

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

SEDE LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MONITOREO Y CONTROL DE NIVEL DEL BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA EL LABORATORIO DE BOMBAS CENTRIFUGAS A TRAVÉS DE INTERNET, MEDIANTE LABVIEW DATALOGGING AND SUPERVISORY CONTROL (DSC).

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTROMECAÁNICO

IZA COFRE LUIS MARCO

Latacunga, Octubre 2009

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por Iza Cofre Luis Marco, bajo nuestra supervisión.

Ing. Marco Singaña
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Miguel Carvajal
CODIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida y darme la capacidad para ser constante en mi anhelo de concluir este trabajo, a mis padres por inculcar valores y principios que me permitirá superar las dificultades durante mi vida, a mis maestros porque siempre estuvieron pendientes de mis situaciones en toda mi carrera.

Iza Luis

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, por darme siempre las fuerzas y el cariño para seguir adelante.

Iza Luis

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
SEDE LATACUNGA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECHANICA**

AUTORIZACIÓN:

YO Iza Cofre Luis Marco

Autorizo la publicación en la Biblioteca Virtual de la Institución el trabajo "MONITOREO Y CONTROL DE NIVEL DEL BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA EL LABORATORIO DE BOMBAS CENTRIFUGAS A TRAVÉS DE INTERNET, MEDIANTE LABVIEW DATALOGGING AND SUPERVISORY CONTROL (DSC)". Cuyo contenido, ideas y criterios son exclusiva responsabilidad y autor

Latacunga, Noviembre 2009

.....
Iza Cofre Luis Marco

CI: 0502548803

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
INTRODUCCIÓN.....	i
ANTECEDENTES.....	iii
OBJETIVO GENERAL.....	iv
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	iv
JUSTIFICACIÓN.....	iv
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL (SCADA).....	1
1.1.1. DEFINICIÓN.....	1
1.1.2. PRESTACIONES DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL.....	2
1.2. CONCEPTOS BÁSICOS ASOCIADOS A UN SISTEMA SUPERVISIVO	3
1.2.1. TIEMPO REAL.....	3
1.2.2. HARDWARE EN SISTEMAS DE SUPERVISIÓN: PLC, FIELDPOINTS.....	4
1.2.3. TARJETAS DE EXPANSIÓN.....	5
1.2.4. LA ESTRUCTURA ABIERTA.....	7
1.2.4.1. Capas del modelo OSI.....	10
1.3. AUTOMATIZACIÓN BÁSICA.....	13
1.4. PLATAFORMA DE SUPERVISIÓN.....	14
1.5. MEDIOS DE COMUNICACIÓN.....	15
1.5.1. MEDIOS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICOS.....	15
1.5.1.1. Características de los medios inalámbricos.....	17
1.5.1.2. Características según el medio no guiado.....	18
1.5.1.3. Protocolos de comunicación inalámbrica.....	20

1.5.1.3.1. Wi –Fi.....	21
1.5.1.3.2. Bluetooth.....	21
1.5.1.3.3 Zigbee.....	22
1.5.2. MÓDEMS INALÁMBRICOS.....	24
1.5.2.1. Tipos de interfaces de módems inalámbricos.....	24
1.5.2.2. Redes para modems inalámbricos.....	25
1.5.3. MEDIOS DE COMUNICACIÓN ALÁMBRICOS.....	26
1.5.3.1. Cables de cobre.....	26
1.5.4. COMPONENTES DE UNA RED.....	31
1.5.5. TIPOS DE REDES	36
1.5.5.1. Red de área local o LAN.....	37
1.5.5.2. Red de área Metropolitana o MAN.....	37
1.5.5.3. Red de área Extendida o WAN.....	38
1.5.6. TOPOLOGÍA DE RED.....	38
1.5.6.1. Anillo.....	38
1.5.6.2. Estrella.....	39
1.5.6.3. Bus.....	40
1.7 INTERNET.....	40
1.7.1 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN.....	42
1.8 ADQUISICIÓN DE DATOS.....	45
1.9 PROGRAMACIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE LABVIEW DSC.....	45
1.9.1. INTRODUCCIÓN.....	45
1.9.1.1 El panel frontal y el diagrama de bloques.....	46
1.9.1.2 LabVIEW Datalogging and Supervisory Control (DSC).....	46
1.9.1.3 Desarrollo una aplicación con LabVIEW DSC.....	50
1.9.1.4. Servidores.....	51
1.9.1.5 Visualización y control con LabVIEW DSC.....	52
1.9.1.6. Trabajo en red con LabVIEW.....	53

CAPÍTULO II

SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS E IMPLEMENTACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS.....	56
2.1 SELECCIÓN DE TRANSDUCTORES.....	56
2.1.1. DISPÓSITO DEL FLUIDO.....	56
2.1.2 TRANSDUCTOR DE NIVEL.....	57
2.1.3 SENSOR ULTRASÓNICO UB800-18GM40-I-V1.....	58
2.1.3.1 Conector macho V1-G-2m-Pvc.....	59
2.1.4. SENSOR CAPACITIVO CCN5-F46A-E3.....	59
2.1.5 MÓDULO FIELDPOINT FP – 1601.....	60
2.1.5.1 Módulo FP-AI-110.....	61
2.1.5.2 Módulo FP-AO-210.....	62
2.1.5.3 Módulo FP-DI-330.....	63
2.1.5.4 Módulo FP-DO-410.....	63
2.1.6 AUTOMATISMOS DE CONTROL INDUSTRIAL.....	64
2.1.7. BOMBAS CENTRIFUGAS.....	65
2.1.8 TUBERÍAS Y VÁLVULAS.....	67
2.1.8.1 Válvulas de esfera.....	67
2.1.8.2 Válvula de compuerta.....	68
2.1.8.3 Válvula de control.....	68
2.2 IMPLEMENTACIÓN DE TRANSDUCTORES Y ACONDICIONAMIENTO DE LA SEÑAL.....	69
2.2.1. ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES DEL SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL DE LÍQUIDOS.....	69
2.2.1.1. Ajuste y calibración de las señales del Nivel de Líquidos.....	70
2.2.2. DETECTOR DE NIVEL LIQUIPHANT T FTL 20-0214.....	70
2.2.3. ACTUADOR LINEAL ML7420A3055.....	71
2.2.4. FIELDPOINT 1601.....	73

2.2.4.1	Módulo de entradas de señales análogas FP AI – 110.....	74
2.2.4.2	Módulo de salidas de señales análogas FP AO-210.....	75
2.2.4.3	Módulo de entradas de señales discretas FP DI-330.....	75
2.2.4.4	Módulo de salida de señales discretas FP DO-410.....	76
2.2.4.5	Variador de velocidad ATV11HU18M2A.....	77
2.3.	DISEÑO DE LA PLATAFORMA DE CONTROL Y MONITORE	79
2.3.1	PLATAFORMA LABVIEW.....	79
2.3.2	PANEL FRONTAL PRINCIPAL.....	80
2.3.3	PANEL FRONTAL Y EL DIAGRAMA DE BLOQUES MONITOREO Y CONTROL DE NIVEL.....	82
2.4	COMUNICACIÓN FIELDPOINT CON EL DSC.....	87
2.4.1	CONFIGURACIÓN DE LA RED.....	87
2.4.2	CONFIGURACIÓN DEL FIELDPOINT Y LOS MÓDULOS E/S CON MAX.....	89
2.5	CONFIGURACIÓN DE LA RED INTERNET.....	94
2.5.1.	PUBLICACIÓN DE DATOS CON SERVIDOR WEB DE LABVIEW.....	96
2.5.2.	CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR WEB DE LABVIEW.....	97
2.5.3.	PUBLICACIÓN DEL PROYECTO EN LA WEB.....	99

CAPÍTULO III

PRUEBAS DE CAMPO DEL SISTEMA DEL SISTEMA DECONTROL Y MONITOREO DE CONTROL Y SUPERVISIÓN.....	102
3.1. PRUEBAS EN DISPOSITIVOS.....	102
3.1.1. RECEPCIÓN DE SEÑALES ANÁLOGAS.....	102
3.1.2. TRANSMISIÓN DE SEÑALES ANÁLOGAS.....	103
3. 1.3. RECEPCIÓN DE SEÑALES DISCRETAS.....	104
3. 1.4. TRANSMISIÓN DE SEÑALES DISCRETAS.....	105
3.2 PRUEBAS DE CONTROL LOCAL Y SUPERVISIÓN DEL PROCESO.....	106

3.2.1. CONEXIONES ELÉCTRICAS.....	106
3.2.2 CONTROL DE POSICIÓN EN LA VÁLVULA PROPORCIONAL.....	107
3.2.3. CONTROL DE VELOCIDAD.....	108
3.2.4 CONDICIONES INICIALES DEL SISTEMA.....	109
3.2.5. CONTROL LOCAL DEL SISTEMA.....	110
3.3. PRUEBAS EN EL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL A TRAVÉS DE INTERNET.....	112
3.3.1. PRUEBAS COMUNICACIONES.....	112
3.3.2. CONTROL REMOTO DEL SISTEMA.....	113

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	115
4.1. CONCLUSIONES.....	115
4.2. RECOMENDACIONES.....	116
BIBLIOGRAFÍA.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL (SCADA)

Figura 1.1 Monitoreo y control de Procesos.....	1
Figura 1.2 Ranuras ISA.....	5
Figura 1.3 Tarjeta VESA Local Bus.....	6
Figura 1.4 Ranuras PCI.....	6
Figura 1.5 Ranuras AGP.....	7
Figura 1.6 Arquitectura de capas.....	8
Figura 1.7 Modelo de Comunicaciones.....	10
Figura 1.8 Capas del modelo OSI.....	10
Figura 1.9 Pequeño sistema SCADA.....	14

Figura 1.10 Aplicación de los medios inalámbricos.....	16
Figura 1.11 Antenas Omnidireccionales para Ondas de Radio.....	18
Figura 1.12 Microondas Terrestres.....	19
Figura 1.13 Microondas por Satélite.....	20
Figura 1.14 Aplicación de Comunicación por Infrarrojos.....	20
Figura 1.15 Aplicaciones de Zigbee.....	24
Figura 1.16 Cables STP.....	29
Figura 1.17 Cables UTP.....	29
Figura 1.18 Cable Coaxial.....	30
Figura 1.19 Estructura de un cable Coaxial.....	31
Figura 1.20 Tarjetas o Placas de Interfaz de Red.....	32
Figura 1.21 Sistema de Cableado.....	32
Figura 1.22 Periféricos Compartidos.....	33
Figura 1.23 Red LAN con Repetidor.....	33
Figura 1.24 Red LAN.....	37
Figura 1.25 Red de área Metropolitana o MAN.....	37
Figura 1.26 Red WAN.....	38
Figura 1.27 Topología en Anillo.....	39
Figura 1.28 Topología en Estrella.....	39
Figura 1.29 Topología de Bus.....	40
Figura 1.30 Red cliente – servidor.....	41
Figura 1.31 Red par a par.....	41
Figura 1.32 Red de Internet.....	42
Figura 1.33 Panel Frontal de un Instrumento Virtual realizado en LabVIEW.....	47
Figura 1.34 Paleta de controles modificada por LabVIEW DSC.....	48
Figura 1.35 Paleta de funciones modificada por LabVIEW DSC.....	49
Figura 1.36 Diagrama de partes del módulo DSC.....	50
Figura 1.37 Esquema de un Monitoreo y Control Remoto.....	54

Figura 1.38 Comunicación mediante DataSocket.....	55
---------------------------------------------------	----

CAPÍTULO II

SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS E IMPLEMENTACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

Figura 2.1 Depósito de fluido del banco de pruebas.....	57
Figura 2.2 Detector de nivel tipo horquilla Liquiphant T FTL 20-0214.....	57
Figura 2.3 Sensor ultrasónico UB800-18GM40-I-V1.....	58
Figura 2.4 Conector macho V1-G-2M-PVC.....	59
Figura 2.5 Sensores capacitivos CCN5-F46A-E3.....	60
Figura 2.6 Módulo FieldPoint FP-1601.....	61
Figura 2.7 Variador de velocidad ALTIVAR 11.....	65
Figura 2.8 Bomba hidráulica tipo centrífuga de marca GOULDS.....	66
Figura 2.9 Válvula de esfera o globo.....	68
Figura 2.10 Válvula de compuerta.....	68
Figura 2.11 Válvula de control.....	69
Figura 2.12 Sensor de nivel en el tanque.....	70
Figura 2.13 Conexión eléctrica del detector Liquiphant T FTL 20-0214.....	71
Figura 2.14 Válvula de control con actuador lineal ML7420A3055.....	72
Figura 2.15 Conexión eléctrica del Actuador ML7420A3055.....	73
Figura 2.16 Componentes principales del FieldPoint 1601.....	74
Figura 2.17 Señal de corriente entrada del canal FP AI-110.....	74
Figura 2.18 Señal de voltaje entrada del canal FP AI-110.....	75
Figura 2.19 Señal de voltaje salida del canal FP AO-210.....	75
Figura 2.20 Señal discreta entrada del canal FP DI-330.....	76
Figura 2.21 Señal discreta salida del canal FP DO-410.....	76

Figura 2.22 Panel frontal del variador de velocidad ATV11HU18M2A.....	78
Figura 2.23 Conexión eléctrica del variador de velocidad ATV11HU18M2A.....	79
Figura 2.24 Automatismos de circuitos eléctricos de fuerza y control.....	79
Figura 2.25 Panel Frontal Principal control de nivel.....	80
Figura 2.26 Panel “lista del usuario”.....	81
Figura 2.27 Diagrama de bloques del Panel Frontal Principal.....	81
Figura 2.28 Panel Frontal general del módulo.....	82
Figura 2.29 Panel Frontal del monitoreo y control del nivel.....	83
Figura 2.30 Diseño de monitoreo y control del nivel.....	85
Figura 2.31 Diagrama de bloques del PID.....	85
Figura 2.32 Diagrama de bloques acondicionamiento del sensor.....	86
Figura 2.33 Diagrama de bloques de gráfica del nivel.....	86
Figura 2.34 Diagrama de bloques de grabación de datos.....	86
Figura 2.35 Conexión de red y acceso telefónico.....	87
Figura 2.36 Protocolo de Internet (TCP/IP).....	87
Figura 2.37 Propiedades del Protocolo Internet (TCP/IP).....	88
Figura 2.38 Switch de reset del FieldPoint 1601.....	90
Figura 2.39 Pantalla principal del Software MAX.....	91
Figura 2.40 Ventana de configuración.....	91
Figura 2.41 Configuración de la dirección IP.....	92
Figura 2.42 Dirección IP del módulo FP-1601.....	92
Figura 2.43 Dirección IP del módulo FP-1601.....	93
Figura 2.44 Indicación de dispositivos conectados al módulo FP-1601.....	93
Figura 2.45 Archivo de configuración con extensión .iak “BOMBAB1”.....	94
Figura 2.46 Ventana “Options” del menú LabVIEW.....	97
Figura 2.47 Ventana de configuración “Web Server: Configuration.”.....	97
Figura 2.48 Ventana de configuración “VI Server TCP/IP Access”.....	98
Figura 2.49 Ventana de configuración “VI Server Exported VIs”.....	98

Figura 2.50 Ventana de configuración “Web Server Configuration”	98
Figura 2.51 Ventana de configuración “Web Server: Browser Access”	99
Figura 2.52 Ventana de configuración “Web Server: Visible VIs”	99
Figura 2.53 Herramienta de publicación web	100
Figura 2.54 Ventana para grabación de páginas HTM	100
Figura 2.55 Ventana de reemplazo de documentos existentes	101
Figura 2.56 Nombre del URL para acceder al servidor	101
Figura 2.57 Publicación del proyecto industrial	101

CAPÍTULO III

PRUEBAS DE CAMPO DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO

Figura 3.1 Señales análogas de ingreso al FP AI-110	103
Figura 3.2 Señales análogas de salida al FP AO-210	103
Figura 3.3 Señales discretas de entrada al FP DI-330	105
Figura 3.4 Señales discretas de salida al FP DO-410	106
Figura 3.5 Monitoreo y control de nivel	111
Figura 3.6 Monitoreo y control de nivel	111
Figura 3.7 Red física del Banco de Pruebas	112
Figura 3.8 Dirección IP del Modem de Porta	113
Figura 3.9 Respuesta del Modem de Porta	113
Figura 3.10 Dirección URL de acceso al servidor del proceso	114
Figura 3.11 Panel de monitoreo y control del sistema en forma remota	114

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO III

PRUEBAS DE CAMPO DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO

Tabla 3.1 Distribución de canales en el FP AI-110.....	102
Tabla 3.2 Distribución de canales en el FP AO-210.....	103
Tabla 3.3 Distribución de canales en el FP DI-330.....	104
Tabla 3.4 Distribución de canales en el FP DO-410.....	105
Tabla 3.5 Datos experimentales del Vástago de la válvula de control.....	108
Tabla 3.6 Parámetros de ajuste en el variador de velocidad ATV11HU18M2A.....	108

INTRODUCCIÓN

Al considerar un sistema distribuido, es una buena idea observar primero todo el sistema. La infraestructura del sistema se halla en el nivel más alto y puede simplificarse a los servidores críticos y a la red. El software que corre en los servidores críticos debe manejar las transferencias de la red, datos, visualización de datos, alarmas, eventos y la seguridad. Una característica crucial de la infraestructura es que debe ser capaz de comunicarse con el resto del hardware mediante un protocolo común, tal como el TCP/IP. El software usado en cada máquina de la red debe soportar los mismos protocolos de comunicación. Además, los servidores críticos deben soportar diversos protocolos de comunicación, de manera que puedan comunicarse con máquinas antiguas y de próxima generación. Al seleccionar un software, tal como LabVIEW (DSC), que soporta numerosos protocolos estándar de la industria, es crucial reducir el tiempo de desarrollo para cada máquina de la red e integrar dispositivos en red con los servidores críticos.

Red

A medida que un sistema de adquisición de datos crece, éstos pueden almacenarse en múltiples computadores y ser monitoreados centralmente o bien pueden almacenarse en un solo servidor central. El desafío más difícil es comunicarse con datos en vivo. A fin de hacer eso fácilmente, las herramientas de software deben integrarse con la tecnología nativa de red del sistema operativo y hacerlo lo más transparente posible. Las herramientas de red deberían diseñarse para maximizar la transferencia de datos y deberían ser estables y confiables cuando se produzcan interrupciones en la red. El OLE for Process Control (OPC) es una interface industrial normalizada mediante la cual el software y el hardware pueden comunicarse independientemente del fabricante. LabVIEW provee soporte para OPC a través del Módulo LabVIEW Datalogging and Supervisory Control (DSC), aunque el OPC puede no operar al rendimiento requerido

para altas velocidades; en este caso el Módulo DSC también incluye un protocolo propio para optimizar el rendimiento. Los servidores críticos también deberían poder hacer registro de datos, que es el proceso de adquirir y almacenar datos en un archivo o base de datos. Cuanto más complicada sea una aplicación, más crítico se torna tener herramientas que realicen bien esta tarea. Pequeñas cantidades de datos pueden almacenarse fácilmente en archivos de texto o de base de datos, sin embargo, cantidades mayores de datos aprovechan mejor, formatos más elaborados de almacenamiento de datos.

Cuando se construye una base de datos, algunos de los desafíos más comunes son diseñar una estructura de archivos y datos fácil de usar y escalable. Sin las herramientas apropiadas los ingenieros pueden llegar a gastar horas diseñando y modificando sus estructuras de datos.

El módulo DSC posee una base de datos diseñada para satisfacer las necesidades de las aplicaciones de medición y control. Al tener una estructura jerárquica y de datos definida, la base de datos provee una mejor utilización del espacio y rendimiento.

Con el Módulo DSC, los ingenieros pueden configurar y monitorear alarmas usando el asistente HMI, permitiéndoles focalizar la causa de las alarmas, en lugar de programar por sí mismos una infraestructura de alarmas.

Servidor de Internet

Teniendo en cuenta la influencia que tiene Internet hoy en día en todos los ámbitos, se ha explotado la posibilidad que ofrece LabVIEW para ejercer de servidor de Internet, permitiendo así a cualquier usuario autorizado acceder a la página WEB de la Planta Piloto mediante cualquier Browser y poder visualizar on-line el estado del proceso (valores de los sensores, alarmas, etc.). Desde cualquier PC ubicado en cualquier lugar del mundo, el usuario puede cambiar los puntos de consigna o incluso enviar las acciones de control a los actuadores. Esta alternativa proporciona gran flexibilidad a la aplicación, al mismo tiempo que no ocasiona ningún gasto

adicional, pues hace uso de las líneas telefónicas y otros medios que ya están instaladas, y además el tiempo de desarrollo de esta nueva funcionalidad es mínimo.

ANTECEDENTES

En el ámbito docente, a veces no se dispone de la infraestructura necesaria para la realización de prácticas específicas, bien porque los prototipos que se requieren son costosos o el número de alumnos al cual va dirigido es mínimo y no justifica la inversión. No obstante, es imprescindible que el alumno tome contacto con procesos industriales reales, dispositivos de campo; y no conformarse, exclusivamente, con simulaciones que en muchos casos, no representan la realidad industrial a la que deberán enfrentarse.

El problema de la infraestructura podría solventarse utilizando tecnologías de información establecidas hoy en día, en particular Internet. En este sentido una solución atractiva y novedosa podría consistir en la utilización de un proceso “industrial compartido” al cual se pudiera acceder desde la Web. El alumno podría, en primera instancia, obtener información acerca del funcionamiento del proceso, observar la evolución de las variables que determinan el comportamiento actual del proceso (monitorización de las variables manipuladas, controladas, puntos de consigna), así como permitir al usuario comandar el proceso (establecer qué entradas aplicaría) e incluso, controlarlo, sustituyendo unos algoritmos de control por otros.

Con esta filosofía se ha desarrollado una plataforma de aplicación que permite monitorizar y comandar un proceso industrial similar al que existen en muchas empresas.

Esta aplicación permite al alumno interactuar con el proceso, con el fin de familiarizarse con éste y posteriormente actuar sobre él. Todo ello de una forma remota y por tanto no presencial.

OBJETIVO GENERAL

Monitorear y controlar el nivel en el banco de pruebas automatizado para el Laboratorio de bombas centrífugas a través de Internet, mediante LabVIEW Datalogging and Supervisory Control (DSC).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adecuar el control de la variable “nivel” en el banco de pruebas de bombas centrífugas asistido por computadora, tal que este módulo pueda comunicarse con el usuario con total facilidad y en forma transparente.
- Diseñar la plataforma para el monitoreo y control del banco de pruebas automatizado, para la obtención confiable y dinámica de la variable física vía Internet.
- Elegir el tipo de dispositivo más adecuado que permitirá la conexión del proceso internet, para transmisión de datos.
- Configurar una red que permita acceder a la Web, para visualizar y controlar el proceso en tiempos real.

JUSTIFICACIÓN

El proyecto que se pretende construir se justifica por las siguientes razones:

a) Aprovechar el módulo del banco de pruebas automatizado del laboratorio de bombas centrífugas, que tiene equipos de mayor exactitud, fiabilidad y confiabilidad.

Mediante un costo económico accesible; a este Banco de pruebas, con readecuación del circuito hidráulico, implementación de transmisores y actuadores se dotará del sistema de control de nivel vía Internet.

b) Con este proyecto, se ganará en funcionalidad, ya que fortalecerá los laboratorios de bombas y de control de accionamiento electromecánicos.

c) Ofrecer la posibilidad de controlar el proceso a través de Internet; método de control, con sus respectivas tecnologías, que se encuentra actualmente vigente a nivel de grandes industrias, principalmente en el sector petrolero.

d) Posibilidad de trabajar con una mayor cantidad de procesos, por parte de los alumnos, ya que es un módulo didáctico que permitirá interactuar con éste vía Internet.

e) Este proyecto también se justifica ya que no existen temas anteriormente desarrollados, que relacione un control del proceso vía Internet

ALCANCES Y METAS

- Determinar el correcto funcionamiento de la conexión vía Internet.
- Realizar pruebas al dispositivo de conexión a internet y al proceso para observar su funcionamiento.
- Reducir costos y garantizar la seguridad y flexibilidad del proceso, en comparación con procesos y sistemas existentes.
- Elaborar un soporte teórico y manual de usuario del modulo para facilitar su funcionamiento y operación.

Dotar de este módulo para actualizar los Laboratorios de enseñanza – aprendizaje para los estudiantes, con tecnología actualizados

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL (SCADA)¹

1.1.1. DEFINICIÓN.

SCADA viene de las siglas de "Supervisory Control And Data Acquisition", es decir: Adquisición de Datos y Control de Supervisión. Se trata de una aplicación software especialmente diseñada para funcionar sobre computadores en el control de producción dentro de una empresa.

El SCADA permite al operador tener en una estación central el control del proceso distribuido, para poder modificar los valores de referencia de los controladores situados a distancia, abrir o conmutar, monitorear alarmas y almacenar información, si las distancias son considerables se obtiene buena eficiencia.

En este tipo de sistemas usualmente existe uno o varios computadores que efectúan tareas de supervisión y control de alarmas, como se puede observar en la Figura 1.1.



Figura 1.1 Monitoreo y control de Procesos.

1.1.2. PRESTACIONES DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL.

¹ www.hmi.control.iautomatic.maximac.interface.com

Un sistema SCADA debe estar en disposición de ofrecer las siguientes prestaciones:

- Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómeta, bajo ciertas condiciones.
- Crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.

Todas estas acciones se llevan a cabo mediante un paquete de funciones que incluye zonas de programación en un lenguaje de uso general (como C, Pascal, o Basic), lo cual confiere una potencia muy elevada y una gran versatilidad. Algunos SCADA ofrecen librerías de funciones para lenguajes de uso general que permiten personalizar de manera muy amplia la aplicación que desee realizarse con dicho SCADA.

➤ **Requisitos de un Sistema de Supervisión y Control.**

Un SCADA debe cumplir ciertas características para que su instalación sea perfectamente aprovechada:

- Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables con el usuario.
- Deben comunicarse con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión).
- Deben ser sistemas de arquitectura abierta, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa.

➤ **Módulos de un sistema de supervisión y control.**

Los módulos o software que permiten las actividades de adquisición, supervisión y control son los siguientes:

- **Configuración.**

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

- **Interfaz gráfico del operador.**

El proceso se representa mediante gráficos sinópticos almacenados en el ordenador de proceso y generados desde el editor incorporado en el SCADA

- **Módulo de proceso.**

Ejecuta las acciones de mando pre-programadas a partir de los valores actuales de variables leídas.

- **Gestión y archivo de datos.**

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

1.2. CONCEPTOS BÁSICOS ASOCIADOS A UN SISTEMA SUPERVISOR.

Ciertas tareas industriales están actualmente en manos de los ordenadores, desde emplear la tecnología Windows, cuando se manejan pedidos y/o se ajustan parámetros de maquinaria, hasta preparar o visualizar datos prácticamente de cualquier tipo.

1.2.1. TIEMPO REAL.

La capacidad en tiempo real se refiere a la capacidad del computador en programas de procesamiento de datos para que siempre esté listo para procesar y proporcionar los resultados dentro de un tiempo especificado. En este contexto "estrictamente en tiempo real" significa que un sistema reacciona a los eventos externos dentro de un tiempo especificado en un 100% de los casos. Además si se habla de "tiempo real" el sistema debe responder en tiempos concretos también en un 100% de los casos. Si, de otra forma, los tiempos concretos de

reacción pueden superarse en ciertos casos, como en sistemas no críticos, se trata de "tiempo real suave".

En algunas ocasiones se puede ver referencias sobre sistemas de tiempo real cuando solo se quiere decir que el sistema es rápido. Cabe mencionar que "tiempo real" no es sinónimo de rapidez; esto significa que no es la latencia de la respuesta lo que enfoca en un sistema de tiempo real (esta latencia a veces esta en el orden de los segundos), el enfoque en tiempo real de la latencia es el asegurarse de que la latencia del sistema es la suficiente para resolver el problema que al cual el sistema está dedicado.

Si el tener una falla en el tiempo de latencia de un proceso del sistema, lleva como consecuencia un error en éste, entonces esos procesos se consideran de tiempo real duro. Si el tener una falla en un proceso del sistema no conlleva una falla en el sistema, siempre y cuando esta falla esté dentro de ciertos límites establecidos (es posible fallar en la latencia una de cada 1000 veces o una de cada 100, o fallar siempre y cuando el error no exceda el 3% de la latencia)² entonces esos procesos se llaman procesos de tiempo real suave.

1.2.2. HARDWARE EN SISTEMAS DE SUPERVISIÓN: PLC, FIELDPOINTS.

Las tareas automatizadas de control, visualización y computación pueden ser efectuadas por PLCs (conectados en red mediante los módulos adecuados) mejor que con sistemas exclusivos de control basados en PC. Lo que finalmente es práctico, depende de un gran número de factores y la mayoría deben ser considerados individualmente para cada proyecto de automatización.

Los factores cruciales, no obstante, son los atributos de capacidad en tiempo real y las propiedades de seguridad que hasta ahora han sido fuertemente asociadas con el PLC, aunque el PC también puede disponer de la característica de capacidad en tiempo real. Un sistema de control es inconcebible sin capacidad en tiempo real.

² <http://www.geocities.com/txmetsb/sistemas-de-tiempo-real.htm>

Los PLC y FieldPoint, en la mayoría de los casos, están diseñados específicamente para ser empleados en ambientes industriales exigentes y han sido continuamente desarrollados de forma que sus sistemas operativos en tiempo real representan su mayor virtud. Ellos son y seguirán siendo la primera elección para todo control de tareas críticas o extremas por su rendimiento y simpleza, en los que un PC podría estar simplemente sobrecargado debido al trabajo que le pueden suponer otras tareas de ámbito común, como la gestión y visualización de datos, accesos a periféricos, bases de datos, etc.

1.2.3. TARJETAS DE EXPANSIÓN.

Como el sistema operativo sólo puede proporcionar respuestas suaves en tiempo real, lo más simple es emplear extensiones hardware para las tareas críticas (placas de expansión PC) y soluciones software para el resto de tareas. Esto lleva a una compatibilidad con futuros sistemas operativos y una solución totalmente factible.

Slots para tarjetas de Expansión

Son unas ranuras de plástico con conectores eléctricos donde se introducen las tarjetas de expansión (tarjeta de vídeo, de sonido, de red). Según la tecnología en que se basen, presentan un aspecto externo diferente:

- **Ranuras ISA.**

Son las más antiguos (Figura 1.2), un legado de los primeros tiempos del PC. Funcionan a unos 8 MHz y ofrecen un máximo de 16 Mbps, suficiente para conectar un módem o una tarjeta de sonido, pero muy poco para una tarjeta de vídeo.



Figura 1.2 Ranuras ISA.

- **Ranuras VESA Local Bus.**

Se empezó a usar en los computadores 486 (Figura 1.3) y se dejó de usar en los primeros tiempos del Pentium. Son un desarrollo a partir de ISA, que puede ofrecer unos 160 Mbps a un máximo de 40 MKz. Son muy largas, unos 22 cm, y su color suele ser negro, a veces con el final del conector en marrón u otro color.



Figura 1.3 Tarjeta VESA Local Bus

- **Ranuras PCI.**

Se tiene un conector PCI estándar actual. Pueden dar hasta 132 Mbps a 33 MHz, lo que es suficiente para casi todo, excepto quizá para algunas tarjetas de vídeo 3D. Miden unos 8,5 cm y generalmente son blancas (Figura 1.4).



Figura 1.4 Ranuras PCI.

- **Ranuras AGP.**

Este tipo de ranuras se dedica exclusivamente a conectar tarjetas de vídeo 3D, por lo que sólo suele haber una; además, su propia estructura impide que se utilice para todos los propósitos, por lo que se utiliza como una ayuda para el PCI (Figura 1.5). Según el modo de funcionamiento puede ofrecer 264 o incluso 528

Mbps y más reciente para las AGP 4X, 1056 Mbps. Mide unos 8 cm y se encuentra bastante separada del borde de la placa.



Figura 1.5 Ranuras AGP.

1.2.4. LA ESTRUCTURA ABIERTA³.

Aún no se ha establecido un estándar para poseer extensiones compatibles en tiempo real de sistemas operativos. De una forma estrictamente determinante, los sistemas estándar actuales deben ser modificados de forma general, así que la principal ventaja de un sistema basado en PC, su estructura abierta, puede llegar a ser un inconveniente. No obstante, la estructura abierta, permite a la empresa o el desarrollador más libertad en la elección de la herramienta adecuada para el análisis, diseño y programación del sistema SCADA. La solución comienza a ser propietaria nuevamente (cada empresa ofrece su solución) y la conversión a futuras generaciones de sistemas operativos lo hace más difícil.

Arquitectura de capas (Modelo OSI)

El concepto conocido como de técnicas estructuradas para resolver la arquitectura de sistemas conduce al agrupamiento de funciones en forma modular de capas o niveles, donde cada una de estas capas tiene como máximo sólo otras dos capas adyacentes (una superior y otra inferior). La que está más relacionada con la transmisión de datos entre los sistemas se ubica en la parte inferior, denominada capa física.

Esta capa define los componentes físicos actuales tales como los conectores y el cable y cómo se intercambian los datos entre los sistemas (Figura 1.6).

³ http://www.docirs.cl/arquitectura_tres_capas.htm

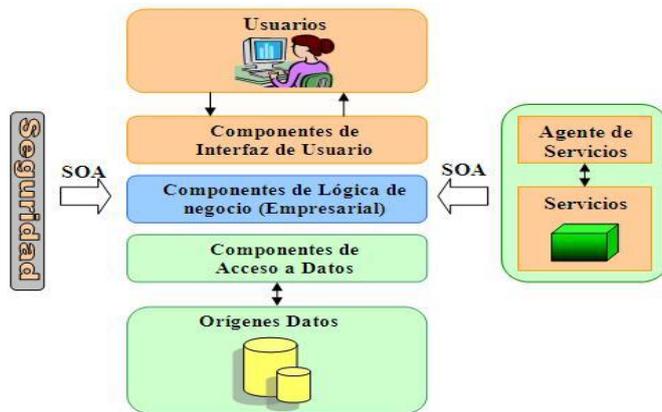


Figura 1.6 Arquitectura de capas.

Las capas del medio regulan el transporte de los datos desde el método de acceso a la red, pasando por varias etapas que hacen al control del tráfico. En estas capas se realizan una cantidad de funciones, tales como:

- **Encapsulado.**

Agregado de encabezamientos y eventualmente una cola a los datos recibidos de una capa superior. Los encabezamientos generalmente están constituidos por información de control referida especialmente a comandos, aunque también pueden incluir direcciones y otros campos específicos. El caso de la cola es muy particular y se refiere a un sistema de chequeo de errores en la información que está pasando.

- **Segmentación y re-ensamblado.**

Esto significa que la porción datos de la unidad de datos que recibe de la capa superior puede dividirse, para adaptarse a un tamaño limitado. Obviamente, al llegar la información a la capa semejante del nodo receptor, los datos recibidos deben re-ensamblarse para presentarlos a la capa superior siguiente en la forma original.

- **Establecimiento y control de la conexión.**

Puede incluir el asegurar una entrega ordenada, en especial cuando en el camino

entre los sistemas que se comunican hay varias rutas posibles que pasan por nodos intermedios diferentes.

- **Control de flujo**

Se trata de asegurar que la velocidad de entrada de datos a una capa no sobrepase sus posibilidades particulares. En la práctica se trata de evitar el desborde de los buffer correspondientes. Éste es un tipo de funcionalidad que puede operar en más de una capa.

- **Control de error.**

Es el mecanismo para detectar y corregir errores.

- **Multiplexado.**

Forma de compartir varias conexiones un mismo canal de alta velocidad, generalmente por división en el tiempo, asignando en forma cíclica un determinado intervalo de tiempo a cada conexión de baja velocidad.

Las comunicaciones entre sistemas de una red que ocupan nodos diferentes se hacen por medio de una comunicación física exclusivamente. Pero puesto que en cada sistema se tiene funcionalidades distintas que han comenzado a separar, las comunicaciones en cuestión deberán guardar ciertos protocolos, para que los entes similares de ambos sistemas produzcan una información que sea entendible para ambos a ese nivel particular.

Como la comunicación entre dichos entes no es directa, sino indirecta por medio de la conexión física, la información circulará dentro de cada sistema de modo que el ente que esté conectado al medio de comunicación física provea el servicio adecuado de comunicación al ente que esté por arriba de él.

Comunicación entre sistemas abiertos

Se dice que las entidades de capas homólogas de nodos diferentes pueden intercambiar mensajes conforme el protocolo correspondiente de dichas capas. Pero la "conexión" entre capas semejantes es sólo virtual o lógica. En la práctica

la comunicación se realiza bajando información por las capas del nodo transmisor, alcanzar al receptor vía el medio de comunicación, y subir por las capas del receptor hasta alcanzar capa semejante.

Cuando se analiza un sistema que envía información a otro sistema, se puede decir que en cada capa se encapsula el mensaje original, recibido de la capa superior agregando un encabezado. Debe tenerse presente como se muestra en la Figura 1.7 que estos encabezados y cola sólo tienen sentido para la capa homóloga o semejante del otro sistema.



Figura 1.7 Modelo de Comunicaciones.

1.2.4.1. Capas del modelo OSI⁴

El modelo OSI es un modelo conceptual que no define ni especifica interfaces y protocolos, únicamente establece criterios generales sobre cómo concebir las redes de comunicaciones de datos. En el proceso de transmisión de datos, intervienen componentes software y hardware. Debido a ello, los procedimientos se dividen en capas o niveles (Figura 1.8).



Figura 1.8 Capas del modelo OSI.

⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_OSI

En el modelo OSI se consideran siete niveles, en cada uno de ellos se procesan unidades de información denominadas PDU (Unidad de datos de protocolo).

Capa 1. Capa Física

En la emisión, esta capa recibe frames o paquetes de la capa 2, los convierte en señales eléctricas u ópticas equivalentes a los bits que los componen, y los coloca en el medio de transmisión. El proceso se invierte en recepción.

Generalmente se reconocen tres aspectos principales:

- **Mecánico.** Se refiere básicamente al tipo de conector a usar, como RJ-11, RJ-45, BNC, DB-9, DB-25, etc.
- **Eléctrico.** Niveles de tensión de transmisión y recepción (la señal de recepción tiene un nivel mucho menor), impedancia de la línea, interferencias, duración de los bits, forma de onda en recepción de los pulsos, etc.
- **Procedimientos.** Cómo se establece una comunicación y se intercambian datos. Es de particular importancia en las comunicaciones punto a punto.

Capa 2. Capa de Enlace de Datos

La capa física no chequea los datos que recibe. Es la que proporciona los medios para asegurar confiabilidad a la ristra de bits que recibe de la capa física.

Básicamente esta capa efectúa el control del flujo de la información que circula entre dos puntos que se comunican directamente. Esto le permite realizar la detección y corrección de errores, así como adicionalmente evitar el desborde de los buffers de recepción.

La corrección de errores en esta capa no exige necesariamente de una tarea similar a las capas superiores. Efectivamente, si entre transmisor y receptor no hay una conexión directa, los nodos intermedios trabajan como verdaderos relevadores o repetidores de las señales y sólo implementan las capas inferiores de comunicaciones. Entonces, especialmente, en el caso de redes WANs

públicas, pueden llegar a producirse errores entre los extremos que efectivamente se comunican, errores que no pueden detectar los enlaces intermedios. Entonces, alguna capa superior del transmisor tendrá que mantener un control de errores con la capa par del receptor.

Capa 3. Capa de Red

Su funcionalidad básica radica en el enrutado y conmutación de paquetes.

La presencia de esta capa en los casos prácticos es bastante variable. Cuando dos nodos se comunican directamente, prácticamente no es necesaria, puesto que el trabajo de control que efectúa la capa 2 es suficiente para el tráfico punto a punto.

Adquiere mayor importancia cuando el camino entre los nodos comunicados atraviesa nodos intermedios, como es típico en las WANs especialmente si dicha vía puede variar en el tiempo.

Capa 4. Capa de Transporte

El enlace lógico entre nodos intermedios así como entre el origen o destino con el primer nodo intermedio en el camino propio de la capa 3 de Red, maneja las comunicaciones en cada segmento componente de un circuito virtual.

Ahora se necesita complementar dicho servicio con la "visión en grande" que justamente involucra dicho circuito virtual entre los nodos extremos que se comunican. Precisamente, la conexión lógica entre extremos referida antes, es la responsable de la recuperación de errores entre extremos, y que superficialmente podría pasar por redundante como también parecía la superposición de control en las capas 2 y 3.

Capa 5. Capa de Sesión

Las cuestiones de conectividad de hardware y software de comunicaciones quedan completadas en la capa de Transporte. A partir de la capa de Sesión las relaciones principales son con las propias aplicaciones. En muchos casos los protocolos de esta capa se integran con las capas superiores de Presentación.

Capa 6. Capa de Presentación

En esta capa se efectúa la conversión de datos entre códigos diferentes, el formateo o transformación de sintaxis de dichos datos, por ejemplo para su presentación en pantalla o ventanas de ella, incluyendo el manejo de caracteres, la compresión/descompresión de datos, y el encriptado/desencriptado de la información.

En muchos casos los protocolos de esta capa son parte del sistema operativo y hasta de las propias aplicaciones.

Capa 7. Capa de Aplicación

Esta capa provee el acceso al ambiente de una red de las aplicaciones propiamente dichas. Las funcionalidades principales radican en cuestiones administrativas referidas a la red. Así como servicio de directorios, procesamiento de transacciones, manejo de correo electrónico, terminales virtuales y transferencia de archivos.

1.3. AUTOMATIZACIÓN BÁSICA.

Dentro de la automatización de algún proceso, se destaca a los instrumentos electrónicos como la herramienta básica para poder tener un control mediante un software de aplicación.

Los sensores convierten los parámetros físicos, tales como: velocidad, nivel de agua, temperatura entre otros en niveles de voltaje tanto en señales análogas como en digitales para las estaciones remotas, los actuadores son utilizados para actuar sobre el sistema.

En la Figura 1.9 se observa varios instrumentos como son los sensores y actuadores, éstos son dispositivos conectados a los equipos que son controlados y monitoreados por los sistemas SCADA.

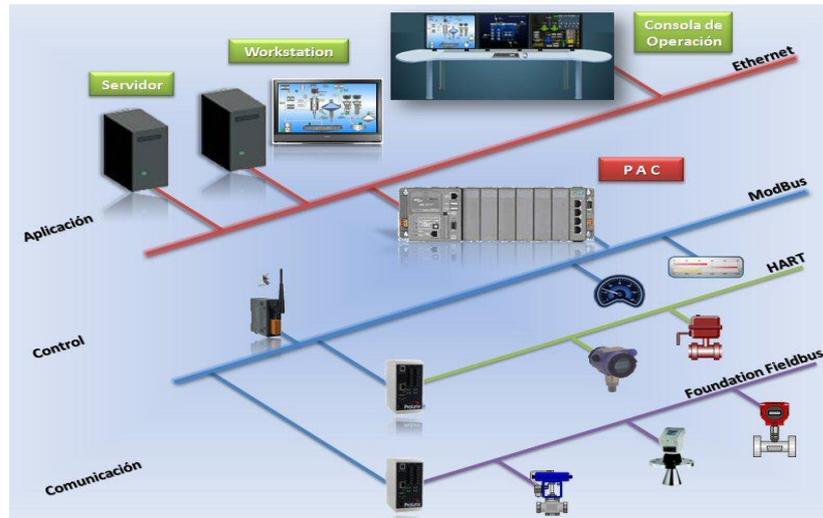


Figura 1.9 Pequeño sistema SCADA.

1.4. PLATAFORMA DE SUPERVISIÓN.

El proceso de control y adquisición de datos inicia en las estaciones remotas con la utilización de PLCs, FieldPoint, con la lectura de los valores actuales estos dispositivos están asociados a su respectivo controlador.

Los PLCs y FieldPoint son pequeñas computadoras a través de los cuales las estaciones centrales de monitoreo se comunican con los dispositivos existentes en las instalaciones.

Los PLCs presentan como ventaja principal la facilidad de programar y controlar las entradas y salidas sean éstas análogas o digitales; por otro lado las RTUs (Unidades Terminales Remotas) posee dos capacidades de comunicación incluido la comunicación vía radio, indicado para situaciones adversas en donde la comunicación es difícil; además uno o más datos pueden ser recolectados de forma remota a través de estos dispositivos.

Cuando se trata de programar y controlar a través de FieldPoint, el trabajo y la operación de estos dispositivos se facilitan ya que tienen varios módulos como: I/O Análogas y Digitales, Entradas de termocuplas, Salidas a Relés, entre otros.

1.5. MEDIOS DE COMUNICACIÓN.

Es una plataforma a través de la cual la información de un sistema SCADA es transferida, las redes de comunicación son un conjunto de dispositivos físicos "hardware" y de programas "software", mediante el cual se puede comunicar computadoras para compartir recursos como: discos, impresoras, programas, etc. Así como trabajo de tiempo de cálculo, procesamiento de datos, etc.

El medio de comunicación es el canal o enlace físico entre los nodos de una red a través del cual es transmitida la información. Existen medios de comunicación como:

- Alámbricos.
- Inalámbricos.

1.5.1. MEDIOS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICOS.

Básicamente los medios de comunicación inalámbricos, es el espacio libre por donde se propaga un tipo particular de ondas electromagnéticas: ondas de radiofrecuencia que son portadoras de señales de datos.

Estar en contacto con el mundo a distancia es una realidad, gracias a una serie de tecnologías que permiten conectar infinidad de dispositivos a distancia. A través de teléfonos, computadoras, impresoras se pueden dirigir movimientos, intercambiar datos, trabajar y establecer todo tipo de comunicaciones.

Compartir archivos e información con otros equipos móviles es tan usual como conectarte a Internet sin necesidad de cables, gracias a las tecnologías inalámbricas, un tipo de comunicación que utiliza ondas de radiofrecuencia o rayos infrarrojos para conectar equipos como computadoras, periféricos (teclado, ratón, impresora, audífonos) y dispositivos móviles (celular, PDA, laptop, MP3), la Figura 1.10 muestra un ejemplo de accesibilidad que caracteriza a las tecnologías inalámbricas.



Figura 1.10 Aplicación de los medios inalámbricos

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

Clasificación de las redes según la tecnología de transmisión:

- a. **Redes de Broadcast.** Aquellas redes en las que la transmisión de datos se realiza por un sólo canal de comunicación, compartido entonces por todas las máquinas de la red. Cualquier paquete de datos enviado por cualquier máquina es recibido por todas las de la red.
- b. **Redes Point - To - Point.** Aquellas en las que existen muchas conexiones entre parejas individuales de máquinas. Para poder transmitir los paquetes desde una máquina a otra; a veces es necesario que éstos pasen por máquinas intermedias, siendo obligado en tales casos un trazado de rutas mediante dispositivos routers.

Clasificación de las redes según el tipo de transferencia de datos que soportan:

- **Redes de transmisión simple.** Son aquellas redes en las que los datos sólo pueden viajar en un sentido.

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

1.5.1.1. Características de los medio inalámbricos.⁵

- Los medios inalámbricos facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un solo lugar, como en almacenes o en oficinas que se encuentren en varios pisos.
- Las redes inalámbricas permiten la transmisión de datos a velocidades de 11 Mbps o incluso superiores, lo que proporciona rapidez suficiente para la mayoría de las aplicaciones.
- Movilidad, los medios inalámbricos ofrecen acceso a la red local desde cualquier sitio dentro de su cobertura, incluso encontrándose en movimiento.
- Adaptabilidad, permite frecuentes cambios de la topología de la red y facilita su escalabilidad.
- Facilita la ampliación de nuevos usuarios a la red, sin la necesidad de extender un cable a su nuevo puesto de trabajo.
- Permite organizar redes en sitios cambiantes o situaciones no estables como pudieran ser lugares de emergencia, congresos, sedes temporales, etc.

Existen dos amplias categorías de Redes Inalámbricas:

- **De larga distancia**

Toda la energía se concentra en un haz que es emitida en una cierta dirección, por lo que tanto el emisor y el receptor deben estar alineados, éstas son utilizadas para transmitir la información en espacios que pueden variar desde una misma ciudad o hasta varios países circunvecinos (mejor conocido como Redes de Área

⁵<http://www.monografias.com/trabajos35/redesinalambricas/redesinalambricas.shtml?monosearch>.

Metropolitana MAN); sus velocidades de transmisión son relativamente bajas, de 4.8 a 19.2 Kbps.

- **De corta distancia**

La energía es dispersada en múltiples direcciones, por lo que varias antenas pueden captarla. Cuando mayor es la frecuencia de la señal a transmitir, más factible es la transmisión unidireccional, éstas son utilizadas principalmente en redes corporativas, cuyas oficinas se encuentran en uno o varios edificios que no se encuentran muy retirados entre sí, con velocidades del orden de 280 Kbps hasta los 2 Mbps.

1.5.1.2. Características según el medio no guiado.

Ondas de radio:

- Las ondas electromagnéticas son omnidireccionales, así que no son necesarias las antenas parabólicas.
- La transmisión no es sensible a las atenuaciones producidas por la lluvia, ya que se opera en frecuencias no demasiado elevadas.
- En este rango se encuentran las bandas desde la ELF (Extra Low Frequency) que va de 3 a 30 Hz, hasta la banda UHF (Ultra High Frequency) que va de los 300 a los 3000 MHz, es decir, comprende el espectro radioeléctrico de 30 - 3000000 Hz.

La Figura 1.11 muestra una torre de transmisión con antenas omnidireccionales.

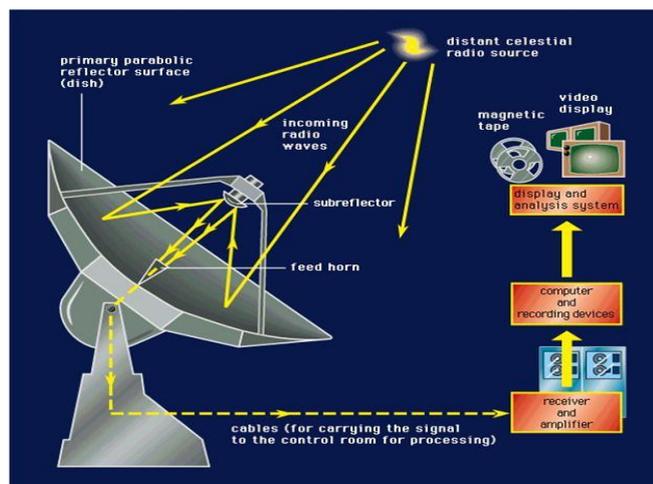


Figura 1.11 Antenas Omnidireccionales para Ondas de Radio

Microondas terrestres: Se utilizan antenas parabólicas con un diámetro aproximado de unos tres metros.

- Tienen una cobertura de kilómetros, pero con el inconveniente de que el emisor y el receptor deben estar perfectamente alineados. Por eso, se acostumbra a utilizar en enlaces punto a punto en distancias cortas.
- La atenuación producida por la lluvia es más importante ya que se opera a una frecuencia más elevada. Las microondas comprenden las frecuencias desde 1 hasta 300 GHz.

La Figura 1.12 muestra una comunicación inalámbrica de antenas parabólicas.



Figura 1.12 Microondas Terrestres

Microondas por satélite:

- Se hacen enlaces entre dos o más estaciones terrestres que se denominan estaciones base. El satélite recibe la señal (denominada señal ascendente) en una banda de frecuencia, la amplifica y la retransmite en otra banda (señal descendente).
- Cada satélite opera en unas bandas concretas.
- Las fronteras frecuenciales de las microondas, tanto terrestres como por satélite, con los infrarrojos y las ondas de radio de alta frecuencia se mezclan bastante, así que pueden haber interferencias con las comunicaciones en determinadas frecuencias.

En la Figura 1.13 se puede observar una transmisión satelital.

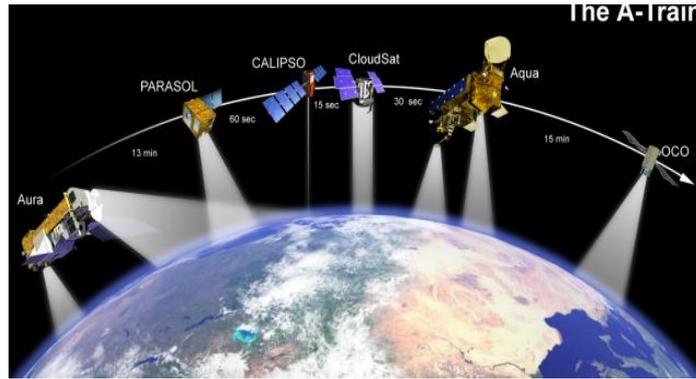


Figura 1.13 Microondas por Satélite

Infrarrojos:

- Se enlazan transmisores y receptores que modulan la luz infrarroja no coherente.
- Deben estar alineados directamente o con una reflexión en una superficie.
- No pueden atravesar las paredes.
- Los infrarrojos van desde 300 GHz hasta 384 THz.

La Figura 1.14 muestra una conexión inalámbrica entre varios dispositivos infrarrojos.

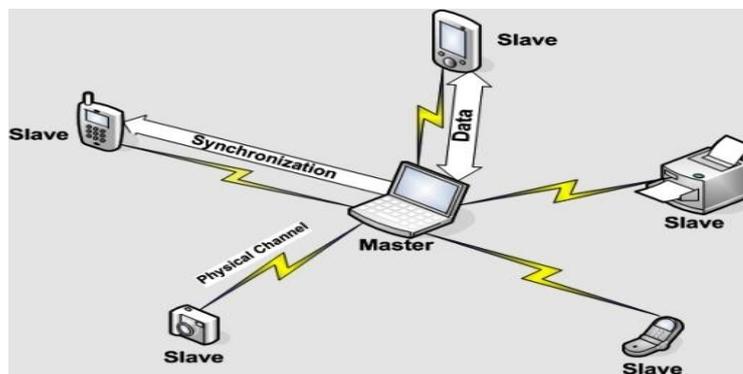


Figura 1.14 Aplicación de Comunicación por Infrarrojos

1.5.1.3. Protocolos de comunicación inalámbrica.⁶

Wi-Fi, Bluetooth y ZigBee, son los principales protocolos de comunicación inalámbrica, cada uno posee propiedades que permiten el desarrollo de diferentes necesidades.

⁶ http://www.metrologimexico.com/contenido1/informacion_tecnica/estandares_inalambricos.php.

La diferencia primordial entre la mayoría de los estándares inalámbricos es su definición.

- Definición de las especificaciones técnicas.
- Definición de los productos actuales.
- Definición de las aplicaciones.

Para muchos, Wi-Fi, Bluetooth y Zig-Bee están todas agrupadas en la misma categoría, cuando en realidad representan muy diferentes etapas de desarrollo, evolución de la comunicación inalámbrica y ofrecen varios niveles de funcionalidad.

1.5.1.3.1. Wi –fi

El protocolo IEEE 802.11 o Wi-Fi es un estándar de protocolo de comunicaciones del IEEE que define el uso de los dos niveles de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. En general, los protocolos de la rama 802.x definen la tecnología de redes de área local.

La familia 802.11 actualmente incluye seis técnicas de transmisión por modulación, todas las cuales utilizan los mismos protocolos. El estándar original de este protocolo data de 1997, era el IEEE 802.11, tenía velocidades de 1 hasta 2 Mbps y trabajaba en la banda de frecuencia de 2,4 GHz.

1.5.1.3.2. Bluetooth

- **Descripción General**

Está detrás de Wi-Fi, su protocolo es el IEEE 802.15.1, es un proceso evolutivo, pero ahora cada vez mejor. La nueva versión 1.2, incorpora la función de salto de frecuencia adaptativa, la cual minimiza la interferencia mutua con sistemas de frecuencia estática (802.11) y hace posible la coexistencia de diferentes sistemas inalámbricos en el mismo entorno. Esta función permite a los dispositivos Bluetooth, operar más efectivamente en donde existen redes inalámbricas. La versión 1.2 también ha corregido los problemas asociados con la transmisión de

voz, y soporta mejor los audífonos inalámbricos, como los de los teléfonos celulares y los sistemas basados en voz utilizados en almacenes.

Bluetooth es la norma que define un estándar global de comunicación inalámbrica, que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por radiofrecuencia.

Los principales objetivos que se pretende conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.
- Eliminar cables y conectores entre éstos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.

La tecnología Bluetooth comprende hardware, software y requerimientos de interoperabilidad; por lo que para su desarrollo ha sido necesaria la participación de los principales fabricantes de los sectores de las telecomunicaciones y la informática, tales como: Ericsson, Nokia, Toshiba, IBM, Intel y otros. Posteriormente se han ido incorporando muchas más compañías, y se pronostica que próximamente lo hagan empresas de sectores como: automatización industrial, maquinaria, entretenimiento, fabricantes de juguetes, electrodomésticos, etc., con lo que en poco tiempo se presentará un panorama de total conectividad de los aparatos y dispositivos, tanto en casa como en el trabajo.

Bluetooth proporciona una vía de interconexión inalámbrica entre diversos aparatos que tengan dentro de sí esta tecnología, como celulares, computadoras de mano (Palm, Pocket PC) , cámaras, computadoras portátiles, impresoras y simplemente cualquier cosa a la cual un fabricante coloque Bluetooth, usando por supuesto una conexión segura de radio de muy corto alcance.

1.5.1.3.3 Zigbee.

Descripción General

ZigBee es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radios digitales de bajo

consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (Wireless Personal Area Network, WPAN). Su objetivo son las aplicaciones para redes Wireless que requieran comunicaciones seguras y fiables con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías.

IEEE 802.15.4 es un estándar que define el nivel físico y el control de acceso al medio de redes inalámbricas de área personal con tasas bajas de transmisión de datos (Low-Rate Wireless Personal Area Network, LR-WPAN).

También es la base sobre la que se define la especificación de ZigBee, cuyo propósito es ofrecer una solución completa para este tipo de redes, construyendo los niveles superiores de la pila de protocolos que el estándar no cubre.

- **Características**

- ZigBee, también conocido como "HomeRF Lite", es una tecnología inalámbrica con velocidades comprendidas entre 20 Kbps y 250 Kbps.
- Los rangos de alcance son de 10 m a 75 m.
- Puede usar las bandas libres ISM de 2,4 GHz (Mundial), 868 MHz (Europa) y 915 MHz (EEUU).
- Una red ZigBee puede estar formada por hasta 255 nodos, los cuales pasan la mayor parte del tiempo en estado de "sleep", a fin de consumir menos energía que otras tecnologías inalámbricas.
- Soportan diferentes tipos de topologías como estrella, punto a punto, malla, árbol.
- Fragmentación, nueva capacidad para dividir mensajes más largos y permitir la interacción con otros protocolos y sistemas.
- Agilidad de frecuencia, las redes cambian los canales en forma dinámica en caso que ocurran interferencias.
- Gestión automatizada de direcciones de dispositivos. El conjunto fue optimizado para grandes redes con gestión de red agregada y herramientas de configuración.

- **Aplicaciones.**

Los protocolos ZigBee están definidos para su uso en aplicaciones embebidas con requerimientos muy bajos de transmisión de datos y consumo energético. Se pretende su uso en aplicaciones de propósito general con características auto organizativas y bajo coste (redes en malla, en concreto). En la Figura 1.15 puede observarse que el estándar ZigBee puede utilizarse para realizar control industrial, albergar sensores empotrados, recolectar datos médicos, ejercer labores de detección de humo o intrusos o domótica.

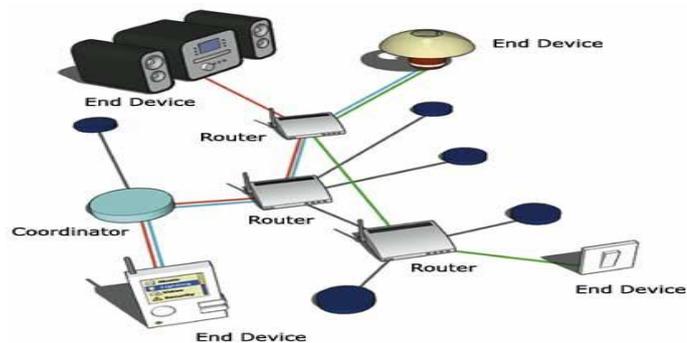


Figura 1.15 Aplicaciones de Zigbee

1.5.2. MÓDEMS INALÁMBRICOS.⁷

Un módem inalámbrico es un dispositivo que se conecta a una red inalámbrica en lugar de al sistema telefónico. Cuando se conecta al Internet con un módem inalámbrico, se le atribuye directamente a su red inalámbrica ISP (Internet Service Provider) y puede entonces acceder a Internet.

Módems inalámbricos operan a velocidades comparables a los módems de marcación, en cualquier lugar cerca de la velocidad de las conexiones a Internet de banda ancha.

1.5.2.1. Tipos de interfaces de módems inalámbricos.

Entre los tipos de interfaces de modems inalámbricos están:

- PCMCIA
- Compact Flash

⁷ <http://es.tech-faq.com/wireless-modem.shtml>.

- USB
- Puerto serial

Un teléfono móvil puede ser convertido en un módem inalámbrico.

1.5.2.2. Redes para módems inalámbricos

Cada módem inalámbrico está diseñado para acceder a una red inalámbrica. Las redes que aceptan los módems inalámbricos son:

- **CDPD (Celular Digital de Paquetes de Datos)**

Es una especificación para apoyar el acceso inalámbrico a Internet y otras redes de conmutación de paquetes sobre redes de telefonía celular. CDPD soporta TCP/IP y el protocolo de red Connectionless (CLNP). CDPD utiliza el RC4 de cifrado de flujo de 40 bits con claves de encriptación.

- **GPRS (General Packet Radio Service)**

Es una extensión del Sistema Global para Comunicaciones Móviles (Global System for Mobile Communications o GSM) para la transmisión de datos no conmutada (o por paquetes). GPRS utiliza hasta 9.05 Kb o TDMA 13.4 Kb horarios, para un total de ancho de banda de 72.4 Kb o 107.2 Kb. GPRS soporta protocolos; tanto TCP/IP, como X.25.

- **EDGE (Enhanced Data Rate para Evolución GSM)**

Es una tecnología de la telefonía móvil celular, que actúa como puente entre las redes 2G y 3G. EDGE se considera una evolución del GPRS (General Packet Radio Service). Esta tecnología funciona con redes GSM. Aunque EDGE funciona con cualquier GSM que tenga implementado GPRS, el operador debe implementar las actualizaciones necesarias, además no todos los teléfonos móviles soportan esta tecnología.

EDGE, o EGPRS, puede ser usado en cualquier transferencia de datos basada en conmutación por paquetes (Packet Switched), como lo es la conexión a Internet. Los beneficios de EDGE sobre GPRS se pueden ver en las aplicaciones que

requieren una velocidad de transferencia de datos, o ancho de banda alta, como video y otros servicios multimediales. EDGE puede alcanzar una velocidad de transmisión de 384 Kbps en modo de paquetes.

1.5.3. MEDIOS DE COMUNICACIÓN ALÁMBRICOS.

Un medio de comunicación alámbrico se define como un cable y quizá otros dispositivos electrónicos que conectan físicamente adaptadores de comunicación entre sí.

Sí el medio de comunicación consta solamente de cable, el medio de comunicación es llamado pasivo. Sí el medio de comunicación además de cable, consta de algún dispositivo que: amplifique, regenere o module la señal, el medio es llamado activo.

Estos cables tienen entre sí, dependiendo de su principio de operación y aplicaciones, diversas configuraciones, componentes y materiales. Los tipos de cable más comunes utilizados en la transmisión de datos son:

- Cables de cobre.
- Cables de fibra óptica.

1.5.3.1. Cables de cobre.

Un alambre es un filamento de material conductor, normalmente de cobre o cobre estañado. El alambre o conductor puede tener diferentes diámetros los cuales definen calibres, como se verá más adelante.

Un cable es la reunión de varios alambres y otros elementos, integrados bajo una configuración específica, cuyo diseño dependerá de la aplicación del cable.

Así, se tiene dos tipos de cables para redes:

- Cables Multipares.
- Cables Coaxiales.

Independientemente de su estructura, los cables presentan tres características importantes:

- Características Mecánicas.
- Características Eléctricas.
- Características de Transmisión.

Características Mecánicas.

Describen forma y geometría del conductor, propiedades mecánicas del material, etc. Por simplicidad, en este tipo de trabajo sólo se considerará el diámetro de los conductores como característica mecánica.

El alambre o conductor sólido de cobre, sólo puede tener ciertos diámetros estandarizados por la American Wiring Gauge. Así cada diámetro definido establece un calibre estandarizado.

Características Eléctricas.

Describen el comportamiento de una señal eléctrica en el conductor de un cable y son: Impedancia y Capacitancia.

La impedancia es la suma de las contribuciones resistivas de cada una de las tres características: inductiva, capacitiva y resistiva del cable, que se oponen al paso de las señales analógicas. La impedancia se expresa en Ohmios.

La capacitancia es la capacidad medida por una longitud del cable. Normalmente se expresa en Picofaradios/m.

Características de Transmisión.

Describen la propagación de la señal eléctrica en un cable, se considerará: Coeficiente de Atenuación, Factor de Propagación y Ancho de Banda.

El *Coeficiente de Atenuación [a]*, es un factor constante para un cable dado, que determina la cantidad de pérdida de señal que existe en un cable por unidad de longitud. Su ecuación es:

$$a = A / L \quad (1.1)$$

Donde:

A = Atenuación en el cable.

L = Longitud del cable.

El *Factor de Propagación [k]* de un cable, es un número fraccionario que representa el porcentaje de la velocidad de la luz con el que una señal se propagará por el cable. Su ecuación es:

$$K = V / c_0 \quad (1.2)$$

Donde:

V = Velocidad de propagación de la señal en el cable.

c₀ = Velocidad de la luz en el vacío.

El *Ancho de Banda* describe la capacidad de transmisión de un medio de comunicación. Normalmente se expresa en MHz.

Cables Multipares.

Un cable multipar es la reunión de dos o más pares trenzados de conductores sólidos de cobre con aislamiento individual, reunidos bajo una misma cubierta.

Estructura de los cables multipares.

Cada conductor de cobre con aislamiento individual es reunido bajo torsión con otro similar para formar un par denominado "par trenzado" (Twisted Pair). A su vez, estos pares son reunidos con otros bajo blindajes de cinta de aluminio, o malla de cobre estañado. También hay multipares sin blindaje, directamente bajo una cubierta termoplástica de PVC.

En la Figura 1.16 se observa que los cables multipares que tienen incorporados blindajes en su estructura son llamados cables blindados (Shielded Twisted Pair, STP).



Figura 1.16 Cables STP.

En la Figura 1.17 se observa cables que no tienen blindaje, se los llama cable UTP (Unshielded Twisted Pair).



Figura 1.17 Cables UTP.

Algunas observaciones sobre los cables multipares son:

- Estos cables se instalan en cualquier topología: estrella, anillo, conexiones en cascada y árbol.
- Su cobertura es limitada dependiendo de la aplicación, los materiales y el diseño del cable. En redes locales se utiliza para cubrir una distancia máxima entre dispositivos de 100 metros.
- Soporta los dos modos de operación; esto es, se puede operar una línea multipar tanto en Half duplex como Full duplex.
- En transmisión analógica puede soportar hasta 24 canales de voz.
- En transmisión digital puede soportar hasta 100 Mbps.
- Alta tasa de error a velocidades grandes.
- Un par puede soportar de 12 a 24 canales de grado de voz

- Una red típica puede tener conectados con este medio hasta 1000 dispositivos del usuario.
- Ancho de banda: hasta 1Mbps. Puede considerarse bastante limitado.
- Requiere protección especial: blindaje, ductos, etc.

Cables Coaxiales.

Los cables coaxiales presentan una estructura diferente a los cables multipares. Existe una variedad muy amplia de este tipo de cables (más de 200 tipos diferentes) cada una con una aplicación específica, en la Figura 1.18 se observa un cable coaxial con sus diferentes blindajes.



Figura 1.18 Cable Coaxial.

En redes LANs se utilizan tanto cables coaxiales convencionales, como cables de diseño especial, dependiendo de la técnica de transmisión empleada así como de la velocidad de transmisión de datos.

Estructura del cable coaxial.

Su estructura consta de un conductor central de cobre rodeado por un aislamiento de polietileno sólido o espumado. El conductor central puede ser sólido o cableado. Alrededor del aislamiento, se tiene un segundo conductor de malla de cobre estañado que funciona como blindaje contra radiaciones electromagnéticas indeseables. El blindaje puede estar conformado también por una cinta de aluminio aplicada helicoidalmente sobre el aislamiento; o bien, puede ser que un diseño de coaxial incorpore los dos tipos de blindaje. Toda la estructura está protegida con una cubierta de polietileno pigmentado con negro de humo sí el cable es para instalación en exteriores, o de PVC sí el cable es para instalación en interiores, en la Figura 1.19 se observa las partes del cable coaxial.



Figura 1.19 Estructura de un cable Coaxial.

Algunas observaciones sobre los cables coaxiales son:

- Se pueden instalar en topología de bus, estrella y árbol.
- Tienen coberturas de hasta 185mts.
- Es hasta cierto punto inmune a radiaciones electromagnéticas.
- Ancho de banda de 10Mbps.

1.5.4. COMPONENTES DE UNA RED⁸.

Una red de computadoras está conectada tanto por hardware como por software. El hardware incluye tanto las tarjetas de interfaz de red como los cables que las unen, y el software incluye los controladores (programas que se utilizan para gestionar los dispositivos) y el sistema operativo que gestiona la red. A continuación se listan los componentes:

Servidor: lo ejecuta el sistema operativo de red y ofrece los servicios de red a las estaciones de trabajo.

Estaciones de Trabajo: Cuando una computadora se conecta a una red, la primera se convierte en un nodo de la última y se puede tratar como una estación de trabajo o cliente. Las estaciones de trabajos pueden ser computadoras personales con el DOS, Macintosh, Unix, o estaciones de trabajos sin discos.

Tarjetas o Placas de Interfaz de Red: Toda computadora que se conectará a una red necesita de una tarjeta de interfaz de red que soporte un esquema de red

⁸ http://teleenfermeria.iespana.es/teleenfermeria/componentes_de_red.htm

específico, como Ethernet, ArcNet o Token Ring. El cable de red se conectará a la parte trasera de la tarjeta (Figura 1.20)



Figura 1.20 Tarjetas o Placas de Interfaz de Red.

Sistema de Cableado: El sistema de la red está constituido por el cable utilizado para conectar entre sí el servidor y las estaciones de trabajo (Figura 1.21)



Figura 1.21 Sistema de Cableado.

Recursos y Periféricos Compartidos: Entre los recursos compartidos se incluyen los dispositivos de almacenamiento ligados al servidor, las unidades de discos ópticos, las impresoras, los trazadores y el resto de equipos que puedan ser utilizados por cualquiera en la red (Figura 1.22).

Dentro de los equipos de red, también se puede hacer una subdivisión en equipos que interconectan redes y equipos conectados a un segmento de las mismas.



Figura 1.22 Periféricos Compartidos.

Repetidores.

Los repetidores son equipos que trabajan a nivel 1 de la pila OSI, es decir, repiten todas las señales de un segmento a otro, a nivel eléctrico.

Se utilizan para resolver los problemas de longitudes máximas de los segmentos de red (su función es extender una red Ethernet más allá de un segmento). No obstante, hay que tener en cuenta que, al retransmitir todas las señales de un segmento a otro, también retransmitirán las colisiones.

Estos equipos sólo aíslan entre los segmentos los problemas eléctricos que pudieran existir en algunos de ellos. El repetidor (Figura 1.23) tiene dos puertos que conectan dos segmentos Ethernet por medio de transceivers

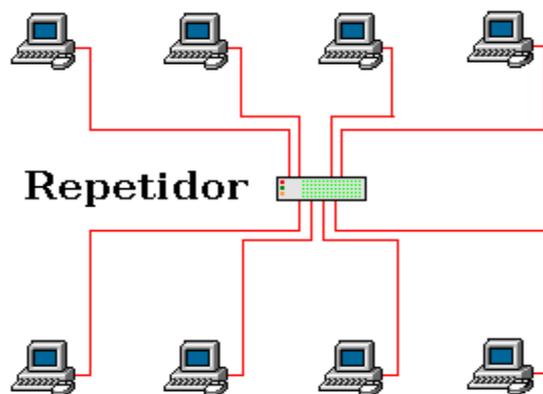


Figura 1.23 Red LAN con Repetidor.

Puentes o Bridges.

Estos equipos se utilizan para interconectar segmentos de red, (amplía una red que ha llegado a su máximo, ya sea por distancia o por el número de equipos) y se utilizan cuando el tráfico no es excesivamente alto en las redes pero interesa aislar las colisiones que se produzcan en los segmentos interconectados entre sí.

Los bridges trabajan en el nivel 2 de OSI, con direcciones físicas, por lo que filtra tráfico de un segmento a otro.

Esto lo hace de la siguiente forma: Escucha los paquetes que pasan por la red y va configurando una tabla de direcciones físicas de equipos que tiene a un lado y otro (generalmente tienen una tabla dinámica), de tal forma que cuando escucha en un segmento un paquete de información que va dirigido a ese mismo segmento no lo pasa al otro, y viceversa.

Las posibles colisiones no se transmiten de un lado a otro de la red. El bridge sólo deja pasar los datos que van a un equipo que él conoce. El bridge generalmente tiene una tabla dinámica, aísla las colisiones, pero no filtra protocolos, el bridge trabaja en el nivel 2 de OSI y aísla las colisiones.

Routers

Estos equipos trabajan a nivel 3 de la pila OSI, es decir pueden filtrar protocolos y direcciones a la vez. Los equipos de la red saben que existe un router y le envían los paquetes directamente a él cuando se trate de equipos en otro segmento.

Además los routers pueden interconectar redes distintas entre sí; eligen el mejor camino para enviar la información, balancean tráfico entre líneas, etc.

Poseen una entrada con múltiples conexiones a segmentos remotos, garantizan la fiabilidad de los datos y permiten un mayor control del tráfico de la red. Su método de funcionamiento es el encapsulado de paquetes.

Para interconectar un nuevo segmento a una red, sólo hace falta instalar un router que proporcionará los enlaces con todos los elementos conectados.

Gateways.

También llamados traductores de protocolos, son equipos que se encargan de ser intermediarios entre los diferentes protocolos de comunicaciones para facilitar la interconexión de equipos distintos entre sí.

Su forma de funcionar es que tienen duplicada la pila OSI; es decir, la correspondiente a un protocolo y paralelamente la del otro protocolo. Reciben los datos encapsulados de un protocolo, los van desencapsulando hasta el nivel más alto, para posteriormente ir encapsulando los datos en el otro protocolo desde el nivel más alto al nivel más bajo, y vuelven a dejar la información en la red pero ya traducida. Los gateways también pueden interconectar redes entre sí.

Transceivers.

Son equipos que son una combinación de transmisor / receptor de información. El transceiver transmite paquetes de datos desde el controlador al bus y viceversa.

En una red Ethernet, los transceivers se desconectan cuando el equipo al que están conectados no está funcionando, sin afectar el comportamiento de la red.

Multitransceivers.

Son transceivers que permiten la conexión de más de un equipo a la red en el mismo sitio; es decir, tienen varias salidas para equipos.

Multiport-transceivers

Son equipos que van conectados a un transceiver y tienen varias puertas de salida para equipos. La única limitación que tienen es que mediante estos equipos no se pueden interconectar equipos que conecten redes entre sí.

Fan-out.

Estos equipos van conectados a un transceiver, y permiten dividir la señal del mismo a varios equipos. Su limitación estriba en que la longitud de los cables que

vayan a los equipos es menor, porque no regeneran la señal, a diferencia de los multiport-transceivers.

Multiport-repeaters.

Son equipos que van conectados a la red, dando en cada una de sus múltiples salidas señal de red regenerada, y se comportan como un segmento de red.

El multiport cuenta como un repetidor. Tiene salida BNC y es parecido al fan-out, pero en cada una de sus salidas regenera señal.

Servidores de Terminales.

Son equipos que van conectados a la red, y en sus salidas generan una señal para un terminal, tanto síncrono como asíncrono, desde el cual se podrá establecer una sesión con un equipo o host.

El servidor de terminales es un dispositivo configurado para integrar terminales dispositivos o PCs por interface serie con un emulador de terminales. Puede utilizar los protocolos TCP/IP para una red Ethernet.

1.5.5. TIPOS DE REDES⁹

Se denomina red de computadores una serie de host autónomos y dispositivos especiales intercomunicados entre sí.

Este concepto genérico de red incluye multitud de tipos diferentes de redes y posibles configuraciones de las mismas, por lo que desde un principio surgió la necesidad de establecer clasificaciones que permitieran identificar estructuras de red concretas.

Las posibles clasificaciones de las redes pueden ser muchas, atendiendo cada una de ellas a diferentes propiedades, siendo las más comunes y aceptadas las que se describen a continuación.

⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Correo_electr%C3%B3nico

1.5.5.1. Red de área local o LAN.

Las redes de área local LAN (Local Area Network) son redes de ordenadores cuya extensión es del orden de entre 10 metros a 1 kilómetro. Son redes pequeñas, habituales en oficinas, colegios y empresas pequeñas, que generalmente usan la tecnología de broadcast, es decir, aquella en que a un sólo cable se conectan todas las máquinas. Las velocidades de transmisión típicas de la red LAN son de 10 a 100 Mbps (Figura 1.24).

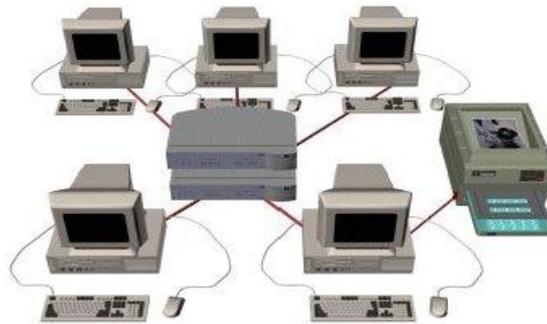


Figura 1.24 Red LAN

1.5.5.2. Red de Área Metropolitana o MAN.

Las redes de área metropolitana (Metropolitan Area Network) son redes de ordenadores de tamaño superior a una LAN, soliendo abarcar el tamaño de una ciudad. Son típicas de empresas y organizaciones que poseen distintas oficinas repartidas en una misma área metropolitana, por lo que, en su tamaño máximo, comprenden un área de unos 10 kilómetros (Figura 1.25).

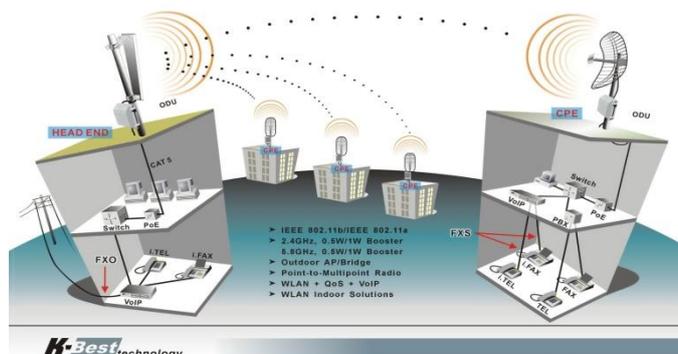


Figura 1.25 Red de área Metropolitana o MAN.

1.5.5.3. Red de área Extendida o WAN.

Las redes de área amplia (Wide Area Network) tienen un tamaño superior a una MAN, y consisten en una colección de host o de redes LAN conectadas por una subred.

Esta subred está formada por una serie de líneas de transmisión interconectadas por medio de routers, aparatos de red encargados de rutear o dirigir los paquetes hacia la LAN o host adecuado, enviándose éstos de un router a otro. Su tamaño puede oscilar entre 100 y 1000 kilómetros. (Figura 1.26)

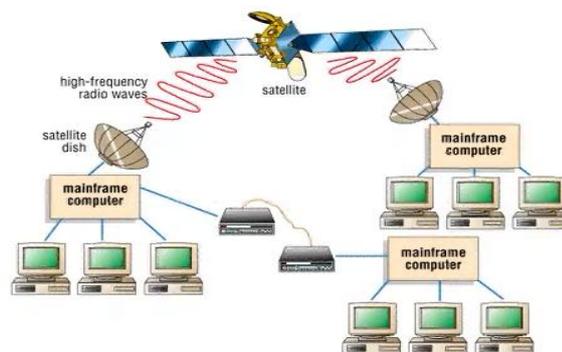


Figura 1.26 Red WAN

1.5.6 TOPOLOGÍA DE RED.

La topología o forma lógica de una red se define como la forma de tender el cable a estaciones de trabajo individuales; por muros, suelos y techos del edificio. Existe un número de factores a considerar para determinar cual topología es la más apropiada para una situación dada. Existen tres topologías comunes, que se indican a continuación.

1.5.6.1. Anillo.

Las estaciones están unidas unas con otras formando un círculo por medio de un cable común, en la Figura 1.27 se observa esta topología de la red. El último nodo de la cadena se conecta al primero cerrando el anillo. Las señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo. Con esta metodología, cada nodo examina la información que es enviada a través del

anillo. Si la información no está dirigida al nodo que la examina, la pasa al siguiente en el anillo. La desventaja del anillo es que si se rompe una conexión, se cae la red completa.

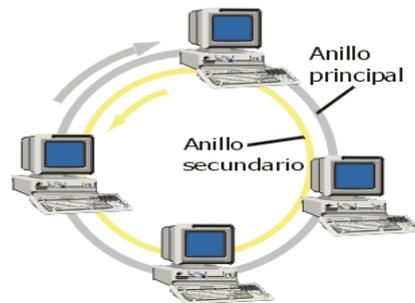


Figura 1.27 Topología en Anillo.

1.5.6.2. Estrella.

La red se une en un único punto, normalmente con un panel de control centralizado, como un concentrador de cableado, en la Figura 1.28 se observa claramente.

Los bloques de información son dirigidos a través del panel de control central hacia sus destinos. Este esquema tiene una ventaja al tener un panel de control que monitorea el tráfico y evita las colisiones y una conexión interrumpida no afecta al resto de la red.

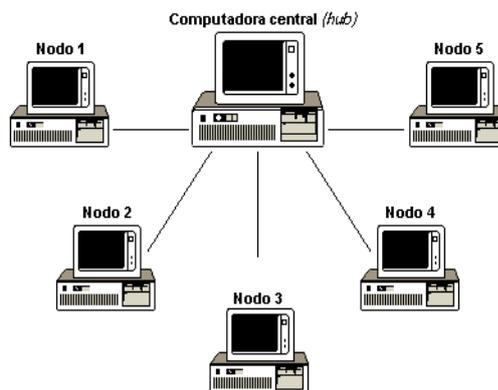


Figura 1.28 Topología en Estrella.

1.5.6.3. Bus.

Las estaciones están conectadas por un único segmento de cable como se observa en la Figura 1.29. A diferencia del anillo, el bus es pasivo, no se produce regeneración de las señales en cada nodo. Los nodos en una red de "bus" transmiten la información y esperan que ésta no vaya a chocar con otra información transmitida por otro de los nodos. Si esto ocurre, cada nodo espera una pequeña cantidad de tiempo al azar, después intenta retransmitir la información.

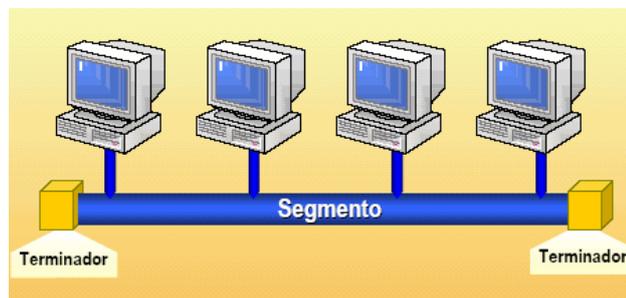


Figura 1.29 Topología de Bus.

1.7. EL INTERNET.

Internet es una red de computadoras, o sea varias computadoras conectadas entre sí. En las oficinas, los bancos, las escuelas, los supermercados, se puede ver computadoras conectadas en red. Internet es más que eso, en lugar de interconectar 10 ó 20 computadoras interconectan millones.

La conexión con Internet queda establecida cuando el modem en el computador se conectó con el modem de la computadora ubicada en las oficinas del proveedor. A partir de ahí, se puede comenzar a utilizar los servicios que ofrece Internet. Internet ofrece básicamente 4 servicios:

- La World Wide Web (www) o la gran telaraña mundial. Son los famosos "sitios" o "páginas"
- El Correo Electrónico
- Los Grupos de Discusión o newsgroups
- La conexión en tiempo real (chat, videoconferencia, telefonía por Internet)

Para conectarse solo se necesita de:

- Una computadora
- Una línea telefónica
- Un modem, reemplazado por otros dispositivos en la actualidad
- Una cuenta con un proveedor
- Programas en la computadora.

La WWW o World Wide Web, es un gigantesco compendio de información. No está en ningún lugar físico, sino distribuido en miles de computadoras. Toda la información está interrelacionada por medio de “vínculos” (en inglés “links”).

Al sitio virtual donde está esta información se lo suele llamar “ciberspacio”. Las redes pueden ser de dos tipos: tipo cliente - servidor o tipo par a par.

En las redes cliente - servidor (Figura 1.30), la computadora central se denomina “servidor” y las periféricas “clientes” (o terminales). Estas terminales no pueden verse entre sí.



Figura 1.30 Red cliente – servidor

En la red par a par (Figura 1.31), todas las computadoras se ven entre sí y pueden compartir sus recursos (discos, archivos, impresoras).

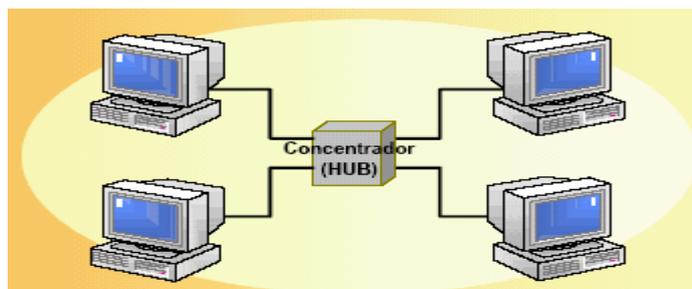


Figura 1.31 Red par a par

Si se conectara varios servidores de redes del primer tipo entre sí, se tendría una “red de redes”, una “inter-red”. Y como red en inglés se dice NET, se obtiene el INTERNET (Figura 1.32).

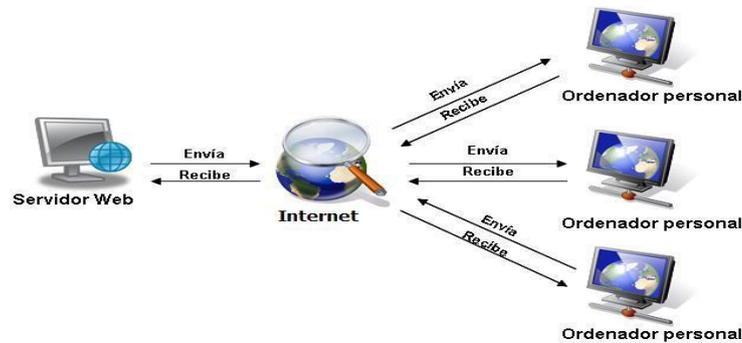


Figura 1.32 Red de Internet

1.7.1. Protocolo de Comunicación¹⁰.

Los protocolos son reglas y procedimientos para la comunicación. El término protocolo se utiliza en distintos contextos. De la misma forma se aplican las reglas del protocolo al entorno informático. Cuando dos equipos están conectados en red, las reglas y procedimientos técnicos que dictan su comunicación e interacción, se denominan protocolos.

A pesar de que cada protocolo facilita la comunicación básica, cada uno tiene un propósito diferente y realiza distintas tareas. Cada protocolo tiene sus propias ventajas y sus limitaciones.

El nivel al que trabaja un protocolo describe su función. Por ejemplo, un protocolo que trabaje a nivel físico asegura que los paquetes de datos pasen a la tarjeta de red (NIC) y salgan al cable de la red.

Al igual que una red incorpora funciones a cada uno de los niveles del modelo OSI, distintos protocolos también trabajan juntos a distintos niveles en la jerarquía de protocolos. Los niveles de la jerarquía de protocolos se corresponden con los niveles del modelo OSI. Por ejemplo, el nivel de aplicación del protocolo TCP/IP se corresponde con el nivel de presentación del modelo OSI. Vistos conjuntamente, los protocolos describen la jerarquía de funciones y prestaciones.

¹⁰ [http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_(inform%C3%A1tica))

TCP/IP

El Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet (TCP/IP) es un conjunto de Protocolos aceptados por la industria que permiten la comunicación en un entorno heterogéneo (formado por elementos diferentes). Además, TCP/IP proporciona un protocolo de red encaminable y permite acceder a Internet y a sus recursos. Debido a su popularidad, TCP/IP se ha convertido en el estándar de hecho en lo que se conoce como *interconexión de redes*, la intercomunicación en una red que está formada por redes más pequeñas.

TCP/IP se ha convertido en el protocolo estándar para la interoperabilidad entre distintos tipos de equipos. La interoperabilidad es la principal ventaja de TCP/IP. La mayoría de las redes permiten TCP/IP como protocolo.

TCP/IP también permite el encaminamiento y se suele utilizar como un protocolo de interconexión de redes. Entre otros protocolos escritos específicamente para el conjunto TCP/IP se incluyen:

SMTP.- (Protocolo básico de transferencia de correo). Correo electrónico.

FTP.- (Protocolo de transferencia de archivos). Para la interconexión de archivos entre equipos que ejecutan TCP/IP.

SNMP.- (Protocolo básico de gestión de red). Para la gestión de redes.

El protocolo TCP/IP, fue diseñado para ser encaminable, robusto y funcionalmente eficiente, fue desarrollado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos como un conjunto de protocolos para redes de área extensa (WAN). Su propósito era el de mantener enlaces de comunicación entre sitios en el caso de una guerra. Actualmente, la responsabilidad del desarrollo de TCP/IP reside en la propia comunidad de Internet. La utilización de TCP/IP ofrece varias ventajas:

- Como un estándar de la industria, es un protocolo abierto. Esto quiere decir que no está controlado por una única compañía, y está menos sujeto a cuestiones de compatibilidad. Es el protocolo, de hecho, de Internet.
- La conectividad entre un equipo y otro no depende del sistema operativo de red que esté utilizando cada equipo. TCP/IP puede ampliarse o reducirse para ajustarse a las necesidades y circunstancias futuras. Utiliza sockets para hacer que el sistema operativo sea algo transparente.

Un socket es un identificador para un servicio concreto en un nodo concreto de la red. El socket consta de una dirección de nodo y de un número de puerto que identifica al servicio¹¹

Históricamente, TCP/IP ha tenido dos grandes inconvenientes: su tamaño y su velocidad. TCP/IP es una jerarquía de protocolos relativamente grandes que puede causar problemas en clientes basados en MS-DOS. En cambio, debido a los requerimientos del sistema (velocidad de procesador y memoria) que imponen los sistemas operativos con interfaz gráfica de usuario (GUI), como Windows NT o Windows 95 y 98, el tamaño no es un problema.

Estándares TCP/IP

Los estándares de TCP/IP se publican en una serie de documentos denominados Solicitudes de comentarios (RFC). Su objeto principal es proporcionar información o describir el estado de desarrollo. Aunque no se crearon para servir de estándar, muchas RFC han sido aceptadas como estándares.

El desarrollo de Internet está basado en el concepto de estándares abiertos. Es decir, cualquiera que lo desee, puede utilizar o participar en el desarrollo de estándares para Internet.

¹¹ http://fmc.axarnet.es/redes/tema_06_m.htm

1.8. ADQUISICIÓN DE DATOS.

Normalmente, las tarjetas DAQ se instalan en los buses de alta velocidad del PC, como los buses PCI. En función de la velocidad de la placa base del PC, la velocidad de transferencia de datos máxima entre componentes de dicha placa base suele estar entre el microprocesador y la memoria con valores que van desde los 20Mhz hasta los 40Mhz. Para mejorar la transferencia de datos, se implementa el Bus Mastering, que permite a las tarjetas DAQ transferir datos directamente a la memoria, y con ello se logra acelerar el proceso de adquisición de datos.

1.9 INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE LABVIEW DSC¹²

1.9.1. INTRODUCCIÓN.

LabVIEW es una herramienta diseñada especialmente para monitorear, controlar, automatizar y realizar cálculos complejos de señales analógicas y digitales capturadas a través de tarjetas de adquisición de datos, puertos serie y GPIBs (Buses de Intercambio de Propósito General).

Es un lenguaje de programación de propósito general, como es el Lenguaje C o Basic, pero con la característica que es totalmente gráfico, facilitando de esta manera el entendimiento y manejo de dicho lenguaje para el diseñador y programador de aplicaciones tipo SCADA.

Incluye librerías para la adquisición, análisis, presentación y almacenamiento de datos, GPIB y puertos serie. Además de otras prestaciones, como la conectividad con otros programas.

Está basado en la programación modular, lo que permite crear tareas muy complicadas a partir de módulos o sub-módulos mucho más sencillos. Además estos módulos pueden ser usados en otras tareas, con lo cual permite una programación más rápida y provechosa.

¹² <http://sine.ni.com/psp/app/doc/p/id/psp-640/lang/es>

1.9.1.1. El panel frontal y el diagrama de bloques.

En cualquier VI existen dos pantallas bien diferenciadas: El Panel Frontal y el Diagrama de Bloques.

El Panel Frontal es la pantalla que el usuario del sistema está viendo cuando se está monitoreando o controlando o sea, el interfaz del usuario. Éste contiene controles e indicadores y existe una gran variedad de ellos, pero además incluso se pueden diseñar controles e indicadores personalizados, lo cual permite tener una amplia gama de dichos controles e indicadores.

El Diagrama de Bloques del VI sería la pantalla oculta del Panel Frontal, al cual el usuario del sistema no puede ver. En ella están todos los controles e indicadores interconectados, pareciéndose mucho a un diagrama de esquema eléctrico. Esta pantalla es mucho menos conceptual que el Panel Frontal y para el usuario sería muy difícil entenderla.

Todos los módulos están interconectados, mediante líneas de conexión, por donde circulan los diferentes datos o valores del VI., de esta manera se logra que el VI funcione como un conjunto de elementos, módulos y sub-módulos.

1.9.1.2. LabVIEW Datalogging and Supervisory Control (DSC)

LabVIEW ofrece características que facilitan la conexión a una gran variedad de hardware y otro software.

a) Programación gráfica.

Una de las características de LabVIEW DSC, es el medio ambiente de programación que es gráfico. Con LabVIEW se puede diseñar instrumentos virtuales creando interfaces gráficas de usuario en la pantalla de la computadora (Figura 1.33), con la cual se puede:

- Operar el programa de instrumentación.
- Controlar el hardware seleccionado.
- Analizar datos adquiridos.

- Visualizar los resultados.

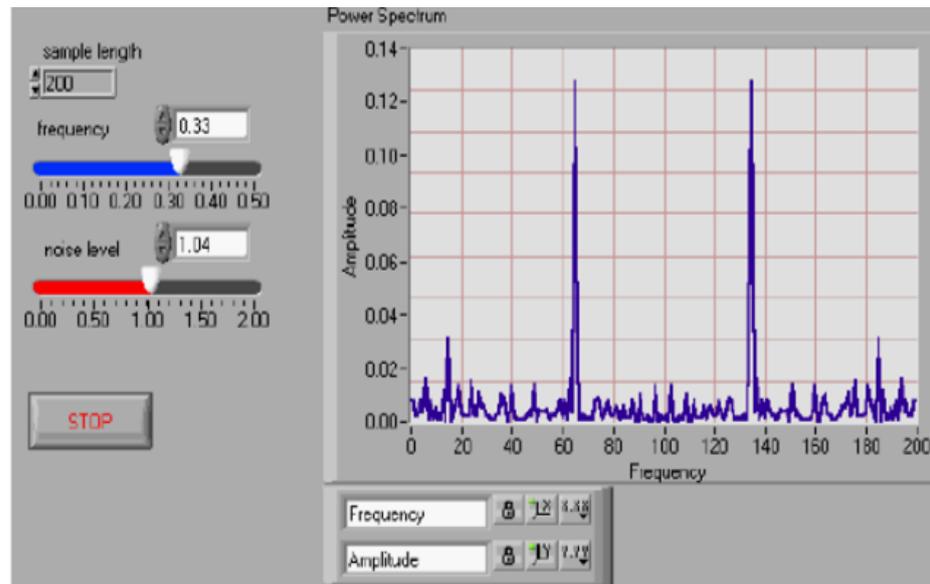


Figura 1.33 Panel Frontal de un Instrumento Virtual realizado en LabVIEW

El software de Control Supervisión y Registro de Datos LabVIEW DSC añade características y capacidades a LabVIEW para ayudarle a crear aplicaciones automáticas o aplicaciones que podrían monitorear un largo número de datos.

LabVIEW DSC proporciona soluciones para control de supervisión de una amplia variedad de sistemas distribuidos, usando la flexibilidad de programación gráfica de LabVIEW. Antes de usar el LabVIEW DSC, se debe estar familiarizado con la programación en LabVIEW. Se utilizará el Módulo de LabVIEW DSC para aplicaciones típicas como: cambiar setpoints o enviar instrucciones de control a dispositivos individuales mientras esté supervisando el sistema.

El Módulo LabVIEW DSC proporciona las siguientes características y capacidades:

- Configuración de utilidades y asistentes.
- Base de datos en tiempo real.
- Colección histórica de datos y direcciones.
- Reportes y registros de alarma y evento.
- Seguridad.

- Conexión para PLC y Redes de dispositivos industriales.
- Conexión OPC en ambiente cliente servidor.
- Conexión para una amplia selección de dispositivos servidores.

La Figura 1.34 muestra los elementos que se adicionan a la paleta de controles en el panel frontal al instalar el módulo DSC.

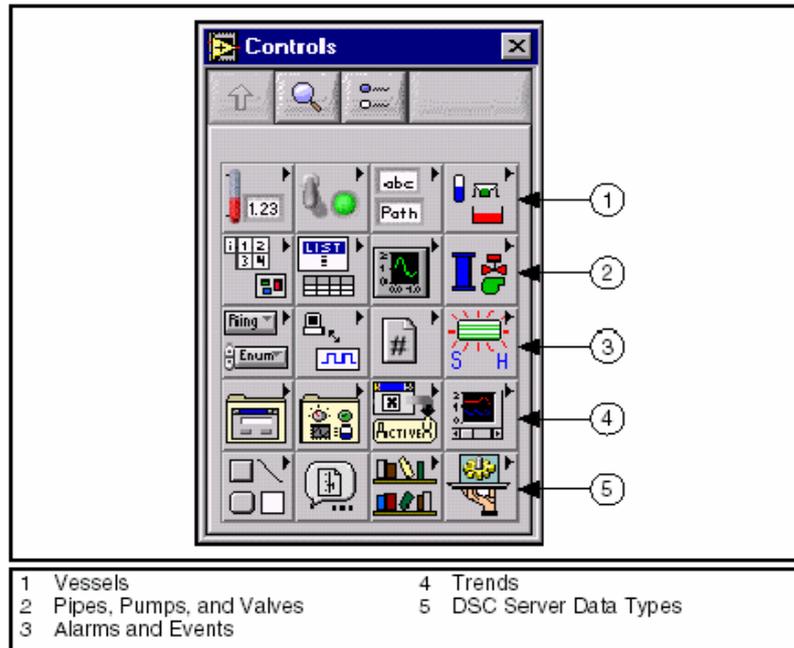


Figura1.34 Paleta de controles modificada por LabVIEW DSC.

Donde:

- **Recipientes (Vessels).**- Varios tanques, un depósito, y una caja. Todos estos objetos en la subpaleta son numéricos.
- **Tuberías, Bombas y Válvulas (Pipes, Pumps y Valves).**- Varios objetos como tuberías, bombas, y válvulas booleanas.
- **Alarmas y Eventos.**- Un juego de displays, Herramientas de formato, y un conjunto de herramientas para manejar alarmas y eventos.
- **Direcciones (Trends).**- Tendencias histórica de un gráfico XY y tendencias en tiempo real de un gráfico waveform chart.

- **Tipos de Datos para el Servidor DSC-** Varias definiciones de tipos de datos que se puede usar para instrumentos virtuales basados en arquitectura cliente servidor

La Figura 1.35 se muestra los VIs introducidos en la paleta de funciones con la instalación del módulo LabVIEW DSC.

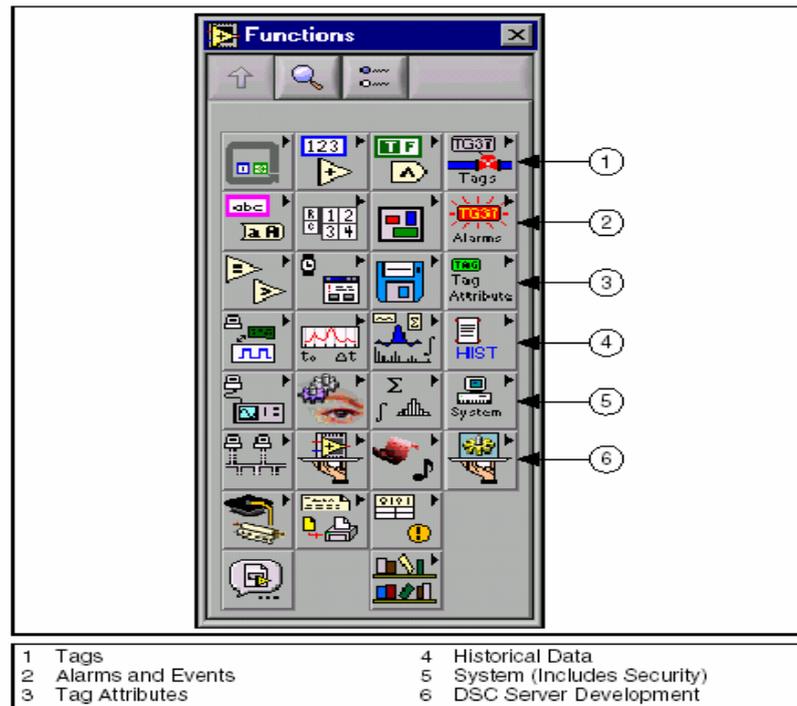


Figura 1.35 Paleta de funciones modificada por LabVIEW DSC

Donde:

- **Tags.-** Se usa estos VIs y funciones para leer los valores más recientes de un Tag, escribir un nuevo valor, u obtener datos para una dirección en tiempo real.
- **Alarmas y Eventos.-** Se utilizan para reconocer alarmas, desplegar el resumen de la alarma o la información histórica del evento, u obtener el estado de la alarma.
- **Datos Históricos.-** Permite leer y escribir datos históricos acerca de un Tag, para direcciones de datos y muestras, calcular datos

estadísticos para una dirección histórica, o convertir datos de una dirección histórica a una hoja de cálculos.

- **Sistema, incluido Seguridad.-** Permiten acceder a la información de seguridad acerca de su aplicación.
- **Desarrollo del Servidor DSC.-** Se utilizan VIs para desarrollar instrumentos virtuales basados en dispositivos servidores.

1.9.1.3. Desarrollo una aplicación con LabVIEW DSC.

Para desarrollar una aplicación en el módulo LabVIEW DSC, se debe estar familiarizado con la programación gráfica en LabVIEW. El software de aplicación LabVIEW DSC contiene tres partes que trabajan juntas: la interface gráfica o aplicación HMI, el motor de Tag, y varios dispositivos servidores, como se muestra en la Figura 1.36. El motor de Tag, con cualquier dispositivo servidor, corre como un proceso independiente separado de la aplicación HMI.

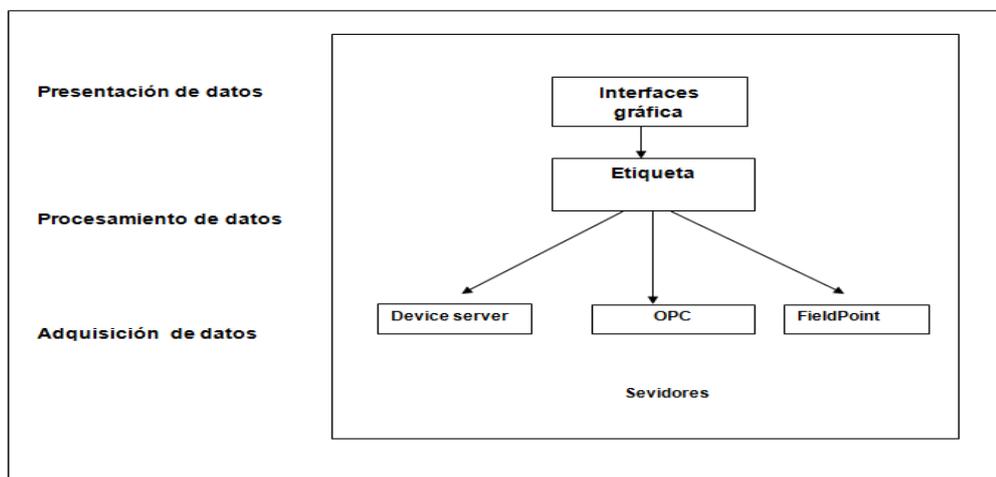


Figura 1.36 Diagrama de partes del módulo DSC.

Los procedimientos básicos que se necesitan para desarrollar una aplicación con LabVIEW DSC son los siguientes:

- Establecer un plan específico para la aplicación.
- Determinar el hardware que se va a utilizar.

- Establecer una conexión física a su hardware. Conectar, configurar, probar, y corregir.
- Instalar y configurar servidores para conectar los puntos de I/O. Esto crea el mecanismo para manejar la comunicación con el hardware.
- Cuando sea posible, antes que se acceda a los servidores en LabVIEW, hay que probarlos según las instrucciones en el documento del servidor.
- Usar el editor de configuración de Tag y la configuración Wizard del Tag para crear y configurar, y guardar la configuración en archivos (.scf).
- Usar el Monitor Tag para probar los servidores y Tags.
- Usar LabVIEW DSC, con sus VIs y funciones para crear la interface de usuario o aplicación HMI y cualquier otra funcionalidad. Crear la aplicación HMI de la misma manera que se puede crear una aplicación normal en LabVIEW.
- Desplegar, probar y documentar la aplicación.

1.9.1.4. Servidores.

El servidor es una aplicación que comunica y maneja instrumentos de I/O tales como PLCs, FieldPoint, dispositivos de I/O remotos, motor de Tag remota, y DAQ. Estos servidores leen elementos de entrada seleccionados y escriben en ellos. El módulo LabVIEW DSC puede conectarse a cualquier servidor OPC y a muchos dispositivos.

También se puede conectar a servidores de la National Instruments, incluyendo DAQ y servidores FieldPoint. Un elemento servidor es un canal, punto de I/O, o una variable en el hardware de un dispositivo. Se asocian a estos elementos con Tags. Los Instrumentos servidores monitorean los valores adquiridos por el hardware y el motor de Tag actualiza los Tags cuando el servidor envía nuevos datos a este motor. Los Servidores también actualizan cada salida cuando la aplicación HMI escribe un valor del Tag; ellos manejan y reportan las

comunicaciones y errores del dispositivo. Un buen dispositivo servidor cubre todo el entorno y detalla las especificaciones del hardware, así establece un dispositivo independiente de I/O para el módulo LabVIEW DSC.

El módulo LabVIEW DSC contiene soporte para varios tipos de servidores incluyendo los siguientes:

- **Servidores OPC-** Conforme con la fundación OPC, los datos OPC acceden a las especificaciones 2.0 y anteriores.
- **Servidores DDE.-** Cualquier servidor que soporte la interface de intercambio dinámico de datos (DDE).
- **Dispositivo servidor IA.-** Es un tipo de servidor desarrollado por National Instruments. Los dispositivos servidores IA tienen dos aplicaciones: basados en VI y basados en DLL.
- **Servidores basados en VI.-** Usa VIs para proporcionar datos al motor de Tag.
- **Servidores basados en DLL-** También conocidos como Servidores de Automatización Industrial (IAS).

1.9.1.5. Visualización y control con LabVIEW DSC.

Un HMI es la interface a través del cual un operador de proceso interactúa con el sistema LabVIEW y con el ambiente externo de monitoreo y control. Se usa Instrumentos virtuales con el HMI. LabVIEW DSC instala controles personalizados, indicadores, VIs y funciones que hacen fácil la creación de un HMI.

LabVIEW DSC incluye un conjunto de VIs con los cuales se puede controlar el HMI, proporciona también acceso a la base de datos en tiempo real y a la base de datos histórica, puede realizar cálculos matemáticos y lógicos, y cambios entre diferentes pantallas de una o varias aplicaciones. Tiene librerías de VIs que contemplan VIs de alarmas y eventos, VIs de históricos de datos, VIs del Sistemas, VIs de Tags, y VIs de atribuciones.

1.9.1.6. Trabajo en red con LabVIEW¹³

En este sistema de programación en LabVIEW, permite comunicarse con otros procesos que están ejecutándose en las computadoras remotas a través de una red industrial. Utilizando la red y las características en LabVIEW se pueden realizar las siguientes tareas:

- Buscar datos de otros VIs que se están ejecutando en la red usando la tecnología **DataSocket** de National Instruments.
- Publicar imágenes de paneles frontales y documentación de VIs en la red.
- Diseñar VIs que se comunican con otras aplicaciones y VIs a través de protocolos de bajo nivel como son: TCP, UDP, entre otros.

Comunicación mediante DataSocket.

DataSocket es un nuevo programa tecnológico basados en los estándares industriales TCP/IP, simplifica la comunicación de datos entre diferentes aplicaciones en un computador o entre computadores conectadas en red.

Hoy en día existen variedades y diferentes tecnologías para la aplicación de adquisición de datos, como son TCP/IP.

DataSocket implementa y facilita el uso en un alta estructura de programación, y designando su interface para publicar y suscribir los datos de medición y automatización de la aplicación. En la Figura 1.37 se observa el esquema de monitoreo y control mediante una red basado en la comunicación de **DataSocket**.

DataSocket consiste en dos componentes como son:

- DataSocket API.
- DataSocket Server.

El **DataSocket API** presenta una única interconexión para comunicación con múltiples tipos de datos y lenguajes.

El **DataSocket Server** simplifica la comunicación direccionada desde TCP/IP programada por el usuario.

¹³ Networking in LabVIEW. Manual de LabVIEW. Capítulo 18.

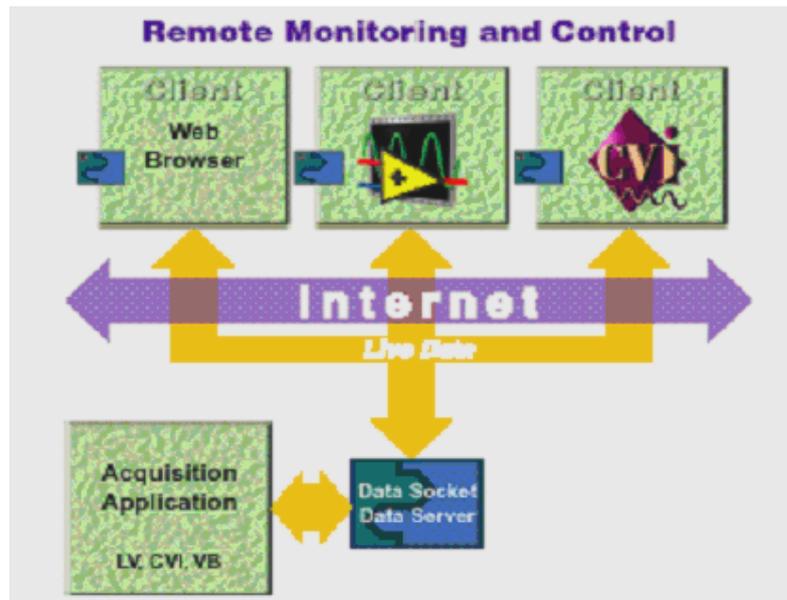


Figura 1.37 Esquema de un Monitoreo y Control Remoto.

Análisis Común de DataSocket API.

DataSocket se unificó al API basado en direcciones (URLs) para conectar la medición y la automatización de datos, éstos se localizan en cualquier parte de una computadora local o en cualquier parte del Internet. El API es un protocolo lenguaje, y un sistema operativo independiente. Diseñado para simplificar la publicación de datos binarios.

El **DataSocket API** convierte automáticamente la medición de los datos en un grupo de bytes que son transferidos a través de la red.

La aplicación **DataSocket** convierte automáticamente el grupo de bytes en su forma original. Esta conversión automática elimina la complejidad de la red, la cual suma sustancialmente el código que necesita cuando escribe usando las librerías TCP/IP.

Aprender el **DataSocket API** es simple. Esto consiste de cuatro funciones básicas (Abrir, leer, escribir y cerrar) que son similares a los archivos normales llamados I/O. Se puede usar el mismo **DataSocket API** en un programa de lectura de datos como:

- Programas en archivos HTTP.
- Programas en archivos FTP.
- Archivos locales.
- Programas en OLE para Control de Procesos.
- Programas en archivos DSTP.

Transmitir con DataSocket en Tiempo Real.

El **DataSocket** es un programa pequeño, usando el **DataSocket API** puede transmitir el dato medido a altos rangos de velocidad a través del servidor de Internet a varios clientes remotos. **El DataSocket Server** simplifica el trabajo en la red con direcciones TCP/IP programando automáticamente la conexión entre el servidor y los clientes.

Para transmitir datos con el **DataSocket Server** se requiere de tres eventos, como son:

- Publisher.
- DataSocket Server.
- Subscribers.

Como se observa en la Figura 1.38, los tres actores pueden residir en la misma máquina, pero más de tres actores se ejecutan en máquinas diferentes. La habilidad de operar el **DataSocket Server** en otras máquinas mejora la ejecución y mejora la seguridad por el aislamiento de las conexiones de la red.

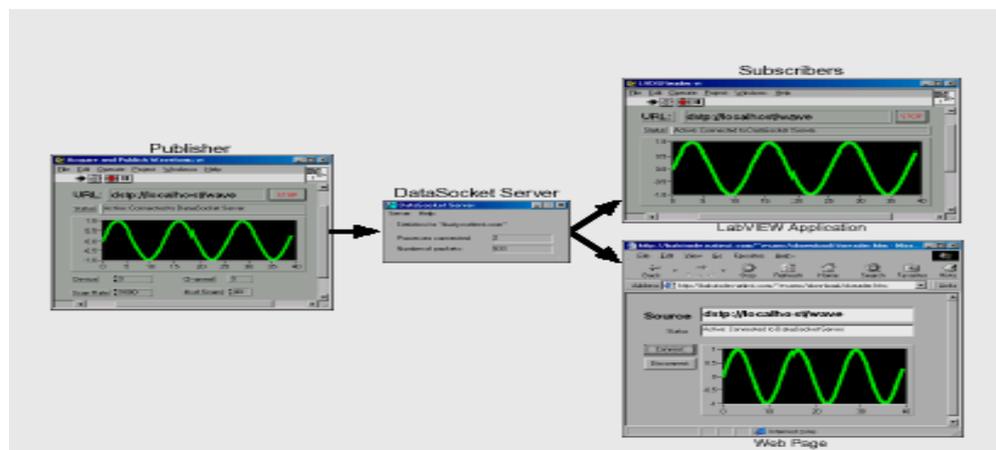


Figura 1.38 Comunicación mediante DataSocket.

CAPÍTULO II

SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS E IMPLEMENTACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS.

2.1. SELECCIÓN DE TRANSDUCTORES.

2.1.1. DISPÓSITIVO DEL FLUIDO.

Para la implementación del proyecto se debe disponer de un bastidor donde estará el banco de pruebas, y de un depósito o tanque que contendrá el fluido sobre cual se controlará y monitoreará su nivel.

Se define como bastidor a toda la estructura metálica sobre el cual estarán ubicados físicamente los elementos que conforman el banco de pruebas, por ejemplo la ubicación de las bombas centrifugas, la tubería, válvulas, tanque o depósito, transductores, y los elementos eléctricos de operación.

El depósito o tanque de fluido (agua), estará sobre el nivel de referencia de los ejes de las bombas hidráulicas, provocando de esta manera una alimentación natural hacia las entradas de las bombas (succión), facilitando el cebado de las misma, además de la inundación del fluido en el depósito y la presencia de aire en el sistema hidráulico puede evacuarse.

Con estas características se formará un tanque de acrílico cilíndrico de 0,50 m de diámetro, y una altura de 0,90 m, el volumen estimado a ocupar en este tanque es de 136 litros de agua (0,75 m de altura, nivel de referencia del fluido) como se indica en la Figura 2.1.

Una válvula de compuerta es utilizada para aumentar la pérdida de carga en la tubería de descarga de la bomba, y con ello controlar manualmente la altura o cabeza total disponible en el sistema. La válvula seleccionada es de marca BUGATTI, con un diámetro interior de 2 pulgadas y una presión de trabajo hasta 40 atmósferas.

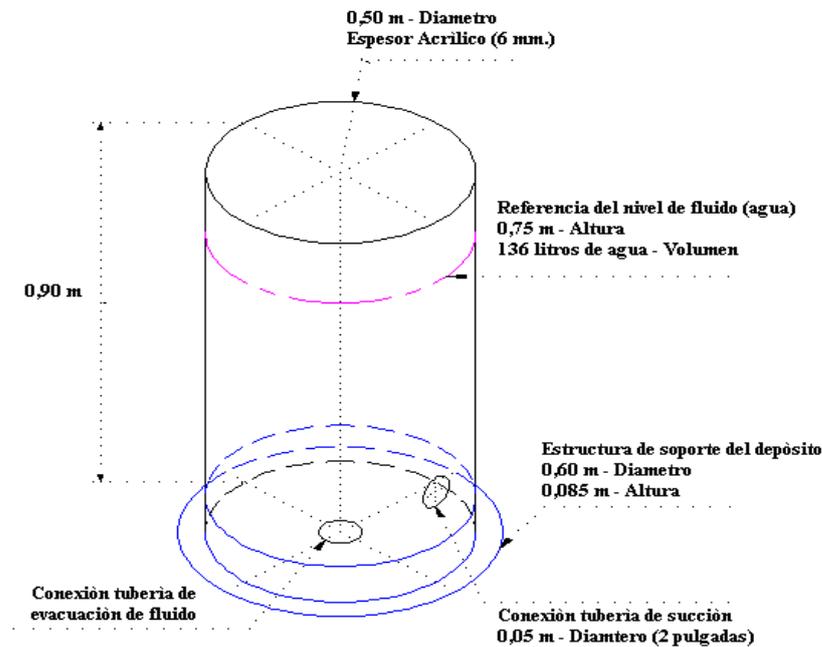


Figura 2.1 Depósito de fluido del banco de pruebas.

2.1.2. TRANSDUCTOR DE NIVEL.¹⁴

Se debe dar una señal de seguridad que indique el nivel adecuado de fluido; en caso que el agua se desborde o salga de los niveles permitidos, envía a apagar las bombas centrifugas. Se debe seleccionar un sensor de nivel (Figura 2.2) para instalar en el depósito, para indicar al sistema que es seguro operar. El detector de nivel Liquiphant T de la marca ENDRESS+HAUSER (serie No. **FTL 20-0214**), es un detector de horquilla vibrante para líquidos, que trabaja como un flotador electrónico sin piezas móviles.



Figura 2.2 Detector de nivel tipo horquilla Liquiphant T FTL 20-0214.

¹⁴ <http://www.miebo.de/upload/TI364Fen.pdf>

Principio de operación. El sensor en forma de diapasón vibra a su frecuencia de resonancia, en contacto con el líquido modifica esta frecuencia. El cambio de frecuencia es detectado y el sistema acciona un conmutador electrónico.

El Liquiphant FTL 20-0214 puede funcionar en modo de seguridad mínimo o máximo; la salida cambia de estado (ON – OFF) cuando se alcanza el umbral, o se produce un fallo, o en caso de corte de corriente.

El Liquiphant ha sido especialmente diseñado para la detección de nivel en tanques de almacenaje, depósitos con agitadores y tuberías. Sus posibilidades de utilización son más amplias, en comparación con flotadores tradicionales, gracias a su insensibilidad frente a viscosidades, adherencias, turbulencias, burbujas de aire, así como a las corrientes.

2.1.3. SENSOR ULTRASÓNICO UB800-18GM40-I-V1¹⁵

Es un sensor que permite tener una señal continua en su salida, su funcionamiento se basa en la emisión de una señal ultrasónica y el tiempo que se demora en enviar y regresar ésta a un receptor, lo que permite medir el nivel.

El sensor ultrasónico de la Figura 2.3 dispone de una salida analógica con dos límites de evaluación memorizables.

Datos generales

Rango de detección: 50... 800 mm

Rango de ajuste: 70... 800 mm

Zona ciega: 0... 50 mm

Dimensiones: 100 mm x 100 mm



Figura 2.3 Sensor ultrasónico UB800-18GM40-I-V1

¹⁵ <http://elektroslužby-brno.cz/files/205340-ub800-18gm40-i-v1-pepperl-fuchs.pdf>

2.1.3.1. Conector macho V1-G-2M-PVC.

Para el acoplamiento del sensor ultrasónico se utilizó conector macho, como se observa en la Figura 2.4; sus datos técnicos se indican a continuación.

Datos generales

Nº de polos: 4

Conexión: 1 Conector hembra

Rosca: 1 M12

Conexión: 2 Terminal de línea libre

Datos eléctricos

Tensión de trabajo UB máx.: 300 V CC

Tensión de prueba: > 1500 Vrms CA

Corriente de trabajo máx.: 4 A

Resistencia de tránsito: < 5 MΩ

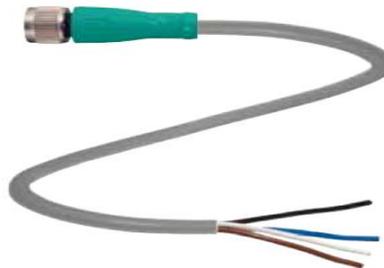


Figura 2.4 Conector macho V1-G-2M-PVC

2.1.4. SENSOR CAPACITIVO CCN5-F46A-E3.¹⁶

La función del detector capacitivo (Figura 2.5) consiste en señalar un cambio de estado, basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico. Los sensores capacitivos detectan objetos no metálicos (para este caso es nivel de agua), midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño, y distancia hasta la superficie sensible del detector.

¹⁶ http://www.pepperl-fuchs.com/selector/navi/productInfo/edb/103537_spa.pdf

Datos generales

Función del elemento de conmutación: PNP N.C.

Distancia de conmutación de medición: 5 mm

Montaje: no enrasado

Polaridad de salida: CC

Distancia de conmutación asegurada: 0... 3,5 mm



Figura 2.5 Sensores capacitivos CCN5-F46A-E3.

2.1.5. MÓDULO FIELDPOINT FP – 1601.

El módulo de interfaz en red FP-1601, es el cerebro del equipo y se puede conectar hasta nueve módulos de entradas y salidas de señales normalizadas. Opera en una red Ethernet de alta velocidad, con rangos de comunicación de hasta 100 Mb/s y comunicaciones guiadas por evento, lo cual envía paquetes solo sobre cambio de datos.

Entrega una conexión en red de alto rendimiento que minimiza el tráfico de la red y brinda mayor rendimiento comparado con las comunicaciones tradicionales. Administra comunicaciones entre un servidor y los módulos de entradas y salidas; también proporciona funciones de diagnóstico y configuración para simplificar la instalación, el uso y el mantenimiento.

La asignación de direcciones IP y la configuración de los módulos se realiza usando FieldPoint Explorer o el Measurement & Automation Explorer (**MAX**), son auxiliares de configuración guiado por menú basado en Windows.

Permite bajo consumo de energía, un rango de temperatura más amplio y un diseño mecánico mejorado, como se indica Figura 2.6.

El módulo FieldPoint FP-1601 dispone de una variedad de módulos de entradas y salidas analógicas y digitales, para medir y controlar sensores y actuadores industriales.



Figura 2.6 Módulo FieldPoint FP-1601.

Características Técnicas

- Tipo de red: 10BaseT y 100BaseTX Ethernet.
- Compatibilidad: IEEE 802.3.
- Rango de comunicación: 10 Mb/s, 100 Mb/s.
- Máxima distancia de cableado: 100 metros.
- Fuente de alimentación: 11 a 30 voltios (Vdc.)
- Potencia recomendada: FP-1601 con 5 módulos incorporados 15 W
- Temperatura de operación: -25 a 55 grados centígrados.

2.1.5.1. Módulo FP-AI-110¹⁷.

FieldPoint ofrece una variedad de módulos de entrada analógicas para medir con precisión sensores o transductores analógicos. Con acondicionamiento de señales integrado se puede conectar directamente a señales de alto y bajo voltaje, corriente (miliamperios), termopares, RTDs y circuitos de puente (como las galgas extensiométricas).

Todos los módulos brindan un puente de distribución de potencia para hacer más fácil el trabajar con sensores, con 2 cables de lazo de corriente.

¹⁷ <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/11485>

Brindan protección de sobrevoltaje transitorio de 2,300 Vrms entre los canales de entrada. Para facilitar la instalación y el montaje, los módulos FieldPoint de entradas analógicas presentan operación HotPnP (plug-and-play) para ser detectados e identificados automáticamente por el software de configuración. El desarrollo del software se simplifica también, ya que con autoescalas se puede leer y escribir a módulos en unidades de ingeniería, en lugar de tener que convertir los niveles actuales a números binarios.

Características técnicas.

- Ocho canales, módulos de entradas análogas de 16 bits de resolución. Ocho canales de entrada análoga de corriente o voltaje.
- Ocho rangos de voltaje continuo de entrada: 0-1 V, 0-5 V, 0-10 V, ± 60 mV, ± 300 mV, ± 1 V, ± 5 V, y ± 10 V.
- Tres rangos de corriente de entrada: 0-20, 4-20, y ± 20 (mA)
- Filtros ajustables: 50, 60, y 500 Hz.
- Protección contra sobrevoltajes transitorios de 2,300 Vrms entre el bus de comunicación del interior del módulo y las salidas/entradas de los canales.
- Rango de voltaje de aislamiento: 250 Vrms.
- Temperatura de operación: -40 a 70 °C.

2.1.5.2. Módulo FP-AO-210.

Es un módulo de salida de voltaje analógico de 8 canales (0 a 10 V, hasta 10 mA de consumo de corriente por canal). El módulo incluye detección de sobrecorriente para cableado y depuración de sensores y protección contra cortocircuito para errores en cableado.

Para facilitar la instalación y el montaje, los módulos FieldPoint de entradas analógicas presentan operación HotPnP (plug-and-play), para ser detectados e identificados automáticamente por el software de configuración.

Características técnicas.

- Ocho salidas de voltaje análogo: 0 -10 Vdc.
- 12 bits de resolución.

- Fuente de 1 mA por canal y 10 mA con fuente externa.
- Indicadores de sobrecorriente.
- Protección contra sobrevoltajes transitorios de 2,300 Vrms entre el bus de comunicación del interior del módulo y las salidas/entradas de los canales.
- Temperatura de operación: -40 a 70 °C.
- Protección por sobrevoltaje: -10 a 20 Vdc.

2.1.5.3. Módulo FP-DI-330.

Módulo de 8 entradas discretas para monitorear un amplio rango de tipos de señales, se puede usar estos módulos de entrada discreta para detectar el estado de una variedad de dispositivos discretos; por ejemplo, conmutadores de proximidad y límite. Presentan operación HotPnP (plug-and-play) y diagnósticos internos, todos los módulos de salida discreta aseguran que el aislamiento y el mantenimiento no tengan problemas.

Características técnicas.

- Ocho canales de entradas discretas.
- Entradas universales que trabajan con voltaje de 5 V TTL y niveles hasta 250 V, continuos o alternos.
- Protección contra sobrevoltaje transitorios de 2,300 Vrms., entre el bus de comunicación del interior del módulo y las salidas / entradas de los canales.
- Rango máximo de voltaje: 250 Vrms.
- Temperatura de operación: -40 a 70 °C.

2.1.5.4. Módulo FP-DO-410.

Módulo que contiene 8 canales de señales de salida discretas. Puede usar estos módulos de salida discreta para controlar el estado de una variedad de dispositivos discretos, como por ejemplo relés, contactores, etc.

Características técnicas.

- Ocho canales de salidas digitales discretas.

- Provee al cierre de salidas de hasta 1 miliamperio por canal.
- Compatibles con voltaje continuo de 5 a 30 Vdc.
- Protección contra cortocircuito con led indicador.
- Protección contra sobrevoltaje transitorios de 2,300 Vrms.
- Temperatura de operación de -40 a 70 °C.

2.1.6. AUTOMATISMOS DE CONTROL INDUSTRIAL.

Todos los automatismos de control industrial; como, botoneras, luces piloto, contactores, fusibles, guardamotors, variadores de frecuencia, etc., se han seleccionado de acuerdo a la potencia eléctrica del motor que esta acoplada a la bomba centrifuga, al consumo de energía eléctrica de los equipos, y a la tensión eléctrica alterna que se disponga.

Una marca conocida que se ha elegido para estos automatismos es *TELEMECANIQUE*, por su versatilidad y funcionabilidad de cada equipo.

Para operar las bombas centrifugas a diferentes revoluciones por minuto de la nominal, se seleccionaron los variadores de velocidad **ALTIVAR 11** de la marca *TELEMECANIQUE*. Estos variadores de velocidad trabajan con motores trifásicos asíncronos de rotor jaula de ardilla.

El convertidor de frecuencia, que se alimenta en la red a tensión y frecuencia fijas, garantiza la alimentación del motor a corriente alterna con tensión y frecuencia variables, en base a las exigencias de velocidad. Para obtener un par constante a cualquier velocidad, es necesario mantener el flujo constante, para ello la tensión y la frecuencia deben evolucionar simultáneamente y en idéntica proporción.

Tradicionalmente, las aplicaciones que requerían prestaciones de accionamiento de alto nivel, recurrían a soluciones basadas en motores de corriente continua; en la actualidad las técnicas de Control Vectorial de Flujo (CVF) permiten aplicaciones industriales con motores asíncronos, como se ve en la Figura 2.7.



Figura 2.7 Variador de velocidad ALTIVAR 11.

El **ALTIVAR 11** de serie No **ATV11HU18M2A**¹⁸, es un convertidor de frecuencia de alimentación de 200 a 240 V de corriente alterna, para motores asíncronos trifásicos de jaula y de una potencia de 0,75 HP (0,75 Kilowatios), incorpora los últimos avances tecnológicos, así como las funciones necesarias para aplicaciones industriales, como por ejemplo: Líneas de transporte, ventilación, bombas hidráulicas, controles de acceso, puertas automáticas, mezcladoras, lavadoras, centrifugas, etc.

Para obtener mayor información técnica de los equipos que conforman la parte de instrumentación, referirse al ANEXO H “**Control de Movimiento Altivar 11**”.

2.1.7. BOMBAS CENTRIFUGAS¹⁹.

Se ha seleccionado una bomba centrífuga (Figura 2.8), de modo que las características de funcionamiento de la bomba, en relación al sistema en el cual opera sean tales que el funcionamiento esté cerca al punto de máximo rendimiento, esto tiende a optimizar el rendimiento de la bomba.

Cuando se selecciona una bomba para una aplicación en particular, se deben considerar los siguientes factores como principales:

- Naturaleza del líquido a emplearse.
- Capacidad requerida (caudal).
- Condiciones de succión y descarga de la bomba.
- Cabeza total, altura total o presión total.
- Fuente de alimentación (motor eléctrico, motor térmico, etc.)

¹⁸ http://biblioteca.schneiderelectric.es/nbd-update/cont2.../460501I06_pags/460501I06_10.pdf

¹⁹ <http://www.roulratec.com/products/components/pumps/Goulds%20Delieri%20Pumps.pdf>

- Espacio, peso y posición.
- Condiciones ambientales.
- Costo de la bomba, instalación, y operación.

Los catálogos de bombas y los representantes de los fabricantes proporcionan la información necesaria para ayudar a la selección adecuada.



Figura 2.8 Bomba hidráulica tipo Centrífuga de marca GOULDS.

Esta bomba centrífuga es del modelo, **3642 ODP & TEFC**, y como características principales son las siguientes:

- Potencia eléctrica del motor de $\frac{3}{4}$ HP.
- Motor eléctrico tipo Jaula de ardilla, alimentación trifásica de 220 V a una frecuencia de 60 Hz, de 3450 r.p.m., con un consumo de corriente nominal de 2,7 a 3 A.
- Bomba hidráulica tipo centrífuga, de impulsor cerrado, de diámetro de $3 \frac{1}{8}$ de pulgada. La succión es de $1 \frac{1}{2}$ de pulgada tipo NPT de diámetro, y la descarga es de $1 \frac{1}{4}$ de pulgada tipo NPT de diámetro.
- Diámetro de impulsor de $3 \frac{1}{8}$ de pulgada.
- Una cabeza total máxima de trabajo de 36 pies (11 metros de columna de agua / 15,65 psi.) capacidad máxima de trabajo de 60 galones por minuto (3,79 litros por segundo), a un consumo de corriente nominal de 2,7 A.
- Peso total del equipo 68 libras.

2.1.8. TUBERÍAS Y VÁLVULAS.

A medida que un fluido, como el agua, fluye por un conducto, tubería, codos, válvulas o algún otro dispositivo, 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, se ha escogido la tubería y accesorios de PVC (cloruro de polivinil), pegable de alta presión. Consiste en conexiones realizadas con uniones de rosca o con cemento solvente, el cual suelda las superficies de los tubos a unirse de manera sencilla y segura; por ejemplo, codos, universales, té, con tubería o con otros accesorios.

Tanto la tubería como los codos, té, universales y uniones, tienen un diámetro interno de 2 pulgadas equivalente a 5,08 cm.

Todos estos accesorios están dimensionados para una presión de 1 MPa (145 psi.). Su vida útil es mayor a 50 años sometida a su máxima presión de trabajo.

Las válvulas, son los elementos que controlan la dirección o la rapidez de 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.

2.1.8.1. Válvulas de esfera.

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

La válvula que se ha seleccionado es de la marca BUGATTI, de origen alemán, con un diámetro interior de 2 pulgadas, con una presión nominal de trabajo de 40 atmósferas, equivalente a 295 psi., construcción de latón (el cuerpo y la esfera), como se indica en la Figura 2.9.

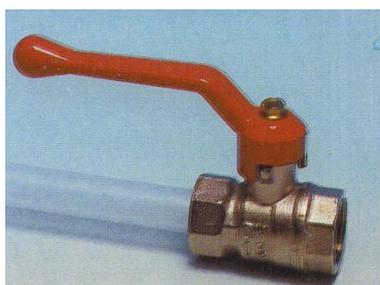


Figura 2.9 Válvula de esfera o globo.

2.1.8.2. Válvula de compuerta.

Utilizada para controlar la pérdida de carga en la tubería de descarga de la bomba, y con ello controlar la altura o nivel total disponible en el sistema manualmente. Se seleccionó de la misma marca BUGATTI, con un diámetro interior de 2 pulgadas y una presión de trabajo de hasta 40 atmósferas, como se ve en la Figura 2.10.



Figura 2.10 Válvula de compuerta.

2.1.8.3. Válvula de control.

Estas válvulas de dos vías se usan en general para control modulante de agua caliente o fría (Figura 2.11), vapor en sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Este tipo de válvula tiene la misma aplicación que la válvula de compuerta, pero el control es automático y no manual, como la de compuerta.

Su funcionamiento es el cierre o paso de un determinado fluido a través de un obturador y la estructura de la válvula; el cierre o la apertura de esta válvula lo realiza un actuador de tipo eléctrico o neumático.

Con la instalación de esta válvula se puede obtener la simulación de la pérdida de carga en forma proporcional (lineal), o no proporcional (exponencial), esto dependiendo del tipo de obturador que forma parte de la válvula.

La válvula seleccionada tiene un diámetro interior de 2 pulgadas, de marca HONEYWELL, Serie No **V5011R1091**²⁰. De igual forma, se acoplará a la válvula un actuador eléctrico lineal de marca HONEYWELL, de serie No **ML7420A3055**.

Las principales características técnicas de la válvula y del actuador se encuentran en ANEXO B “**HONEYWELL- ML7420A3055**”.



Figura 2.11 Válvula de control.

2.2 IMPLEMENTACIÓN DE TRANSDUCTORES Y ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL.

2.2.1. ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES DEL SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL DE LÍQUIDOS.

La lectura del control de nivel líquido se realizó mediante el uso de un sensor de ultrasonido, el cual tiene un rango de lectura desde los 10 cm hasta 150cm teniendo una variación de corriente proporcional a la distancia de 4 a 20 mA, cuya señal permite ingresar al FieldPoint y realizar el control. Se puede observar su estructura en la Figura 2.12.

²⁰ <http://europe.hbc.honeywell.com/finland/pdf/en0b0064-ge51r0403.pdf>

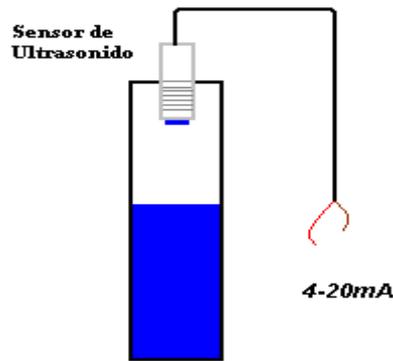


Figura 2.12 Sensor de nivel en el tanque.

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

El sensor de ultrasonido tiene la característica de variar su corriente de 4 a 20mA, en forma proporcional a la distancia de un objeto. Este valor ingresa directamente al módulo de E/S analógicas del FP para posteriormente calibrar el rango de ajuste de control del sensor, mediante una ecuación matemática en función del porcentaje de llenado del tanque, el valor que ingresa al FP es escalado mediante la programación del PID.

2.2.2. DETECTOR DE NIVEL LIQUIPHANT T FTL 20-0214.

El banco de pruebas debe operar de manera segura; por lo tanto, se instala un detector de nivel de líquido. La señal discreta (On - Off) de este dispositivo permitirá operar el banco, ya que se instalará en el depósito cerca del límite de la referencia del nivel de fluido.

Si existe una falla por rotura o fuga del fluido en el depósito y en las tuberías, se tendrá un cambio de estado de esta señal lo que ayudará a realizar acciones para aislar o hacer menos problemático la operación del banco de pruebas.

Al operar las bombas centrifugas sin la presencia de fluido, pueden verse afectados los sellos mecánicos y con esto generar fugas de fluido en la misma.

El detector de nivel Liquiphant T se puede instalar en cualquier orientación, pero lo importante es tener en cuenta la orientación de la horquillas, la conexión al proceso es de ½ NPT.

Su alimentación es de 19...253 Vac, se debe instalar en serie con carga externa con la alimentación, posee dos indicadores (verde y roja) de estado de operación y salida de la señal discreta.

El procedimiento para instalar al proceso y su sistema eléctrico se encuentra en la Figura 2.13.

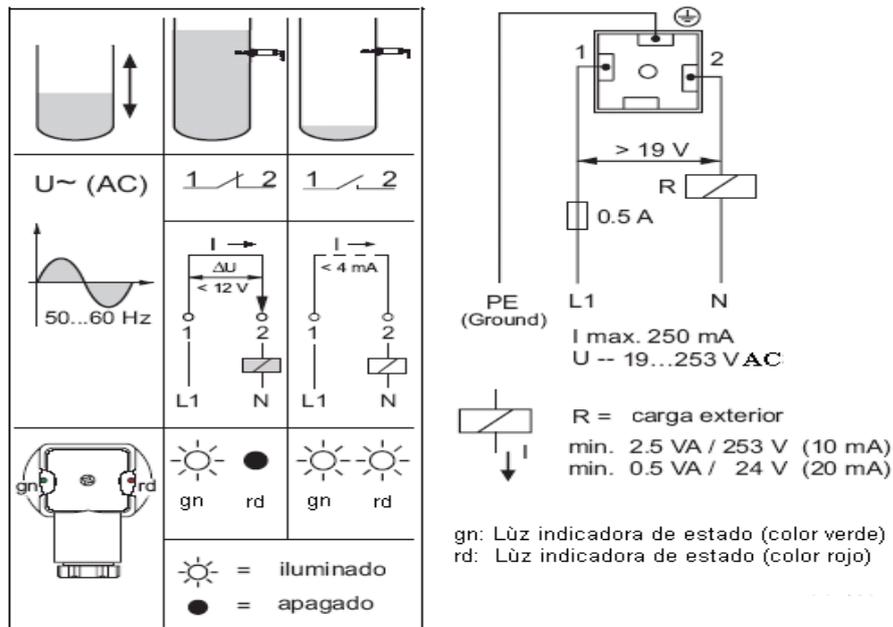


Figura 2.13 Conexión eléctrica del detector Liquiphant T FTL 20-0214.

2.2.3. ACTUADOR LINEAL ML7420A3055²¹.

Los actuadores lineales eléctricos están diseñados para el control modulante con una señal de entrada análoga de voltaje de control de 0...10 Vdc. o de 2...10 Vdc.

Opera con válvulas de control para aplicaciones de control modulante de flujo y de presión en sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

El giro del motor síncrono se convierte en un movimiento lineal del vástago mediante una transmisión de engranajes, el vástago del actuador se une al de la válvula con un retenedor. El sensor interno de fuerza, mediante microinterruptores detiene el actuador de forma precisa, cuando se alcanza la fuerza del vástago especificada, como indica la Figura 2.14.

²¹ <http://www.partsGuy.com/cgi-bin/PartsGuy/ML7420A3055.html>

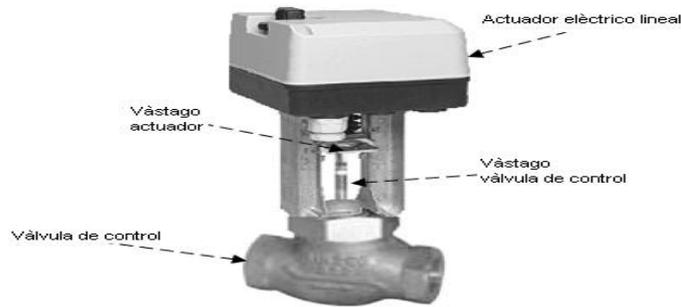


Figura 2.14 Válvula de control con actuador lineal ML7420A3055.

Entre sus características técnicas se tiene las siguientes:

- Instalación fácil y rápida.
- Bajo consumo de energía 5 VA.
- Fuente de alimentación de 24 VAC $\pm 15\%$ - 50/60 Hz.
- Interruptores finales de limitación de fuerza.
- Manivela para accionamiento manual.
- 2...10 Vdc. señal de salida análoga (feedback) de posición del vástago.
- 0...10 Vdc. o 2...10 Vdc. señal de entrada análoga seleccionable.
- Carrera de apertura y cierre de 20 milímetros.
- Fuerza de aplicación ≥ 600 Newtons.
- Acción directa/inversa seleccionable.
- Posición de carrera ante fallo de señal seleccionable.

La acción del movimiento lineal del vástago del actuador se puede invertir presionando el botón (**W3**), el rango de la señal análoga de voltaje en la entrada se puede cambiar presionando el botón (**W2**), y el potenciómetro (**W1**) permite ajustar la posición de seguridad entre 0% y 100% (apertura y cierre) ante un fallo de la señal de entrada.

Los botones (**W3 y W2**) y el potenciómetro (**W1**) están accesibles una vez retirada la cubierta y se localizan en la parte posterior de la cubierta de protección del circuito eléctrico, tal como se indica en la Figura 2.15.

Existe una señal de salida de 2...10 Vdc., que representa la posición real del vástago del actuador, que se puede utilizar para una indicación remota. Cuando el vástago está extendido (válvula de control en posición cerrada), la señal de salida es de 10 Vdc. y cuando el vástago está retraído (válvula de control en posición abierta), la señal de salida es de 2 Vdc.

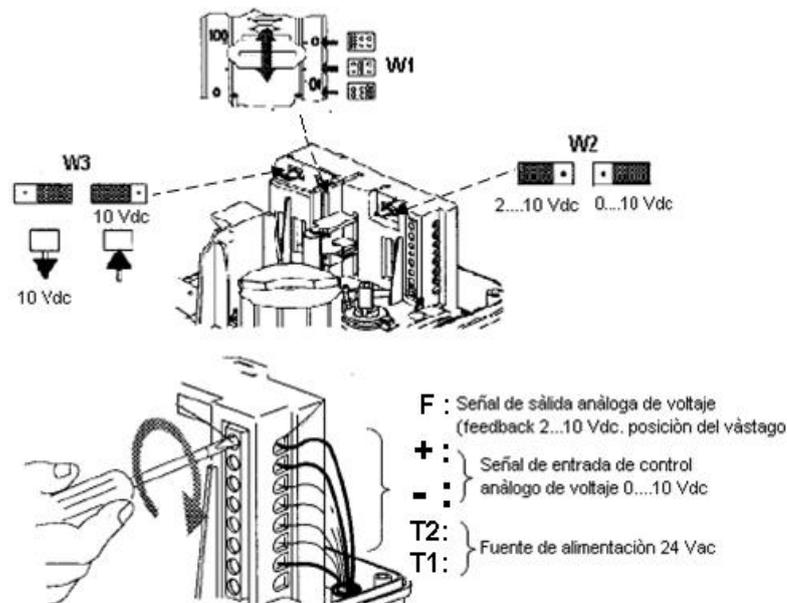


Figura 2.15 Conexión eléctrica del Actuador ML7420A3055.

2.2.4. FIELDPOINT 1601²².

Es el enlace entre el software de operación del banco de pruebas y el barrido de las variables físicas monitoreadas y registradas en los módulos de entradas y salidas de tipo análogas y discretas asociadas a este equipo.

La configuración y puesta en servicio del FieldPoint y de los módulos asociados al mismo, se realiza con el software Measurement & Automation Explorer (**MAX**). En la Figura 2.16, se observa los componentes principales del FieldPoint.

²² <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/11485>

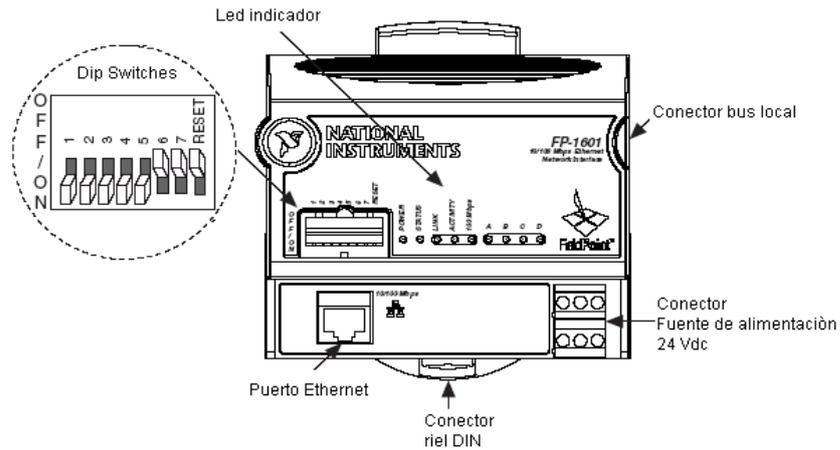


Figura 2.16 Componentes principales del FieldPoint 1601.

2.2.4.1. Módulo de entradas de señales análogas FP AI – 110.

Recibirá en cada canal las señales de salidas de monitoreo de las variables físicas del sistema hidráulico; señales como temperatura, presión de descarga, presión de succión y caudal.

La señal análoga de entrada de cada canal es de 4...20 mA, y se utiliza software “MAX”; para configurar estos canales, en la Figura 2.17 se presenta su conexión eléctrica.

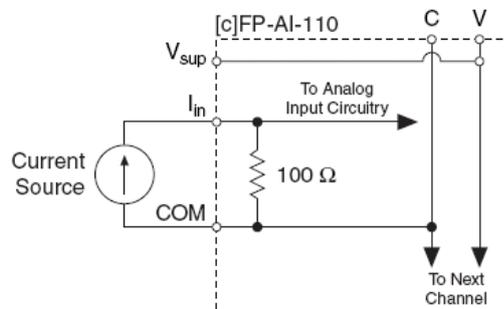


Figura 2.17 Señal de corriente entrada del canal FP AI-110.

En un canal de este equipo se ingresará una señal análoga de voltaje de 2...10 Vdc; que corresponde al monitoreo de la posición del vástago del actuador, indicando la posición de apertura y cierre de la válvula de control. De igual forma se configura con el software “MAX”, con una referencia análoga de 0...10,4 Vdc. En la Figura 2.18 se muestra la conexión eléctrica.

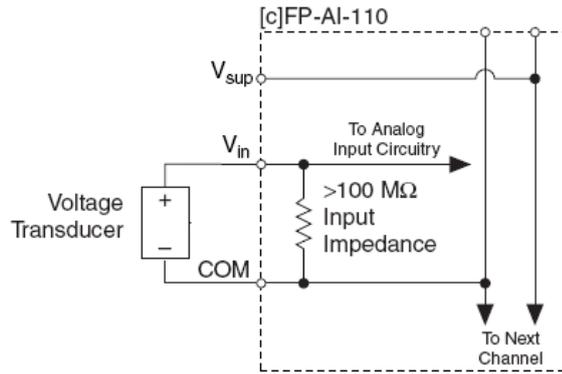


Figura 2.18 Señal de voltaje entrada del canal FP AI-110.

2.2.4.2. Módulo de salidas de señales análogas FP AO-210.

La señal de salida análoga de este módulo tiene una magnitud de voltaje de 0...10 Vdc. configurable. Se utilizará la señal de esta salida para el control remoto de velocidad de las bombas centrífugas y para la variación de carga de la válvula de control. En la figura 2.19 se muestra como conectar dos canales del módulo a sus respectivas cargas de hasta de 1 mA

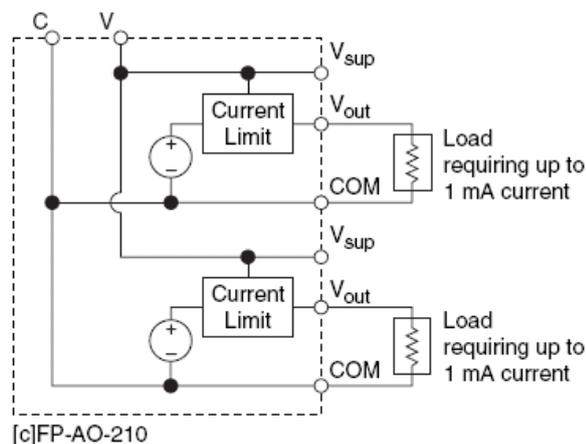


Figura 2.19 Señal de voltaje salida del canal FP AO-210.

2.2.4.3. Módulo de entradas de señales discretas FP DI-330.

Las señales discretas (On-Off), que ingresan a este módulo no tienen una magnitud; es decir, son contactos secos de un cambio de estado.

Se utilizará una fuente de alimentación de 24 Vdc. común en todos los canales y un contacto abierto de relés electromecánicos, para monitorear indirectamente los permisos o señales importantes para la operación adecuada del software de operación y el hardware (banco de pruebas). En la Figura 2.20 se muestran las conexiones eléctricas.

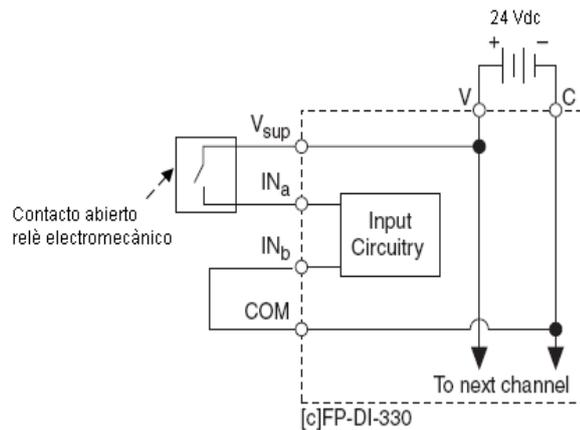


Figura 2.20 Señal discreta entrada del canal FP DI-330.

2.2.4.4. Módulo de salida de señales discretas FP DO-410.

Se utilizará una señal de salida de 24 Vdc., donde: on = 24 Vdc, off = 0 Vdc (Figura 2.21). Esta señal permitirá ejercer control a través de un relé de estado sólido al energizar y desenergizar la bobina de control del contactor, suministrando energía eléctrica al variador y al motor eléctrico de la bomba.

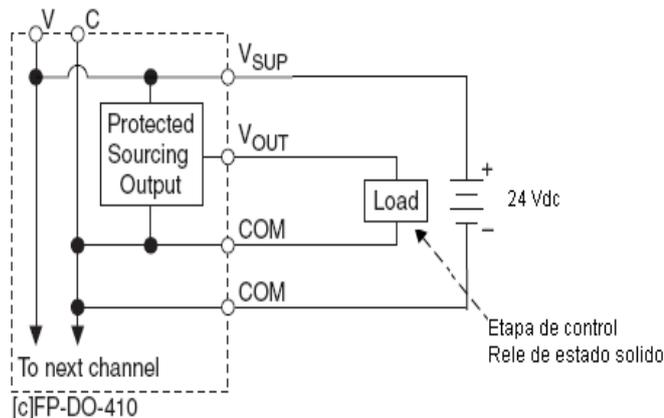


Figura 2.21 Señal discreta salida del canal FP DO-410.

2.2.4.5. Variador de velocidad ATV11HU18M2A.

Variando la velocidad de operación de las bombas centrífugas, se obtiene diferentes capacidades técnicas a los nominales que trabaja el equipo, manipulando de esta manera el comportamiento hidráulico de las bombas en el sistema hidráulico.

El variador de velocidad **ATV11HU18M2A**, es un convertidor de frecuencia con alimentación monofásica de 200...240 Vac, para motores trifásicos asíncronos de jaula de ardilla (bomba Goulds ¾ HP de potencia).

Las funciones principales del variador son las siguientes:

- Arranque y control de velocidad.
- Inversión del sentido de marcha.
- Aceleración, desaceleración, y diversos tipos de frenado.
- Protección térmica del motor y del variador.
- Control de 2 y 3 hilos.
- 4 velocidades preseleccionadas.
- Memorización de la configuración en el variador.
- Inyección de corriente continua para el frenado
- Regulación de velocidad por control vectorial de flujo.
- Recuperación automática y recuperación al vuelo.
- Controles locales marcha/paro y potenciómetro para consigna de velocidad.
- Supervisión de estado del variador.

El menú de programación y el ingreso de datos al variador dependerán de las características técnicas del motor eléctrico de la bomba hidráulica.

Algunas características principales de operación de este variador de velocidad, es el control tanto local (pulsantes de marcha/parada y potenciómetro para la consigna de velocidad), como remoto (control a 2 hilos), permitiendo controlar el sentido de la marcha mediante un contacto de posición o señal discreta y la

consigna de velocidad a través del ingreso de una señal análoga de voltaje 0...10 Vdc.

La configuración de los datos y monitoreo del estado del variador de velocidad, se realizará a través del menú del panel frontal del variador, se lo visualiza a continuación en la Figura 2.22.

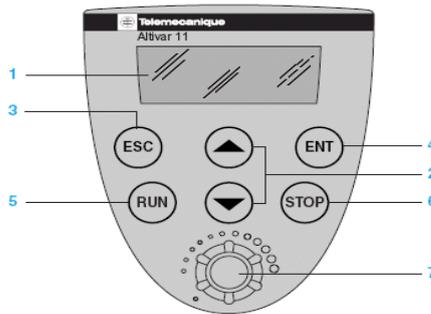


Figura 2.22 Panel frontal del variador de velocidad ATV11HU18M2A.

Donde:

1. La información aparece como códigos o valores en pantallas de 7 segmentos.
2. Botones para desplazarse por los menús o modificar los valores.
3. **“ESC”**: botón para salir de los menús (sin confirmación).
4. **“ENT”**: botón de validación para entrar en un menú o confirmar el valor seleccionado.
5. **“RUN”**: control local de marcha del motor.
6. **“STOP”**: control local de la parada del motor.
7. Potenciómetro de consigna de velocidad.

La normativa para la instalación eléctrica del variador de velocidad, se presentan en la Figura 2.23 siguiente:

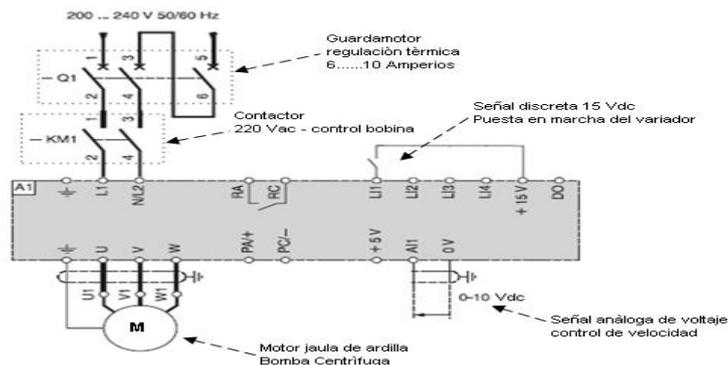


Figura 2.23 Conexión eléctrica del variador de velocidad ATV11HU18M2A.

La potencia eléctrica de $\frac{3}{4}$ de HP., o 0,75 kw del motor eléctrico de la bomba centrífuga Goulds, ayudará a la selección de los automatismos de los circuitos eléctricos de fuerza y control para operación de las bombas en el banco de pruebas.

Actualmente esta selección es normalizada y se presenta en la Figura 2.24.

MODELOS CON PULSANTE MARCHA/PARO Y POTENCIÓMETRO INCLUIDOS					
Motor	Red	Altivar 11		Potencia disipada a carga nominal	Referencia
Potencia indicada en placa	Corriente de línea máxima	Corriente de salida permanente	Corriente transitoria máxima		
kW	A	A	A	W	
Tensión de alimentación monofásica 200...240 V 50/60 Hz					
0,75	8,6	3,6	6	40	ATV11HU18M2A
Asociaciones arranque-motor					
Variador	Potencia motor		Guardamotor	Contactor	
	kW	HP		A	
Tensión de alimentación monofásica: 200...240 V					
ATV11HU18M2	0,75	0,75	GV2 ME14	6...10	LC1 D09 M7
Circuito de comando en corriente alterna					
	Volts AC		220		
LC1 D09	50/60 Hz		M7		

Figura 2.24 Automatismos de circuitos eléctricos de fuerza y control.

2.3. DISEÑO DE LA PLATAFORMA DE CONTROL Y MONITOREO

2.3.1. PLATAFORMA LabVIEW.

LabVIEW de National Instruments proporciona un potente entorno de desarrollo gráfico para el diseño de aplicaciones de adquisición de datos, análisis de medidas y presentación de datos, ofreciendo una gran flexibilidad gracias a un

lenguaje de programación sin la complejidad de las herramientas de desarrollo tradicionales.

2.3.2. PANEL FRONTAL PRINCIPAL.

Este panel permite realizar cinco operaciones dependiendo de la selección del operador (Figura 2.25.)

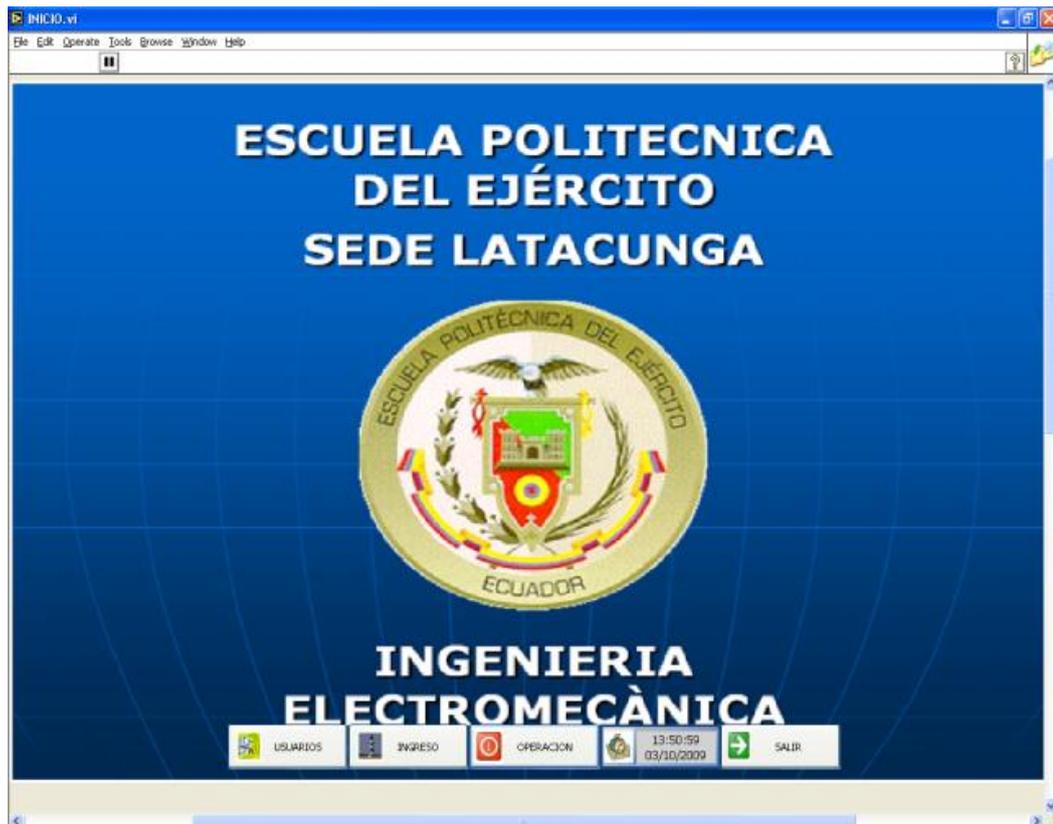


Figura 2.25 Panel Frontal Principal control de nivel.

A continuación se detalla las funciones de cada uno de botones del panel principal:



El botón “USUARIOS” despliega otro panel frontal en donde la persona se registra como operario o administrador.

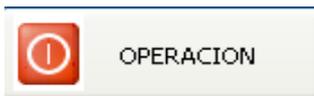
Esto sirve para observar quien está operando el proceso (Figura 2.26.)



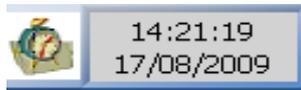
Figura 2.26 Panel “lista del usuario”.



El botón “**INGRESO**” permite al operador ingresar su código para habilitar la operación.



Con el botón “**OPERACIÓN**”, se puede ingresar a monitorear al módulo.



Permite visualizar “FECHA Y HORA”.



El botón “**SALIR**”, permite salir del software que controla el módulo.

La forma de programación se puede observar en el diagrama de bloques que se muestra en la Figura 2.27.



Figura 2.27 Diagrama de bloques del Panel Frontal Principal.

Para el ingreso a las pantallas del proceso se da clic en el botón “**OPERACIÓN**” y se ingresará a una pantalla tal como se observa en la Figura 2.28. Esta pantalla contiene instrumentos virtuales de supervisión y control, los mismos que ayudan a visualizar en tiempo real los parámetros físicos del sistema hidráulico y ejercer control en la operación del banco de pruebas.

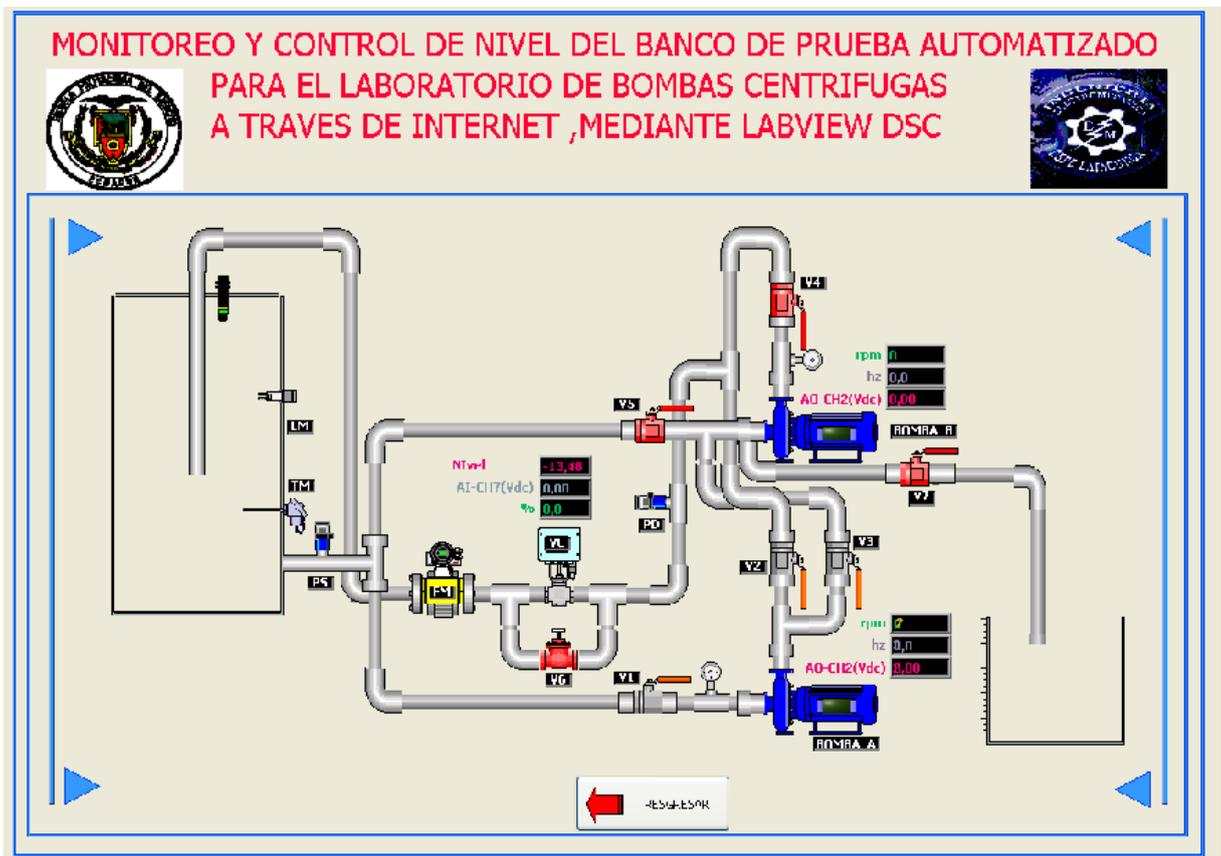


Figura 2.28 Panel Frontal general del módulo.

2.3.3. PANEL FRONTAL Y DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MONITOREO Y CONTROL DE NIVEL.

Todos los módulos están interconectados entre sí, por donde circulan los diferentes datos o valores del VI, de esta manera se logra que el VI funcione como un conjunto de elementos, módulos y sub-módulos.

Para el ingreso al monitoreo del proceso, se debe dar clic en el control “**BOMBA B**” que permite ingresar a una pantalla, como se indica en la Figura 2.29.

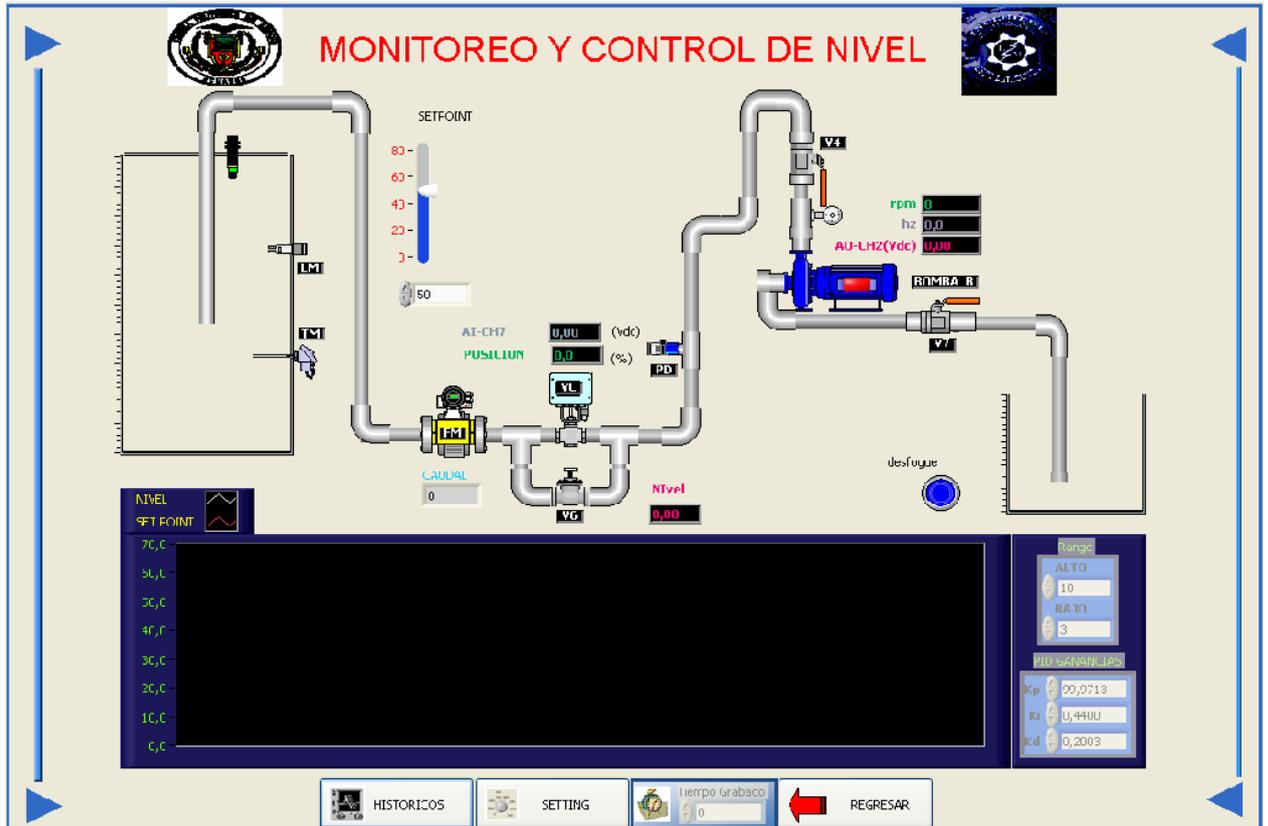
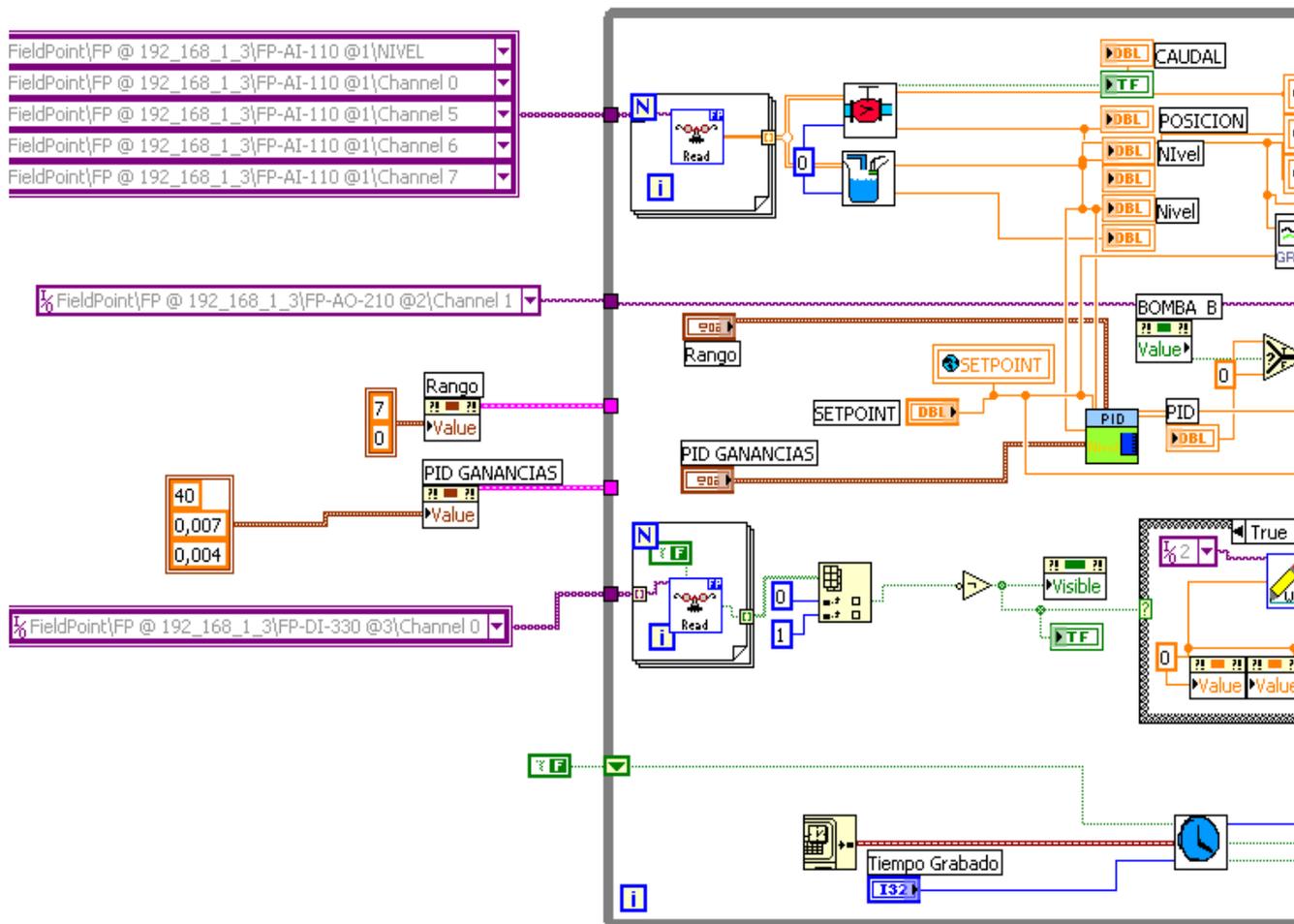
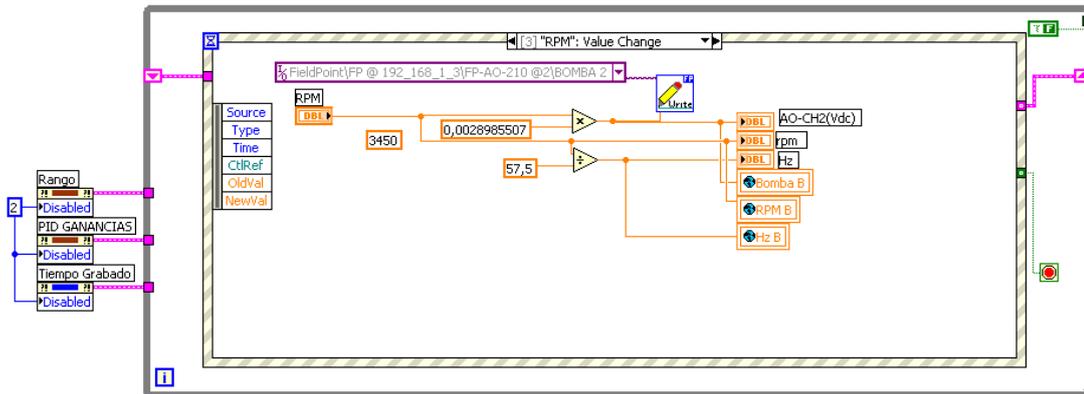


Figura 2.29 Panel Frontal de monitoreo y control del nivel.

Esta implementación se realiza utilizando canales discretos y analógicos, para adquirir la señal de la variable del proceso. En la Figura 2.30, se observa el diseño de la plataforma de control y monitoreo de nivel.



a) Diagrama de bloques de monitoreo y control.



b) Diagrama de bloques de monitoreo y control. Continuación
 Figura 2.30 Diseño de monitoreo y control del nivel.

Control Proporcional Integral Derivativo PID.

Para el diseño del sistema de control del monitoreo de bombas, se utilizó el VI PID, como se indica en la Figura 2.31

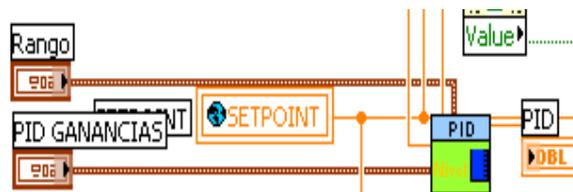


Figura 2.31 Diagrama de bloques del PID.

Se utiliza esta función, ya que permite ingresar desde el teclado los valores de las constantes del proceso (K_p , K_i , K_d), con la alternativa de configurar programáticamente las variables propias del control, como tiempos muertos, tiempos de muestreo, etc.

Diagrama de bloques de acondicionamiento del sensor.

Para el diseño del VI de control se realiza un escalamiento de la señal para manejarla con los datos propios de LabVIEW.

En el diagrama de bloques que se indica en la Figura 2.32, se presenta su programación. Para la asignación y selección de funciones del control, se utilizó los canales del FieldPoint.

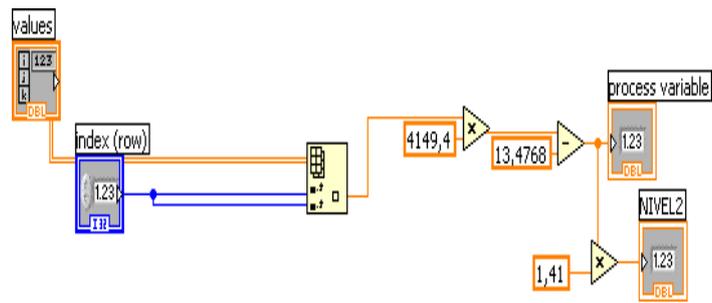


Figura 2.32 Diagrama de bloques acondicionamiento del sensor.

Diagrama bloques de visualización de datos del sensor.

El programa “**Visualización de gráficas nivel**” que se indica en la Figura 2.33, se implementa utilizando un canal de entrada analógica para adquirir la señal de la variable del proceso y una salida analógica para la salida del controlador.

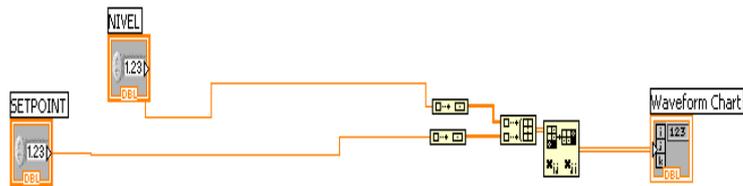


Figura 2.33 Diagrama de bloques de gráfica del nivel.

Diagrama de bloques de Grabación de los datos

En el VI “**GUARDAR DATOS**”, se puede grabar los datos de la tabla en el disco duro de la máquina, para que posteriormente puedan ser analizados. En la Figura 2.34 se muestra el diagrama de bloques respectivo.

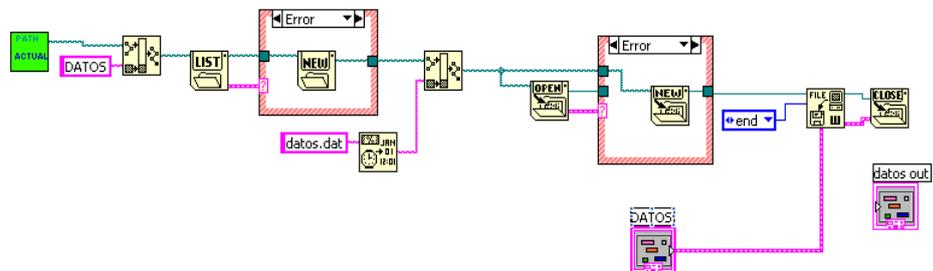


Figura 2.34 Diagrama de bloques de grabación de datos.

2.4. COMUNICACIÓN FIELDPOINT CON LABVIEW DSC.

2.4.1. CONFIGURACIÓN DE LA RED.

Para la configuración de la red es necesario seguir los siguientes pasos:

1. Hacer un clic en el icono de acceso directo de **“Mi PC”**,
2. Seleccionar la opción de **“Ver conexiones de red”**.
3. Hacer un clic derecho sobre el icono **“Conexiones de área local”**.
4. Seleccionar la opción **“Propiedades”** (Figura 2.35).

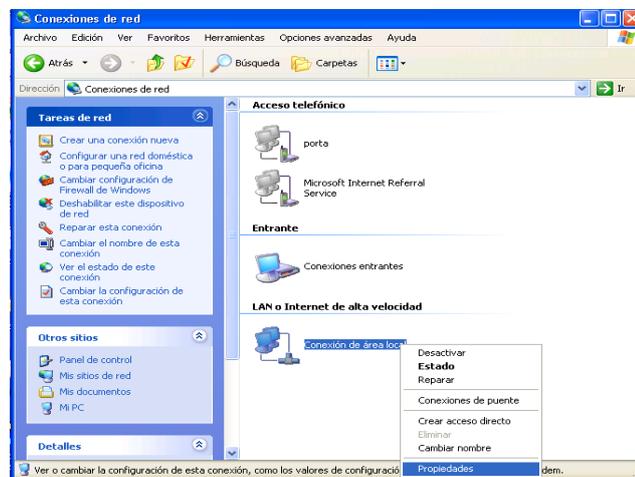


Figura 2.35 Conexión de red y acceso telefónico.

Al seleccionar el protocolo de Internet TCP/IP (Figura 2.36), se debe ingresar una dirección IP específica, esta dirección es la del computador.

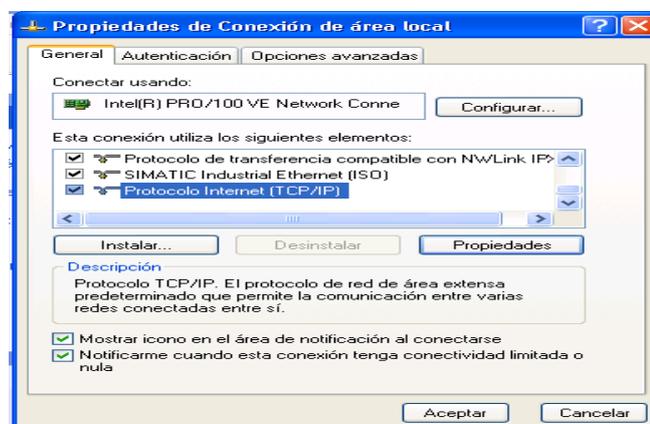


Figura 2.36 Protocolo de Internet (TCP/IP).

A continuación se ingresa la dirección IP “192.168.1.2”, ésta corresponde al computador y su máscara es “255.255.255.0.” Esta dirección que se ha otorgado es debido a que es una red pequeña y privada.

También, se debe indicar la dirección IP de la máquina (Figura 2.37) o del servidor que hará el direccionamiento y la resolución de los nombres de dominio de los computadores que conforman la red (puerta de enlace predeterminada).

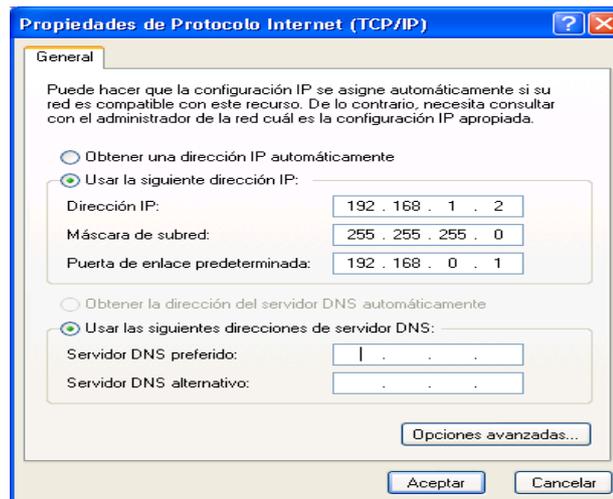


Figura 2.37 Propiedades del Protocolo Internet (TCP/IP).

Existen otros tipos de redes que se definieron desde los comienzos de Internet, que se clasificaron tal vez arbitrariamente según el número de nodos, y es necesario conocer para poder entender de una mejor manera, éstas son:

- **Redes de clase A**, identificadas con el primer octeto de la dirección IP. Por lo tanto, pueden albergar, cada una, 16 millones de nodos, aproximadamente.
- **Redes de clase B**, identificadas con los dos primeros octetos de la dirección IP. Constan de unos 65.000 nodos cada una.
- **Redes de clase C**, identificadas con los tres primeros octetos de la dirección IP, reservando el último octeto para identificar el nodo, pudiendo estar formadas por 254 equipos.

Por lo tanto, los cuatro octetos de la dirección IP²³ de cada computador, junto a la máscara de red, identifican perfectamente al equipo y a la red que forma parte. La máscara de red tiene como misión "ocultar" los octetos correspondientes a la identificación de la red y dejar "visibles" los usados para identificar el nodo (computadores, Hubs, Switchs, etc.)

En la Tabla 2.1 se indica los tipos de redes, direcciones, y máscaras.

Red	Máscara	Dirección desde	Dirección hasta
A	255.0.0.0	0.0.0.0	127.255.255.255
B	255.255.0.0	128.0.0.0	191.255.255.255
C	255.255.255.0	192.0.0.0	223.255.255.255

Tabla 2.1 Tipos de redes.

2.4.2. CONFIGURACIÓN DEL FIELDPOINT Y MÓDULOS E/S CON MAX.

MAX (Measurement and Automation Explorer), es un software que permite la configuración de los drivers, en equipos de la línea National Instruments, tal como el FieldPoint y los módulos de entradas y salidas de señales.

El FieldPoint FP-1601 debe estar conectado junto con los módulos E/S. La interfaz entre el FieldPoint y el computador se realiza mediante un cable UTP en forma cruzada.

UTP viene de las siglas "**Unshielded Twisted Pair**" que significa cable trenzado sin blindaje, es un cable de cuatro pares trenzados entre sí, utilizados para trabajar con redes de comunicación.

Entre sus características principales están siguientes:

- Velocidad de transmisión de datos 100 Mbps.
- Longitud máxima del cable 100 metros.

²³ www.s3v-i.net/redes/clases-de-red-a-b-y-c-como-identificarlas-por-su-direccion-ip-y-mascara-de-subred/

- Tipo de conector RJ45.
- Impedancia de 150 ohmios.
- No elimina las señales causadas por interferencias electromagnéticas (EMI) ni de radiofrecuencias (RFI), pero si elimina las interferencias internas, debido al par trenzado.

Para que el módulo FP-1601 sea reconocido por el computador hay que asignarle una dirección IP; internamente el módulo FP-1601 posee una memoria donde se alojará dicha dirección.

Para asignar una dirección IP hay que resetear al módulo, y se lo debe hacer siguiendo el procedimiento que a continuación se detalla.

1. Desconectar el módulo FP-1601 de la fuente de alimentación.
2. Colocar en la posición de ON al switch de RESET.(Figura 2.38)

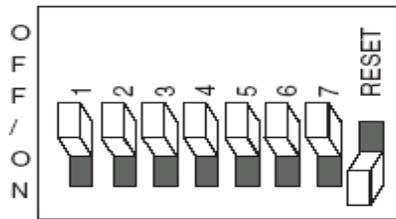


Figura 2.38 Switch de reset del FieldPoint 1601.

3. Conectar nuevamente el módulo FP-1601 a la fuente de alimentación, hasta que el Led de status (color rojo) empiece a titilar.
4. Desconectar nuevamente el módulo de la fuente de alimentación.
5. Posteriormente el switch de RESET se coloca en la posición OFF.
6. Finalmente se conecta nuevamente el módulo FP-1601 a la fuente de alimentación.

El módulo indicará que no posee una dirección IP cuando el Led de status se encuentre titilando.

Antes de abrir el software “**MAX**” se debe asegurar que cualquier otro programa de National Instruments se encuentre cerrado, por ejemplo; LabVIEW. Al abrir “**MAX**” aparece la pantalla, como se indica en la Figura 2.39.

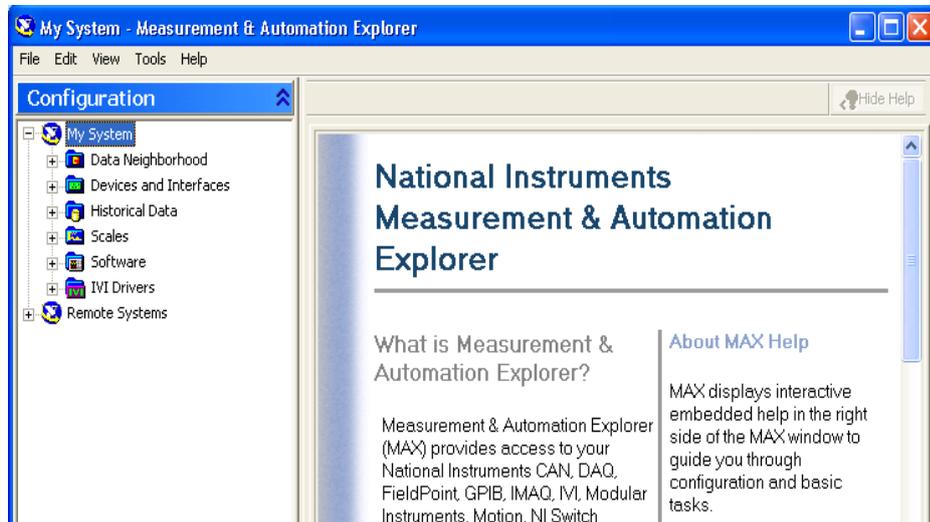


Figura 2.39 Pantalla principal del Software MAX.

Hacer clic en la opción “**Remote Systems**” que se encuentra al costado izquierdo de la pantalla en la última posición, y aparecen los dispositivos conectados al computador, como se muestra en la Figura 2.40.



Figura 2.40 Ventana de configuración.

En caso que no aparezca el **icono 0.0.0.0**, se debe reiniciar la computadora y luego hacer clic sobre el **icono 0.0.0.0** y aparece la siguiente pantalla (Figura 2.41).

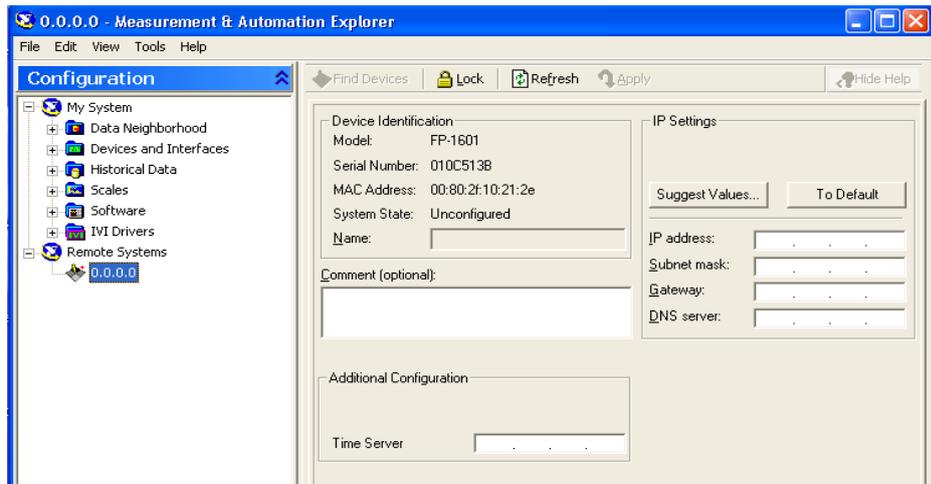


Figura 2.41 Configuración de la dirección IP.

Posteriormente se selecciona la opción **“Suggest Values”**, (Figura 2.42) y automáticamente el sistema asigna una dirección IP al módulo.

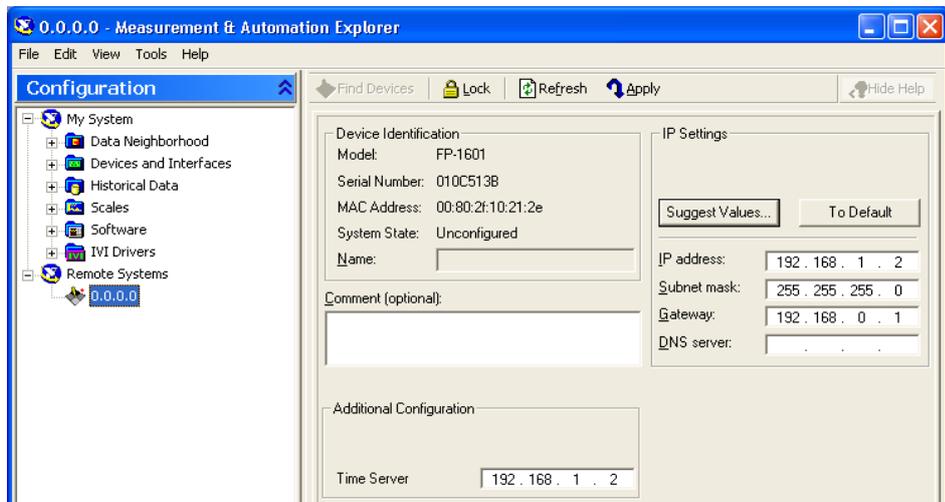


Figura 2.42 Dirección IP del módulo FP-1601.

Seleccionar la opción **“Apply”**, que se encuentra en la parte superior de la pantalla y a continuación aparece la siguiente pantalla (Figura 2.43) que indica la existencia de comunicación entre el FieldPoint y el computador, entonces se dirige a la opción **“Find Devices”**.

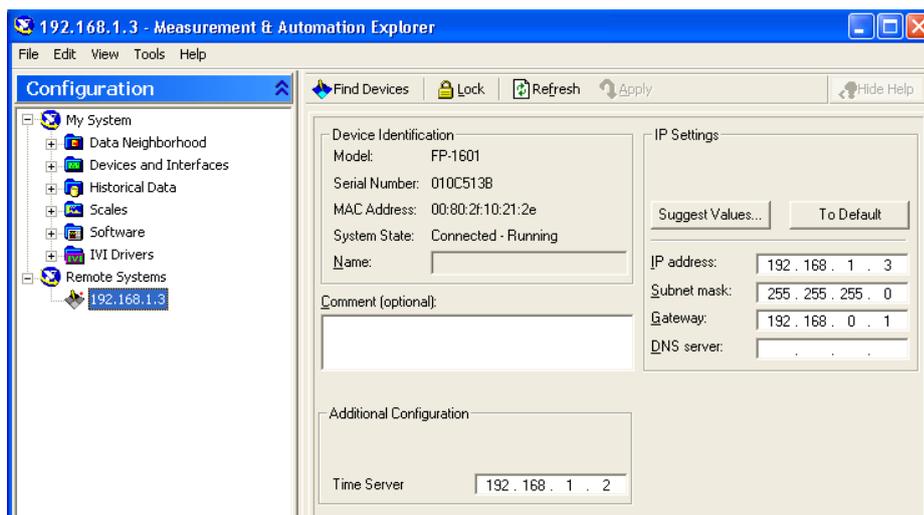


Figura 2.43 Dirección IP del módulo FP-1601.

La opción **“Find Devices”** permite que el computador reconozca los dispositivos que se encuentran asociados al módulo FP-1601 (Figura 2.44).

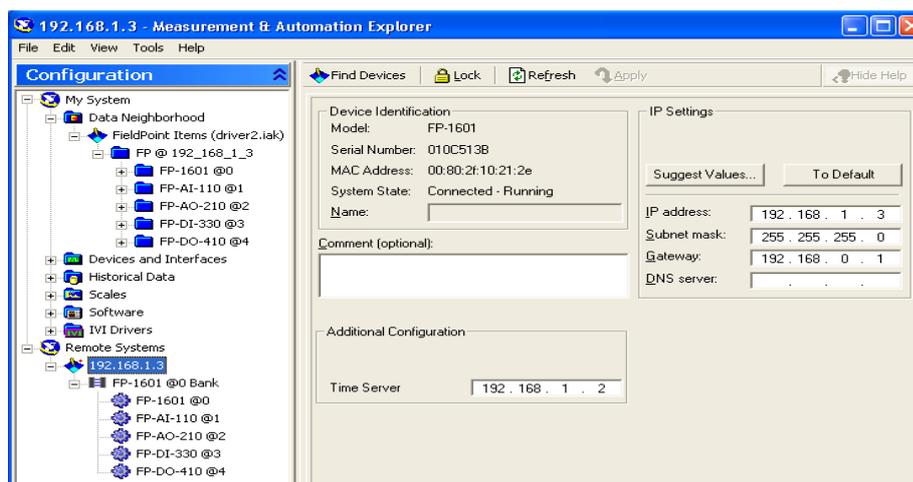


Figura 2.44 Indicación de dispositivos conectados al módulo FP-1601.

La Figura 2.44, indica que al FieldPoint se encuentran conectados los siguientes módulos.

- FP AI -110 Módulos de entradas análogas.
- FP AO -210 Módulos de salidas análogas.
- FP DI -330 Módulo de entradas digitales.
- FP DO -410 Módulo de salidas digitales.

Haciendo clic en las carpetas de los módulos asociados al FP-1601, se despliega un menú de configuración del rango y la forma de operación de las señales de entradas y salidas de cada módulo.

El software “**MAX**”, pregunta y permite guardar este archivo y su destinatario en cualquier parte de las unidades de memoria del computador.

El archivo creado posee una extensión “***.iak**”, la cual es propia para las configuraciones de FieldPoint; para el ejemplo el archivo se llama “**BOMBAB1**” y se encuentra guardado en la carpeta “**Mis Documentos**” (Figura 2.45).

Este archivo servirá para crear la interfaz entre el software de aplicación y el hardware conectado al computador.

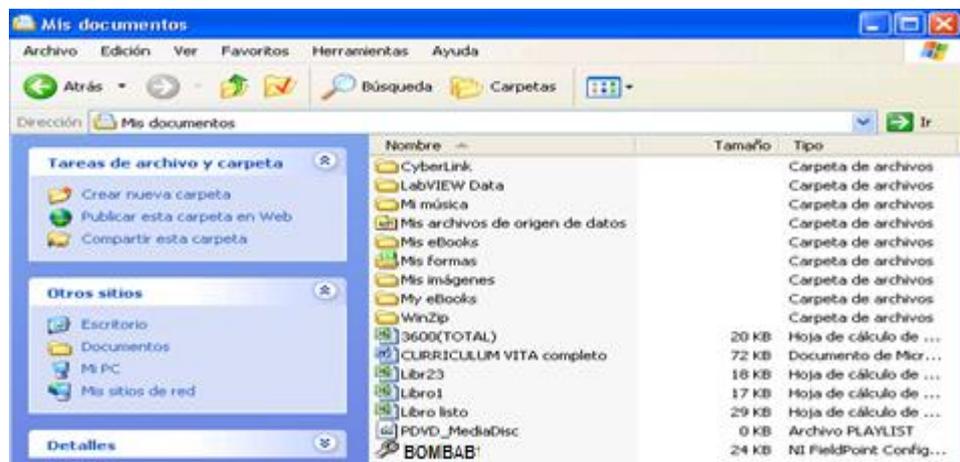


Figura 2.45 Archivo de configuración con extensión .iak “BOMBAB1”.

2.5. CONFIGURACIÓN DE LA RED INTERNET.²⁴

LabVIEW de National Instruments se enfoca en solucionar necesidades de medición y automatización al incorporar tecnologías comerciales y balanceando funcionalidad poderosa y fácil de usar. Cualquier aplicación en LabVIEW, sin tiempo de desarrollo adicional se puede convertir en una aplicación remota accesada vía un Web. Puede habilitar la capacidad de compartir datos en vivo para objetos en su interfaz de usuario, con solo seleccionar su página de propiedades y habilitar esa función. Estas tecnologías no solo ahorran tiempo de desarrollo, también permite tomar ventaja de la web.

²⁴ <http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf>

Existen muchas tecnologías disponibles para compartir información y datos a través de la Web y se debe entender algunas de las clasificaciones básicas antes de empezar su aplicación. Se puede dividir en tres diferentes tipos: Publicación de Datos (Publishing), Compartir Datos (Sharing), control remoto y ejecución Distribuida.

Publicación de de Datos

Es generar un reporte de Web estático de los resultados de las pruebas que después se puede compartir con otros. Esta función es la versión electrónica del tradicional reporte impreso, pero tiene la ventaja de ser fácilmente accesado a través de un browser de Web estándar.

Compartir Datos

Expande las funciones de la publicación de datos, para incluir la transferencia de datos entre computadoras donde diferentes tipos de análisis se pueden realizar, dependiendo de las necesidades. Algunas aplicaciones requieren la transferencia de datos para almacenamiento, procesamiento o monitoreo adicional. Por ejemplo, se puede actualizar los parámetros de entrada, mientras la prueba sigue en proceso.

Control Remoto

Control Remoto expande el concepto de solo compartir datos, para que otra computadora que se conecte al experimento lo controle remotamente.

Un dominio de Internet²⁵ es una etiqueta de identificación asociada a un grupo de dispositivos o equipos conectados a la red internet.

El propósito principal de los nombres de dominio en internet y del sistema de nombres de dominio (DNS), es traducir las direcciones IP de cada nodo activo en la red, a términos memorizables y fáciles de encontrar. Esta abstracción hace posible que cualquier servicio (de red) pueda moverse de un lugar geográfico a

²⁵ [http:// virtualeduca.org/encuentros](http://virtualeduca.org/encuentros).

otro en la red internet, aún cuando el cambio implique que tendrá una dirección IP diferente.

2.5.1. PUBLICACIÓN DE DATOS CON SERVIDOR WEB DE LABVIEW.

Con el servidor de Web ya incluido en LabVIEW se puede publicar el panel frontal de una aplicación sin tener que invertir tiempo adicional de desarrollo en un proyecto. Una preferencia de configuración se selecciona para que el servidor de Web comience a generar imágenes del panel frontal que puedan ser accesadas vía Web. Algunas veces se deseará extender la capacidad de los reportes más allá de la publicación de una imagen en el panel frontal; como la creación de un reporte que incluya tablas, listas, información del operador, gráficas con fechas y horas, y análisis. También puede tomar ventaja de las funciones de generación de reportes en formato HTML, listas para publicarse en la Web. Estas funciones documentan profesionalmente los resultados de una aplicación, haciendo más fácil la integración de las aplicaciones a la web.

La herramienta **Web Publishing Tool** integrada con LabVIEW de NI permite acceder a cualquier VI a través de Internet. Existe una herramienta similar llamada **Remote Panels**, también integrada en determinadas versiones de LabVIEW, que permite acceder desde un computador cliente al panel frontal de un VI ubicado en otro computador que actúa como servidor; ambos computadores deben contar con LabVIEW instalado. Sin embargo, con **Web Publishing Tool** sólo es necesario que el computador que actúa como servidor de VIs tenga una instalación de LabVIEW. Por el contrario, el computador cliente puede acceder al panel frontal de dichos VIs a través de cualquier navegador de páginas web, debido a un complemento facilitado por NI denominado "**LabVIEW Run-Time Engine**". Este complemento está disponible de forma libre en el sitio web y su instalación no requiere conocimientos específicos.

Durante la ejecución remota de un VI a través de un navegador web, únicamente se transfiere al computador cliente el panel frontal de dicho VI, mientras que la ejecución del programa tiene lugar en el servidor, es decir, el diagrama de bloques no se transfiere al cliente. Por ello la carga de procesamiento que se

traslada al cliente es reducida y es el servidor el encargado de soportar la carga principal. No obstante, el control del proceso sí se entrega al cliente: los eventos de usuario se transmiten al servidor y éste devuelve el resultado de su procesamiento para su presentación en el navegador.

2.5.2. CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR WEB DE LABVIEW.

Para la configuración se procede de la siguiente manera:

En el menú principal de LabVIEW, se escoge el ítem “**Options...**” dentro del menú “**Tools**” de LabVIEW.

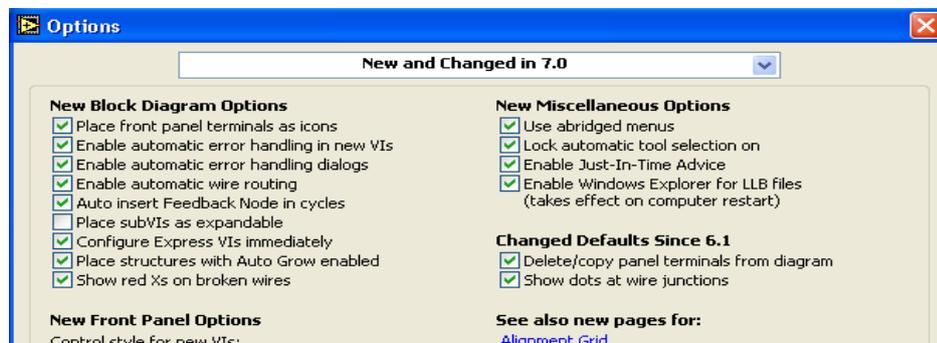


Figura 2.46 Ventana “Options” del menú LabVIEW.

Mediante esta ventana (Figura 2.46), se configura los VIs que van a ser publicados en el Internet.

En la ventana anterior, se selecciona “**VI Server: Configuration**” en donde se configura los recursos del servidor web de LabVIEW (Figura 2.47).

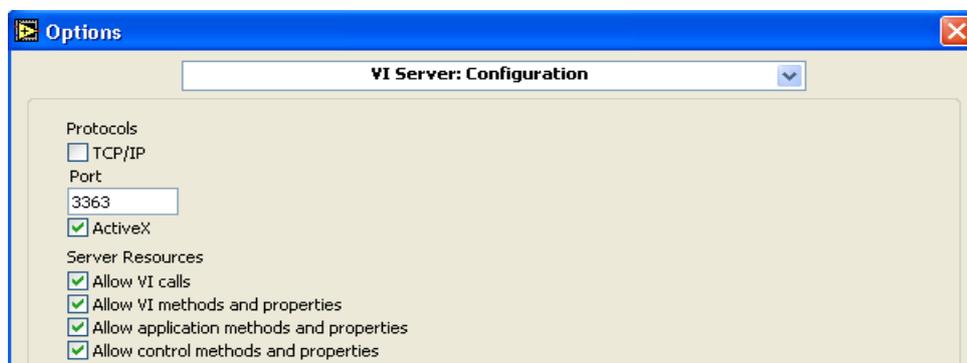


Figura 2.47 Ventana de configuración “VI Server: Configuration”

También se escoge “**VI Server: TCP/IP Access**”, para especificar qué máquina tiene acceso “* significa todos” (Figura 2.48).

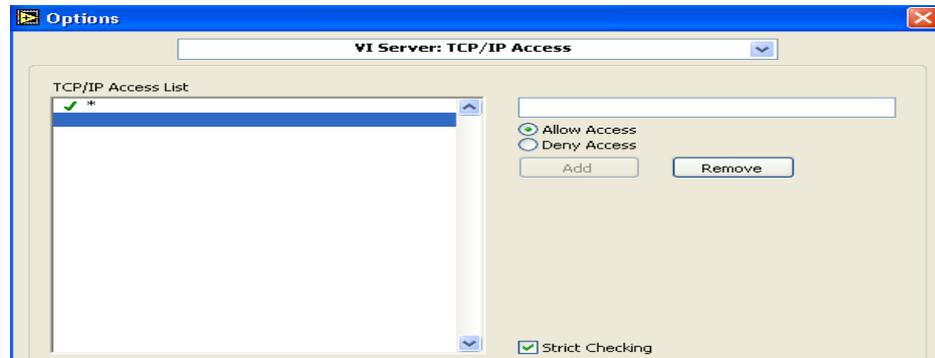


Figura 2.48 Ventana de configuración “**VI Server: TCP/IP Access**”.

Posteriormente, se accederá a la opción “**VI Server: Exported VIs**” para especificar los VIs a publicar, en el caso del presente proyecto, el control de nivel se llama BOMBAB1.vi (Figura 2.49).

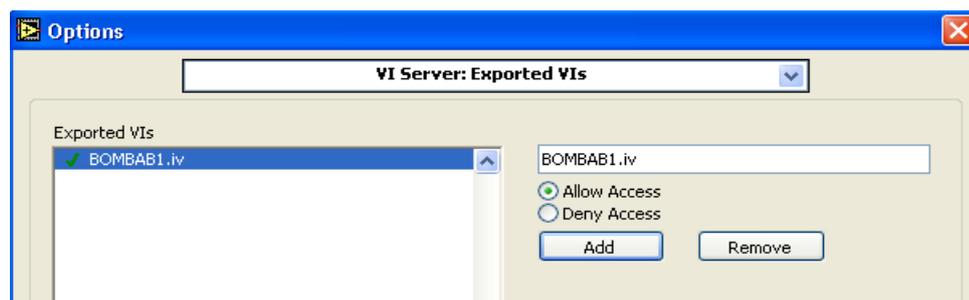


Figura 2.49 Ventana de configuración “**VI Server: Exported VIs**”.

En la pestaña de “**Web Server: Configuration**” se habilita el servidor web de LabVIEW (Figura 2.50).



Figura 2.50 Ventana de configuración “**Web Server: Configuration**”.

En **“Web Server: Browser Access”** se ingresa la dirección IP del PC cliente que puede conectarse al servidor. En ésta se puede seleccionar si el cliente puede monitorear y controlar, solo monitorear, o denegar el acceso al servidor (Figura 2.51).

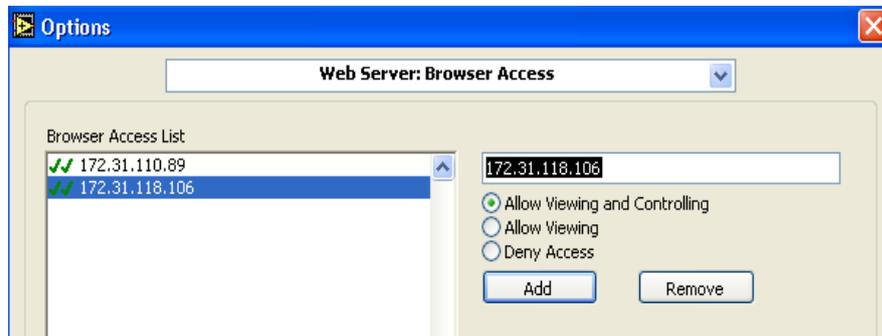


Figura 2.51 Ventana de configuración “Web Server: Browser Access”.

En **“Web Server: Visible VIs”** se ingresa el nombre de los VIs que serán visibles en el servidor, que en este caso se llama BOMBAB1.vi (Figura 2.52).

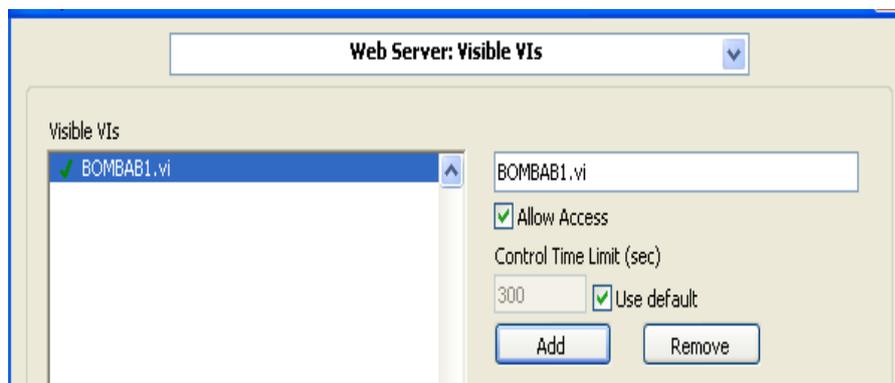


Figura 2.52 Ventana de configuración “Web Server: Visible VIs”.

Una vez configurado todos los parámetros de configuración, para publicar proyectos industriales en Internet, se pulsa **“Ok”**, para aceptar todos los cambios.

2.5.3. PUBLICACIÓN DEL PROYECTO EN LA WEB.

El procedimiento para la publicación de un VI en la WEB, se realiza de la siguiente manera:

Una vez desarrollado y comprobado el funcionamiento del sistema en el proyecto de control de nivel, es necesario adaptarlo y levantar el programa como una página WEB, con ayuda de las herramientas de LabVIEW.

Dentro del menú principal de LabVIEW, en **“Tools”**, se escoge **“Web Publishing Tool...”**, tal como se indica en la Figura 2.53.

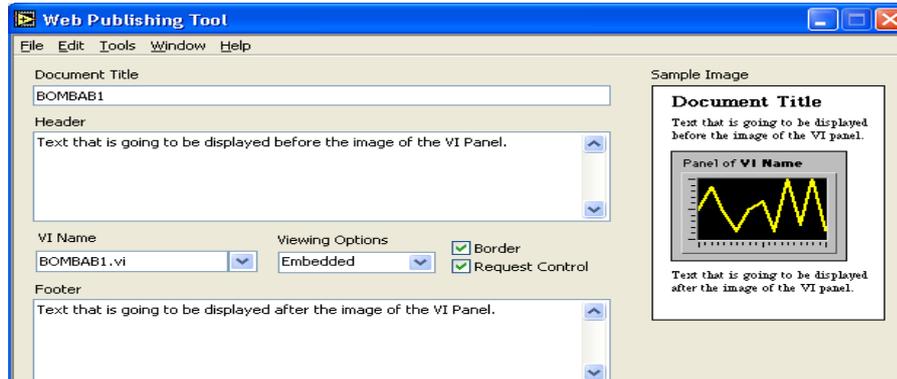


Figura 2.53 Herramienta de publicación web.

Esta herramienta consiste en un asistente que guía al usuario en la publicación de una página en Internet: En primer lugar, se ingresa el nombre del VI y el modo de publicación; en el segundo, se puede personalizar la página añadiéndole un título y una nota al pie de la misma. Finalmente, en el tercer paso se guarda el fichero (Figura 2.54).

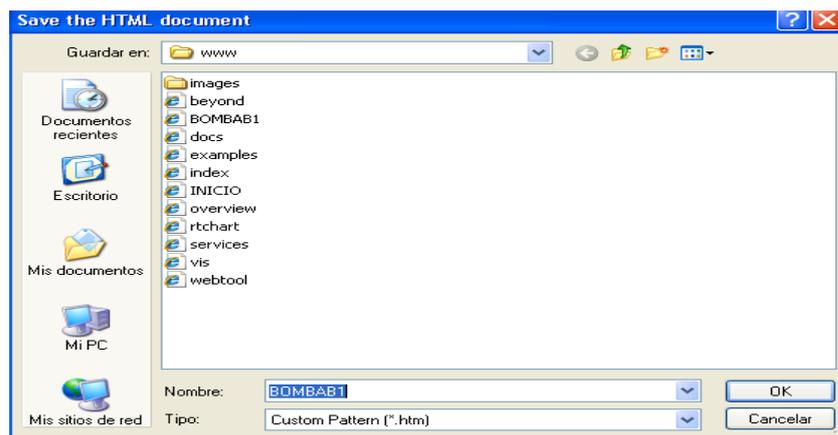


Figura 2.54 Ventana para grabación de páginas HTM.

En la Figura 2.55 aparece un mensaje **“Replace existing....”** Guardar la página web, ubicado por defecto, en C: \ Archivos de programa \ National Instruments \ LabVIEW 7.0 \ www \.



Figura 2.55 Ventana de reemplazo de documentos existentes.

El documento se ha guardado en el directorio del servidor web. Con esta dirección URL (Figura 2.56) se puede acceder a la página desde un navegador.



Figura 2.56 Nombre del URL para acceder al servidor.

En la Figura 2.57 se puede ver la captura de pantalla, en la que se muestra el VI publicado en una página web, vista a través de un navegador.



Figura 2.57 Publicación del proyecto industrial.

CAPÍTULO III

PRUEBAS DE CAMPO DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO.

3.1 PRUEBAS EN DISPOSITIVOS

3.1.1. RECEPCIÓN DE SEÑALES ANÁLOGAS.

Las señales que ingresen al módulo **FP AI-110**, son las principales variables físicas del sistema hidráulico del banco de pruebas.

El registro y procesamiento adecuado de estas mediciones, permitirá evaluar el comportamiento técnico de operación de las bombas centrifugas en el sistema, objetivo principal de este proyecto.

A cada canal de este módulo estará asignado la señal análoga de un equipo, la forma de distribución de estos canales se presentan en la Tabla 3.1.

Asignación del Equipo	Canal	Señal análoga del equipo Rango de medida	Variable física a medir Unidad de medida
TMT 181-A31AA	1	4.....20 mA. 0.....100 °C	Temperatura Grados centígrados (°C)
Cerabar T PMC 131-A22F1A3C	3	20....4 mA. 0.....-1 bar	Presión negativa manométrica de succión Unidad de presión (bar)
Cerabar T PMC 131-A22F1Q4R	5	4.....20 mA. 0.....150 psi	Presión positiva manométrica de descarga Unidad de presión (psi)
PROMAG	6	4.....20 mA. 0.....180 gpm.	Caudal Galones por minuto (gpm)
ML7420A3055	7	10.....2 Vdc 0.....100 %	Posición del vástago de la válvula Apertura y cierre de válvula (%)

Tabla 3.1 Distribución de canales en el FP AI-110.

Se configura los valores permisibles de medición de las señales normalizadas de entrada en los canales del **FP AI-110**, el rango de ingreso de la señal de corriente es de **“0 a 0,021 A”** y el rango de la señal de ingreso de voltaje es de **“0 a 10,4V”**.

El software “MAX”, presenta la opción de configurar el rango de medida de la señal de entrada de cada canal y en tiempo real (Figura 3.1).

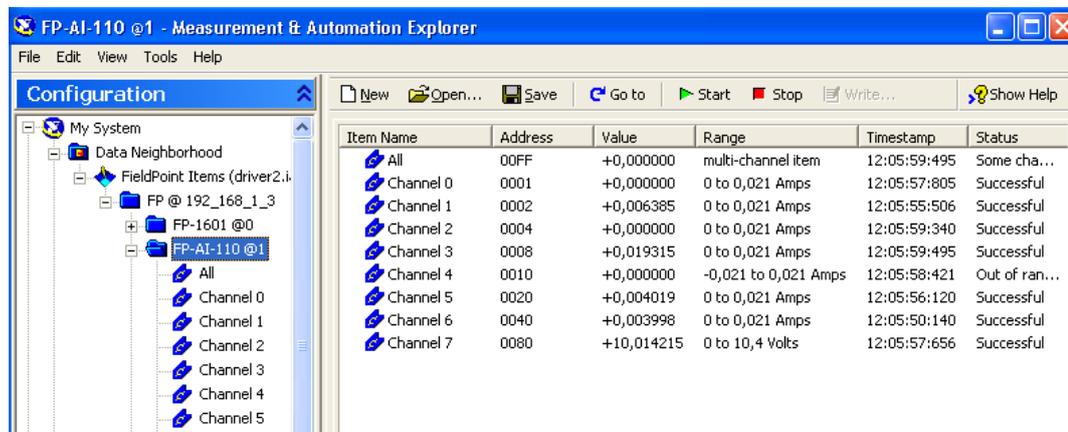


Figura 3.1 Señales análogas de ingreso al FP AI-110.

3.1.2. TRANSMISIÓN DE SEÑALES ANÁLOGAS.

El control de la velocidad (revoluciones por minuto) en las bombas centrifugas y el control de posición de apertura y cierre de la válvula de control (0%: válvula cerrada / 100 % válvula abierta), dependerá de la consigna de la señal análoga de salida del equipo **FP AO-210**.

Los canales del **FP AO-210**, vienen de fábrica configurados con una señal análoga de voltaje de “0 a 10,2 V”.

La señal de voltaje de salida del **FP AO-210** ingresa directamente en los equipos que requieren esta señal para el control de operación remota; es decir, a través del software de supervisión y control. Estos equipos y los canales utilizados en este módulo se encuentran indicados en la Tabla 3.2.

Asignación del Equipo	Canal	Señal análoga del equipo Rango de medida y control	Variable física a controlar Unidad de medida
ML7420A3055	1	0.....10 Vdc 0.....100 %	Posición de la válvula Apertura y cierre en %
ATV11HU18M2A (Bomba A)	2	0.....10 Vdc 0.....3450 rpm	Velocidad en la bomba centrifuga A Revoluciones por minuto
ATV11HU18M2A (Bomba B)	3	0.....10 Vdc 0.....3450 rpm	Velocidad en la bomba centrifuga B Revoluciones por minuto

Tabla 3.2 Distribución de canales en el FP AO-210.

El software “MAX” (Figura 3.2), permite realizar un control inicial al generar valores de salida de voltaje, comprendidos en el rango de fábrica. Por ejemplo, se

da un valor de 5 Vdc en la señal de salida del canal 1, está señal ingresa en los terminales del control de posición del actuador y ejecuta un cambio de posición en la válvula de control, durante esta prueba permite la apertura del válvula que abre en un rango de 0 a10 V.

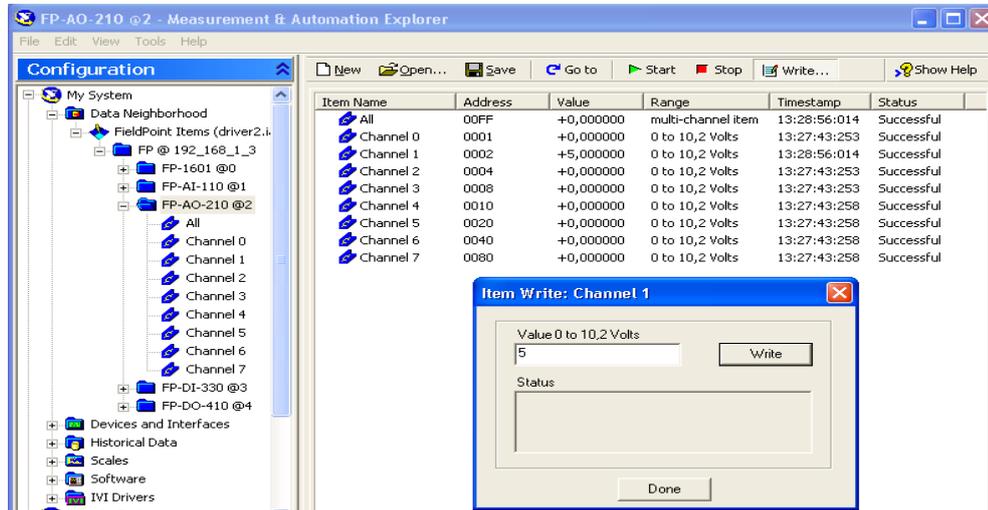


Figura 3.2 Señales análogas de salida al FP AO-210.

3.1.3. RECEPCIÓN DE SEÑALES DISCRETAS.

Las señales discretas (On-Off), que ingresen al módulo **FP DI-330**, específicamente tienen el carácter de permisivos para controlar y monitorear la operación del sistema hidráulico y del banco de pruebas. La distribución de canales se indica en la Tabla 3.3.

Asignación del Equipo	Canal	Señal discreta: función	Operación
Liquiphant T FTL 20-0214.	0	on: sensado de nivel de agua off: ausencia de nivel de agua	Detector de nivel de agua
Pulsador de paro de emergencia	1	on: paro de emergencia off: operación normal	Operación normal del sistema
Selector de automático	2	on: operación con software off: operación local	Modo de operación del banco
Contactador A	3	on: energizado variador y motor off: desenergizado variador y motor	Energizado circuito de fuerza Bomba centrífuga A
Contactador B	4	on: energizado variador y motor off: desenergizado variador y motor	Energizado circuito de fuerza Bomba centrífuga B
Rele térmico A	5	on: sobrecarga variador y motor off: operación normal variador y motor	Operación Bomba centrífuga A
Rele térmico B	6	on: sobrecarga variador y motor off: operación normal variador y motor	Operación Bomba centrífuga B

Tabla 3.3 Distribución de canales en el FP DI-330.

El software “MAX”, reconoce “0” como “Off” y “1” como “On”, y permite monitorear el cambio de estado de los equipos. El tiempo de respuesta es inmediato en su activación (Figura 3.3).

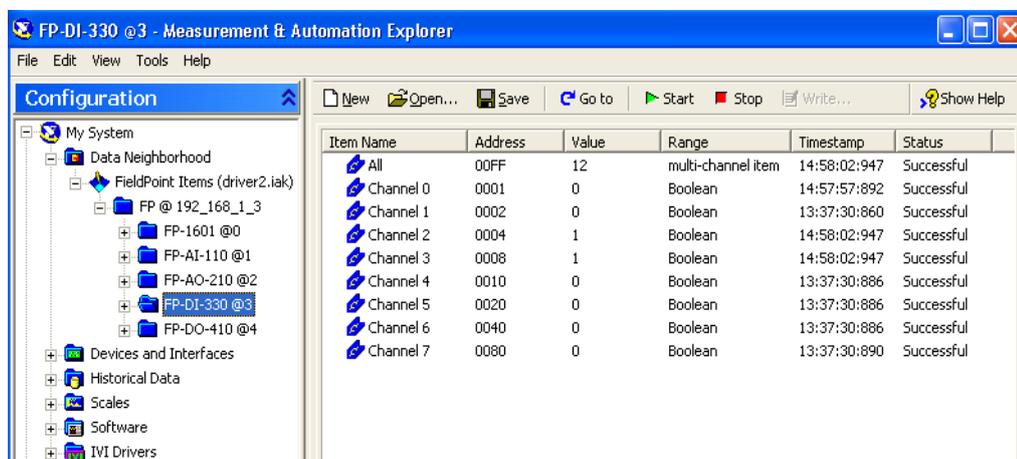


Figura 3.3 Señales discretas de entrada al FP DI-330.

3.1.4. TRANSMISIÓN DE SEÑALES DISCRETAS.

La señal de salida discreta del módulo **FP DO-410** (señal de 24 Vdc, que se activa con el software MAX), actuará directamente en el circuito de control de un relé de estado sólido, y sus contactos energizarán los circuitos de fuerza de los variadores de velocidad, y los motores eléctricos de las bombas centrífugas.

En la Tabla 3.4, se muestra los canales que ingresan al FieldPoint, correspondientes a los relés que están operando.

Asignación del Equipo	Canal	Señal discreta: función	Operación
Relè estado solido A	1	on: energizado contactor A off: desenergizado contactor A	Energizar variador-motor Bomba centrífuga A
Relè estado solido B	2	on: energizado contactor B off: desenergizado contactor B	Energizar variador-motor Bomba centrífuga B

Tabla 3.4 Distribución de canales en el FP DO-410.

Se puede generar un cambio de estado “On-Off” en las salidas del módulo **FP DO-410**, escribiendo en los canales de este modulo “0” o “1” en la pantalla de control del software “MAX”. Esta operación simula el control remoto con el software de aplicación (Figura 3.4).

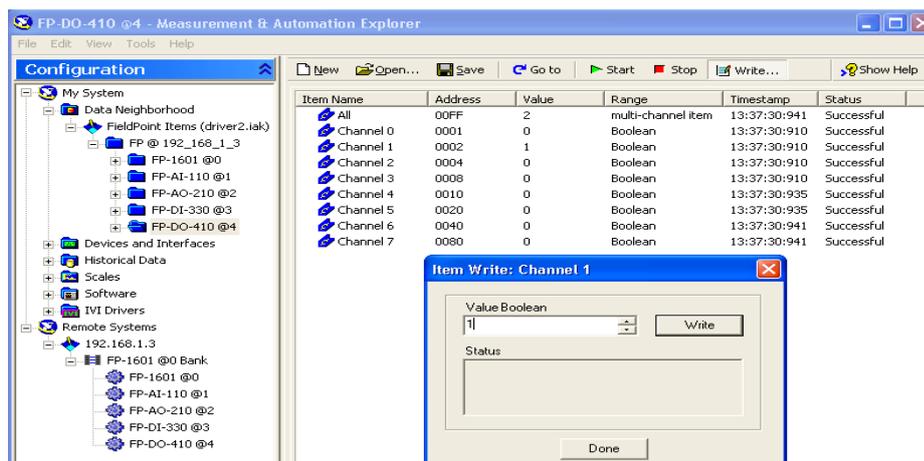


Figura 3.4 Señales discretas de salida al FP DO-410.

3.2. PRUEBAS DEL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL LOCAL

3.2.1. CONEXIONES ELÉCTRICAS.

Básicamente se refiere a la forma de cableado y la disposición de los diferentes terminales de conexión que rigen el funcionamiento del Banco de Pruebas.

Todas las conexiones eléctricas se realizaron en una caja metálica de control diseñada para albergar en su interior los diferentes elementos, tanto eléctricos como electrónicos; al realizar las instalaciones eléctricas se debe tener en cuenta las caídas de tensión que se producen en los conductores, sobre todo en el caso de los sensores.

Para alimentar a los sensores de velocidad desde la mesa de control se utiliza conductor No.16 AWG flexible, que reduce la caída de tensión, más aun cuando la alimentación que necesitan estos dispositivos es de 4 a 20 mA.

Al igual que los sensores, los demás elementos eléctricos necesitan ser cableados con un conductor adecuado que reduzca las caídas de tensión. La caja metálica de control posee una regleta de conexiones donde ingresan los conductores provenientes de los diferentes elementos y dispositivos. Como en toda caja de control existen protecciones contra fallas, este tablero también posee dichas protecciones que no son más que fusibles colocados en cada fase, cuyo

valor es de 250V -4 A, valor que fue escogido en base al manual técnico de cada dispositivo, y de pruebas que se realizaron en el Banco; la alimentación del tablero de control es trifásica, por esta razón al momento de realizar las conexiones en su interior se debe tener en cuenta que el sistema sea equilibrado; es decir, cada fase debe soportar una misma carga, para que en el caso de una falla se fundan todos los fusibles por igual y no solamente uno, lo cual causaría un desbalance de cargas y por ende un anormal funcionamiento del control de nivel.

3.2.2. CONTROL DE POSICIÓN DE LA VÁLVULA PROPORCIONAL.

La posición real del vástago de la válvula se controla con una señal análoga de voltaje en los terminales de salida del actuador. Entonces para un adecuado control de apertura y cierre de esta válvula, es necesaria que la unión de los vástagos del actuador y de la válvula sea adecuada. Por ejemplo cuando se trabaje en el sistema hidráulico, y la válvula de control esté en posición cerrada, no existirá flujo de caudal; y si lo hay, indica que la unión de los vástagos no es adecuada, entonces se debe revisar que esté en perfectas condiciones.

Posición del vástago en la válvula de control. La señal de “**feedback**” que sale del actuador eléctrico indica el estado real que se encuentra el vástago de la válvula de control. Con esta señal se monitorea la apertura y cierre de la válvula de control, y sirve como referencia para la adquisición de datos en el software de operación.

La posición del vástago de la válvula se puede visualizar en la escala que se ubica en la estructura del actuador, sin olvidar que entre la apertura y cierre de la válvula, el vástago de la misma recorre una distancia lineal de 0 a 20 milímetros.

Los datos que se presentan en la Tabla 3.5, son valores tomados del software de aplicación y son registros que se normalizan para trabajar con la válvula de control, mediante la variación V_{dc} que gradualmente abre la apertura de vástago.

Señal anàloga Registrada (Vdc.)	Posició Vàstago Calculada (%)	Posició Vàstago Medido (mm.)	Posició Vàstago Medido (%)
10,0000	0,00	0,00	0,00 (Vàlvula total cerrada)
8,0900	24,96	5,00	25,00
6,1800	49,93	10,00	50,00
4,6389	70,07	14,00	70,00
2,3500	100,00	20,00	100,00 (Vàlvula total abierta)

Tabla 3.5 Datos experimentales del Vástago de la válvula de control.

Al realizar la comparación entre los valores proporcionados por la válvula, con los valores de la Tabla anterior, se determinan que coinciden sus resultados; por lo que se puede concluir que existe un buen control de la válvula.

3.2.3. CONTROL DE VELOCIDAD.

El control de velocidad se determina a través de la señal de voltaje generado por el software de aplicación, que ingresa a los terminales de control del variador de velocidad. El ajuste a realizarse es configurar la operación del variador, utilizando el manual de operación que se encuentra en el Anexo H "Control de movimiento Altivar 11".

La configuración realizada para la operación del variador se encuentra a continuación en la Tabla 3.6.

Paràmetros de ajuste	Asignació
Frecuencia del motor	60 Hz.
Tiempo de rampa de aceleració	6 segundos
Tiempo de rampa de desaceleració	6 segundos
Mínima velocidad	0 Hz. (0 rpm.)
Máxima velocidad	60 Hz. (3450 rpm)
Corriente tèrmica del motor (0 a 1,5 de la corriente nominal del variador)	3,6 amperios
Configuració de entrada anàloga	0...10 Vdc.
Tensión nominal del motor Placa de características	230 Vac / 3 fases
Frecuencia nominal del motor	60 Hz.
Factor de potencia del motor Placa de características	0,8
Tipo de control Puesta en servicio el variador	Control 2 hilos
Modo de referencia de control	Entrada anàloga 0...10 Vdc.

Tabla 3.6 Parámetros de ajuste en el variador de velocidad ATV11HU18M2A.

Con los datos anteriores, se logró controlar adecuadamente la velocidad del motor de la bomba, dentro de los parámetros de placa del motor.

3.2.4 CONDICIONES INICIALES DEL SISTEMA.

La primera tarea a ejecutarse en el banco de pruebas es purgar o cebar.

Al iniciar la operación de las bombas centrifugas, se debe cerrar las válvulas que originan la pérdida de carga, que son las válvulas de compuerta manual y la de control. Con esta acción se reduce los picos de consumo de corriente eléctrica en el arranque de los motores eléctricos y se eliminan sobrepresiones en el sistema hidráulico originadas por las bombas centrifugas en este arranque.

Durante la prueba verificar si el caudal registrado localmente es cero, cuando la válvula de compuerta manual y la válvula de control estén en posición cerradas. Si hay algún registro de caudal, entonces existe algún problema en la válvula de control (puede ser que la unión de los vástagos no es el adecuado).

Una vez cebadas las bombas centrifugas, con la ayuda del “**MAX**”, se monitorea las señales de estos transductores, sin olvidar las condiciones nominales de operación en el sistema hidráulico, el primero debe generar una medida manométrica de presión de 0 psi (4 mA), y el segundo debe indicar una medida manométrica de presión de vacío de 0 bares (20 mA). Si no existe esta tendencia, es necesario para calibrar estos transductores.

Se monitorea continuamente el consumo de corriente del motor eléctrico de la bomba centrifuga (en la ventana de visualización del MAX), el valor nominal de corriente adecuado en el motor de esta bomba es de 2,7 a 3 A. Si la bomba trabaja a más de 3 A. existe un mayor consumo de corriente y se estaría trabajando fuera de la potencia eléctrica nominal del motor; produciendo un calentamiento excesivo y ocasionando que los guardamotores actúen, dejando fuera de servicio a las bombas hasta que el usuario reinicie los mismos.

Se debe tomar muy en cuenta que las unidades de medida deben ser normalizadas de las variables físicas monitoreadas en el sistema hidráulico.

3.2.5 CONTROL LOCAL DEL SISTEMA.

En el proyecto se ha implementado un lazo PID, para el control y monitoreo de nivel, el correcto funcionamiento del sistema de control garantiza que se cumpla con este objetivo.

Al estar todo el proceso controlado por un FieldPoint, éste tiene que ser configurado para que cumpla una tarea específica, por consiguiente se realiza la verificación de su funcionamiento en el computador a través del software “**MAX**”. Al momento de realizar las pruebas en proceso, algunos componentes presentaron fallas en su funcionamiento especialmente en lo relacionado al tiempo de respuesta.

Todas las pruebas del sistema de control, se realizaron una vez que el proceso está en funcionamiento; las correcciones fueron dadas dependiendo del comportamiento de éste y siempre con la utilización de los manuales.

El sistema de control y monitoreo constituye parte esencial del proyecto, con un correcto funcionamiento del mismo que garantice un seguimiento adecuado de todo el desempeño del control y monitoreo de nivel.

Las pruebas realizadas, abarcan la parte relacionada con la visualización del movimiento del nivel de agua en el tanque. En esta visualización se verificó que los valores proporcionados por el software de aplicación (Figura 3.5) coinciden con los valores observados en el tanque del nivel de agua. Las diferencias entre los valores medidos por el software y observados físicamente, fueron corregidas por programación: de tal manera que se logró obtener valores idénticos, tanto en software, como en el tanque.

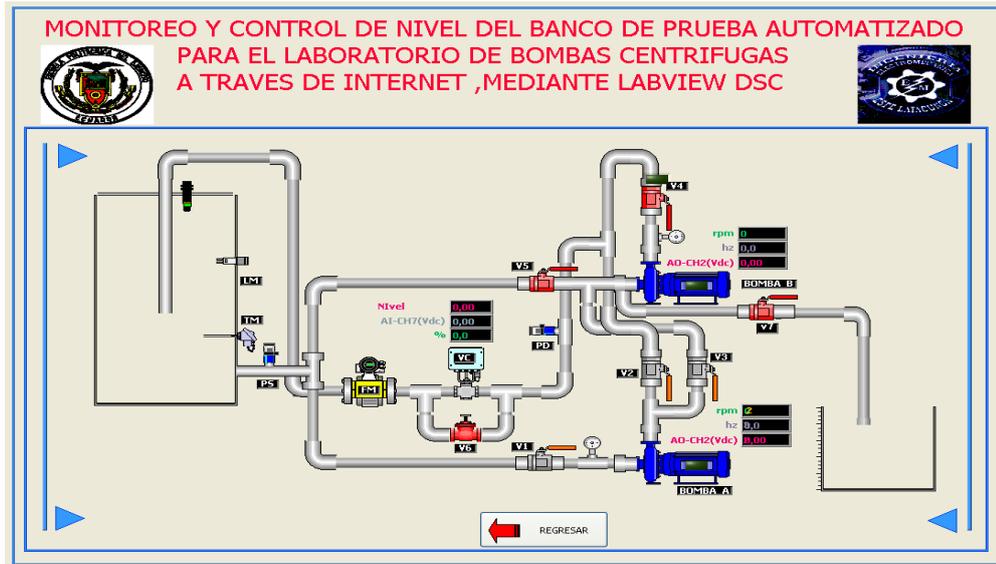


Figura 3.5 Monitoreo y control de nivel.

En las pruebas de control de la variable física, se pudo setear correctamente la misma desde el panel de control del software de aplicación (Figura 3.6). Se encontró que la variable controlada presenta error en estado estable, pero se encuentra dentro del rango de control, previamente especificado y que es del 2%. También se modificó desde el panel de control las constante K_p , k_i y K_d , con el fin de disminuir el error en estado estable y el tiempo de respuesta, obteniendo resultados adecuados para los siguientes valores:

$$K_p = 99.9713, K_i = 0.4400, K_d = 0.2003$$

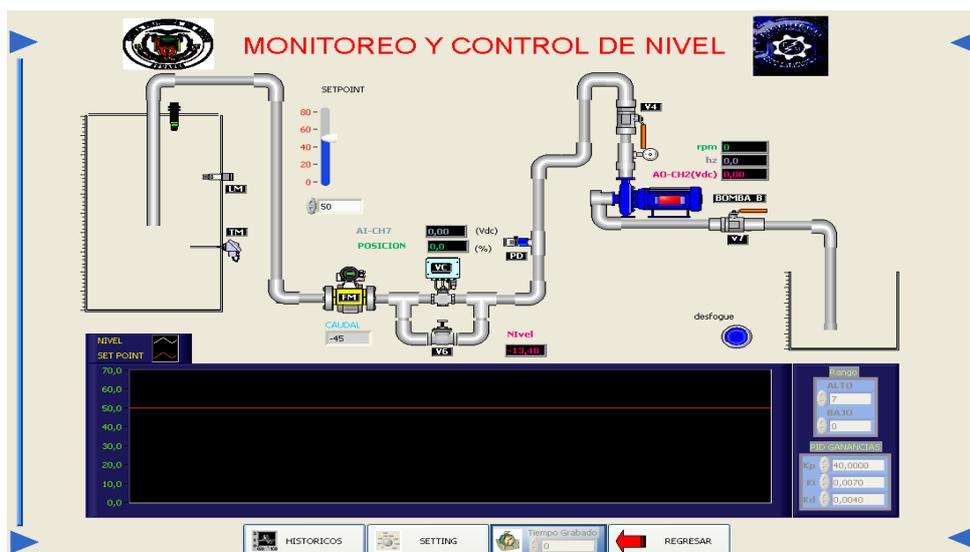


Figura 3.6 Monitoreo y control de nivel.

3.3. PRUEBAS DEL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL A TRAVÉS DE INTERNET.

3.3.1. PRUEBAS DE COMUNICACIONES.

Para control del banco de pruebas, debe existir primero comunicación entre el computador a través del software “MAX” y el FieldPoint (Figura 3.7).

Las direcciones IP²⁶ con sus respectivas máscaras son:

- 192.168.1.2 / 255.255.255.0 (Computador)
- 192.168.1.3 / 255.255.255.0 (FieldPoint)

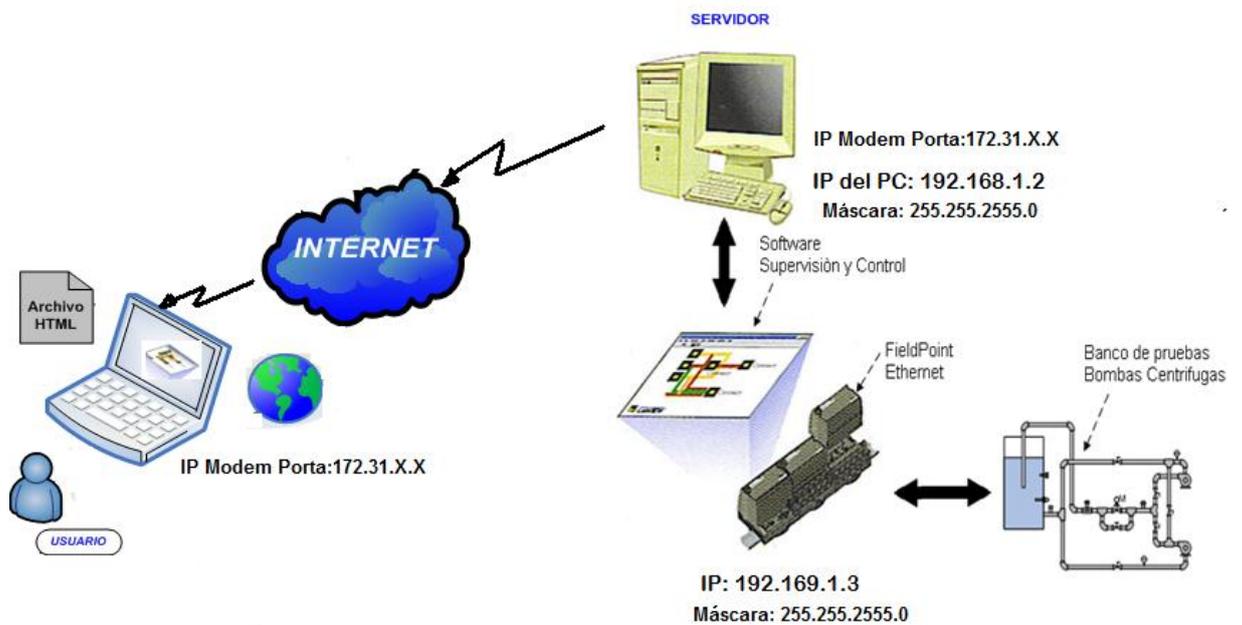


Figura 3.7 Red física del Banco de Pruebas.

Para verificar las direcciones IP del módem (HUAWEI) de acceso a Internet, se utilizó el comando “`ipconfig /all`”. Los resultados de la Figura 3.8, muestran la dirección IP de este dispositivo.

²⁶ <http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/MonogSO/REDES02.htm>

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

Sufijo de conexión específica DNS :
Descripción. . . . . : Sony Ericsson MD300 Mobile Broadband
Network Adapter (NDIS 5)
Dirección física. . . . . : 02-80-37-0D-03-00
DHCP habilitado. . . . . : No
Autoconfiguración habilitada. . . . : Sí
Dirección IP. . . . . : 172.31.62.105
Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.252
Dirección IP. . . . . : fe80::80:37ff:fe0d:300%6
Puerta de enlace predeterminada : 172.31.62.106
Servidor DHCP . . . . . : 172.31.62.106
Servidores DNS . . . . . : 200.25.197.8
                          200.25.207.114
                          fec0:0:0:ffff::1%1
                          fec0:0:0:ffff::2%1
                          fec0:0:0:ffff::3%1

```

Figura 3.8 Dirección IP del Modem de Porta.

Con la dirección de IP del Modem, se verificó la conectividad al mismo, con el comando PING, y se obtuvo los resultados mostrados en la Figura 3.9, en la cual se observa que existe respuesta, recibiendo y enviando 4 paquetes de prueba en un tiempo TTL=128 (Time To Live), que es el campo de vida útil de cada paquete.

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

Dirección física. . . . . : AC-1F-3E-69
DHCP habilitado. . . . . : No
Dirección IP. . . . . : fe80::5efe:172.31.62.105%2
Puerta de enlace predeterminada :
Servidores DNS . . . . . : fec0:0:0:ffff::1%1
                          fec0:0:0:ffff::2%1
                          fec0:0:0:ffff::3%1

NetBios sobre TCP/IP. . . . . : Deshabilitado

C:\Documents and Settings\Usuario>ping 172.31.62.105
Haciendo ping a 172.31.62.105 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 172.31.62.105: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 172.31.62.105:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

```

Figura 3.9 Respuesta del Modem de Porta.

3.3.2 CONTROL REMOTO DEL SISTEMA

Para realizar el control del sistema, se debe disponer de una conexión a Internet. En el caso del presente proyecto, se utiliza Modem Huawei de la proveedora de Internet PORTA.

Para acceder en forma remota al sistema; se debe ingresar la siguiente dirección URL (Figura 3.10) en el computador cliente: <http://home:8833/BOMBAB1.htm> Donde, **home** representa la dirección IP del computador servidor.



Figura 3.10 Dirección URL de acceso al servidor del proceso.

A continuación aparece en el computador cliente un documento HTM, que presenta el panel de control del software de aplicación (Figura 3.11). Al realizar las pruebas de monitoreo y control de la variable física, se pudo determinar que existe un retardo en la actualización de ésta. La causa principal que origina este problema es el ancho de banda del acceso a Internet; el cual es variable, dependiendo de las horas pico de uso del mismo.

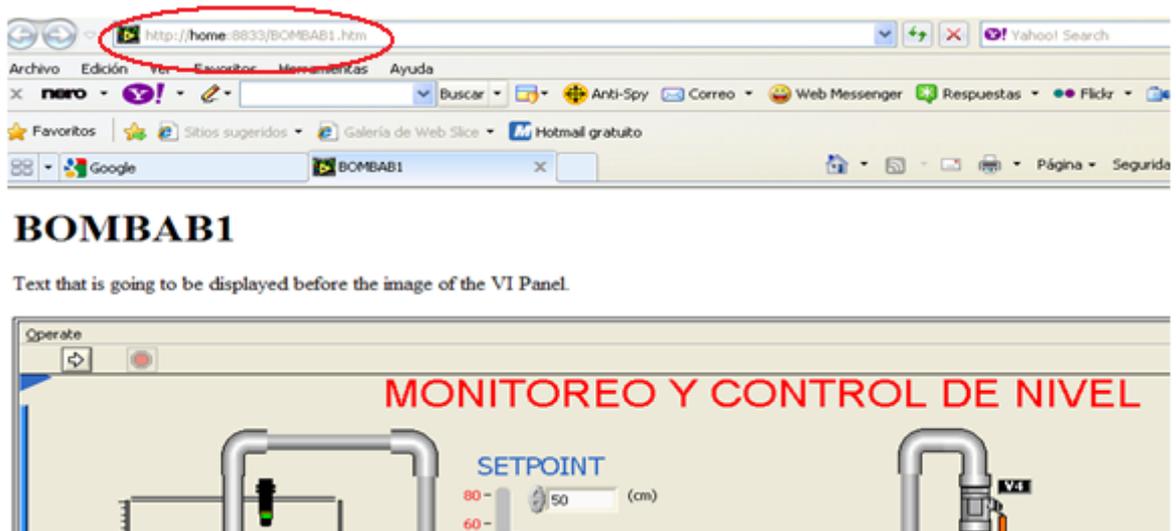


Figura 3.11 Panel de monitoreo y control del sistema en forma remota.

CAPÍTULO IV

4.1 CONCLUSIONES.

- Con el desarrollo del proyecto se logró uno de los objetivos, que consiste en monitorear y controlar el banco automatizado de bombas centrífugas, mediante una página web, dando otra aplicación adicional al servicio de Internet.
- El Internet es una forma de estar informado y que mejor si se lo utiliza para conocer el estado de un proceso industrial. Se comprobó que para la publicación en Internet del banco de bombas centrífugas, no se puede realizar hospedando la página en un HOST que resultaría más económico, sino que se requiere de un IP fijo, para lo que se utilizó un Modem Porta.
- Este sistema es muy económico comparado a otros parecidos en el mercado. Además, a este sistema de control y monitoreo, se puede acceder desde cualquier lugar para conocer el estado de las variables controladas dentro proceso.
- En el monitoreo y control del nivel, con el Modem Porta se pudo determinar que su tiempo de respuesta es muy lento; algunas veces la señal se pierde.
- Al conocer los avances tecnológicos, y con ello las tendencias de conexión a Internet, se puede dar cuenta que cada vez es más fácil y económico, conectarse al mismo.
- La aplicación del hardware FieldPoint 1601 permite realizar una adecuada centralización de las señales análogas y discretas para adquisición y control de la operación del banco de pruebas a través de transductores electrónicos.

- Se ha diseñado e implementado programas para el control de procesos de nivel, ayudándose para ello del software LabVIEW de National Instruments y FieldPoint FP1601, obteniéndose de esta forma el sistema esperado, conforme a los objetivos propuestos en este proyecto.
- LabVIEW como plataforma de programación permite además de crear aplicaciones con un ambiente gráfico muy amigable y completo, también hoy en día brinda la facilidad de publicar páginas web interactivas, con sistemas de control de cualquier aplicación que se realice. En este caso permitió el enlace entre el Internet y el programa de control.
- El integrar hardware y software de un mismo fabricante permite mejorar la velocidad de conexión entre los dispositivos físicos y el sistema de control computacional, es por esta razón que la mayoría de empresas desarrolladoras de software de HMI y SCADA lo hacen como software dedicado para una marca exclusiva de hardware y viceversa.
- Con este proyecto se pudo realizar una aplicación real de instrumentación virtual, posteriormente se puede ocupar el módulo como material didáctico.

4.2 RECOMENDACIONES.

- Con el hardware FieldPoint 1601 hay que tener cuidado en instalar los sensores; ya que se debe saber que señales son análogas o qué señales discretas.
- Es muy importante configurar y calibrar todos los dispositivos utilizados para el desarrollo del sistema de control implementado, ya que los rangos de calibración que presenta cada uno de ellos dependerán única y exclusivamente del requerimiento del proceso a ser controlado.

- No se recomienda para la publicación de proyectos industriales, usar Modem (en este caso de Porta) debido a su ancho de banda y al tiempo de respuesta (es muy lento), particularmente cuando se manipulan variables de respuesta rápida.
- Se debe manejar adecuadamente los manuales y hojas de datos de los dispositivos de adquisición, ya que estos datos técnicos dados por el fabricante garantizarán el buen funcionamiento de los mismos, y permitirán una vida útil de los equipos.
- Para el uso y manejo de este sistema HMI, se debe tener un previo conocimiento de los temas relacionados tales como: sistemas de control, adquisición de datos, instrumentación, control de procesos e instrumentación virtual, para facilitar la comprensión de las variables controladas en el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Empresa Telefónica, Introducción a la telemática y a las redes de datos, 2000.
- Cisco, Networking Academy Program, CCNA 1 and 2.
- Manual de Telefónica, Introducción a la telemática y a las redes de datos.
- Guía del usuario, Xbee serie 1, MCI Electronics, Andres Oyance, Revisión Agosto 2008.
- Palacios, Enrique. Microcontrolador PIC 16F84. Desarrollo de proyectos.
- Angulo, José. Microcontroladores PIC. Tercera Edición. Primera Parte. 2003.

ENLACES DE INTERNET.

- www.hmi.control.iautomatic.maximac.interface.com
- <http://www.geociti.es.com/tx> http://www.docirs.cl/arquitectura_tres_capas.htm
- metsb/sistemas-de-tiempo-real.htm
- http://www.docirs.cl/arquitectura_tres_capas.htm
- http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_OSI
- <http://www.monografias.com/trabajos35/redesinalambricas/redesinalambricas.shtml?monosearch>.
- http://www.metrologicmexico.com/contenido1/informacion_tecnica/estandar_es_inalambricos.php.
- <http://es.tech-faq.com/wireless-modem.shtml>
- http://teleenfermeria.iespana.es/teleenfermeria/componentes_de_red.htm
- http://es.wikipedia.org/wiki/Correo_electr%C3%B3nico
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_(inform%C3%A1tica))
- http://fmc.axarnet.es/redes/tema_06_m.htm
- <http://sine.ni.com/psp/app/doc/p/id/psp-640/lang/es>
- Networking in LabVIEW. Manual de LabVIEW. Capítulo 18
- <http://www.miebo.de/upload/TI364Fen.pdf>

- <http://elektrosluzby-brno.cz/files/205340-ub800-18gm40-i-v1-pepperl-fuchs.pdf>
- http://www.pepperl-fuchs.com/selector/navi/productInfo/edb/103537_spa.pdf
- <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/11485>
- http://biblioteca.schneiderelectric.es/nbd-update/cont2.../460501I06_pags/460501I06_10.pdf
- <http://www.roulratec.com/products/components/pumps/Goulds%20Delieri%20Pumps.pdf>
- <http://europe.hbc.honeywell.com/finland/pdf/en0b0064-ge51r0403.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: GOULDS POUNPS.

ANEXO B: HONEYWELL ML7420A3055.

ANEXO C: HONEYWELL ML7420A-ML74254.

ANEXO D: SENSOR CAPACITIVO CKN5-F46A-E3.

ANEXO E: SENSOR ULTRASÓNICO UB800-18GM40-1-V1.

ANEXO F: LIQUIHANT TFL20.

ANEXO G: FIELPOINT-FP-1601.

ANEXO H: CONTROL DE MOVIMIENTO ALTIVAR11.

ANEXO I: MANUAL DE USUARIO.