivel "OHV" (sobrecalentamiento variador)	
LFt	Último fallo aparecido bLf: Fallo del control del freno CFF: Configuración (parámetros) incorrecta CFV: Configuración (parámetros) no válida CQF: Fallo de comunicación en línea 2 (CANopen) CvF: Fallo de precarga condensadores EEF: Fallo de memoria EEPROM EPF: Fallo externo IFV: Fallo interno LFF: Fallo 4-20 mA en AI3 nOF: No hay fallo memorizado ObF: Fallo de sobretensión del bus CC OCF: Fallo de sobrecorriente OVF: Fallo de sobrecalentamiento del variador OLF: Fallo de sobrecarga del motor OPF: Fallo de corte de fase del motor OSF: Fallo de sobretensión de la red PNF: Fallo de pérdida de fase de red SCF: Fallo de cortocircuito del motor (fase, tierra) SCV: Fallo de comunicación Modbus SOF: Fallo de sobrevelocidad del motor EAF: Fallo de autoajuste USF: Fallo de subtensión de la red	
OPr	Par motor 100% = par nominal del motor, calculado a partir de los parámetros indicados en el menú drC-	
rFN	Tiempo de funcionamiento Tiempo acumulado de puesta en tensión del motor: de 0 a 9999 (horas), y luego de 10,00 a 65,53 (kilohoras). Puede restablecerse a cero con el parámetro rPr del menú FLt (consulte la página 22).	0 a 65530 horas



Estos parámetros sólo aparecen si la función ha sido validada.

Mantenimiento

Mantenimiento

El Altivar 31 no requiere mantenimiento preventivo. Sin embargo, es aconsejable realizar de forma periódica las siguientes operaciones:

- Compruebe el estado y los aprietes de las conexiones.
- Asegúrese de que la temperatura del entorno del aparato se mantiene a un nivel aceptable y que la ventilación es eficaz (duración de vida media de los ventiladores: de 3 a 5 años según las condiciones de uso).
- Quitar el polvo al variador en caso necesario.

Asistencia a la manipulación, visualización de fallo

Si detecta anomalías en la puesta en servicio o durante la explotación, compruebe en primer lugar que las recomendaciones relativas a las condiciones ambientales, el montaje y las conexiones se han respetado.

El primer fallo que se detecta queda grabado en memoria y aparece parpadeando en la pantalla: el variador se bloquea y el contacto del relé de fallo (RA - RC) se abre, si ha sido configurado con esta función.

Eliminación del fallo

Corte la alimentación del variador si se trata de un fallo no rearmable.

Espera a que se apague por completo el display.

Busque la causa del fallo y elimínela.

El desbloqueo del variador después de producirse un fallo se realiza de la siguiente forma:

- Dejando sin tensión de alimentación al variador hasta que se apaguen display e indicadores y seguidamente, debe ponerse de nuevo el variador en tensión
- Automáticamente, en el caso descrito en la función "rearranque automático" (menú FLI, Atr = YES)
- Mediante una entrada lógica, cuando está asignada a la función "reinicialización de fallo" (menú FLI, rSF = LI)

Menú de supervisión:

Permite prever y encontrar las causas de fallos mediante la visualización del estado del variador y de los valores actuales.

Repuestos y reparaciones:

Consulte los servicios de Schneider Electric.

Fallos - causas - soluciones

El variador no arranca y no muestra ningún fallo

- Si no se visualiza ningún elemento, compruebe que el variador esté conectado a la corriente y compruebe los cables de las entradas AI1 y AI2 y la conexión del conector RJ45.
- Al asignar las funciones "Parada rápida" o "Parada en rueda libre", el variador no arranca si las entradas lógicas correspondientes no tienen tensión. En estos casos, el display del ATV31 muestra el mensaje "nSt" cuando está en parada en rueda libre y "FSt" cuando está en parada rápida. Esta situación es normal, ya que dichas funciones se activan en el momento del rearme con vistas a conseguir la mayor seguridad en la parada en caso de que se corte el cable.
- Asegúrese de que la o las entradas de orden de marcha se accionan según el modo de control elegido (parámetro ICC del menú I-O).
- Si una entrada se asigna a la función de final de carrera y dicha entrada está a cero, el variador sólo podrá avanzar con una orden de sentido opuesto (véase la página 54).
- Si el canal de consigna (página 33) o el canal de control (página 34) se asigna a Modbus o a CANopen, cuando se ponga en tensión el variador visualizará nSt y permanecerá en parada hasta que el bus de comunicación envíe alguna orden.
- Si el LED del bus DC está encendido y no se visualiza nada, compruebe que no haya un cortocircuito en la alimentación 10 V.
- Si el variador muestra "rdY" y no avanza, compruebe que no haya un cortocircuito en la alimentación 10 V y verifique los cables de las entradas AI1 y AI2 y la conexión del conector RJ45.

Fallos no rearmables automáticamente

Debe suprimirse la causa del fallo antes del rearme quitando y volviendo a dar tensión al variador.

Los fallos CrF, SOF, trF, bLF y OPF también pueden rearmarse a distancia mediante una entrada lógica (parámetro rSF del menú FLI, página 63).

Fallo	Causa probable	Solución
bLF secuencia de freno	<ul style="list-style-type: none"> • corriente de apertura del freno no alcanzada • umbral de frecuencia de cierre de freno bEn=nO (no ajustado) cuando la orden de freno está afectada 	<ul style="list-style-type: none"> • Verifique la conexión variador/motor. • Verifique los devanados del motor. • Verifique el ajuste bEn del menú FLIn- (véase la página 60). • Realizar los ajustes indicados para bEn (ver páginas 52 y 60).
CrF circuito de carga de condensadores	<ul style="list-style-type: none"> • fallo de control del relé de carga o resistencia de carga deteriorada 	<ul style="list-style-type: none"> • Contacte con el servicio técnico.
EEF fallo EEPROM	<ul style="list-style-type: none"> • fallo de memoria interno 	<ul style="list-style-type: none"> • Verifique las condiciones del entorno (compatibilidad electromagnética). • Sustituya el variador.
IoF fallo interno	<ul style="list-style-type: none"> • cortocircuito en la alimentación 10 V • fallo interno 	<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe los circuitos conectados al 10 V • Compruebe los cables de las entradas AI1 y AI2 y la conexión del conector RJ45. • Verifique las condiciones ambientales (compatibilidad electromagnética). • Contacte con el servicio técnico.
DEE sobrecorriente	<ul style="list-style-type: none"> • parámetros de los menús SEI- y drC- incorrectos • inercia o carga demasiado alta • bloqueo mecánico 	<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe los parámetros de SEI- y drC-. • Compruebe el dimensionamiento motor/variador/carga. • Compruebe el estado de la mecánica.
SEF cortocircuito del motor	<ul style="list-style-type: none"> • cortocircuito o puesta a tierra en la salida del variador • corriente de fuga a tierra importante en la salida del variador en el caso de varios motores en paralelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Verifique los cables de conexión del variador al motor y el aislamiento del motor. • Reduzca la frecuencia de corte. • Ajuste las inductancias en serie con el motor.
SDF sobrevelocidad	<ul style="list-style-type: none"> • inestabilidad o carga de accionamiento muy elevada 	<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe los parámetros del motor, la ganancia y la estabilidad. • Añada una resistencia de frenado. • Compruebe el dimensionamiento motor/variador/carga.
LoF error de autoajuste	<ul style="list-style-type: none"> • motor especial o motor cuya potencia no está adaptada al variador • motor no conectado al variador 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilice la ley L o la ley P (véase UPt, página 24). • Compruebe la presencia del motor durante el autoajuste. • En caso de utilizar un contactor aguas abajo, ciérralo durante el autoajuste.

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
- Creuss, Instrumentos industriales, octava edición, McGraw-Hill, Colombia 1990
- Robert L. Mott ,Resistencia de Materiales, Tercera Edición, Prentice-Hall, México
- Manual de funcionamiento del Variador Altiva31, Telemecanique
- Manual de funcionamiento del Modulo Ethernet 499TWD01100
- 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
- "Redes de comunicación", Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2008.
- Robert L. Mott ,Mecánica de Fluidos, Sexta Edición, Prentice-Hall, México