

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
SEDE – LATACUNGA**

CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SUPERVISIÓN Y
CONTROL PARA LA OPERACIÓN DE UN SISTEMA HVAC**

ELEBORADO POR:

**LUIS FERNADO ALAJO BASANTES
FREDY NORVERTO TAPIA TAPIA**

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

INGENIERO ELECTROMECAÁNICO

**Año
2005**

CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Sr. Luis Fernando Alajo Basantes y Fredy Norverto Tapia Tapia, como requerimiento parcial a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico.

Fecha

Ing. Marco Singaña
DIRECTOR

Ing. Washington Freire
CODIRECTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo va dirigido a Dios por haberme dado la vida y regalarme a mis padres, que con amor y sacrificio supieron motivarme moral y materialmente para culminar mis estudios superiores, obtener un título y así asegurarme una vida digna y clara en el futuro.

A mis distinguidos maestros, quienes con amor y sabiduría, depositaron en mi, todo su apostolado; y a mi prestigiosa Politécnica, porque en las aulas recibí las mejores enseñanzas.

FERNANDO

Este trabajo va dedicado para mis padres y toda mi familia por su infinito amor, por su sabios concejos, por su comprensión y sus bendiciones hacia un ser supremo que es Dios

A mis amigos, compañeros y todos los que me conocen porque de una u otra manera me brindaron el apoyo y la confianza para la culminación de este proyecto.

Y de manera muy especial a YOLY por su amor y cariño demostrado en toda una vida llena de tristezas y alegrías.

AGREDECIMIENTO

El éxito alcanzado con honradez y esfuerzo le dan sabor a la vida. Y la gratitud es una de las virtudes más elevadas del espíritu que perdurará a través del tiempo.

Es por eso que al culminar una etapa de nuestras vidas, queremos hacer extensivos nuestros más sinceros agradecimientos, o todos quienes hicieron posible realizar uno de los anhelos más grandes en la vida de todo ser humano. De una manera muy especial a la “**ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO**”, quienes depositaron su confianza en nosotros, permitiéndonos poner en práctica todos los conocimientos durante nuestra vida universitaria.

También agradecemos al Sr. Ing. Marco Singaña. Y al Sr. Ing. Washington Freire. Quienes supieron guiarnos a lo largo del desarrollo de presente trabajo, hasta llegar a su feliz culminación.

FERNANDO y FREDY

INDICE DE CONTENIDOS

PG

INTRODUCCION

01

ANTECEDENTES.

01

OBJETIVOS.

02

JUSTIFICACION

03 IMPORTANCIA

03

CAPITULO I

MARCO TEORICO.

1.1 Sistema supervisión y control.

04 1.1.1 Definición

04

1.2 Prestaciones de un Sistema de Supervisión y Control.

05

1.3 Requisitos de un sistema de supervisión y control.

05

1.4 Módulos de un sistema de supervisión y control.

06

1.4.1 Configuración.

06

1.4.2 Interfaz gráfica del operador.

06

1.4.3 Módulo de proceso.

06

1.4.4 Gestión y archivo de datos.

06

1.4.5 Comunicaciones.

06

1.5 Conceptos básicos asociados a un sistema supervisor.

07

1.5.1 Tiempo real.

07

1.5.2 Hardware en sistemas de supervisión: PLC, PC, FP.

09

1.5.3 Tarjetas de expansión.

10

1.5.4 La estructura abierta.

12

1.6 Automatización básica.

18

1.7 Plataforma de supervisión.

19

1.8 Medios de comunicación.

20

1.8.1 Componentes de una red.

28

1.8.2 Tipos de redes.

32

1.8.2.1 Red de área local o LAN

32

1.8.2.2 Red de área metropolitana o MAN

32

1.8.2.3 Red de área Extendida o WAN

32

1.8.2.4 Redes Internet

33

1.8.3 Topología de red.

34

1.8.3.1 Anillo

34

1.8.3.2 Estrella	
34	
1.8.3.3 Bus	
34	
1.8.4 Protocolo de comunicación.	
36	
1.9 Transferencia de datos al PC.	
38	
1.10 Introducción a la LabVIEW.	
39	
1.10.1 Introducción	
39	
1.10.1.1 Barra de Herramientas del Panel Frontal.	
40	
1.10.1.2 Barra de Herramientas del Diagrama de Bloques.	
40	
1.10.1.3 La Paleta de las Herramientas.	
41	
1.10.1.4 Paleta de Control y de Funciones.	
42	
1.10.2 Creación de VIs.	
44	
1.10.3 Creación de SubVI.	
45	
1.10.4 Tipos de Estructuras.	
50	
1.10.5 Trabajando en red con LabVIEW	
58	

CAPITULO II

SELECCION Y CARACTERISTICAS TECNICAS DEL EQUIPO UTILIZADO EN LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA.

2.1 FieldPoints.

66

2.1.1 Módulo FP_1601

67

2.1.2 Módulo FP_AI_110

66

2.1.3 Módulo FP_AO_210

69

2.1.4 Módulo FP_DI_330

71

2.1.1 Módulo FP_DO_410

72

2.2 Hub.

74

2.3 Cables de comunicación.

74

2.4 Tarjetas de red para PCI Ethernet 10/100 Mbps FA311

76

2.5 HVAC Control de humedad, vapor y aire acondicionado.

77

2.6 Variador de frecuencia ABB.

78

CAPITULO III

IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO DE SUPERVISION Y CONTROL PARA LA OPERACION DE UN SISTEMA HVAC.

3.1 Diseño del software de Control y Supervisión.

79

3.1.1 Diseño del software de control (Master)

79

3.1.1.1 Panel Frontal principal

79

3.1.1.2 Panel Frontal OPERACION DEL MODULO	81
3.1.1.3 Panel Frontal ANALISIS DE DATOS OBTENIDOS	86
3.1.1.4 Panel Frontal AYUDA.	91
3.1.2 Diseño del software de supervisión (Slave)	92
3.1.2.1 Panel Frontal De Supervisión del módulo.	92

3.2 Diseño de la red.

93	
3.2.1 Implementación de la red	94
3.2.2 Cableado de la red	95
3.2.3 Configuración de la red	96

3.3 Acondicionamientos de las señales de salida del HVAC.

101	
3.3.1 Diseño del circuito de control de fase de las niquelinas.	101
3.3.2 Acondicionamiento de señales	103

3.4 Implementación del FP y Variador de Frecuencia en la Red.

104	
3.4.1 Configuración de los módulos FieldPoint (MAX)	104
3.4.2 Configuración del Variador de Frecuencia.	111

3.5 Calibración y ajuste del sistema.

113

CAPITULO IV

PRUEBAS DE CAMPO DEL PROTOTIPO DE CONTROL Y SUPERVISION

4.1 Pruebas del sistema HVAC

114

4.2 Pruebas de comunicaciones.

114

4.2 .1 Pruebas de cables.

115

4.2.2 Pruebas de comunicación del PC con el FieldPoint

117

4.3 Pruebas de ceder el control.

120

4.4 Prueba de Control y Supervisión del proceso.

122

4.4.1 Pruebas en modo manual.

122

4.4.1.1 Pruebas de Temperatura de Aire.

122

4.4.1.2 Pruebas de Caudal de Aire.

123

4.4.2 Pruebas en modo automático.

125

4.4.2.1 Pruebas de Temperatura de Aire.

125

4.4.2.2 Pruebas de Caudal de aire.

126

CAPITULO V

5.1 CONCLUSIONES

128

5.2 RECOMENDACIONES.

131

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO 1:	MANUAL DE OPERACION DEL SISTEMA.
ANEXO 2:	CURVAS CARACTERISTICAS DE LOS VENTILADORES CENTRIFUGOS.
ANEXO 3:	DATOS OBTENIDOS DEL PROCESO
ANEXO 4:	PARTES PRINCIPALES DEL SISTEMA HVAC
ANEXO 5:	CONTROL PROPORCIONAL
ANEXO 6:	REDES INDUSTRIALES
ANEXO 7:	ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES

LISTADO DE FIGURAS

CAPITULO I

MARCO TEORICO

FIGURA

PG

FIGURA No 1.1 Monitoreo y control de Procesos.

4

FIGURA No 1.2 Ranuras ISA.

11

FIGURA No 1.3 Ranuras PCI.

12

FIGURA No 1.4 Protocolos e Interfaces.

15

FIGURA No 1.5 Modelo de Comunicaciones.

16

FIGURA No 1.6 Sensores y Actuadores.

19

FIGURA No 1.7 Pequeño sistema SCADA.

20

FIGURA No 1.8 Cables STP.

24

FIGURA No 1.9 Cables UTP.

24

FIGURA No 1.10 Cable Coaxial.

25

FIGURA No 1.11 Estructura de un cable Coaxial.

26

FIGURA No 1.12 Típica Configuración de un sistema SCADA.

26

FIGURA No 1.13 Topología en Anillo.

34

FIGURA No 1.14 Topología en Estrella.

35

FIGURA No 1.15 Topología de Bus.

35

FIGURA No 1.16 Ventana de Presentación de LABVIEW.

39

FIGURA No 1.17 Barra de Herramientas del Panel Frontal.

40

FIGURA No 1.18 Barra de Herramientas del Diagrama de Bloques.

41

FIGURA No 1.19 Paleta de Herramientas.

42

FIGURA No 1.20 Paleta de Controles.

43

FIGURA No 1.21 Paleta de Funciones.

43

FIGURA No 1.22 Controles e Indicadores Numéricos.

44

FIGURA No 1.23 Controles e Indicadores Boléanos.

45

FIGURA No 1.24 Propiedades de un Control Numérico.

45

FIGURA No 1.25 Creación de Sub VI

46

FIGURA No 1.26 Edición del Icono

46

FIGURA No 1.27 Creación de Conectores.

47

FIGURA No 1.28 Patrones de los Terminales.

48

FIGURA No 1.29 Asignación de Terminales.

49

FIGURA No 1.30 Asignación de Terminales.

49

FIGURA No 1.31 Asignación de Terminales.

50

FIGURA No 1.32 Icono Ciclo While.

51

FIGURA No 1.33 Ciclo While.

52

FIGURA No 1.34 Icono Ciclo For

53

FIGURA No 1.35 Ciclo For.

53

FIGURA No 1.36 Estructura Case.

54

FIGURA No 1.37 Icono Nodo de Fórmulas.

54

FIGURA No 1.38 Nodo de Formulas.

55

FIGURA No 1.39 Estructura de Eventos.

55

FIGURA No 1.40 Estructura de Eventos.	
56	
FIGURA No 1.41 Estructura de secuencias	
56	
FIGURA No 1.42. Creación de un registro de desplazamiento.	
57	
FIGURA 1.43 Registro de Desplazamiento	
57	
FIGURA No 1.44 Esquema de un Monitoreo y Control Remoto.	
59	
FIGURA No 1.45 Grafica de comunicación mediante DataSocket.	
61	
FIGURA No.1.46. Localización DataSocket	
63	
FIGURA No.1.47. El DataSocket Open	
63	
FIGURA No.1.48. El DataSocket Open	
63	
FIGURA No 1.49 DataSocket Write.	
64	
FIGURA No 1.50 DataSocket Reader.	
64	
FIGURA No 1.51 Escritura de datos a la red.	
64	
FIGURA No 1.52 Lectura de datos en la red.	
65	

CAPITULO II

SELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO UTILIZADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

FIGURA No 2.1 Gráfico del cerebro del FieldPoint FP- 1601.

FIGURA No 2.2 Diagrama de conexión de una Vcc. Ex. del FP- AI 110.

67

FIGURA No 2.3 Diagrama de conexión de una fuente externa de corriente.

68

FIGURA No 2.4 Diagrama de dimensiones de los módulos FP- 1601.

69

FIGURA No 2.5 Diagrama de conexión de la carga FP- AO 210.

70

FIGURA No 2.6 Diagrama de conexión de la carga FP- AO 210.

70

FIGURA No 2.7 Diagrama de conexión del modulo FP-DI 330.

72

FIGURA No 2.8 Diagrama de conexión del modulo FP-D0 410.

73

FIGURA No 2.9 Diagrama de un Hub 3 com.

74

FIGURA No 2.10 Diagrama del cable UTP categoría 5.

75

FIGURA No 2.11 Gráfica de la tarjeta de red Ethernet.

76

FIGURA No 2.12 Diagrama del variador de velocidad ACS300.

78

CAPITULO III

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL PARA LA OPERACIÓN DE UN SISTEMA HVAC.

FIGURA No 3.1 Diagrama de flujo de los VI.

79

FIGURA No 3.2 Gráfico del Panel Frontal Principal.

80

FIGURA No 3.3 Diagrama de bloques del Panel Frontal Principal.	
80	
FIGURA No 3.4 Gráfica del Panel Auxiliar de la Configuración de D. IP.	
81	
FIGURA No 3.5 Diagrama de bloques de la Configuración de Direcciones IP.	
82	
FIGURA No 3.6 Diagrama de bloques Apertura Automática Data Socket Server	
83	
FIGURA No 3.7 Gráfica del Panel Frontal de la OPERACION DEL MODULO.	
83	
FIGURA No 3.8 Gráfica del Panel Auxiliar Ingrese la Clave.	
85	
FIGURA No 3.9 Gráfica del Panel Auxiliar Ceder el control.	
85	
FIGURA No 3.10 Diagrama de bloques Ceder el control.	
86	
FIGURA No 3.11 Gráfica del Panel Frontal Análisis de Datos Obtenidos	
86	
FIGURA No 3.12 Cuadro de dialogo para guardar Datos Obtenidos.	
88	
FIGURA No 3.13 Gráfica de Datos Obtenidos Archivo XLC.	
89	
FIGURA No 3.14 Diagrama de bloques Análisis de datos obtenidos.	
90	
FIGURA No 3.15 Gráfica del Panel Frontal Ayuda.	
91	
FIGURA No 3.16 Gráfica del Panel Frontal Mas Información.	
92	
FIGURA No 3.17 Gráfica del panel frontal de Supervisión.	
93	
FIGURA No 3.18 Diseño de red	
94	
FIGURA No 3.19 Gráfica de la estructura de los Cables Directos y Cruzados.	
96	

FIGURA No 3.20 Gráfica de la conexión de red y acceso telefónico.	
97	
FIGURA No.3.21 Gráfica del protocolo de Internet (TCP/IP)	
98	
FFIGURA No. 3.22 Gráfica de las Propiedades de Protocolo Internet (TCP/IP)	
100	
FIGURA No. 3.23 Gráfica Entorno de red.	
100	
FIGURA No 3.24 Circuito de Control manual de las resistencias calefactoras.	
102	
FIGURA No 3.25 Circuito de Control automático de las resistencias calefac.	
103	
FIGURA No 3.26 Circuito del Acondicionamiento de señal del sensor de flujo.	
103	
FIGURA No 3.27 Circuito del Acondicionamiento de señal de la PT 100.	
104	
FIGURA No 3.28 Switch reset en la posición ON	
105	
FIGURA No 3.29 Gráfica Principal del Software MAX.	
106	
FIGURA No 3.30 Gráfica Remote Systems.	
106	
FIGURA No 3.31 Gráfica de Configuración.	
107	
FIGURA No 3.32 Gráfica para la Dirección IP al módulo FP-1601.	
107	
FIGURA No 3.33 Gráfica de la Nueva Dirección IP del módulo FP-1601	
108	
FIGURA No 3.34 Gráfica de la Opción Find Devices.	
109	
FIGURA No 3.35 Gráfica de los Devices conectados al módulo FP-1601.	
110	
FIGURA No 3.36 Gráfica del archivo de configuración con una extensión .iak	
111	

FIGURA No 3.37 Variador de Frecuencia ABB.

112

CAPITULO IV

PRUEBAS DE CAMPO DEL PROTOTIPO DE CONTROL Y SUPERVISIÓN

FIGURA No 4.1 Gráfica de conectividad del cable UTP.

115

FIGURA No 4.2 Gráfica de los Leds encendidos Paralelamente.

115

FIGURA No.4.3 Escritura de datos a través del FP_A0_210

117

FIGURA No.4.4 Lectura de datos a través del FP_AI_110

118

FIGURA No.4.5 Lectura de datos a través del FP_D0_110

119

FIGURA No.4.6 Lectura de datos a través del FP_DI_110

119

FIGURA No.4.7 Control Master a través del PC_1

120

FIGURA No.4.8 Gráfica Ceder el control al PC_2

121

FIGURA No.4.9 Control Slave a través del PC_2.

121

FIGURA No. 4.10 Temperatura de aire en modo manual

123

FIGURA No. 4.11 Caudal de aire en modo manual

125

FIGURA No.4.12 Control Automático de temperatura.

126

FIGURA No.4.13 Control Automático del caudal.

127

LISTADO DE TABLAS

CAPITULO 1

MARCO TEORICO

TABLA

PG

Tabla 1.1 Ejemplos de URLs para DataSocket
62

CAPITULO II

SELECCION Y CARACTERISTICAS TECNICAS DEL EQUIPO UTILIZADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

Tabla 2.1 Asignación de terminales para los canales del FP- AI 110.
68
Tabla 2.2 Asignación de terminales para los canales del FP-AO 210.
71
Tabla 2.3 Asignación de terminales para el módulo FP-DI 330.
72
Tabla 2.4 Asignación de terminales para el módulo FP-DO 410.
73
Tabla 2.5 Atenuación del cable UTP.
75

CAPITULO III

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL PARA LA OPERACIÓN DE UN SISTEMA HVAC.

Tabla 3.1 Orden normal de los pares del Cable UTP.
95
Tabla 3.2 Distribución de Pines para Cable Directo y Cruzado.
96
Tabla 3.3 Tipos de redes.
99

Tabla 3.4 Parámetros de ajuste del variador de frecuencia

112

CAPITULO IV

PRUEBAS DE CAMPO DEL PROTOTIPO DE CONTROL Y SUPERVISIÓN

Tabla 4.1 Angulo de Control de fase

114

Tabla 4.2 Datos de temperatura del aire en forma manual.

122

Tabla 4.3 Datos de caudal del aire en forma manual.

124

Tabla 4.4 Datos de temperatura del aire.

125

Tabla 4.5 Datos de temperatura del aire.

127

INTRODUCCIÒN

SCADA es el acrónimo de Supervisory Control and Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

Es una tecnología que permite coleccionar información local y remota de uno o más puntos, enviar instrucciones de control y realizar tareas de supervisión por parte de la administración.

El SCADA hace que las visitas a las estaciones remotas no sean necesarias, y provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la empresa. En este tipo de sistemas usualmente existe un computador, que efectúa tareas de supervisión y gestión de alarmas, así como tratamiento de datos y control de procesos. La comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

El proceso a ser controlado es el HVAC (Control de humedad, flujo y aire acondicionado), el mismo que en la actualidad es de mucha importancia para el confort y supervivencia de la humanidad.

Los avances de la ciencia y la tecnología exclusivamente en el control automático brinda medios dinámicos para lograr el funcionamiento optimo del proceso obteniendo una mejor calidad, abaratando costos y así teniendo un monitoreo y control de cualquier proceso.

ANTECEDENTES

Los sistemas SCADA, desde 1987 hasta la actualidad está contribuyendo en un sistema muy importante para el control de proceso a nivel industrial, las

empresas importantes como: National Instruments, Honeywell, ABB Kent – Taylor, Sr Telecom implantan estos sistemas en el país.

El Cenace (Centro Nacional de Control de Energía) es una empresa que tiene este sistema de control y además otras empresas que cuentan con este sistema pero en una escala mucho menor, como el Control de Hornos Batch, EDESA de Ecuador.

En 1999 se puso en marcha el Proyecto de Ampliación de las minas Olympic Dam en Australia., en este lugar se ha implementado el mayor sistema SCADA instalado en el mundo, utiliza Citect bajo Windows NT 4.0, el SCADA controla casi 500.000 variables de tiempo real, e incorpora más de 20.000 curvas de registro de tendencia y 60.000 alarmas. El sistema consta en total de 74 estaciones SCADA en red, incluyendo servidores redundantes de entradas-salidas, alarmas, registros de tendencia e informes. Se comunica con más de 150 PLCs, de las marcas Allen Bradley y Siemens. El tiempo de actualización de las variables en pantalla en cualquier terminal SCADA es menor de 1 segundo, y la carga completa de una página de registros históricos menor de 4 segundos.

La mayoría de procesos industriales se requieren controlar y mantener algunas magnitudes, en áreas específicas como son: la temperatura, nivel, presión, humedad, velocidad, etc. Estas son variables que sufren alteraciones sino se logra regular adecuadamente

Los métodos de control del aire acondicionado se los realizaba a través de ventilación por aire forzado, por gravedad, los mismos que eran de forma centralizada y distribuida por medio de conductos y repartida gradualmente.

OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.

Implementación de un prototipo de supervisión y control para la operación de un sistema HVAC.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO.

- Comunicación con total facilidad y de forma transparente al usuario con el HVAC del laboratorio de control automático con el resto de los PC que existen en el laboratorio (red local).
- Diseñar software para comandar los PC en una configuración de tipo Master / Slave.
- Acondicionar las señales del HVAC, para tener un muestreo adecuado, con valores reales.

JUSTIFICACIÓN.

- Este proyecto se justifica porque en el laboratorio de control automático de la facultad no existe un sistema de este tipo, y es muy indispensable para que el estudiantado esté acorde a las nuevas tecnologías que se viene implementado a nivel industrial tanto en el ámbito petrolero como del sector eléctrico.
- En la actualidad el uso de redes a nivel industrial es relevante, pues se puede hacer supervisión, control, adquisición de datos de los sistemas industriales.
- Este proceso se puede implantar en la industria porque se estaría brindando un control sobre el aire acondicionado, requerido en varias partes como: Hospitales, Plantas Químicas, etc.
- Dentro de la elaboración de éste proyecto se introducirá a la investigación dentro del ámbito de las redes de comunicación, sistemas digitales, instrumentación industrial y virtual, control automático entre otras, que hoy en día es muy indispensable en la preparación académica dentro de nuestra carrera.

IMPORTANCIA

- Es importante porque se van a manejar módulos, como variador de frecuencia, FieldPoint, redes de comunicación, entre otros que están renovando la tecnología con respecto al control automático.
- En la manipulación de los PCs, se puede ceder el control entre ellos, de acuerdo a un orden jerárquico.

- Al realizar el control y supervisión mediante PCs, se puede almacenar todos los datos adquiridos de proceso, con la finalidad de realizar historiales.
- Estar involucrado con este tipo de sistemas, pues en la actualidad se están implementando en todo el sector industrial.
- Es importante porque se brinda un confort a las personas a través del aire acondicionado.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Sistema de Supervisión y Control (SCADA).

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.

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 No 1.1.



FIGURA No 1.1 Monitoreo y control de Procesos.

Los programas necesarios, y en su caso el hardware adicional que se necesite, se denomina en general sistema SCADA.

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 cerrar válvulas o conmutadores, monitorear alarmas y almacenar información, si las distancias son considerables se obtiene buena eficiencia.

1.2 Prestaciones de un Sistema de Supervisión y Control.

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

- Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Generación de históricos de señal de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
- Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómeta, bajo ciertas condiciones.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.

Con ellas, se pueden desarrollar aplicaciones para ordenadores (tipo PC, por ejemplo), con captura de datos, análisis de señales, presentaciones en pantalla, envío de resultados a disco e impresora, etc.

Además, 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.

1.3 Requisitos de un Sistema de Supervisión y Control.

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

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

1.4 Módulos de un sistema de supervisión y control.

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

1.4.1 Configuración.

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

1.4.2 Interfaz gráfico del operador.

Proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta. El proceso se representa mediante gráficos sinópticos almacenados en el ordenador de proceso y generados desde el editor incorporado en el SCADA o importados desde otra aplicación durante la configuración del paquete.

1.4.3 Módulo de proceso.

Ejecuta las acciones de mando preprogramadas a partir de los valores actuales de variables leídas.

1.4.4 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.

1.4.5 Comunicaciones.

Se encarga de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA, y entre ésta y el resto de elementos informáticos de gestión.

1.5 Conceptos básicos asociados a un Sistema Supervisor.

En casa y en la oficina, el ordenador personal continúa con su progreso. El PC se ha establecido en un gran número de campos. Los componentes hardware y software están siendo cada vez más potentes y más rentables. Es lógico, por tanto, que la industria quiera tomar provecho de este hecho, para reducir costes y/o incrementar la productividad.

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.

No hay que sorprenderse entonces, que los especialistas en automatización y los usuarios estén pensando ahora en qué forma se pueden transferir al PC otras tareas, para poder llegar a un mayor ahorro. Más recientemente un gran número de simuladores de PLC (controladores lógicos programables) por software ha aparecido en el mercado, que están ayudando a transferir el control de tareas al disco duro y presentan una automatización más efectiva en costes en una simple pieza de hardware (el PC).

1.5.1 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 nos 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 el sistema, 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 este 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)**¹ entonces esos procesos se llaman procesos de tiempo real suave.

Si el funcionamiento incorrecto del sistema puede llevar a la perdida de vidas o catástrofes similares entonces el sistema de tiempo real es nombrado como sistema de tiempo real de misión crítica.

Características de los sistemas de tiempo real.

➤ Determinismo.

¹ Los sistemas en tiempo real. SOFTELECOM. <http://www.geocities.com/txmetsb/sistemas-de-tiempo-real.htm>

El determinismo es una cualidad clave en los sistemas de tiempo real. Es la capacidad de determinar con una alta probabilidad, cuanto es el tiempo que se toma una tarea en iniciarse. Esto es importante por que los sistemas de tiempo real necesitan que ciertas tareas se ejecuten antes de que otras puedan iniciar.

Esta característica se refiere al tiempo que tarda el sistema antes de responder a una interrupción. Este dato es importante saberlo por que casi todas las peticiones de interrupción se generan por eventos externos al sistema (es decir por una petición de servicio), así que es importante determinar el tiempo que tardara el sistema en aceptar esta petición de servicio.

➤ **Responsividad.**

La Responsividad se enfoca en el tiempo que se tarda una tarea en ejecutarse una vez que la interrupción ha sido atendida. Los aspectos a los que se enfoca son:

- 1 La cantidad de tiempo que se lleva el iniciar la ejecución de una interrupción
- 2 La cantidad de tiempo que se necesita para realizar las tareas que pidió la interrupción.
- 3 Los Efectos de Interrupciones anidadas.

Una vez que el resultado del cálculo de determinismo y Responsividad es obtenido. Se convierte en una característica del sistema y un requerimiento para las aplicaciones que correrán en el, por ejemplo:

Si se diseña una aplicación en un sistema en el cual el 95% de las tareas deben terminar en cierto periodo de tiempo, entonces es recomendable asegurarse que las tareas ejecutadas de nuestra aplicación no caigan en el 5% de bajo desempeño

➤ **Usuarios controladores.**

En estos sistemas el usuario tiene un control mucho más amplio del sistema.

- 1 El proceso es capaz de especificar su prioridad
- 2 El proceso es capaz de especificar el manejo de memoria que requiere

3 El proceso especifica que derechos tiene sobre el sistema.

➤ **Confiabilidad.**

La confiabilidad en un sistema de tiempo real es otra característica clave. El sistema no debe de ser solamente libre de fallas; pero más aun la calidad del servicio que presta no debe de degradarse más allá de un límite determinado.

El sistema debe de seguir en funcionamiento a pesar de catástrofes, o fallas mecánicas. Usualmente una degradación en el servicio en un sistema de tiempo real lleva consecuencias catastróficas.

1.5.2 Hardware en sistemas de supervisión: PC, PLC, FIELDPOINTS.

El hecho es que 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, no obstante, depende de un gran número de factores y la mayoría deben ser considerados individualmente para cada proyecto de automatización.

Así, por ejemplo, los actuales conocimientos y preferencias del usuario pueden jugar un mayor papel que la pura potencia del computador. 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. Es común en sistemas de control por computador tener que elegir, según las características del sistema a supervisar, entre el PLC, FIELDPOINT o el PC. Se debe elegir aquel hardware que mejor se adapte a las necesidades del sistema a supervisar.

Los PLC, 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, no

obstante, 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.

Si además del control de tareas, se necesita un procesamiento de datos, trabajo en red o visualización (una aplicación SCADA), un sistema basado en PC debe ser tomado en consideración.

1.5.3 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, con diferente tamaño y a veces incluso en distinto color.

➤ Ranuras ISA.

Son las más veteranas, 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. En la figura 1.2 se observa algunas características:

Miden unos 14 cm y su color suele ser negro, existe una versión aún más antigua que mide sólo 8,5 cm.

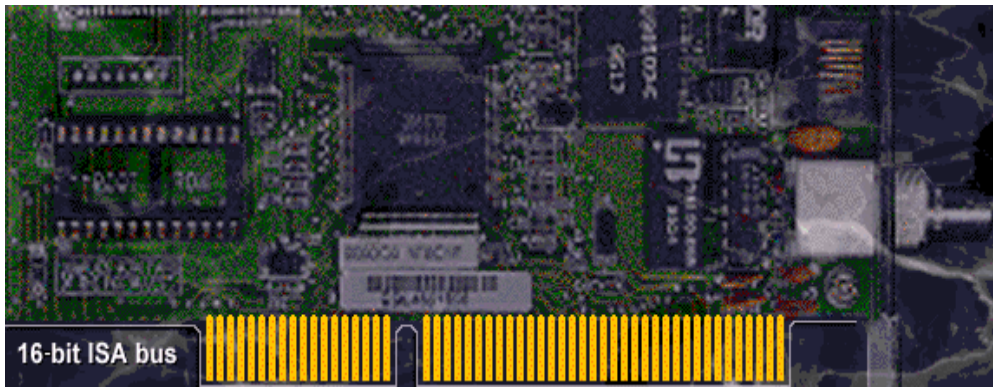


FIGURA No 1.2 Ranuras ISA.

➤ **Ranuras Vesa Local Bus.**

Se empezó a usar en los computadores 486 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 MHz. Son muy largas, unos 22 cm, y su color suele ser negro, a veces con el final del conector en marrón u otro color.

➤ **Ranuras PCI.**

En la figura 1.3 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.

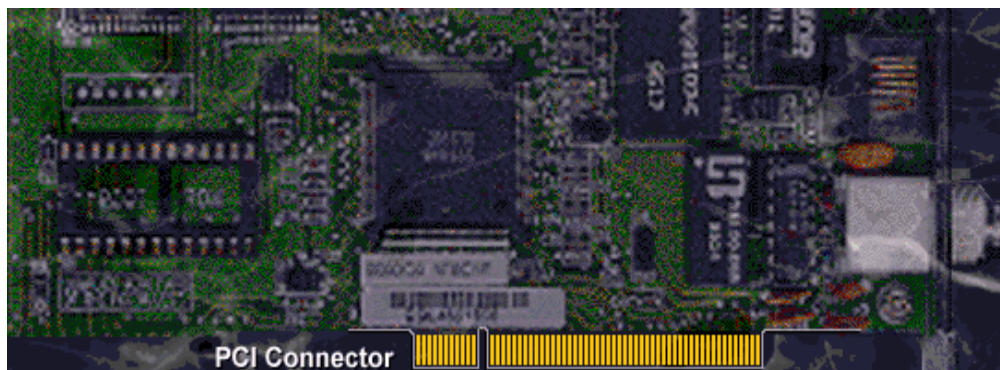


FIGURA No 1.3 Ranuras PCI.

➤ **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. Según el modo de funcionamiento puede ofrecer 264 Mbps 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.

1.5.4 La estructura abierta.

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.

La Organización Internacional de Normas (ISO), estableció hace como 15 años el Modelo de Referencia OSI², el modelo OSI está desarrollado en base a una arquitectura de siete capas apiladas por lo que con el tiempo se comenzó a mencionarlo también como la pila OSI.

La trascendencia del modelo OSI radica en que se define un sistema abierto, de modo tal que un sistema así puede comunicarse con otro que también se ajuste a la norma sin importar tecnologías y proveedores de cada uno. Todo esto equivale a poder definir procedimientos normalizados que rijan el establecimiento de comunicaciones, transferencia de información y desconexión entre sistemas de cómputo de todo tipo en base a hardware de computadoras de todo rango y terminales y periféricos, accionados por software o directamente por operadores humanos.

² Interconexión de Sistemas Abiertos

El modelo de capas resuelve la interacción horizontal entre capas de dos pilas OSI de dispositivos conectados por medio de servicios concatenados en sentido vertical en cada pila.

Arquitectura de capas

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).

Lo que está más relacionado con la transmisión de datos entre los sistemas se ubica en la parte inferior de la pila. Esta capa define los componentes físicos actuales tales como los conectores y el cable y cómo se intercambian los datos entre los sistemas.

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 reensamblado.**

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 reensamblarse 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. Este 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.

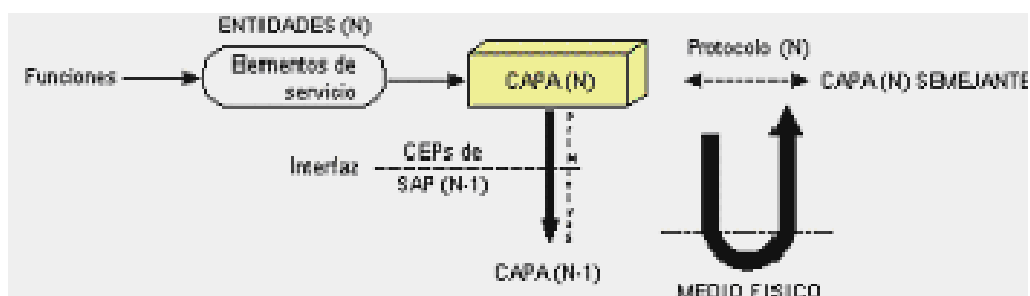


FIGURA No 1.4 Protocolos e Interfaces.

Como la comunicación entre dichos entes no es directa, si no 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. En la figura 1.4 se observa como cada nivel proveerá servicios al nivel inmediato superior a través de las interfaces entre capa y capa.

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 No 1.5 que estos encabezados y cola sólo tienen sentido para la capa homóloga o semejante del otro sistema.

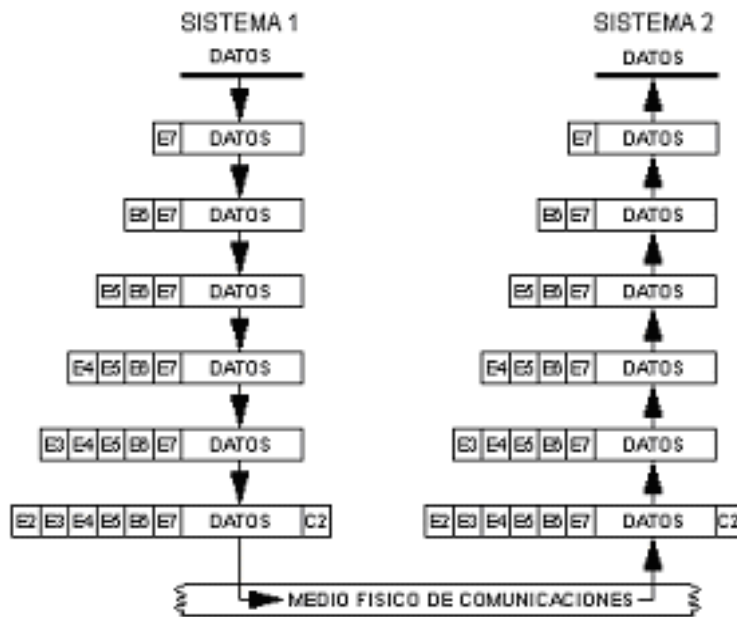


FIGURA No 1.5 Modelo de Comunicaciones.

Capas del modelo

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. La capa 2 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 exime 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. De hecho en muchos casos los protocolos de esta capa se integran con los de las capas superiores de Presentación y Aplicación.

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 y descompresión de datos, y el encriptado y 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.

1.6 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.

En la figura 1.6 se observa varios instrumentos como son: los sensores y actuadores estos son dispositivos conectados a los equipos que son controlados y monitoreados por los sistemas SCADA.

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



FIGURA No 1.6 Sensores y Actuadores.

1.7 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 las cuales las estaciones centrales de monitoreo se comunican con los dispositivos existentes en las instalaciones.

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

Cuando se trata de la programar y controlar a través de los 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 Reles, entre otros.

En la figura 1.7 se observa un pequeño sistema SCADA, desde el nivel de campo en donde se localiza el proceso y todas las variables físicas a controlar, llegando hasta el nivel de automatización en donde el operador monitorea y controlas las variables y finalmente el nivel de gerencia, en donde solo monitorea el proceso.

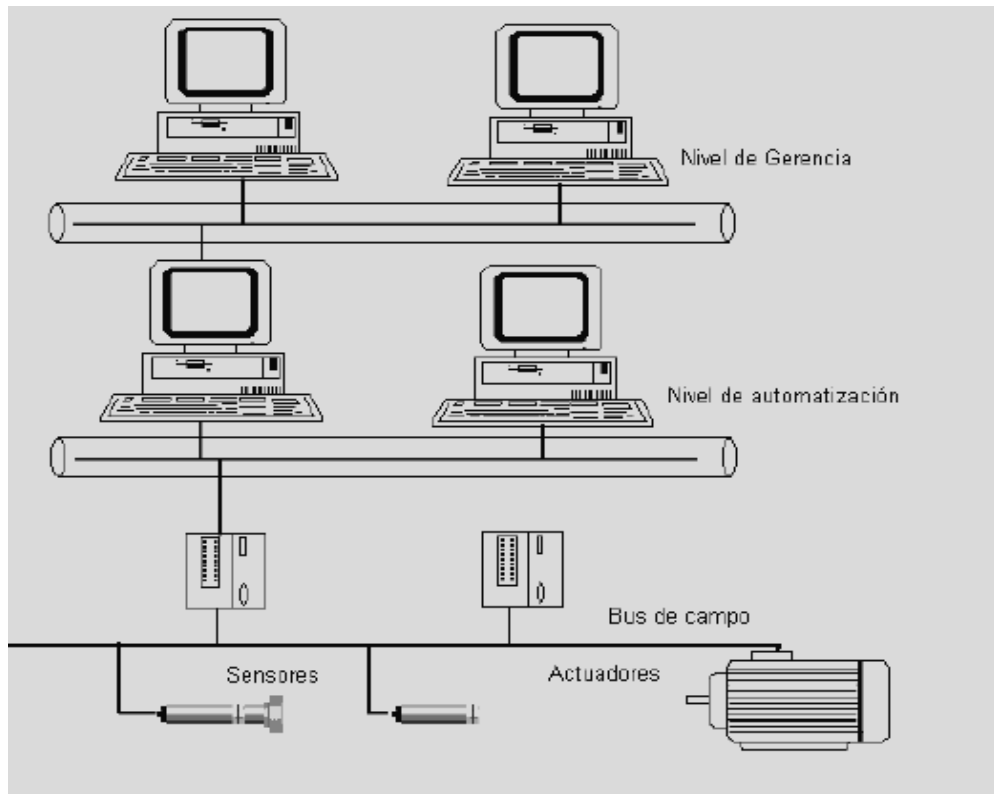


FIGURA No 1.7 Pequeño sistema SCADA.

1.8 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

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.

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.

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 Ohms.

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

Características de Transmisión.

Describen la propagación de la señal eléctrica en un cable, consideraremos: 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:

$$a = A / L$$

(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 propagara por el cable. Su ecuación es:

$$K = V / c_0$$

(1.2)

Donde:

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

c_0 = 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 1.8 se observa que los cables multipares que tienen incorporados blindajes en su estructura son llamados cables blindados (Shielded Twisted Pair, STP).



FIGURA No 1.8 Cables STP.

En la figura 1.9 se observa cables que no tienen blindaje, se los llama cable UTP (Unshielded Twisted Pair, UTP).



FIGURA No 1.9 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 multiplex tanto en half dúplex como full dúplex.
- 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 1.10 se observa un cable coaxial con sus diferentes blindajes.



FIGURA No 1.10 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 1.11 se observa las partes del cable coaxial.

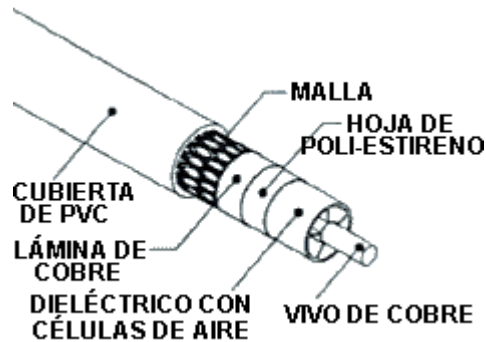


FIGURA No 1.11 Estructura de un cable Coaxial.

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.

En la figura 1.12 se muestra como esta formada una red para un sistema SCADA, este sistema particular esta compuesto por: las estaciones de trabajo, servidor, línea de transmisión de la red, modem, computador personal. La información esta siendo grabada, procesada, transmitida, desde la estación de trabajo hasta el lugar de monitoreo y control.

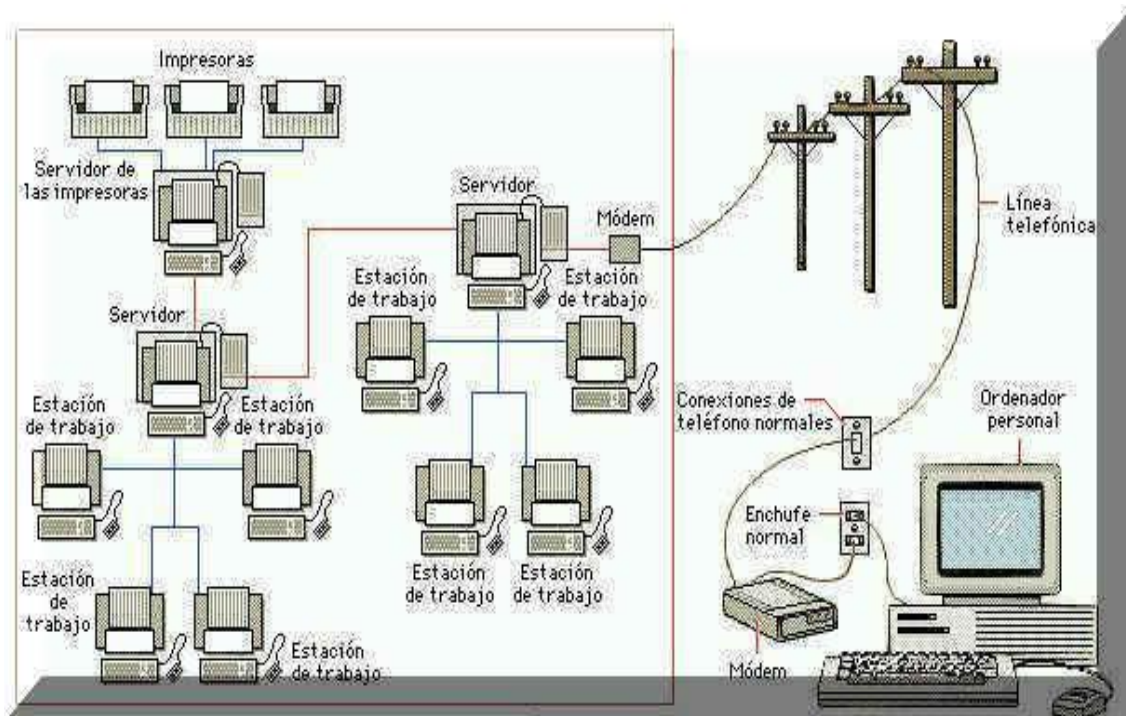


FIGURA No 1.12 Típica Configuración de un sistema SCADA.

Características y recomendaciones al instalar una red.

Para la instalación de la red como punto de referencia, existen preguntas básicas que dan la visión general de red.

1. Para que se quiere o se necesita la red.
2. Cuanto es el presupuesto asignado a este proyecto y que posibilidades existe de que este crezca.
3. A que nivel se pretende llegar con la red y pedir la aproximación en tiempo del tipo de crecimiento de la empresa o solicitante.

La primera pregunta es de mucho significado, en su respuesta nos da la visión de que sistema operativo se puede usar para la red, debido a que existen muchos sistema operativo en el mercado unos más baratos que otros y algunos son gratis como Linux y sus diferentes versiones, unos son de uso más específico que otros, más estables y multi-protocolos de comunicación entre otros sistemas operativo. A Todos estos aspectos se deben de tomar en cuenta a la hora de elegir el sistema operativo. Así como si las personas que van a usar la red tienen conocimiento en el uso del sistema operativo.

Características de una red.

- Debe funcionar para el fin establecido
- Debe ser lo más estable posible.
- Debe tener la posibilidad de crecer (ampliarse).
- El costo debe ser accesible por el solicitante.
- Contener velocidad de transmisión.
- Métodos de detección de errores en las tarjetas (en el caso de usar tarjetas con tecnología actual).

Recomendaciones

- Hacer el estudio costo beneficio para definir el presupuesto.
- Tipo de plataforma del software y del hardware.
- Definir su topología en algunas categorías para evaluarlas.
- Establecer métodos de protección para la red como regulador de voltaje, UPS para apagones de energía o variaciones de voltaje, usar antivirus en toda la red, etc.
- Evaluar la ergonomía física y ambiental del área y puestos de trabajos de la red en su propio diseño.
- Ver el mejor método o el más recomendado para almacenar dado en formas de respaldos.
- Ver con que niveles de seguridad se contará en la red y que el sistema operativo también ofrezca esta posibilidad.

1.8.1 Componentes de una red.

Una red de computadoras esta 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: Este 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 ultima 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 conecta a una red necesita de una tarjeta de interfaz de red que soporte un esquema de red específico, como Ethernet, ArcNet o Token Ring. El cable de red se conectara a la parte trasera de la tarjeta.

Sistema de Cableado: El sistema de la red esta constituido por el cable utilizado para conectar entre si el servidor y las estaciones de trabajo.

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.

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.

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 tiene dos puertas que conectan dos segmentos Ethernet por medio de transceivers

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 nuestra 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 distintos 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 ethernet, los transceivers se desconectan cuando el equipo al que están conectados no está funcionando, sin afectar para nada al 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 que 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 "tontas" o PCs por interfase serie con un emulador de terminales. Puede utilizar los protocolos TCP/IP para una red ethernet.

1.8.2 Tipos de redes

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 siguientes:

Clasificación de las redes según su tamaño y extensión:

1.8.2.1 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 (Mega bits por segundo).

1.8.2.2 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 un mismo área metropolitana, por lo que, en su tamaño máximo, comprenden un área de unos 10 kilómetros.

1.8.2.3 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.

1.8.2.4 Redes Internet.

Una Internet es una red de redes, vinculadas mediante ruteadores, gateways. Un gateway o pasarela es un computador especial que puede traducir información entre sistemas con formato de datos diferentes. Su tamaño

puede ser desde 10000 kilómetros en adelante, y su ejemplo más claro es Internet, la red de redes mundial.

Redes inalámbricas. 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.

1.8.3 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:

1.8.3.1 Anillo

Las estaciones están unidas unas con otras formando un círculo por medio de un cable común en la figura 1.13 se observa la 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 No 1.13 Topología en Anillo.

1.8.3.2 Estrella

La red se une en un único punto, normalmente con un panel de control centralizado, como un concentrador de cableado en la figura 1.14 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 No 1.14 Topología en Estrella.

1.8.3.3 Bus

Las estaciones están conectadas por un único segmento de cable como se observa en la figura 1.15. 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.

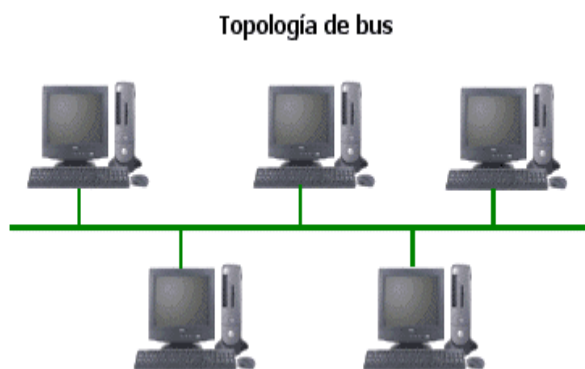


FIGURA No 1.15 Topología de Bus.

1.8.4 Protocolo de Comunicación.

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.

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.

Diseñado para ser encaminable, robusto y funcionalmente eficiente, TCP/IP 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 servicio³

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

³ Teoría de redes y comunicación. AB-Pc Control. http://fmc.axarnet.es/redes/tema_06_m.htm

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.

1.9 Transferencia de datos al PC

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.

El microprocesador está participando en la transferencia de datos, empleando en ello un tiempo en que podría estar haciendo otras tareas. Por otro lado la transferencia de datos es directa a la memoria, con lo cual el microprocesador está libre para ser utilizado por otras tareas, esto se logra mediante la tecnología Bus Mastering.

1.10 INTRODUCCION A LA PROGRAMACION UTILIZANDO EL SOFTWARE LABVIEW

1.10.1 INTRODUCCION⁴

La LabVIEW es un lenguaje de programación gráfico donde se usa iconos en lugar de las líneas de texto para crear las aplicaciones, el flujo de datos determina la ejecución del programa.

En LabVIEW, se construye una interfaz del usuario usando un juego de herramientas y objetos, la interfaz del usuario es conocido como el Panel Frontal.

El segundo panel se llama Diagrama del Bloques contiene el código para manejar los objetos que se encuentran en el Panel Frontal. El diagrama de bloques es en donde se realiza la programación de todos los iconos que se encuentran en el panel frontal, de acuerdo a la necesidad del usuario.

LABVIEW es un programa que tiene una comunicación mediante hardware como por ejemplo GPIB, VXI, PXI, RS-232, RS-485, y con los dispositivos DAQ.

En la figura 1.16 se muestra la ventana de inicio de LABVIEW que aparece al oprimir dos veces el botón del Mouse sobre el icono de LABVIEW.

⁴ Manual de LabVIEW. Capitulo 1



FIGURA No 1.16 Ventana de Presentación de LABVIEW.




1.10.1.1 Barra de Herramientas del Panel Frontal⁵

En la figura 1.17 se ilustra la barra que aparece en el Panel Frontal, y ésta sirve para hacer correr la aplicación que se este realizando y editar el VI.



FIGURA No 1.17 Barra de Herramientas del Panel Frontal.

Como se observa cada icono de esta barra tiene una acción que realiza como por ejemplo:

-  Este icono sirve para hacer correr al VI. Cuando la aplicación se encuentra ejecutándose el icono se encuentra de la siguiente manera.
-  El icono anterior aparece de esta manera cuando existe un error en el diagrama de Bloques esto significa que la aplicación no puede ser ejecutada.
-  Este icono hace correr la aplicación indefinidamente hasta que se pulse

⁵ Manual de LabVIEW. Capítulo 3. Entorno de la LabVIEW



el icono de Stop o Pausa.

Este icono sirve para interrumpir la ejecución del VI.



Este icono es utilizado para realizar una pausa a la ejecución del VI.



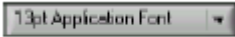
Este icono es utilizado para encuadrar los objetos del Panel Frontal.



Este icono sirve para distribuir los objetos del Panel Frontal.



Este icono sirve para mover los objetos del Panel Frontal hacia atrás, delante, etc.



Esta barra sirve para la edición del Texto.

1.10.1.2 Barra de Herramientas del Diagrama de Bloques

En la figura 1.18 se ilustra la barra que aparece en el Diagrama de Bloques, y esta se utiliza para depurar al programa.



FIGURA No 1.18 Barra de Herramientas del Diagrama de Bloques.



Este icono se lo emplea para ver como viajan los datos a través de las diferentes estructuras en el Diagrama de Bloques cuando la aplicación se encuentra en Modo de Ejecución, también se lo conoce como el botón de animación del programa.



Este icono se emplea cuando se desea realizar una ejecución del VI a pasos, para ingresar a determinada estructura.









Este icono se emplea cuando se desea realizar una ejecución del VI a pasos, para salir determinada estructura.


1.10.1.3 La Paleta de las herramientas


La paleta de Herramientas está disponible en el Panel Frontal y el Diagrama de Bloques, en la figura 1.19 se muestra todos los iconos que presenta esta barra. Esta Paleta es empleada para crear, modificar, y puede poner a punto Vls.





FIGURA No 1.19 Paleta de Herramientas.

-  Este icono es utilizado para cambiar los valores de un mando o seleccionar el texto dentro de un mando.
-  Este icono es empleado para posicionar, mover o modificar el tamaño de objetos.
-  Esta icono sirve para editar y revisar un texto y crear las etiquetas libres.
-  Esta herramienta se utiliza para unir los iconos de programación en el Diagrama de Bloques.
-  Esta herramienta es empleada para visualizar las propiedades de un Control colocado en el Panel Frontal.
-  Esta herramienta sirve para desplazarse a través de la ventana sin necesidad de utilizar el Scrollbars.

 Esta herramienta es empleada para colocar puntos de ruptura en el Diagrama de Bloques de los VIs.

 Esta herramienta es utilizada para crear puntos de prueba en el Diagrama de Bloques de los VIs, es empleada principalmente para la depuración de los VIs.

 Esta herramienta es empleada para copiar el color y pegarlo en la herramienta de pintado.

 Esta herramienta se utiliza para colorear objetos.

1.10.1.4 Paleta de Control y de Funciones

La Paleta de Funciones y de Controles, contienen sub-paletas de objetos que sirven para construir un VI.

Paleta de Controles

Esta paleta contiene mandos e indicadores para colocarlos en el Panel Frontal del VI, esta paleta únicamente esta disponible en dicho Panel. En la figura 1.20 se muestra la Paleta de Controles.



FIGURA No 1.20 Paleta de Controles.

La Paleta de Funciones

Esta paleta es empleada para construir el Diagrama de Bloques de un VI, está únicamente disponible en dicho Diagrama. En la Figura 1.21 se muestra la Paleta de Funciones.



FIGURA No 1.21 Paleta de Funciones.

1.10.2 CREACION DE VI⁶

Los VIs tienen 3 partes principales: el Panel Frontal, el Diagrama de Bloques y el icono/conector.

El Panel Frontal de un VI se construye con la combinación de una serie de controles e indicadores. Los controles son los elementos que proporcionan datos al VI, los indicadores despliegan los datos generados por el VI. Hay diferentes tipos de controles e indicadores, que se encuentran localizados en la Paleta de Controles.

⁶ Manual de LabVIEW. Capítulo 7. Creación de un VI

Controles Numéricos e Indicadores.

Los objetos utilizados con mayor frecuencia son el control digital y el indicador digital. Para cambiar el valor de un control digital se puede oprimir el botón izquierdo del Mouse en los botones de incremento y decremento. En la figura 1.22 se ilustra un control y un indicador digital.

1. Botones de incremento y decremento.
2. Control Digital.
3. Indicador Digital.

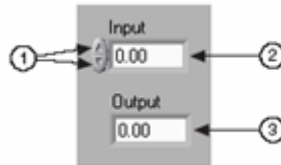


FIGURA No 1.22 Controles e Indicadores Numéricos.

Controles e Indicadores Boléanos.

Estos son utilizados para proporcionar y desplegar valores boléanos (Verdadero-Falso).

Los objetos boléanos simulan interruptores, botones y Leds. En la figura 1.23 se ilustra un control y un indicador boléanos.

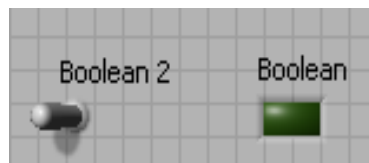


FIGURA No 1.23 Controles e Indicadores Boléanos.

Configuración de Controles e Indicadores.

Los controles e indicadores pueden ser configurados utilizando las opciones de los menús pop-up. Al oprimir el botón derecho del mouse sobre los controles

se despliega el menú por-up que permiten configurar los componentes de acuerdo a nuestras necesidades.

En la figura 1.24 se ilustra como se despliega el menú de configuración de un control.

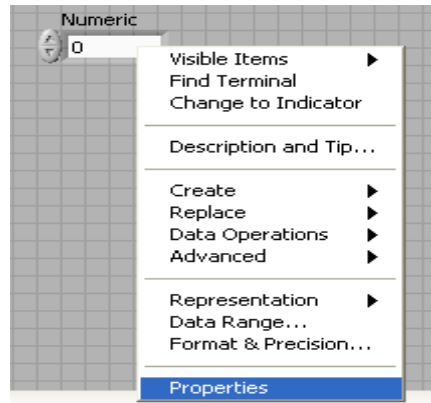


FIGURA No 1.24 Propiedades de un Control Numérico.

1.10.3 CREACION DE subVI⁷

Para la creación de un sub VI se debe tener una clara idea de la aplicación que va a tener en LABVIEW. Esto es, una vez que un VI es creado, este puede ser utilizado como un SubVI en el Diagrama de Bloques de un VI de un nivel más alto. Si un Diagrama de Bloques tiene muchos iconos, estos pueden ser agrupados en un VI de bajo nivel para mantener la simplicidad del Diagrama de Bloques. Este procedimiento modular hace que las aplicaciones sean fáciles de depurar, entender y mantener.

Los Sub VI son similares a funciones o Sub-rutinas en los lenguajes de programación convencionales. En la figura 1.25 se muestra el siguiente pseudocódigo y diagrama de bloques que indican una analogía entre sub VIs y sub-rutinas.

⁷ Manual de LabVIEW. Capítulo 7. Creando subVIs

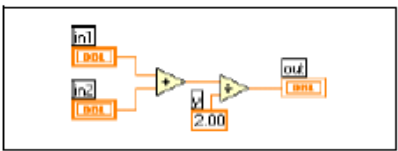
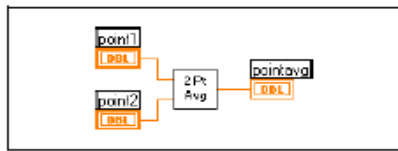
Function Code	Calling Program Code
<pre>function average (in1, in2, out) { out = (in1 + in2) / 2.0; }</pre>	<pre>main { average (point1, point2, pointavg) }</pre>
SubVI Block Diagram	Calling VI Block Diagram
	

FIGURA No 1.25 Creación de Sub VI

Creación del Icono y del Conector

El VI que se va a utilizar como sub VI necesita de un icono para ser representado en el diagrama de bloques del VI de nivel superior que lo está llamando. El sub VI también debe tener un conector con terminales para pasar datos desde y hacia los VIs de nivel superior.

Por defecto aparece en la esquina superior izquierda un icono, este icono puede ser editado por el usuario.

Al hacer clic derecho sobre este icono aparece la opción Edit icon y luego aparecerá el siguiente cuadro de diálogo como se observa en la figura 1.26.

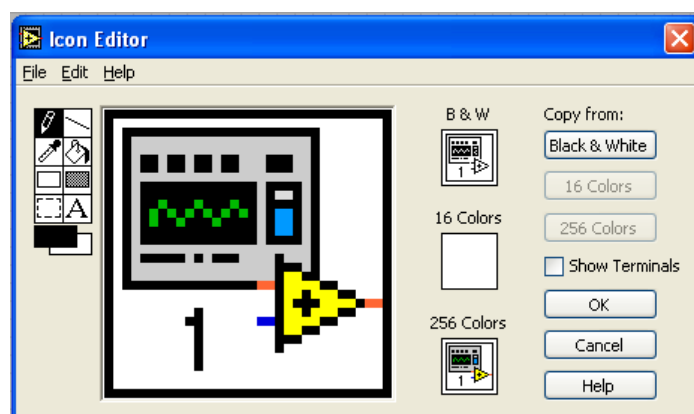


FIGURA No 1.26 Edición del Icono

Con la barra de herramientas de la izquierda de esta ventana se puede crear y diseñar el icono del Sub VI.

Conector

El conector es la interfaz programática de un VI, cuando se utiliza los controles o indicadores del panel para pasar datos desde y hacia Sub VIs, éstos requieren de terminales en el panel de conexiones. Las conexiones se definen al escoger el número de terminales que se quiere utilizar para este VI y al asignarle un control o indicador en el panel frontal.

Al hacer clic derecho en el icono del VI aparece la opción Show Conector, el conector reemplaza al icono. LabVIEW selecciona el patrón apropiado para el VI con controles en el lado izquierdo del panel de conexiones e indicadores en el lado derecho.

El número de terminales seleccionados depende del número de controles e indicadores que existen en el Panel Frontal.

Cada rectángulo en el conector representa un área terminal, se puede utilizar los rectángulos para entrada o salida de VI. Si es necesario se puede seleccionar un patrón diferente de terminales para el VI.

En la figura 1.27 se ilustra la creación de conectores.

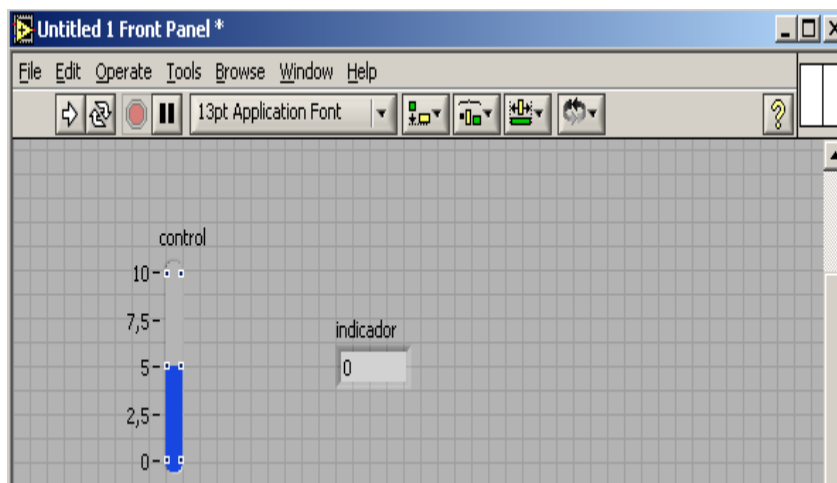


FIGURA No 1.27 Creación de Conectores.

Modificar los Patrones de los Terminales

Para seleccionar un Terminal diferente para el VI, se debe hacer clic derecho en el icono del VI y seleccionar la opción Patterns.

En la figura 1.28 observamos los diferentes tipos de patrones que pueden ser seleccionados, para un Sub VI el número máximo de terminales que pueden ser seleccionados es de 28.



FIGURA No 1.28 Patrones de los Terminales.

Asignar Terminales a Controles e Indicadores

Para asignar la correspondencia entre los controles e indicadores del Panel Frontal con los terminales, se utiliza la herramienta de cableado. Es necesario seguir los siguientes pasos para asociar el panel de conexiones con los controles e indicadores del Panel Frontal.

1. Oprimir el botón del mouse sobre el terminal del conector. La herramienta cambia automáticamente a la herramienta de cableado. El Terminal se pone de color negro como se observa en la figura 1.29.

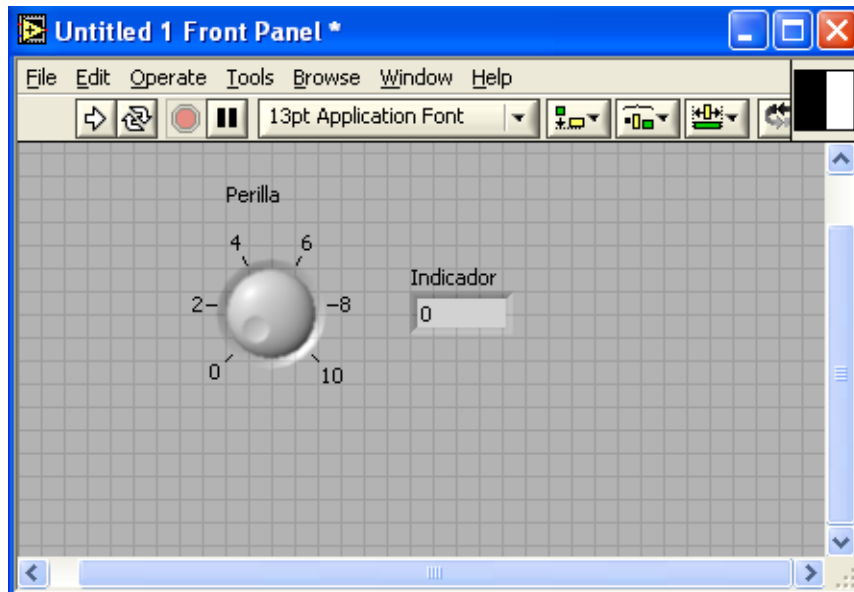


FIGURA No 1.29 Asignación de Terminales.

2. Luego se oprime el botón del mouse sobre el control o indicador del Panel Frontal al cual se le desea asignar el terminal seleccionado. Una línea punteada aparecerá alrededor del control seleccionado. La figura 1.30 muestra el control seleccionado para asignarle un terminal.

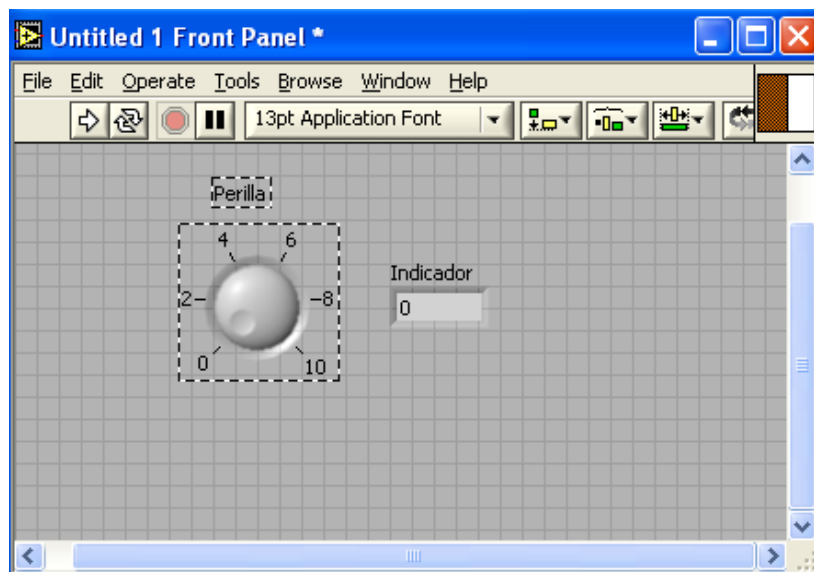


FIGURA No 1.30 Asignación de Terminales.

Si se coloca el cursor sobre un espacio libre y oprime el botón del mouse, la línea punteada desaparecerá y el terminal seleccionado se pondrá del mismo color que el tipo de dato en el control o indicador al cual se conectó, indicando que el control o indicador que se seleccionó ahora corresponde a la terminal coloreada.

3. Hay que repetir las operaciones anteriores para cada control e indicador que se quiera conectar.

En la figura 1.31 se ilustra la asignación de terminales a un control y a un indicador numérico.

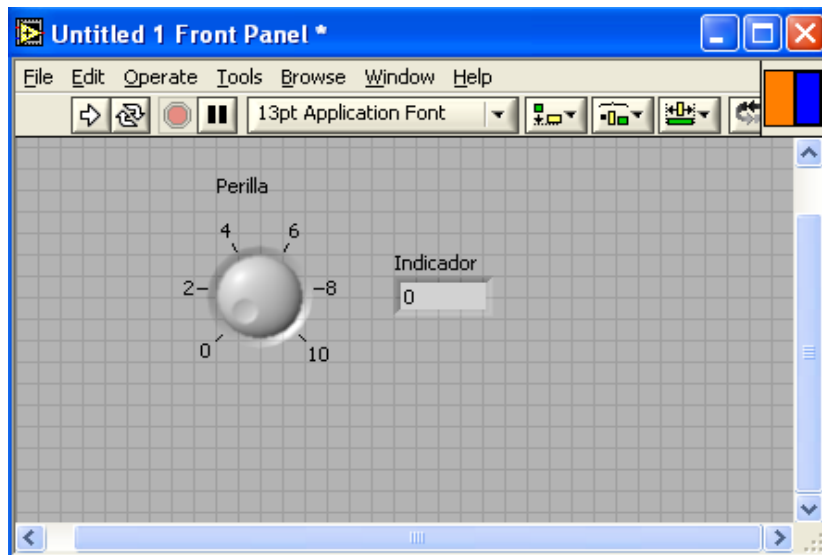


FIGURA No 1.31 Asignación de Terminales.

1.10.4 TIPOS DE ESTRUCTURAS⁸

Las estructuras controlan el flujo de datos de un VI. LabVIEW tiene cinco estructuras que controlan el flujo de un programa que son:

- El Ciclo While.
- El Ciclo For.
- La estructura Case.

⁸ Manual de LabVIEW. Capítulo 7. Lazos y Estructuras

- La estructura de Secuencia.
- La estructura de Eventos.

Cada una de estas estructuras tienen su respectiva función, a continuación se detalla cada una de estas.

Ciclo While

El ciclo While repite una parte del código del Diagrama de Bloques múltiples veces. Para poner un ciclo While en el diagrama de bloques, se lo selecciona de la paleta de funciones. En la figura 1.32 se indica la localización de la paleta Structures y el icono del ciclo While.

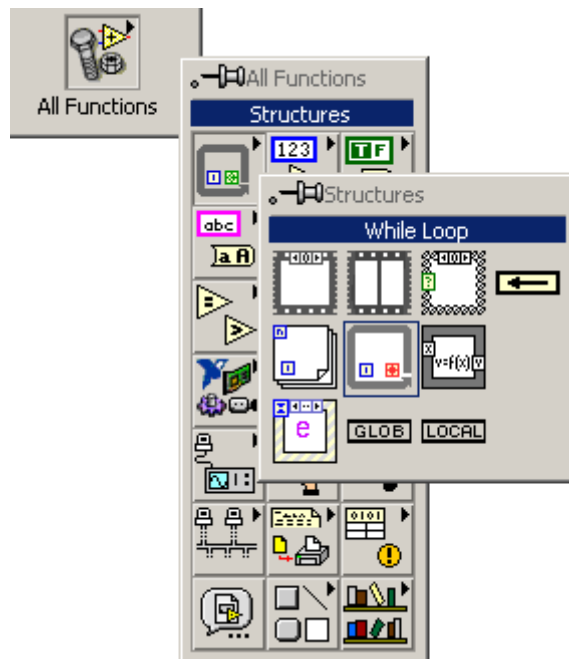
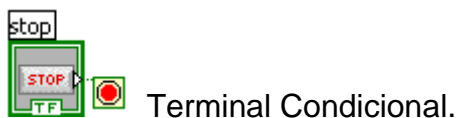


FIGURA No 1.32 Icono Ciclo While.

El VI revisa la terminal condicional al final de cada iteración. El terminal de iteración es una terminal numérica de salida que contiene el número de veces que el ciclo se ha ejecutado, comenzando desde cero.



i Terminal de Iteración.

En la figura 1.33 se ilustra los terminales que forman parte de esta estructura.

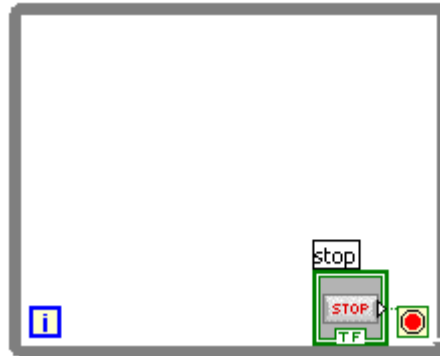


FIGURA No 1.33 Ciclo While.

Ciclo For

El Ciclo For repite una operación asignada en el Diagrama de Bloques con un número de veces previamente determinado. El Ciclo For se encuentra en la sub-paleta Structures de la paleta Functions como se observa en la figura No 1.34.

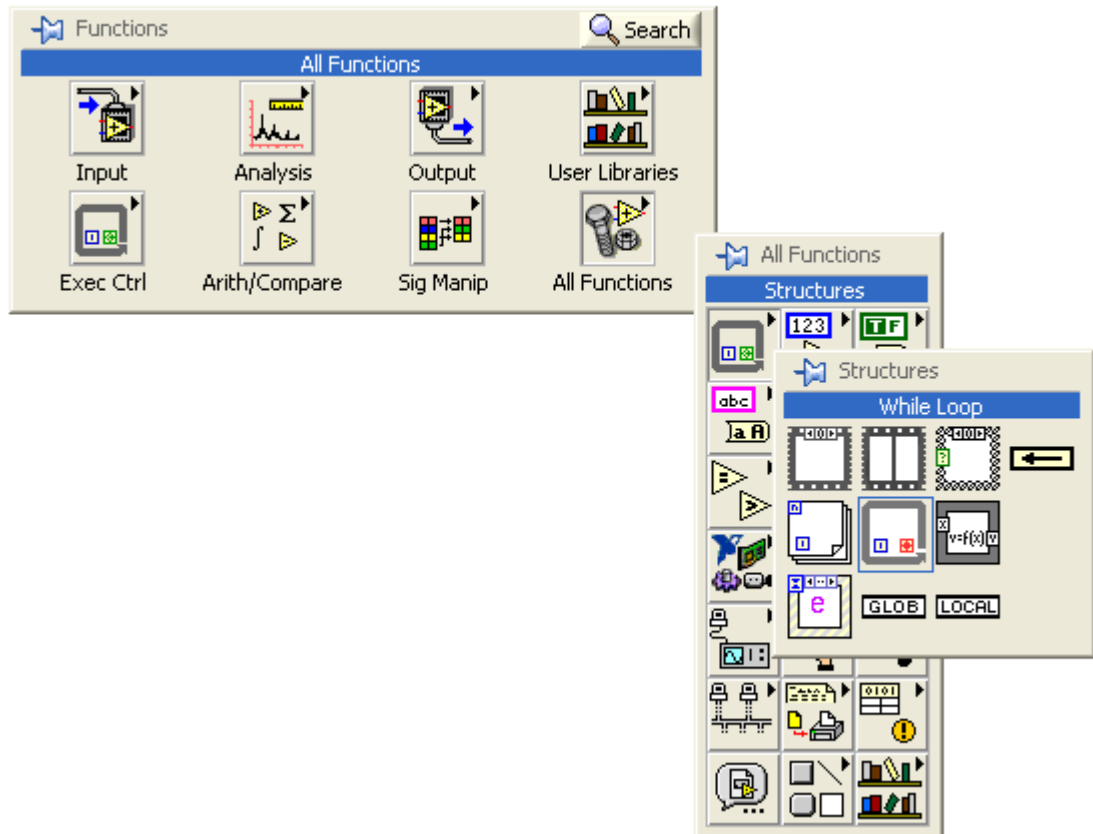


Figura No 1.34 Icono Ciclo For

El Ciclo For es una caja redimensionable, que posee dos terminales: la terminal de cuenta (terminal de entrada), y la terminal de Iteración (terminal de salida). La terminal de cuenta especifica el número de veces que se va a ejecutar el ciclo. La terminal de iteración contiene el número de veces que se ha ejecutado el ciclo.

- N** Terminal de Cuenta
- I** Terminal de Iteración

En la figura 1.35 se ilustra el diagrama de bloques de un VI en el cual se utiliza una estructura For.

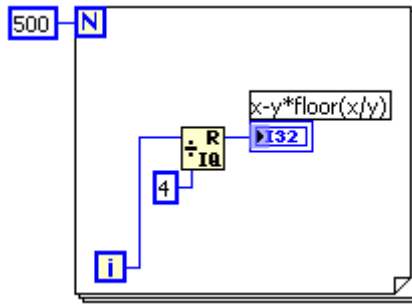


FIGURA No 1.35 Ciclo For.

La diferencia entre el Ciclo For y el Ciclo While es que el Ciclo For se ejecuta un número predeterminado de veces. Un ciclo For deja de repetir el código cuando el Terminal de Iteración alcanza el valor del Terminal de Cuenta.

Estructura Case

La estructura Case se encuentra en la sub-paleta Structures de la paleta Functions como los anteriores lazos. La estructura Case es análoga a la instrucción Case o a las instrucciones if then else en los lenguajes de programación convencionales basados en texto.

Esta estructura es semejante a un caso de eventos dependiendo de la aplicación que este asignada. Cada caso contiene un sub diagrama, solamente se puede ejecutar un caso y seguirá al siguiente caso como se muestra en la figura 1.36 dependiendo únicamente de la condición, su estructura se basa en un caso Verdadero y un caso Falso.

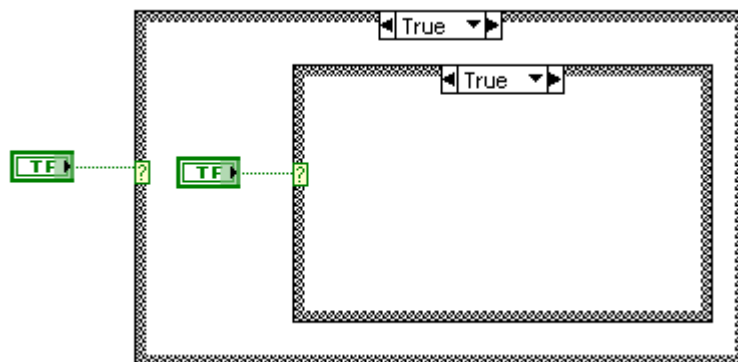


FIGURA No 1.36 Estructura Case.

Nodo de Fórmulas

El nodo de fórmulas se encuentra en la paleta de funciones, sub-paleta Structures ,en el Diagrama de Bloques. Dentro de esta estructura se puede escribir ecuaciones.

En la figura 1.37 se ilustra el icono del nodo de fórmulas.

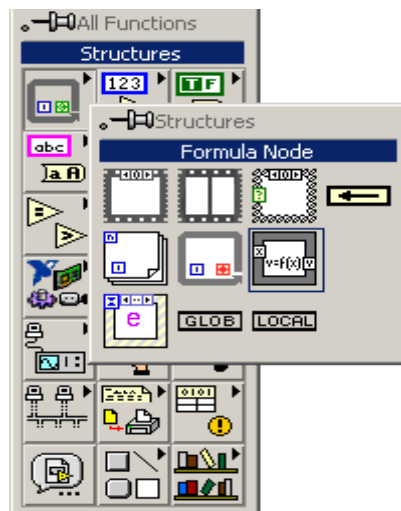


FIGURA No 1.37 Icono Nodo de Fórmulas.

El nodo de fórmula es una caja redimensionable que se utiliza para escribir ecuaciones algebraicas directamente en el Diagrama de Bloques. Esta opción es extremadamente útil cuando las ecuaciones tienen cierta complejidad o están compuestas de muchas variables. En la figura 1.38 se ilustra un diagrama de bloques donde se realiza una operación con el Nodo de Fórmulas.

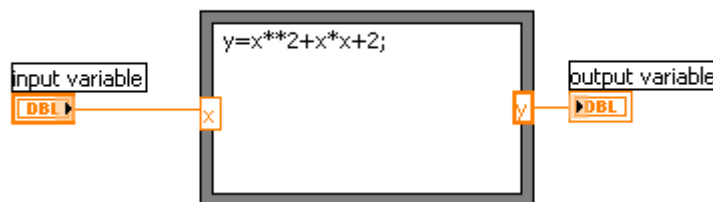


FIGURA No 1.38 Nodo de Formulas.

Estructura de Eventos

La estructura de Eventos se encuentra en la sub-paleta Structures de la paleta de funciones, en la figura 1.39 se indica la localización de la paleta Structures y el icono de la estructura de Eventos.

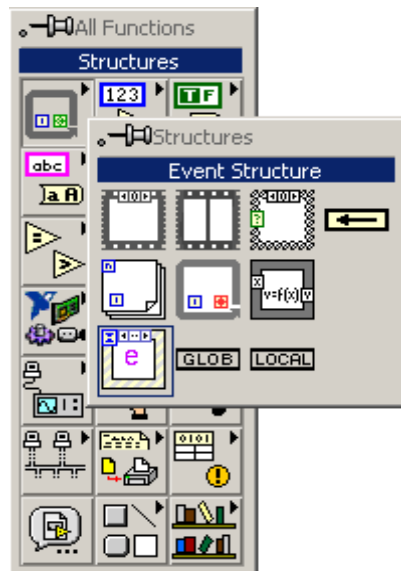


FIGURA No 1.39 Estructura de Eventos.

Esta estructura tiene la propiedad de ahorrar recursos en la aplicación que se este realizando mientras se ejecuta un VI. El programa tiene que seguir un orden de acuerdo al número de eventos que tenga el mismo.

En la figura 1.40 se ilustra el diagrama de bloques de un VI con una estructura de eventos en el sistema que se esta empleando.

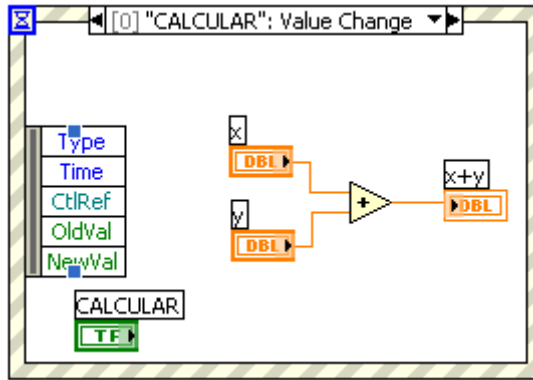


FIGURA No 1.40 Estructura de Eventos.

La estructura de Secuencia

La estructura de secuencia se encuentra en la sub-paleta Structures de la paleta de funciones similar a las anteriores estructuras y lazos.

Esta estructura de secuencias consiste de uno o varios sub diagramas o frames, que se ejecutan secuencial mente, como podemos visualizar en al figura No 1.41 existen dos programas que se ejecutan secuencial mente.

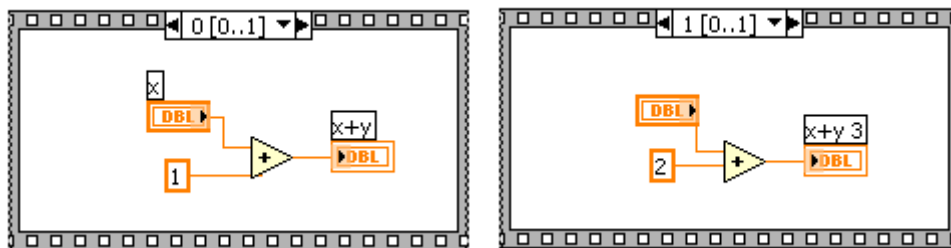


Figura No 1.41 Estructura de secuencias

Registros de Desplazamiento⁹

Los registros de desplazamiento (disponibles en los lazos While y For) se utilizan para pasar de valores de una iteración a la siguiente iteración.

Para crear un registro de desplazamiento, se oprime el botón derecho del mouse sobre el borde izquierdo o derecho del lazo y seleccione Add Shift Register del menú como se muestra en la figura No 1.42

⁹ Manual de LabVIEW. Capitulo 7. Registros de desplazamiento en lazos

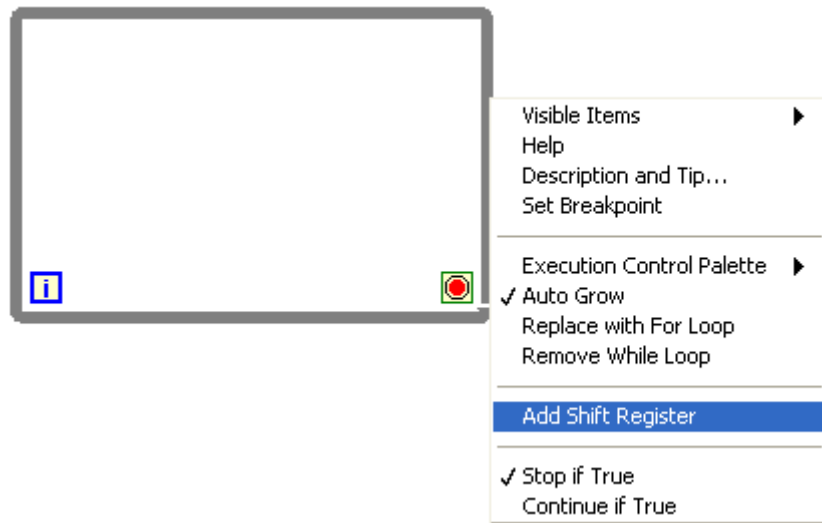


Figura No 1.42. Creación de un registro de desplazamiento.

El registro de desplazamiento tiene un par de terminales semejantes a unas flechas que se encuentran en el borde izquierdo y derecho del ciclo.

El terminal derecho almacena los datos hasta que la iteración termina. Al final de la iteración, los datos se pasan al terminal izquierdo para que puedan ser utilizados al iniciarse la siguiente iteración, tal como se muestra en la figura 1.43

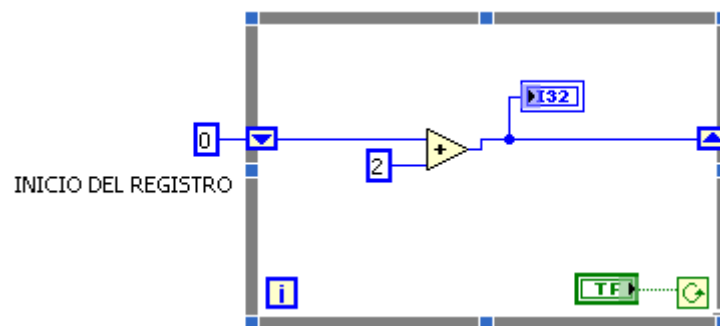


FIGURA 1.43 Registro de Desplazamiento

Un registro de desplazamiento puede almacenar cualquier tipo de dato, se adapta automáticamente al tipo de datos del primer objeto que se cablea al registro de desplazamiento.

1.10.5 Trabajando en red con LabVIEW¹⁰

En este sistema de programación en LabVIEW, permite comunicarse con otros procesos que están ejecutándose en 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 interfase para publicar y suscribir los datos de medición y automatizando de la aplicación, en la figura 1.44 se observa un monitoreo y control mediante una red basado en la comunicación de DataSocket.

DataSocket consiste en dos componentes como son:

- DataSocket API.
- DataSocket Server.

¹⁰ Manual de LabVIEW. Capitulo 18. Networking in LabVIEW

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

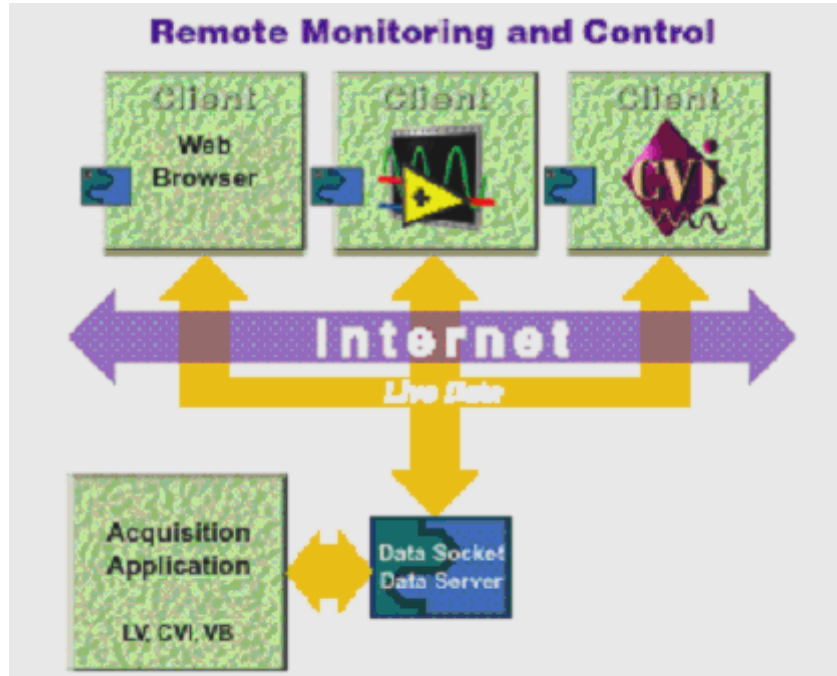


FIGURA No 1.44 Esquema de un Monitoreo y Control Remoto.

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 independiente, lenguaje independiente, y un sistema operativo independiente. Diseñado para simplificar la publicación de datos binarios. El DataSocket API esta implementado con un control ActiveX, Una biblioteca LabWindows/CVI, y programas con LabVIEW, para poder usarlo en cualquier entorno de programación.

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 suscribir convierte automáticamente el grupo de bytes en su forma original. Esta conversión automática elimina la complejidad

de la red, la cual suma sustancialmente del 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 DataSocket en Tiempo Real.

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

Para transmitir datos con el DataSocket Server se requiere de tres actos como son:

- Un publicar.
- El DataSocket Server.
- Un suscribir.

La aplicación Publicar usada en el DataSocket API escribe datos al servidor. La aplicación Suscribir usada en el DataSocket API lee los datos del servidor. Pero la aplicación Publicar y Suscribir son clientes del DataSocket Server, como se observa en la figura No 1.45. 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.

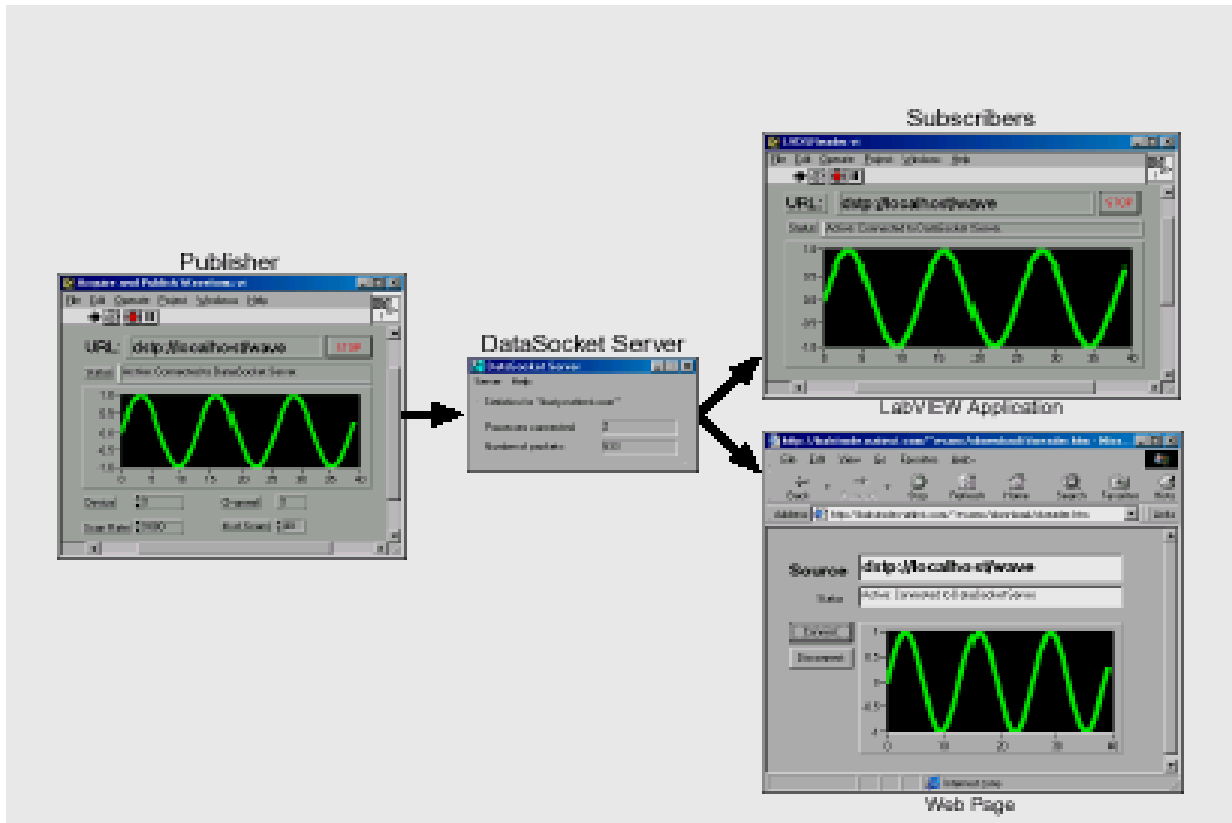


FIGURA No 1.45 Grafica de comunicación mediante DataSocket.

El Servidor de DataSocket restringe el acceso a los datos administrando seguridad y permisos.

Con el DataSocket, se puede buscar mediciones confidenciales de datos sobre el Internet cuando tiene autorización al acceso.

Especificación de una URL¹¹

El tipo de protocolo que se usan en las URLs depende del tipo de datos que se quiere publicar y como esta configurada la red.

Se puede utilizar diferentes protocolos para publicar y suscribir usando Datasocket como se detallan a continuación:

- **DataSocket Transport Protocol (dstp).**- Es el protocolo nativo para la comunicación DataSocket, este VI se comunica con el servidor de DataSocket

¹¹ URL. Universal Resource Locator. Localización de la fuente universal. Nombre o identificación en la red o en el Internet.

- **OLE para control de procesos (opc).**- Designado específicamente para buscar el dato en tiempo real, si se utiliza este protocolo es necesario operara el OPC server.
- **Logos.**- Es una tecnología interna de National Instruments para transmitir los datos de la red a una computadora local.
- **File transfer protocol (ftp).**- Se utiliza este protocolo para especificar la dirección de un archivo, como una lectura de datos.
- **File.**- Se utiliza este protocolo para mejorar la conexión de los archivos de datos en la red o en la computadora local.

A continuación se muestra en Tabla 1.1 la configuración de cada uno de los protocolos mencionados anteriormente.

Tabla 1.1 Ejemplos de URLs para DataSocket

URL	Example
dstp	dstp://servername.com/numeric, where numeric is the named tag for the data
opc	opc:\National Instruments.OPCTest\item1 opc:\\machine\National Instruments.OPCModbus\Modbus Demo Box.4:0 opc:\\machine\National Instruments.OPCModbus\Modbus Demo Box.4:0?updaterate=100&deadband=0.7
logos	logos://computer_name/process/data_item_name
ftp	ftp://ftp.ni.com/datasocket/ping.wav
file	file:ping.wav file:c:\mydata\ping.wav file:\\machine\mydata\ping.wav

Funciones del DataSocket.

El DataSocket API es una paleta de funciones y VIs localizada en la paleta Funcions, Comunicación, DataSocket, como se muestra en la figura No.1.46

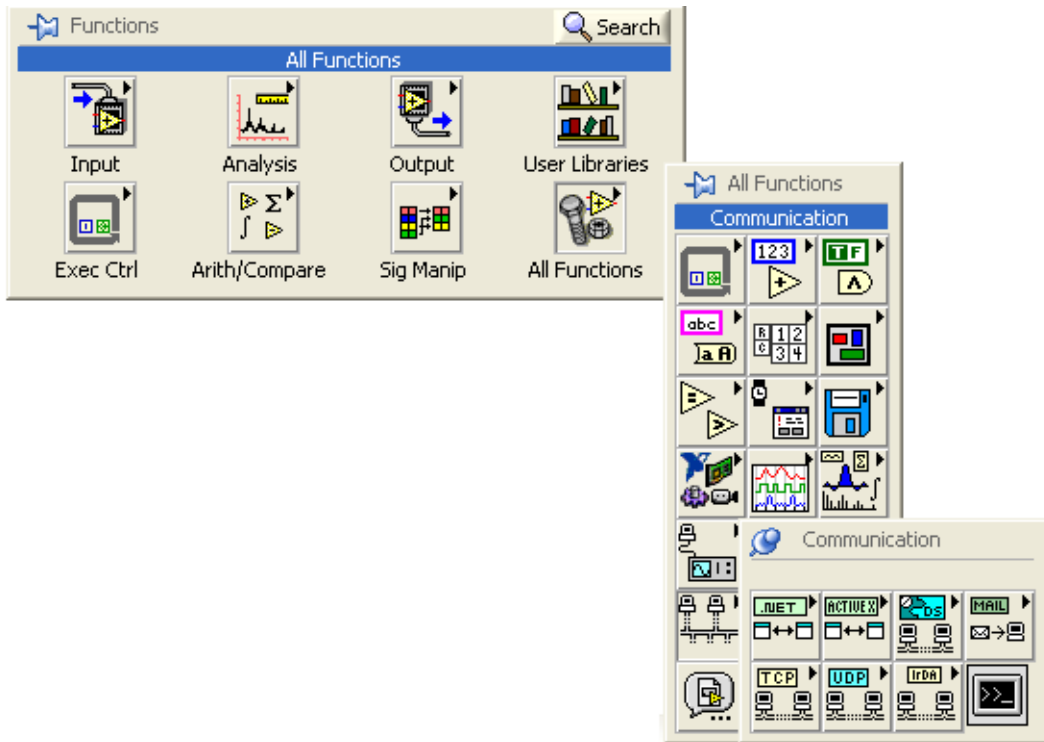


Figura No.1.46. Localización DataSocket

El DataSocket Open. Abre la comunicación a través de DataSocket, con la URL que es nombre del protocolo correspondiente que puede ser: dstp, logos, opc y file, que a través de esta se puede leer o escribir el dato.

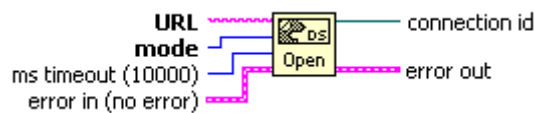


Figura No.1.47. El DataSocket Open

El DataSocket Close. Cierra la comunicación de la dirección que se abrió anteriormente

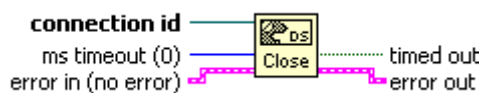


Figura No.1.48. El DataSocket Open

El DataSocket Write. Connection in permite escribir el dato a la dirección correspondiente, data es en donde se conecta al tipo de dato que se va a enviar a la red como se muestra en la figura siguiente.

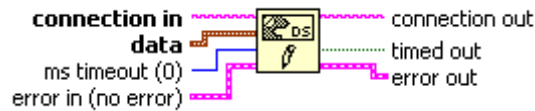


FIGURA No 1.49 DataSocket Write.

El DataSocket Reader. URL especifica la dirección del dato y data es en donde se quiere visualizar dicho datos como se muestra en la figura 1.50

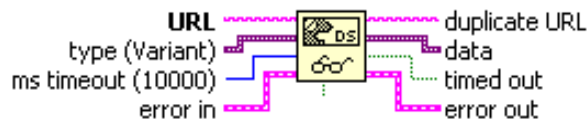


FIGURA No 1.50 DataSocket Reader.

Escritura de datos en la red.

A continuación se detalla en la figura No. 1.51 un ejemplo de como escribir datos a la red y la manera de configurar la dirección URL.

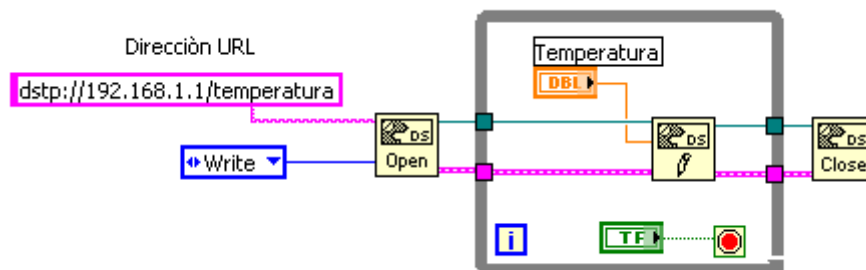


FIGURA No 1.51 Escritura de datos a la red.

Lectura de datos de la red.

El ejemplo siguiente indica la manera de programar para leer los datos que se publican en la red.

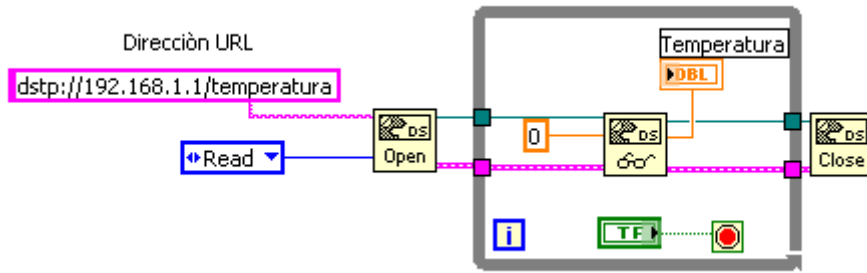


FIGURA No 1.52 Lectura de datos en la red.

CAPITULO II

SELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO UTILIZADO EN LA INPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

2.1 FieldPoints.

Los FieldPoints son sistemas modulares que se pueden acoplar de acuerdo al tipo de señal que se necesita manejar, a continuación se detalla en primer lugar el cerebro y luego cada uno de los módulos utilizados en este proyecto.

2.1.1 Módulo FP – 1601¹²

El módulo FP-1601 se puede conectar en red hasta nueve módulos de I/O a una alta velocidad en una red Ethernet, con un rango de comunicación de 100 Mb/s que conduce sobre la comunicación, El cerebro FP-1601 brinda un alto rendimiento cuando se le conecta el módulo a la red y produce una fácil interconexión con el PC y fácil de usar.

En la figura 2.1 se observa el cerebro del FieldPoint FP-1601, éste puede realizar una interconexión de comunicación con el FP-20xx configurado a través del Windows, y puesto en marcha con LABVIEW, LabWindows/CVI, Measurement Studio y Lookout.

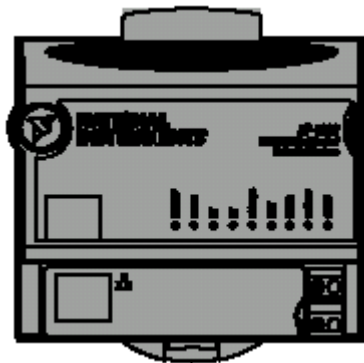


FIGURA No 2.1 Grafico del cerebro del FieldPoint FP- 1601.

Características Técnicas.

- Tipo de red 10BaseT y 100BaseTX Ethernet.
- Compatibilidad IEEE 802.3.

¹² Manual FP-1601

- Rango de comunicación 10 Mbps, 100 Mbps.
- Máxima distancia de cableado 100m.
- Rango de fuente de voltaje de 11- 30 Vdc.
- Potencia recomendada con para FP-1601 con 5 módulos incorporados 15W. De 6 a 9 módulos 20 W.
- Tamaño de cable para realizar conexiones 16- 26 AWG.
- Temperatura de operación –25 a 55 °C

2.1.2 Módulo FP-AI-110¹³

Características Técnicas

- Ocho canales, modulo de entradas análogas de 16 bits.
- Ocho canales de entrada análoga de corriente o voltaje
- Ocho rangos de voltaje 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.
- 16 bits de resolución.
- Tres filtros ajustables: 50, 60, y 500 Hz.
- Protección contra sobrevoltajes transitorios de 2,300 Vrms entre el bus de comunicación del interior del modulo y la salida y entradas de los canales.
- Rango de voltaje de aislamiento 250 Vrms.
- Temperatura de operación –40 a 70 °C.

Medición de voltaje con el FP- AI 110

La figura 2.2 muestra cómo conectar una fuente de voltaje con una fuente de poder externa para un canal del módulo.

¹³ Manual FP AI - 110

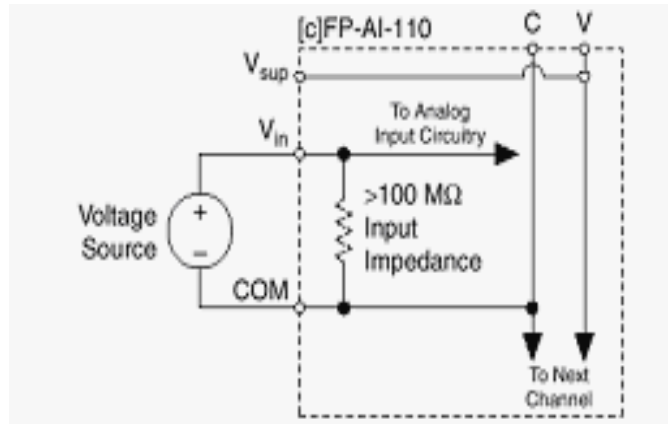


FIGURA No 2.2 Diagrama de conexión de una fuente externa de voltaje del FP- AI 110.

Medición de corriente con el FP- AI 110

Los rangos de entradas para fuentes de corriente son 0-20, 4-20, y +/- 20mA, en la figura 2.3 muestra como conectar la fuente de corriente con una fuente de poder externa para un canal del módulo.

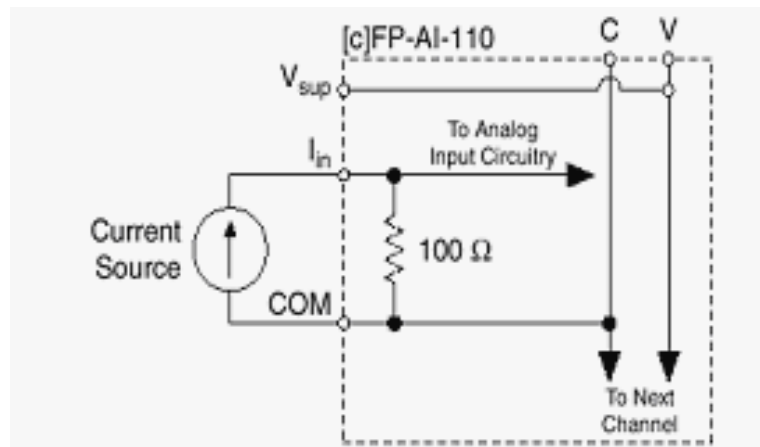


FIGURA No 2.3 Diagrama de conexión de una fuente externa de corriente del FP- AI 110.

Asignación de terminales.

En la tabla 2.1 se indica la asignación de terminales para la asociación de cada uno de los canales, cada canal tiene separado su terminal de entrada ya sea de voltaje o corriente, si se utiliza una fuente externa y desea suministrar a todos los canales el voltaje externo es necesario conectar en la entrada de voltaje que suministra a todo el módulo y todos los canales tendrán fuente externa.

Tabla 2.1 Asignación de terminales para los canales del FP- AI 110.

canal	Números de los terminales asignados			
	V _{in}	I _{in}	V _{sup}	COM
0	1	2	17	18
1	3	4	19	20
2	5	6	21	22
3	7	8	23	24
4	9	10	25	26
5	11	12	27	28
6	13	14	29	30
7	15	16	31	32

Dimensiones mecánicas.

Estas dimensiones son con toda la base utilizada para montar el módulo, como se muestra en la figura 2.4. Todos los módulos empleados en este proyecto poseen las mismas dimensiones.

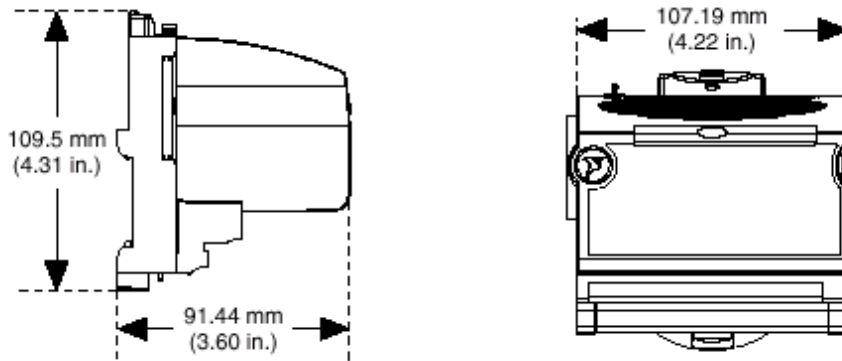


FIGURA No 2.4 Diagrama de dimensiones de los módulos FP- 1601.

2.1.3 Módulo FP-AO-210¹⁴

¹⁴ Manual FP AO - 210

Características Técnicas

- Ocho salidas 0-10 V.
- 12- bits de resolución.
- Fuente 1mA por canal (y 10 mA opcional con fuente externa de poder).
- Indicadores de sobre corriente.
- Protección contra sobrevoltajes transitorios de 2,300 Vrms entre el bus de comunicación del interior del módulo y la salida y entradas de los canales.
- Temperatura de operación de -40 a 70 °C.
- Protección por sobrevoltaje -10 a 20 V.
- Fuente externa 15 a 30 Vcd.

Conexión de la carga de hasta 1 mA

En la figura 2.5 se muestra como conectar dos canales del módulo a sus respectivas cargas de hasta de 1 mA.

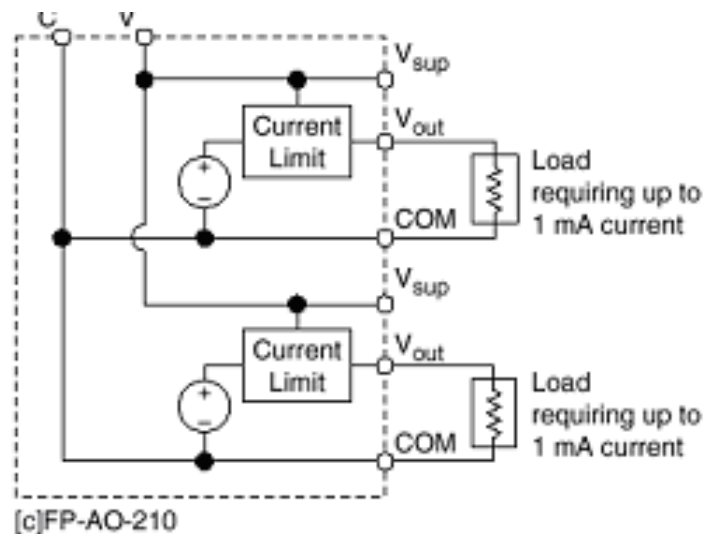


FIGURA No 2.5 Diagrama de conexión de la carga FP- AO 210.

En la figura 2.6 se indica como conectar 2 canales del módulo a cargas de hasta de 10 mA de consumo.

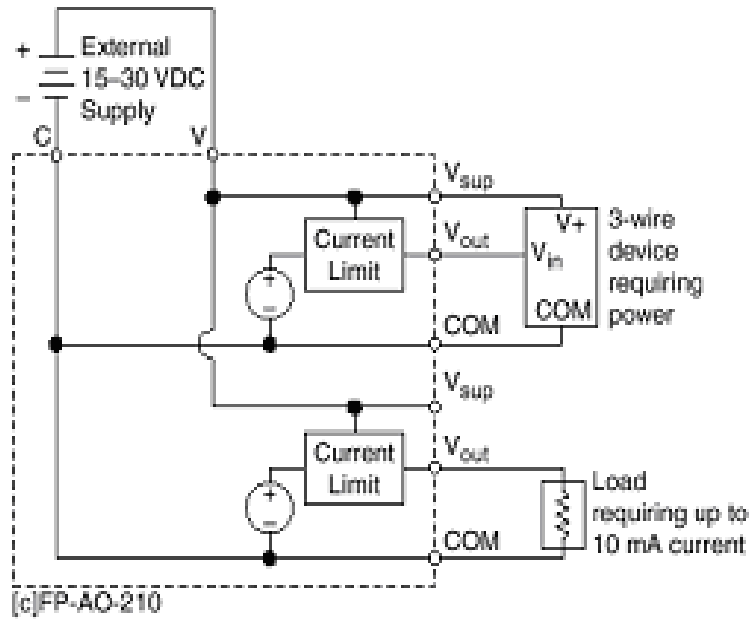


FIGURA No 2.6 Diagrama de conexión de la carga FP- AO 210.

Asignación de terminales.

En la tabla 2.2 se indica la asignación de terminales para los voltajes de entrada, comunes y voltajes externos.

Tabla 2.2 Asignación de terminales para los canales del FP-AO 210.

canal	Números de los terminales asignados		
	V _{in}	COM	V _{sup}
0	1	2,18	17
1	3	4,20	19
2	5	6,22	21
3	7	8,24	23
4	9	10,26	25
5	11	12,28	27
6	13	14,30	29
7	15	16,32	31

2.1.4 Módulo FP-DI-330¹⁵

Este módulo tiene ocho canales universales de entradas discretas.

Características técnicas.

- Ocho canales de entradas discretas.
- Entradas universales que trabajan con voltaje de 5 V TTL y niveles hasta de 250 VDC/VCA.
- Led Indicador On/Off.
- Protección contra sobrevoltajes transitorios de 2,300 Vrms entre el bus de comunicación del interior del módulo y la salida y entradas de los canales.
- Rango máximo de voltaje 250 Vrms.
- Temperatura de operación -40 a 70 °C.

Cableado del FP-DI-330

En la figura 2.7 se indica como se cablea el FP-DI-330, se necesita conectar una fuente externa a los terminales V y C del módulo. Conectar los terminales V_{sup} , IN_a , IN_b , y COM a la carga.

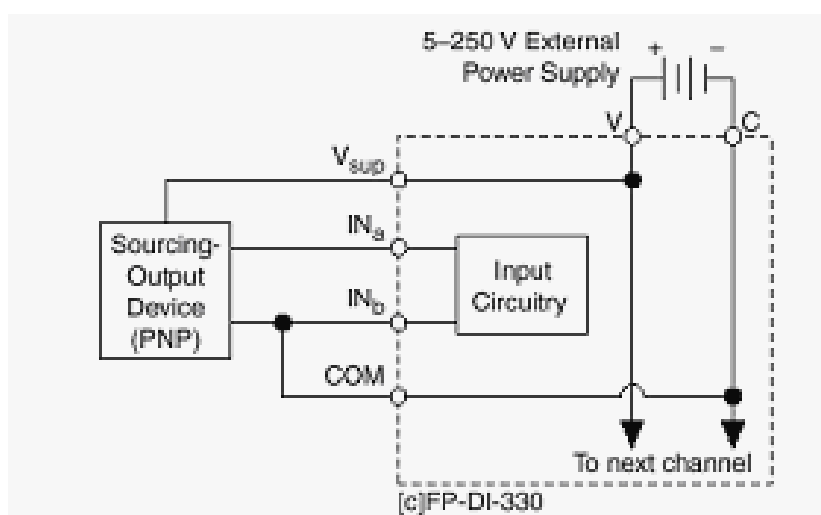


FIGURA No 2.7 Diagrama de conexión del modulo FP-DI 330.

¹⁵ Manual FP DI - 330

Asignación de terminales.

En la tabla 2.3 se indica la distribución de canales para el módulo FP-DI 330.

Tabla 2.3 Asignación de terminales para el modulo FP-DI 330.

canal	Números de los terminales asignados			
	IN _a	IN _b	V _{sup}	COM
0	1	2	17	18
1	3	4	19	20
2	5	6	21	22
3	7	8	23	24
4	9	10	25	26
5	11	12	27	28
6	13	14	29	30
7	15	16	31	32

2.1.5 Módulo FP-DO-410¹⁶

Características técnicas

- Ocho canales de salidas digitales.
- Provee al cierre de salidas de hasta 1 mA por canal.
- Compatibles con voltaje de 5 a 30 VDC
- Led indicador On/Off.
- Protección contra corto circuito con led indicador.
- Protección contra sobrevoltajes transitorios 2,300Vrms
- Temperatura de operación –40 a 70 °C.

Se utiliza una fuente externa adicional para la salida de los canales pueden soportar hasta 1 A por cada canal, en la figura 2.8 se indica como se puede conectar la carga a la salida del módulo.

¹⁶ Manual FP DO - 410

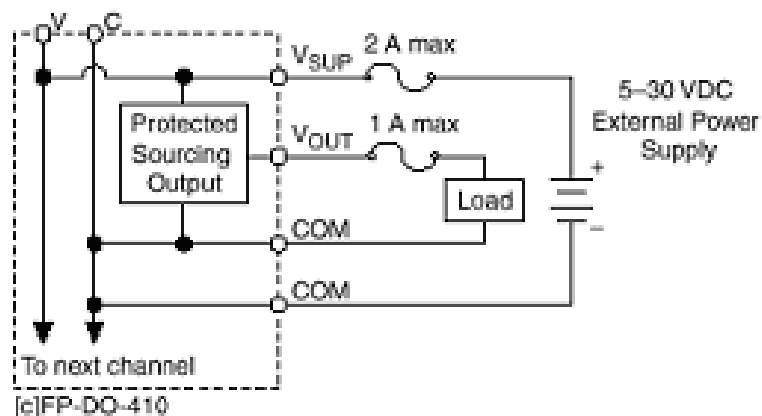


FIGURA No 2.8 Diagrama de conexión del modulo FP-D0 410.

Asignación de terminales.

En la tabla 2.4 se indica la distribución de los voltajes de entrada y externos para cada canal.

Tabla 2.4 Asignación de terminales para el modulo FP-DO 410.

canal	Números de los terminales asignados		
	V _{out}	V _{sup}	COM
0	1	17	2,18
1	3	19	4,20
2	5	21	6,22
3	7	23	8,24
4	9	25	10,26
5	11	27	12,28
6	13	29	14,30
7	15	31	16,32

2.2. Hub

En la figura 2.9 se observa un Hub de la marca 3 con cuyas características se indican a continuación:



FIGURA No 2.9 Diagrama de un Hub 3 com.

Características Técnicas.

- Alimentación 120 Vca.
- Numero de puertos 8 .
- Velocidad principal de transmisión 10/100 Mbps.
- Entrada única con conector Rj45.
- Led indicadores de transmisión de datos.

2.3 Cables de comunicación.

Cable UTP

UTP viene de la siglas “*Unshielded twisted-pair cable*” que significa cable para trenzado sin blindaje, es un cable que cuenta con cuatro pares de alambres trenzados entre sí, es medianamente utilizados para trabajar con redes, existen dos tipos de cables pero el de CAT 5 es el más recomendado frecuentemente para la instalación de redes. A continuación se detalla en la figura 2.10 las partes de dicho cable.

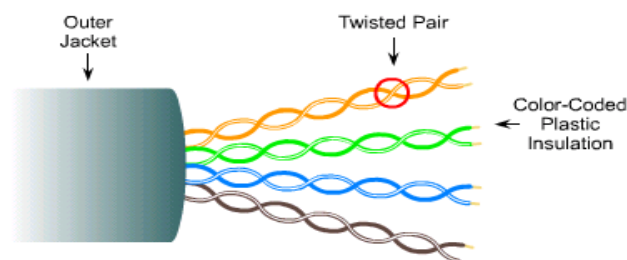


FIGURA No 2.10 Diagrama del cable UTP categoría 5.

Características técnicas.

- CATEGORÍA 5, es capaz de soportar comunicaciones de hasta 100 Mbps, con un ancho de banda de hasta 100 Mhz. Este tipo de cable es de 8 hilos, es decir cuatro pares trenzados. La atenuación del cable de esta categoría viene dado en la tabla 2.5 referida a una distancia estándar de 100 metros.

Tabla 2.5 Atenuación del cable UTP.

Velocidad de transmisión de datos	Nivel de atenuación
4Mbps	23db
10Mbps	20db
16Mbps	25db
100Mbps	67db

- Velocidad de transmisión de datos 100 Mbps.
- Longitud máxima del cable 100m
- Tamaño del conector pequeño
- Tipo de conector Rj45.
- Impedancia de 150 ohmios
- No elimina las señales causadas por EMI y RFI, pero si elimina interferencias internas, debido al par trenzado.

Características físicas

- Intervalo de temperatura -20 a +75 °C
- Material aislante: Poliolefina FEP
- Material del recubrimiento: PVC
- Tensión máxima: 45 lb (20.5 kg)
- Conductor OD mínimo: 0.0234"
- Aislante OD mínimo: 0.0415"
- Peso nominal/1000 ft (30 m) 31.3 lb (14.3 kg)

- Radio curvatura máximo: 0.25”
- Diámetro nominal: 0.265” promedio (0.225” x 0.310”)
- Pruebas de Resistencia UL Tipo CMR,

2.4. Tarjetas de red PCI Ethernet 10/100 Mbps FA311

La tarjeta PCI FA311 es una tarjeta para red Ethernet, la figura 2.11 se observa su grafica.



FIGURA No 2.11 Grafica de la tarjeta de red Ethernet.

Características Técnicas

- Tarjeta de inserción.
- Tipo de interfaz (bus) PCI
- Profundidad 14.4 cm.
- Altura 9.3cm
- Peso 90 g.
- Tecnología de conectividad, cableado.
- Tipo de cableado, Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX.
- Protocolo de interconexión de datos, Ethernet, Fast Ethernet.
- Velocidad de transferencia de datos 100 Mbps.
- Indicadores de estado, Actividad de enlace, velocidad de transmisión del puerto.
- Capacidad duplex, auto-sensor por dispositivo.
- Cumplimiento de normas, IEEE 802.3, IEEE 802.3U.

- Interfaces disponibles, 1 x red - Ethernet 10Base-T/100Base-TX - RJ-45.
- Ranuras compatibles, 1 x PCI.
- Sistema operativo requerido, SCO OpenServer, UNIX, Microsoft Windows 95/98, Artisoft LANtastic, SCO Unix, Novell NetWare 4.x, Linux, Novell NetWare 5.x, Red Hat Linux, Novell NetWare 3.1x, Microsoft Windows NT 3.5 o posterior, Microsoft Windows for Workgroups 3.11.

2.5 HVAC Control de humedad, vapor y aire acondicionado.

El sistema HVAC, es un proceso relacionado con la regulación de las condiciones ambientales con propósitos industriales o para hacer más confortable el clima de las viviendas.

El sistema HVAC tiene diversas aplicaciones, de acuerdo a las necesidades que presenta cada uno de los procesos industriales para que los equipos trabajen adecuadamente o sus productos no presenten fallas; así:

- Hospitales: en los laboratorios para prevenir la aparición de bacterias y gérmenes.
- Equipo electrónico, equipos que trabajan en condiciones de humedad y temperatura previamente establecidas para prevenir la electricidad estática entre otras.

Características técnicas.

- Voltaje de alimentación 120 Vca, 220 trifásico para el variador de frecuencia.
- Temperatura preseleccionada desde 15 a 70°C.
- Caudal preseleccionado desde 0 a 54 CFM (metro cúbico por minuto)
- Operación en forma remota, manual o automática.

2.6 Variador de frecuencia ABB.

Características técnicas.

- Voltaje de operación 110V- 220V.
- Alimentación trifásica.
- Entrada de señal de voltaje 0V a 10V, 0 (4) a 20 mA
- Frecuencia de 0 a 60 Hz.
- Visualizables los valores de frecuencia.
- Variación de la frecuencia mediante potenciómetros.
- Control automático.
- Control manual.
- La ventilación para el ACS300 es a base de circulación natural de aire o forzada según el tipo.
- Temperatura máxima admisible de operación es de $\pm 50^{\circ}\text{C}$
- Tiempo de aceleración 0.1 a 1800s a 100Hz
- Tiempo de desaceleración 0.1 a 1800s a 100Hz.

Dimensiones mecánica

En la figura 2.12 se observa las dimensiones del variador de velocidad ACS 300.

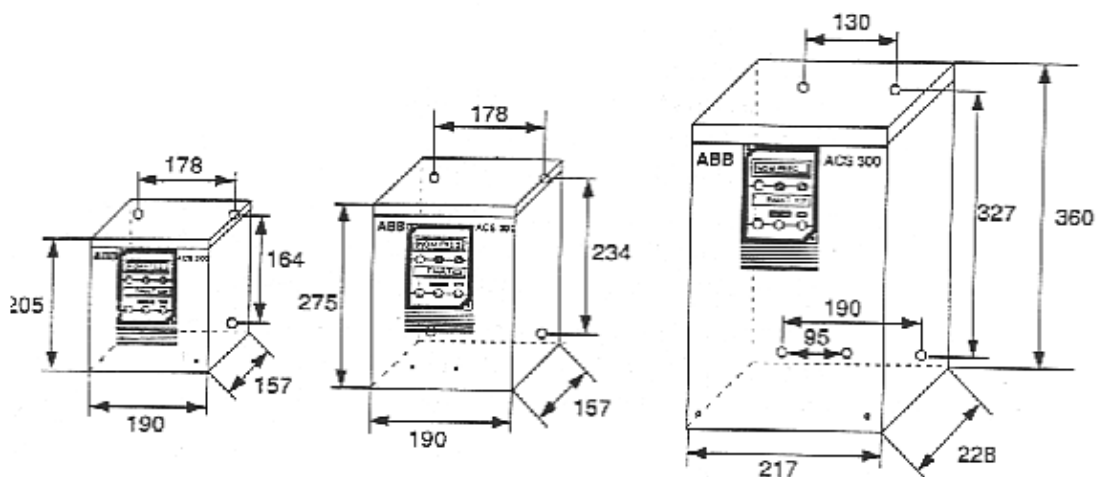


FIGURA No 2.12 Diagrama del variador de velocidad ACS300.

CAPITULO III

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL PARA LA OPERACIÓN DE UN SISTEMA HVAC.

3.1 Diseño del Software de Supervisión y Control.

En este capítulo se indica todo lo relacionado sobre el diseño de los paneles frontales que permitirán controlar y monitorear todas las variables que se encuentran en el proceso, además se implementará la parte electrónica y de comunicaciones que intervienen en el mismo.

3.1.1 Diseño del software de Control (Master)

El lenguaje de programación de LabVIEW es un lenguaje de programación orientado a objetos, en la figura 3.1 se detalla todas las subrutinas que se ejecutan al momento de correr el programa, además dicha figura representa un diagrama de flujo en donde se puede observar la ejecución de cada subrutina y la jerarquía de las mismas empleados en el diseño del software de control.

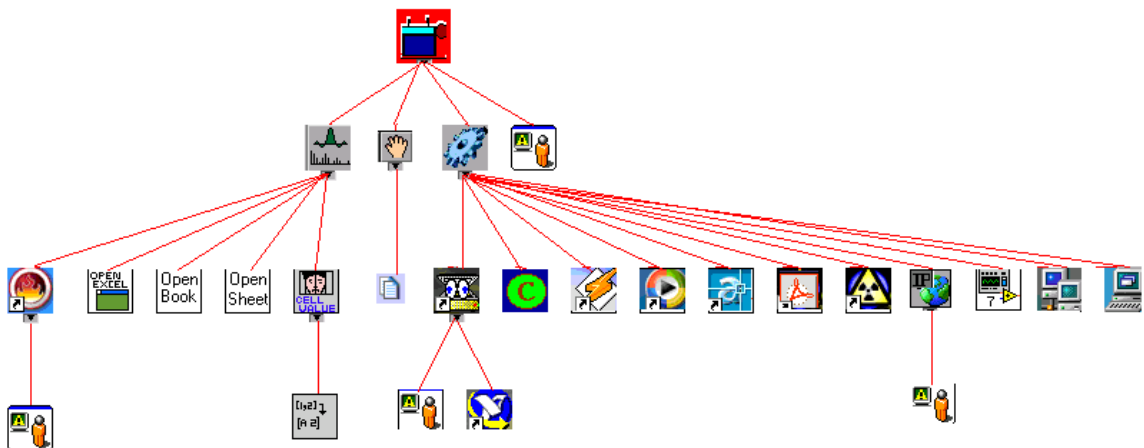


FIGURA No 3.1 Diagrama de flujo de los VI.

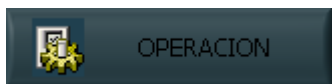
3.1.1.1 Panel Frontal principal.

Este panel permite realizar cuatro operaciones dependiendo lo que ha seleccionado el operador, como se muestra en la figura 3.2.



FIGURA No 3.2 Gráfico del Panel Frontal Principal.

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



El botón “OPERACIÓN” despliega otro panel frontal en donde se puede operar al módulo ya sea en forma manual o automática, este panel se detallará mas adelante.



El botón “DATOS” permite al operador bajar los datos de última operación del módulo y realizar un análisis.



El botón “AYUDA”, permite obtener una ayuda sobre la operación del software que controla el módulo.

La forma de programación se puede observar en el diagrama de bloques que se muestra en la figura 3.3, dicho programa consta de 22 VI que posee el panel principal frontal.



FIGURA No 3.3 Diagrama de bloques del Panel Frontal Principal.

3.1.1.2 Panel Frontal OPERACIÓN DEL MODULO.

En este panel el usuario va a controlar y monitorear las variables que interviene en el proceso, antes que se ejecute este VI se va a ejecutar un panel auxiliar como se muestra en la figura 3.4, en donde se puede cambiar la dirección IP¹⁷ de los computadores que se encuentran en la red.

¹⁷ IP, Protocolo de Internet

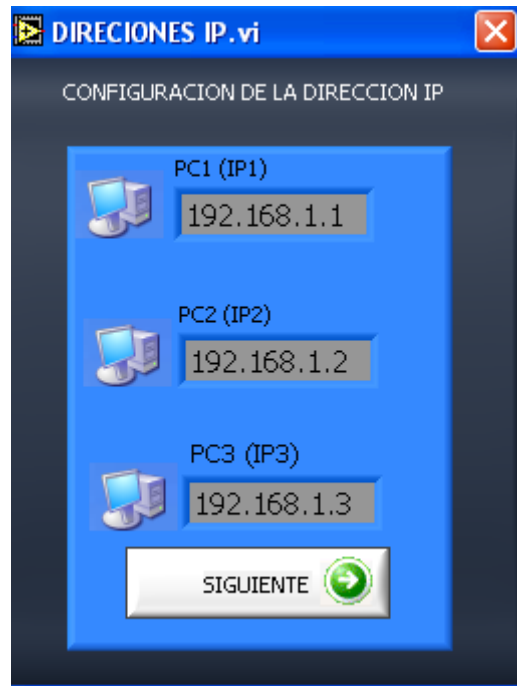


FIGURA No 3.4 Grafica del Panel Auxiliar de la Configuración de Direcciones IP.

Este VI consta de 3 controles de texto que representan a las 3 máquinas que están en el proceso por defecto, el programa toma esas direcciones que se observan en la pantalla y que se configuró anteriormente a las computadoras.

En la figura 3.5 se muestra el diagrama de bloques del Panel Auxiliar.

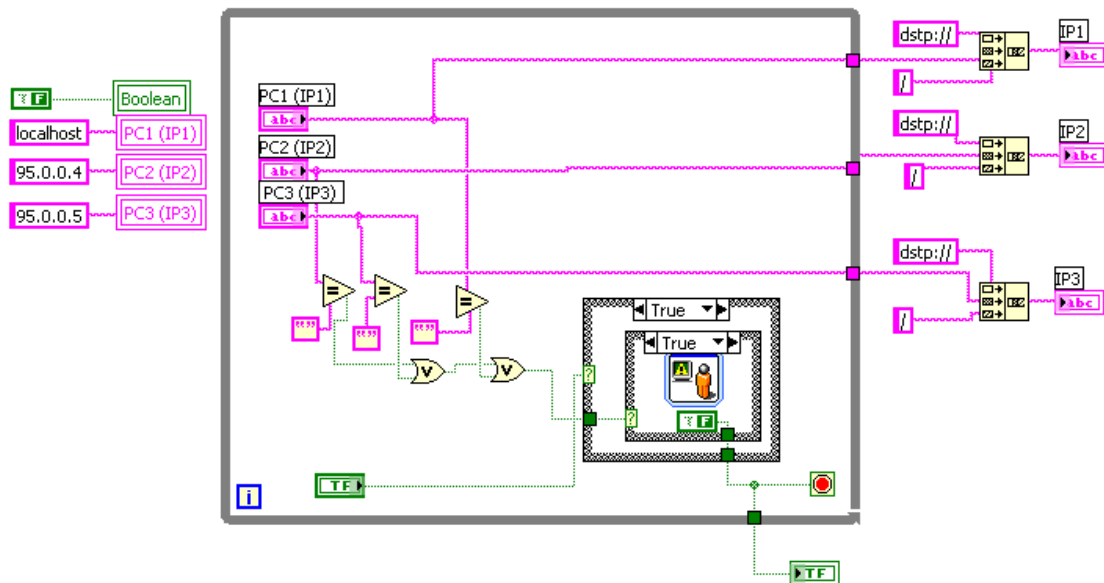


FIGURA No 3.5 Diagrama de bloques de la Configuración de Direcciones IP.

Este VI ensambla la dirección que va a tener cada control e indicador del programa para enviar y recibir los datos de red Ethernet, la dirección que ensambla se detalla como *dstp*¹⁸://95.0.0.3/, seguido del nombre del control o indicador.

Seguidamente se ejecuta un VI interno del programa en donde ejecuta automáticamente el software DataSocket Server cuyo programa nos permite enviar datos a la red. En la figura 3.6 se detalla el diagrama de bloques de dicho programa.

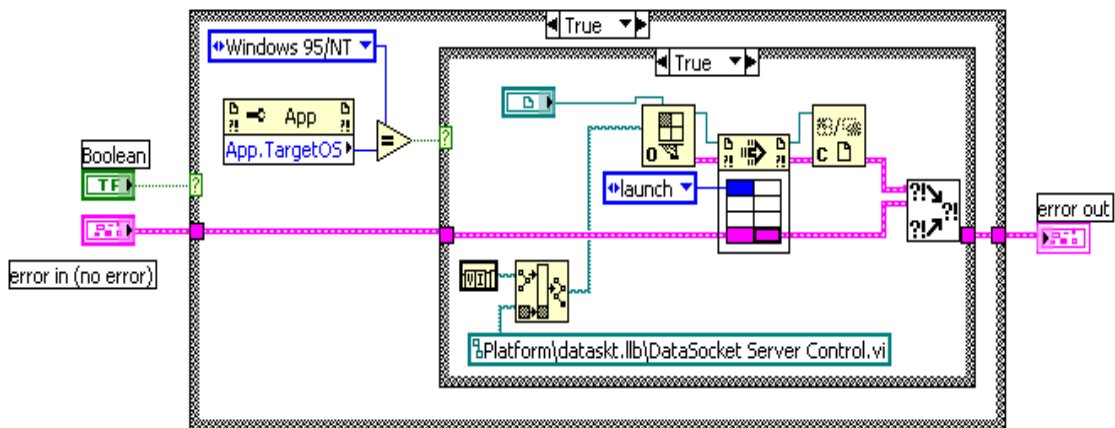


FIGURA No 3.6 Diagrama de bloques Apertura Automática Data Socket Server.

Ejecutado el VI anterior se ejecuta el panel principal como se muestra en la figura 3.7.

¹⁸ *dstp*, DataSocket Transport Protocol, Protocolo nativo para conexión Data Socket. Este protocolo comunica con Data Socket Server.

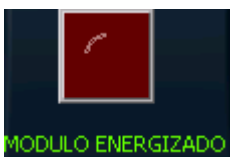


FIGURA No 3.7 Gráfica del Panel Frontal de la OPERACION DEL MODULO.

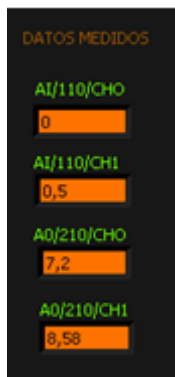
Con este panel el operador realiza la operación manual y automática del módulo, a continuación se detalla cada función que realiza cada botón en el panel principal de operación.



El botón “OFF” activa el módulo desde el computador el mismo que manda las respectivas señales para que se active el variador de frecuencia y se energice los circuitos electrónicos respectivos.



El Foco “MODULO ENERGIZADO” indica que el módulo que encuentra con energía eléctrica.



Los indicadores “DATOS MEDIDOS” son variables eléctricas que se obtiene a partir de los módulos FieldPoints y que posteriormente son acondicionados a parámetros de temperatura y caudal respectivamente para posteriormente ser visualizados por el operador.



El botón “MANUAL” permite al operador operar el módulo en forma manual tanto la temperatura como el caudal, en caso que se quiera controlar la temperatura se setea el caudal y se varia la temperatura desde 15 grados hasta 70 grados que es la temperatura máxima que entrega las niquelinas.



El botón “AUTOMATICO” permite al operador controlar el módulo en forma automática mediante un control proporcional de la misma manera se setea una variable y se controla la otra.



El botón “CONTROL MASTER/SLAVE” desplaza un panel auxiliar en donde se solicita una clave, como se muestra el la figura 3.8 para ingresar al panel de ceder el control.

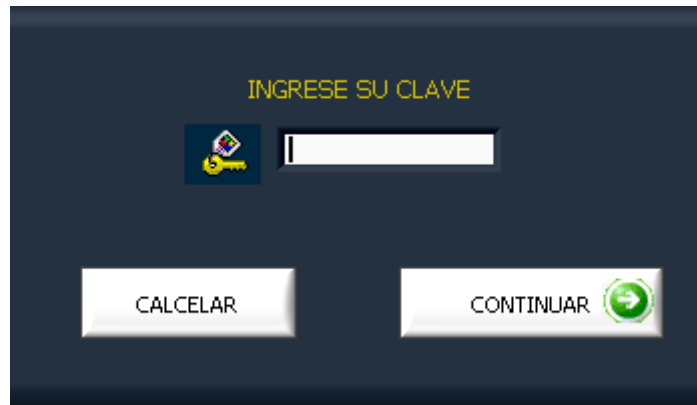


FIGURA No 3.8 Grafica del Panel Auxiliar Ingrese la Clave.

En el caso de que sea favorable inmediatamente se ingresa a otro panel auxiliar para ceder el control a las otros máquinas como se muestra en la figura 3.9.



FIGURA No 3.9 Grafica del Panel Auxiliar Ceder el control.

Este VI indica cual máquina esta con el control y cual de ellas esta supervisando, los interruptores dan la posibilidad de enviar el control a las diferentes maquinas que se encuentran en la red.

En la figura 3.10 se indica el diagrama de bloques del VI ceder le control.

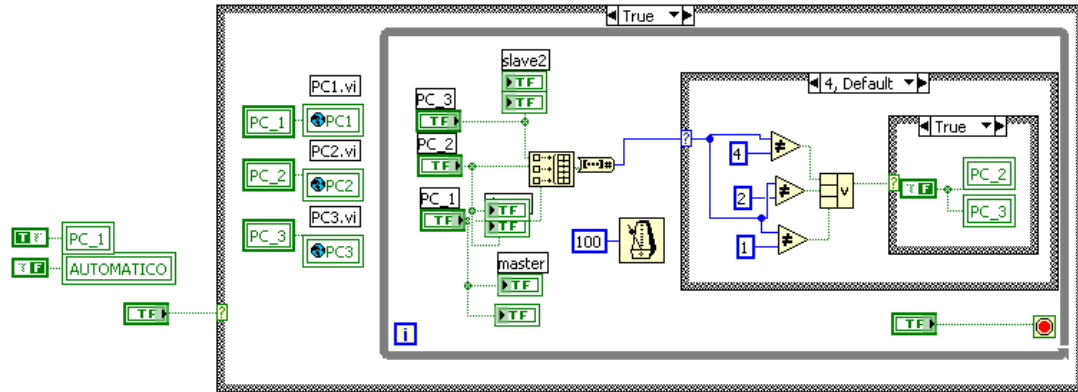


FIGURA No 3.10 Diagrama de bloques Ceder el control.

3.1.1.3 Panel Frontal ANALISIS DE DATOS OBTENIDOS.

En el momento que se halla seleccionado “DATOS” del panel principal se ejecuta el panel principal “ANALISIS DE DATOS OBTENIDOS” con este panel el operador analiza los datos obtenidos en la operación última del módulo, como se muestra en la figura 3.11. Posteriormente se detalla la función de cada botón y cada indicador respectivamente.

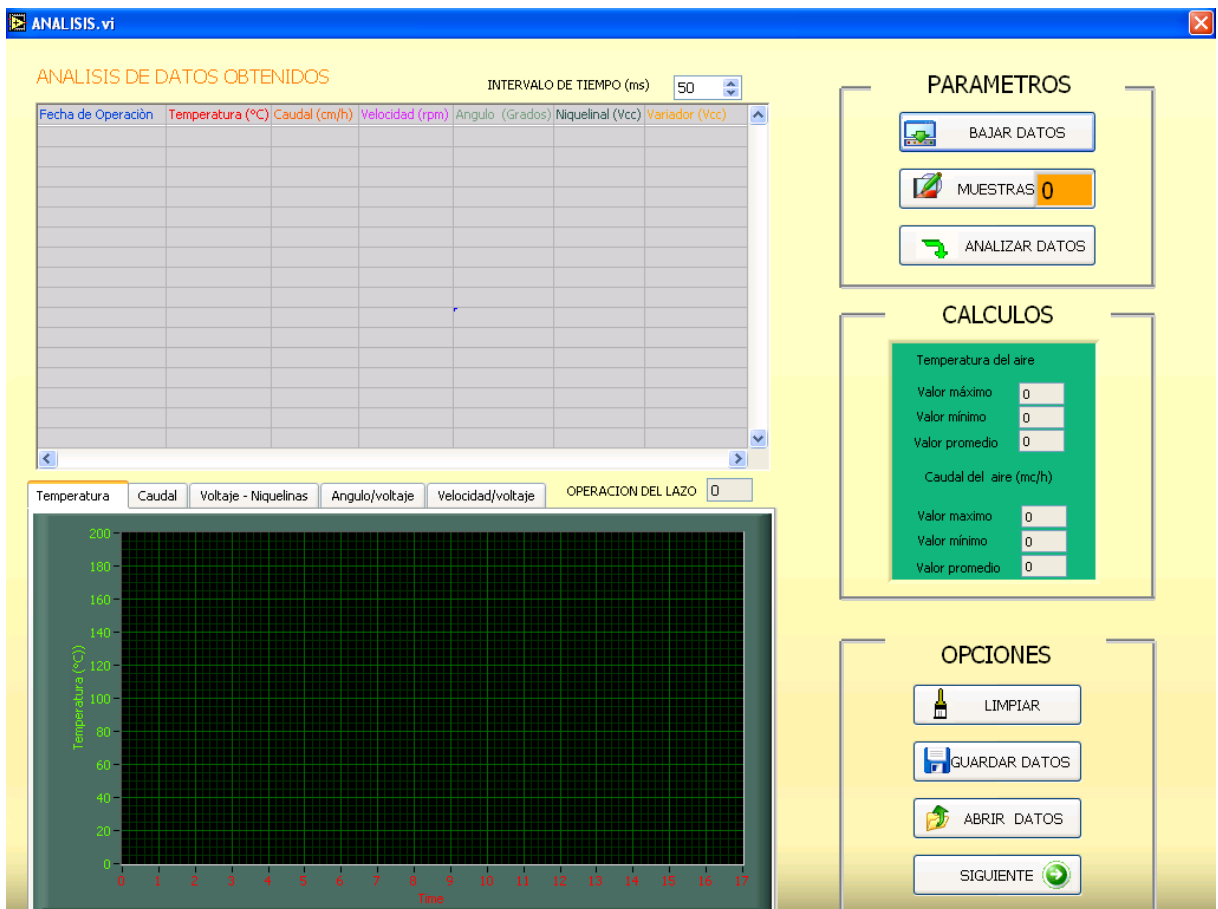
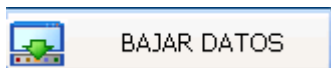


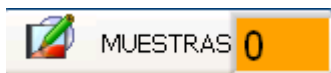
FIGURA No 3.11 Grafica del Panel Frontal Análisis de Datos Obtenidos.

INTERVALO DE TIEMPO (ms) 50

El Control “INTERVALO DE TIEMPO” es en donde el operador puede bajar los datos en diferente intervalo de tiempo por ejemplo cada medio segundo o cada minuto de acuerdo a la necesidad que se necesita monitorear las variables.



El botón “BAJAR DATOS” desplaza los datos en la tabla que se muestra en el panel frontal.



El botón “NUMERO DE MUESTRAS”, tiene la función de indicar el número de muestra tomadas de la última operación, dependiendo del intervalo de tiempo que se ha seleccionado.



El botón “ANALISIS DE DATOS”, el operador puede obtener valores mínimos, máximos y promedios además representa gráficamente las muestras de todas las variables controladas, tanto de caudal como de temperatura del aire.

Temperatura del aire (C)

Valor máximo	<input type="text" value="0"/>
Valor mínimo	<input type="text" value="0"/>
Valor promedio	<input type="text" value="0"/>

Los indicadores “Temperatura de aire”, permite al operador visualizar los datos analizados.



El botón “GUARDAR DATOS”, se puede grabar los datos de la tabla en disco duro de la maquina, para que posteriormente puedan ser analizados, como se muestra en la figura 3.12.

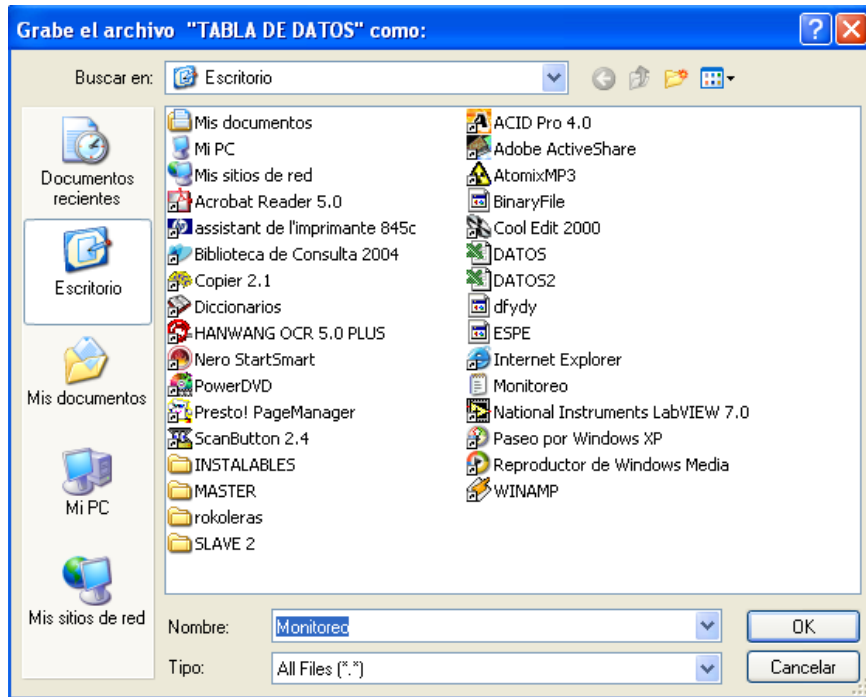
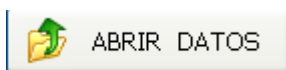


FIGURA No 3.12 Cuadro de dialogo para guardar Datos Obtenidos.

El programa por defecto recomienda el nombre del archivo que se va a grabar, en caso de que seleccione “OK” el usuario reemplazará el archivo anterior que fue grabado.



El botón “ABRIR DATOS” permite al operador abrir los datos de la tabla en Excel automáticamente cuando el programa se esta ejecutando para posteriormente ser grabado como archivo xlc, como se muestra en la siguiente

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
		Fecha de Operación	Temperatura (°C)	Caudal (CFM)	Velocidad (r.p.m)	Angulo Dispar.	Circuito N. (Vcc)	Voltaje Variador F. (Vcc)	
1		22/06/2005 16:26:24	39,5	40	1720,0	115,1	8,2	9	
2		22/06/2005 16:26:29	40,4	40	1720,0	123,7	8,7	9	
3		22/06/2005 16:26:34	40,5	40	1720,0	124,6	8,7	9	
4		22/06/2005 16:26:39	40,5	40	1720,0	124,6	8,7	9	
5		22/06/2005 16:26:44	40,4	40	1720,0	123,7	8,7	9	
6		22/06/2005 16:26:49	40,0	40	1720,0	73,9	6	9	
7		22/06/2005 16:26:54	42,7	40	1720,0	98,2	7,3	9	
8		22/06/2005 16:26:59	48,0	40	1720,0	141,1	9,6	9	
9		22/06/2005 16:27:04	47,7	40	1720,0	144,9	9,8	9	
10		22/06/2005 16:27:09	45,5	40	1720,0	124,1	8,7	9	
11		22/06/2005 16:27:15	43,5	40	1720,0	105,9	7,7	9	
12		22/06/2005 16:27:19	44,6	40	1720,0	116,4	8,3	9	
13		22/06/2005 16:27:24	46,9	40	1720,0	137,2	9,4	9	
14		22/06/2005 16:27:29	46,2	40	1720,0	130,6	9	9	
15		22/06/2005 16:27:34	44,6	40	1720,0	116,4	8,3	9	
16		22/06/2005 16:27:39	44,1	40	1720,0	111,3	8	9	
17		22/06/2005 16:27:44	45,1	40	1720,0	121	8,5	9	
18		22/06/2005 16:27:49	45,8	40	1720,0	126,8	8,8	9	
19		22/06/2005 16:27:55	45,3	40	1720,0	122,9	8,6	9	
20		22/06/2005 16:28:00	44,8	40	1720,0	117,9	8,4	9	
21		22/06/2005 16:28:05	44,8	40	1720,0	118,3	8,4	9	
22		22/06/2005 16:28:10	45,1	40	1720,0	121	8,5	9	
23		22/06/2005 16:28:15	45,2	40	1720,0	121,8	8,6	9	
24		22/06/2005 16:28:20	45,1	40	1720,0	120,6	8,5	9	
25		22/06/2005 16:28:25	45,0	40	1720,0	119,4	8,4	9	
26		22/06/2005 16:28:30	45,1	40	1720,0	120,6	8,5	9	
27		22/06/2005 16:28:35	45,1	40	1720,0	120,6	8,5	9	
28		22/06/2005 16:28:40	45,2	40	1720,0	121,4	8,5	9	
29		22/06/2005 16:28:45	45,2	40	1720,0	121,8	8,6	9	
30		22/06/2005 16:28:50	45,0	40	1720,0	120,2	8,5	9	
31		22/06/2005 16:28:55	44,8	40	1720,0	97,6	7,3	9	
32		22/06/2005 16:29:00	46,5	40	1720,0	107,6	7,8	9	
33									

FIGURA No 3.13 Grafica de Datos Obtenidos Archivo XLC.

La figura 3.13 se muestra la misma tabla que se visualizó en el panel frontal, pero ahora como archivo xlc, que posteriormente se puede analizar con otro tipo de herramientas que posee Excel.

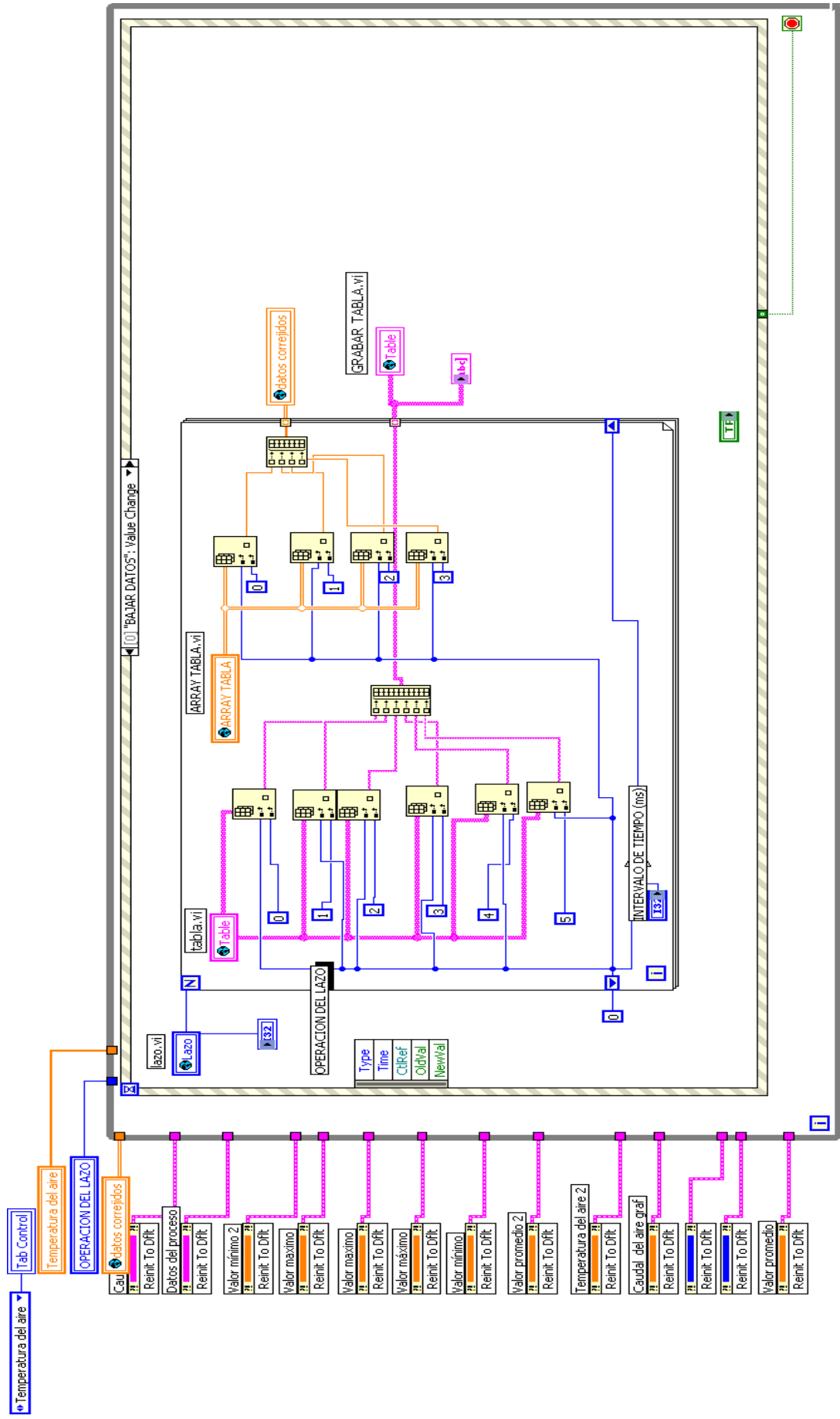


El botón “LIMPIAR” permite al operador limpiar todos los datos que se encuentran en el panel frontal, para que no se confunda con los datos que se pueden quedar almacenados en ese VI



El botón “SIGUIENTE” da la facultad al operador de regresar al menú principal.

El diseño del diagrama de bloques se muestra en la figura 3.14.



Temperatura del aire

Tab Control

Temperatura del aire

OPERACION DEL LAZO

datos corregidos

Caudal

Reinit To Dft

Datos del proceso

Reinit To Dft

Valor minimo 2

Reinit To Dft

Valor maximo

Reinit To Dft

Valor maximo

Reinit To Dft

Valor minimo

Reinit To Dft

Valor promedio 2

Reinit To Dft

Temperatura del aire 2

Reinit To Dft

Caudal del aire graf

Reinit To Dft

Reinit To Dft

Reinit To Dft

Valor promedio

Reinit To Dft

BAJAR DATOS: Value Change

ARRAY TABLA

ARRAY TABLA

0

1

2

3

4

5

INTERVALO DE TIEMPO (ms)

132

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

lazo.vi

tabla.vi

table

0

1

2

3

4

5

INTERVALO DE TIEMPO (ms)

132

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

datos corregidos

GRABAR TABLA.vi

table

132

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

FIGURA No 3.14 Diagrama de bloques Análisis de datos obtenidos.

3.1.1.4 Panel Frontal AYUDA.

Si el operador ha seleccionado AYUDA en el panel principal, éste botón desplaza un panel auxiliar como se detalla a continuación en la figura 3.15.

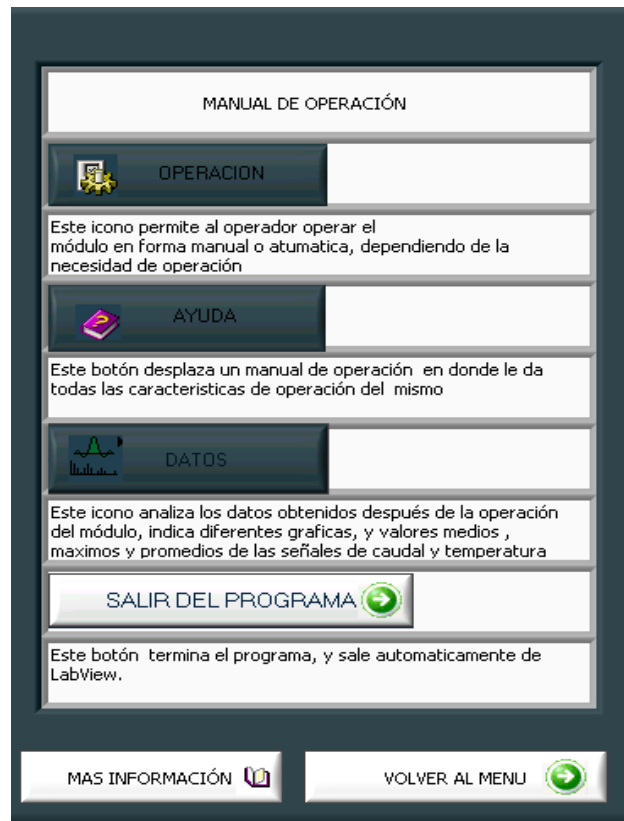


FIGURA No 3.15 Grafica del Panel Frontal Ayuda.

La figura anterior detalla la función que realiza cada botón del menú principal.



El botón "MAS INFORMACION" desplaza otro panel frontal en donde se obtiene la información específica de la operación del módulo como se muestra en la figura 3.16.

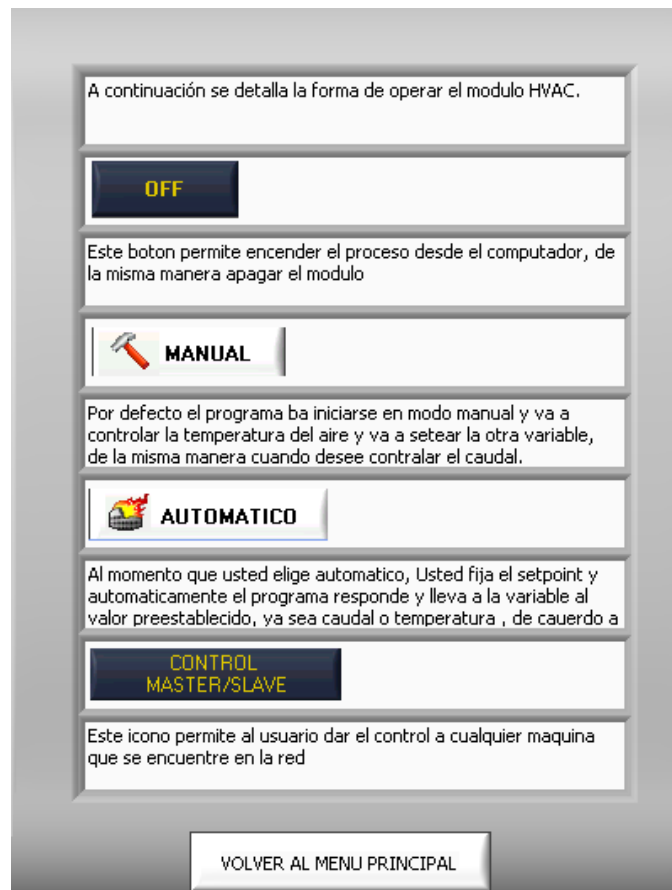


FIGURA No 3.16 Grafica del Panel Frontal Mas Información.

VOLVER AL MENU PRINCIPAL

Si selecciona el operador selecciona este botón se regresa al menú principal.

3.1.2 Diseño del software de supervisión (Slave)

Para el diseño del software de supervisión se utilizó casi todos los subVI empleados en el software de control, se diferencia en la programación de enviar y recibir los datos y en los drivers que no los posee para comandar los FieldPoints, a continuación se detalla la parte de supervisión del proceso.

3.1.2.1 Panel Frontal De Supervisión del módulo.

El diseño del panel frontal de Supervisión del módulo es el similar como el de control que se explico anteriormente, posee una diferencia en la parte de ceder el control y también en el que el operador no tiene control de ninguna

variable a no ser que reciba el control del computador que esta operando como master.

En la figura 3.17 en la parte inferior derecha indica una panel auxiliar, en donde se observa cual de los computadores esta controlando, y cual esta supervisando el proceso, en este caso el PC_2 y PC_3 están supervisando.



FIGURA No 3.17 Gráfica del panel frontal de Supervisión.

3.2 Diseño de la Red.

El diseño de la red para el sistema HVAC es considerada como una red tipo LAN, su cobertura es pequeña, típicamente un edificio.

La categoría de la red es tipo C, este tipo de red es la mas pequeña, esta puede estar enlazada con 254 equipos.

La red dispone de tres computadoras, un Hub y un FieldPoint como se muestra en la figura No 3.18 Lógicamente se necesita una dirección de red reservada de tipo C. La dirección es 192.168.1.0 y todos los computadores

tendrán como máscara de red 255.255.255.0, después se explicará más detalladamente.

Es normal reservar la dirección 192.168.1.1 para el equipo que actuará como *puerta de enlace* o *gateway* hacia el exterior en este caso es el Computador Master mientras que la dirección 192.168.1.255 se reserva como *broadcast* o *dirección de difusión*. por lo tanto, nuestra red podría estar formada por 254 computadores, la dirección del PC_1 y PC_2 será 192.168.1.1 y 192.168.1.3 respectivamente. En el grafico siguiente se muestra un mapa de cómo esta conformada la red con todos los equipos.

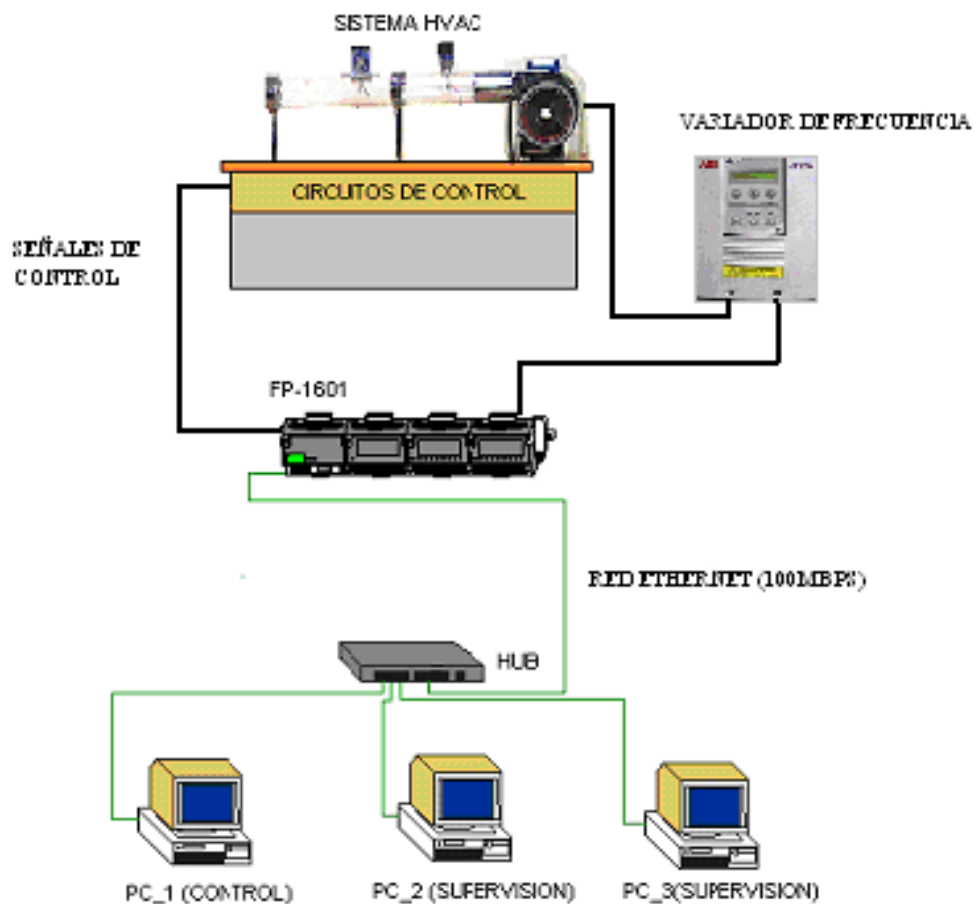


Figura No 3.18 Diseño de red

3.2.1 Implementación de la red

Actualmente la arquitectura de red más popular es Ethernet, que apareció en 1975. Hoy en día, es estándar en casi todas las redes de empresa, pero hay

otros factores a considerar, como puede ser el cableado. Las velocidades Ethernet son las siguientes: 10BaseT (10Mb/seg) y 100BaseTX (100Mb/seg) o Fast Ethernet. Es importante conseguir la calidad de cable adecuada para la red. Hay cinco categorías oficiales de calidad para el cable UTP, pero sólo dos son relevantes para la velocidad en las redes 10/100BaseTX. Sin embargo, es recomendable el cableado CAT 5, incluso si no se requiere llegar a los 100Mb/seg.

Con este tipo de cableado se logra tener mayor seguridad en la transmisión de datos entre el PC_1 (Master), PC_2 (Slave 1), PC_3 (Slave 2), Hub y FielPoint.

3.2.2 Cableado de la Red.

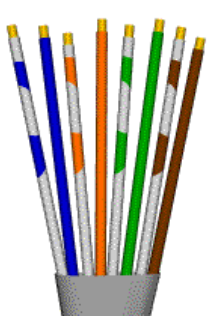
Uno de los problemas mas comunes que se debe enfrentar al instalar una red, es la manera apropiada para hacer las conexiones.

Seleccionando Categoría del Cable

El proceso inicia con la selección del nivel de cable apropiado, o mejor dicho la categoría. Actualmente no hay excusa valida para no usar cableado de Categoría 5. El cable UTP (Unshielded Twister Pair) Categoría 5. Este cable contiene 4 pares de cables trenzados contenidos en una vaina de PVC.

En la tabla 3.1 se muestra el orden normal de los pares de cables, no su forma de conectarse.

Tabla 3.1 Orden normal de los pares del Cable UTP.

Par #1:	Blanco/Azul Azul	
Par #2:	Blanco/Naranja Naranja	
Par #3:	Blanco/Verde Verde	

Par #4:	Blanco/Café Café	
------------	---------------------	--

Los conectores y jacks de uso común para cable UTP C5 son los RJ45. El conector es una pieza de plástico transparente en donde se inserta el cable. El Jack es también de plástico, pero en éste se inserta el conector. Las siglas RJ significan Registro de Jack y el 45 especifica el esquema de numeración de pins.

El cable se inserta en el conector, este se conecta al jack que puede estar en la pared, en la tarjeta de red de la computadora o en el concentrador.

En la tabla 3.2 se indica la distribución de pines para los cables directos y cruzados.

Tabla 3.2 Distribución de Pines para Cable Directo y Cruzado.

Cable Directo.		Cable Cruzado.	
Pin 1	Blanco/Naranja	Pin 1	Blanco/Verde
Pin 2	Naranja	Pin 2	Verde
Pin 3	Blanco/Verde	Pin 3	Blanco/Naranja
Pin 4	Azul	Pin 4	Azul
Pin 5	Blanco/Azul	Pin 5	Blanco/Azul
Pin 6	Verde	Pin 6	Naranja
Pin 7	Blanco/Café	Pin 7	Blanco/Café
Pin 8	Café	Pin 8	Café

En la figura 3.19 se muestra la forma como queda estructurada la punta del cable antes de ser ponchado con el conector.

CABLE DIRECTO CABLE CRUZADO

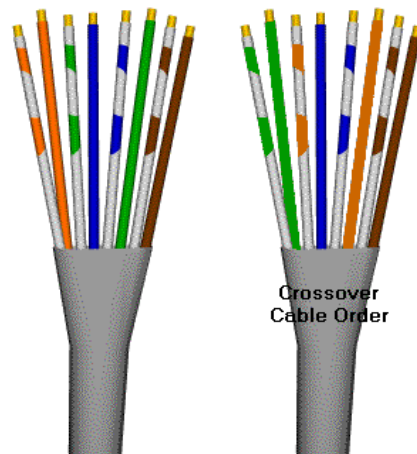


FIGURA No 3.19 Grafica de la estructura de los Cables Directos y Cruzados.

3.2.3 Configuración de la Red.

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

- 1) Hacer un clic en el menú **Inicio**.
- 2) Seleccionar **Mis sitios de red**.
- 3) Seleccionar **Conexiones de red**, como aparece en la figura 3.20.
- 4) Hacer un clic derecho sobre el icono **Conexiones de área local**, y aparece el cuadro de opciones que brinda este icono.
- 5) Por ultimo se hace un clic en **Propiedades**.

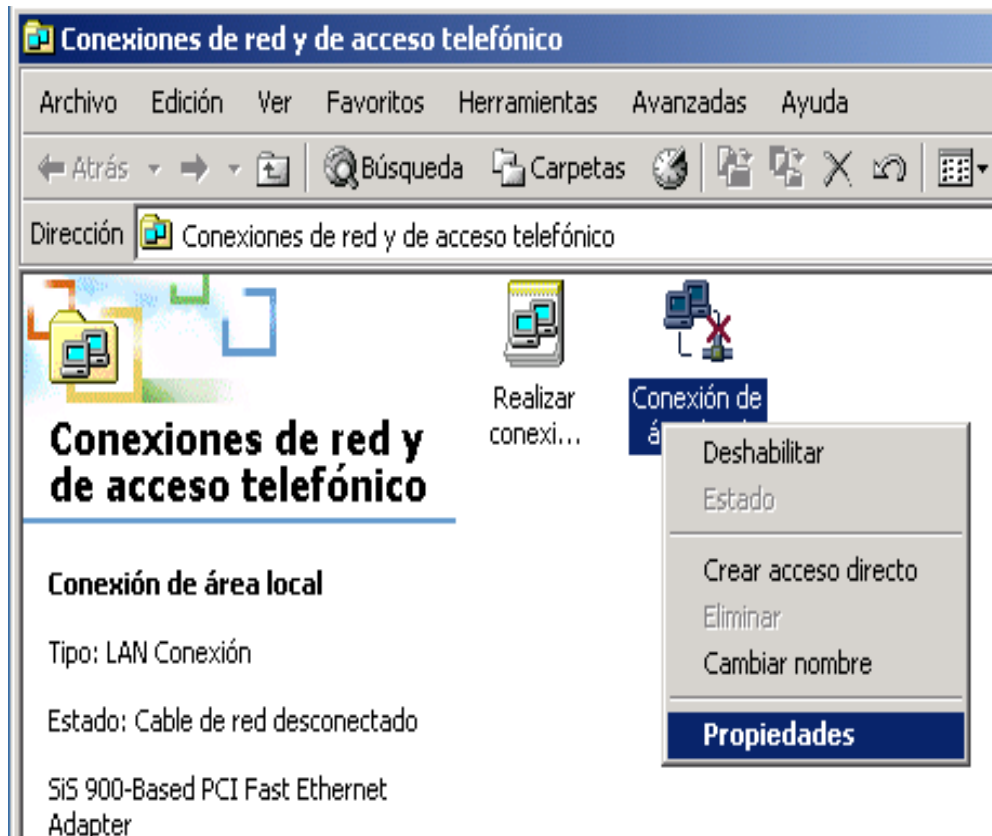


FIGURA No 3.20 Grafica de la conexión de red y acceso telefónico.

En la figura 3.21 se muestra que hay que seleccionar el protocolo de Internet (TCP/IP) e indicar que se quiere seleccionar una dirección IP específica, esta dirección es la del PC-1 (Master).

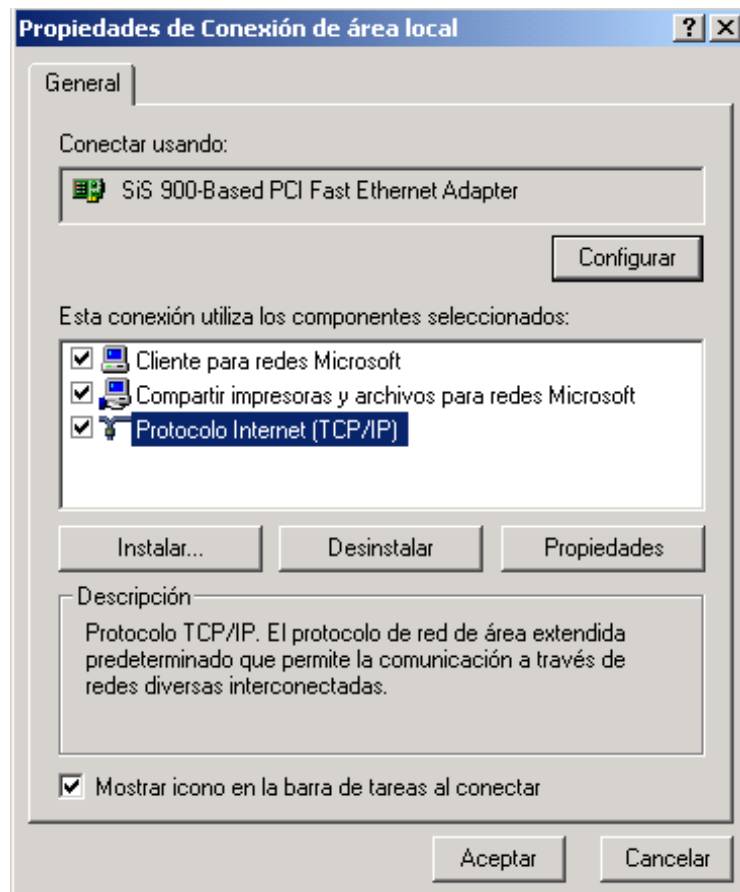


Figura 3.21 Grafica del protocolo de Internet (TCP/IP)

A continuación se selecciona una dirección IP 192.168.1.1 esta corresponde al PC Master y su Mascara es 255.255.255.0. Esta dirección que se ha otorgado es por ser una red pequeña y privada.

Existen otros tipos de redes 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, estas 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 IP de cada computador, junto a la máscara de red, identifican perfectamente al equipo y a la red de la que forma parte. Esta 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.

Entendiéndose como nodos a Computadores, Hub, Switch, etc. En la tabla 3.3 se indica los tipos de redes, direcciones, mascarar.

Tabla 3.3 Tipos de redes.

Tipo de red	Máscara de red	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

Con esta breve explicación puede entender porque se otorgó el tipo de red C a la del sistema HVAC.

En Windows 98 y versiones anteriores de Windows, es necesario reiniciar el computador, no así en Windows 2000, para que surtan efecto los cambios.

Luego, se debe configurar los computadores secundarios o slaves con las direcciones correspondientes ya mencionadas. En la figura 3.22 se muestra la nueva dirección del PC_1 (Master).

Finalmente, se debe indicar el servidor DNS preferido que indica la dirección IP de la maquina o del servidor que hará el direccionamiento y la resolución de

los nombres de dominio de los PC que conforman la red y el DNS alternativo que permitirá la salida al Internet si el caso lo amerita.

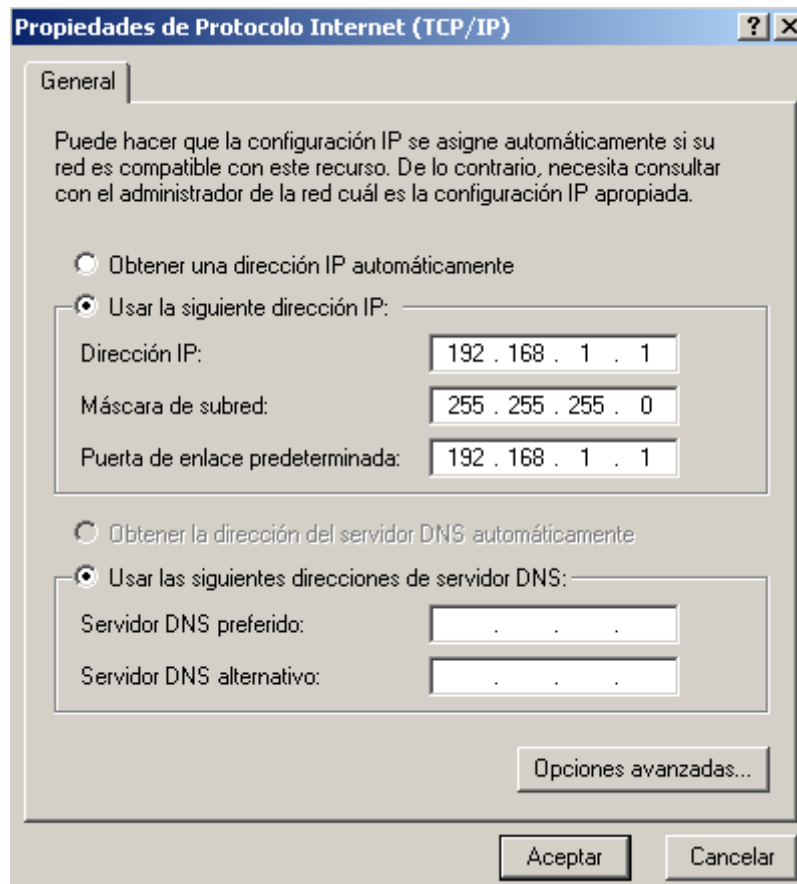


Figura 3.22 Grafica de las Propiedades de Protocolo Internet (TCP/IP)

Terminado este procedimiento se debe aceptar todos los cambios realizados y desde la opción entorno de red, podremos visualizar todos los PCs que forman parte de la red definida, como se muestra en la figura 3.23

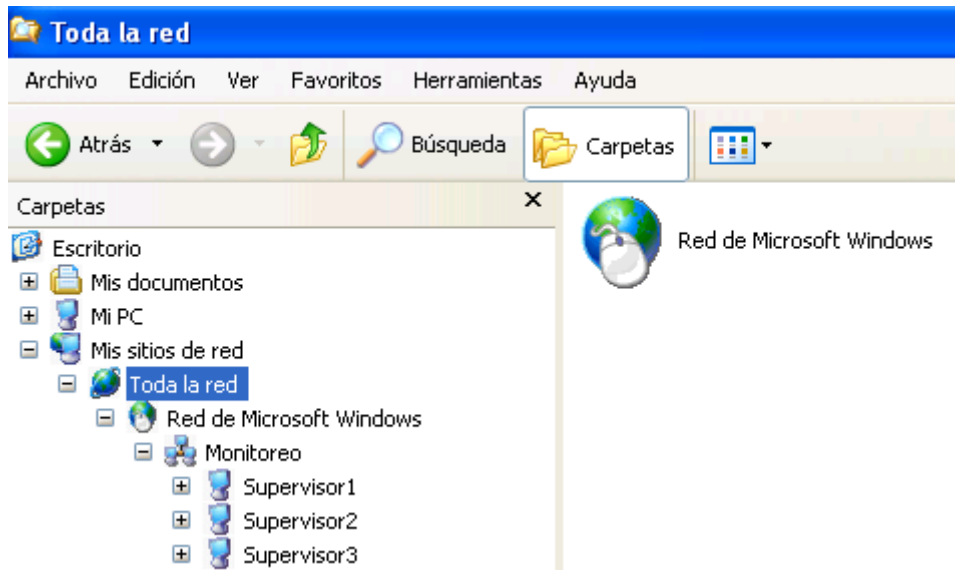


Figura 3.23 Grafica Entorno de red.

3.3 Acondicionamientos de las señales de salida del HVAC.

Para la automatización del prototipo es necesario contar con dispositivos electrónicos que en conjunto con otros elementos permiten tener un control directo sobre el proceso.

El sistema HVAC cuenta con diferentes equipos tales como:

- Un motor trifásico.
- Un ventilador centrífugo.
- Sensor de temperatura.
- Sensor de flujo.
- Resistencias calefactoras.

Para que el sistema HVAC sea automatizado, se ha realizado un diseño electrónico, eléctrico y también se han acondicionado las señales de los sensores y de las resistencias calefactoras.

Diseño del circuito de control de fase de las niquelinas.

Para diseñar cada uno de los elementos empleados en el circuito se utilizaron las siguientes formulas que se detallan a continuación.

$$TM = \ln 2 * R * C$$

$$\alpha \text{ min} = 5^\circ$$

$$\alpha \text{ max} = 175^\circ$$

$$t_{5^\circ} = 0.231 \text{ mseg}$$

$$t_{175^\circ} = 8.098 \text{ mseg}$$

Se asume $C = 0.1 \mu\text{F}$

$$R_{\text{min}} = t_{\text{min}} / \ln 2 * C$$

$$R_{\text{min}} = 0.231 \text{ mseg} / \ln 2 * 0.1 \mu\text{F}$$

$$R_{\text{min}} = 2.1 \text{ K}\Omega$$

$$R_{\text{máx.}} = 8.098 \text{ mseg} / \ln 2 * 0.1 \mu\text{F}$$

$$R_{\text{máx.}} = 48 \text{ K}\Omega \quad \text{Esta es una resistencia variable (Potenciómetro).}$$

En la siguiente figura se muestra el circuito de control del ángulo de disparo de las resistencias calefactores, también hay que resaltar que se puede controlar manualmente el ángulo de disparo de las resistencias a través del potenciómetro de 50K Ω .

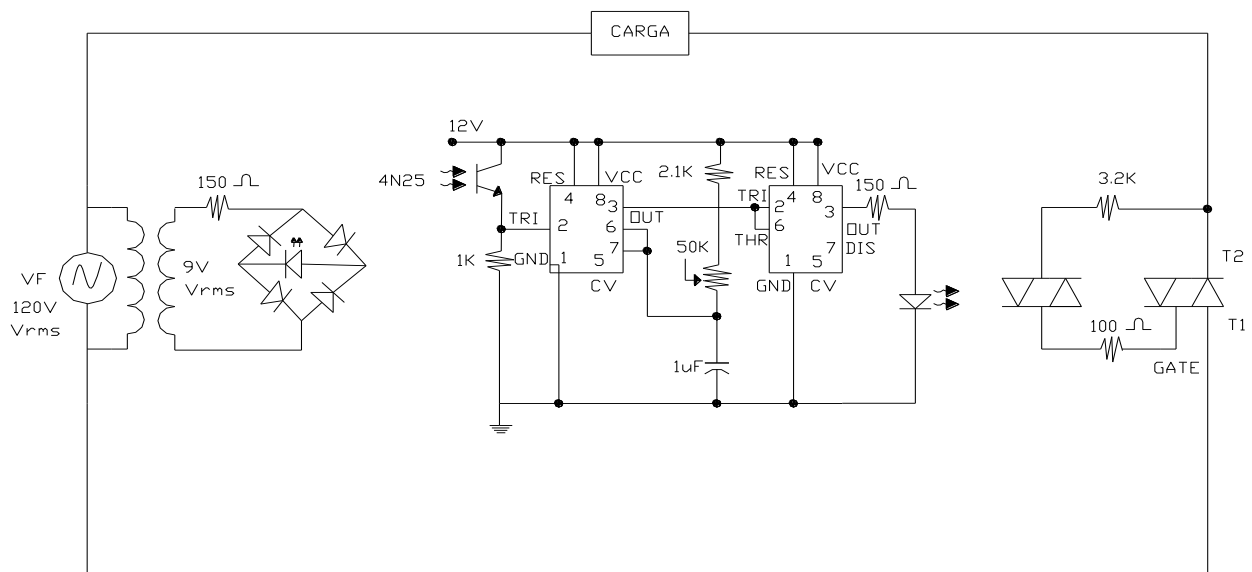


FIGURA No 3.24 Circuito de Control manual de las resistencias calefactoras.

En la siguiente figura, se puede observar que el circuito se puede controlar mediante el pin 5 que corresponde al *Control de voltaje*, para tener dicho control esta salida de voltaje se encuentra conectada al FieldPoint específicamente al módulo FP- AO 210.

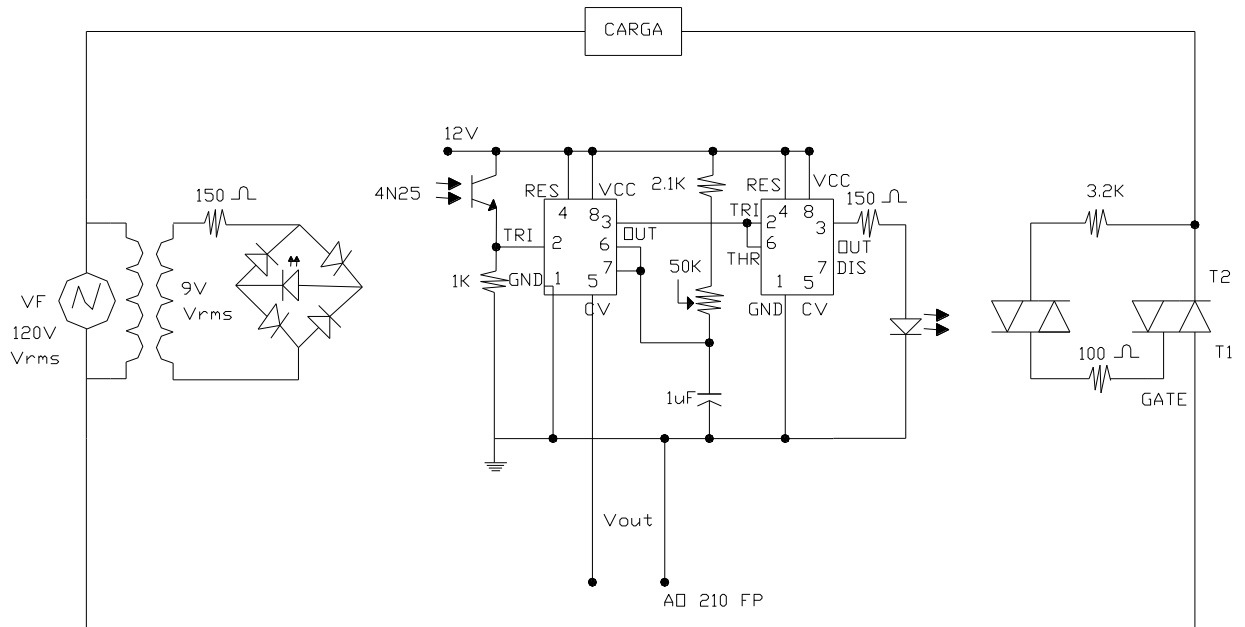


FIGURA No 3.25 Circuito de Control automático de las resistencias calefactoras.

3.3.2 Acondicionamiento de señales

El acondicionamiento de la señal para el sensor de flujo de aire se la realiza a través de un puente de Weanstone en la figura 3.26 se observa claramente como es la adquisición de la señal.

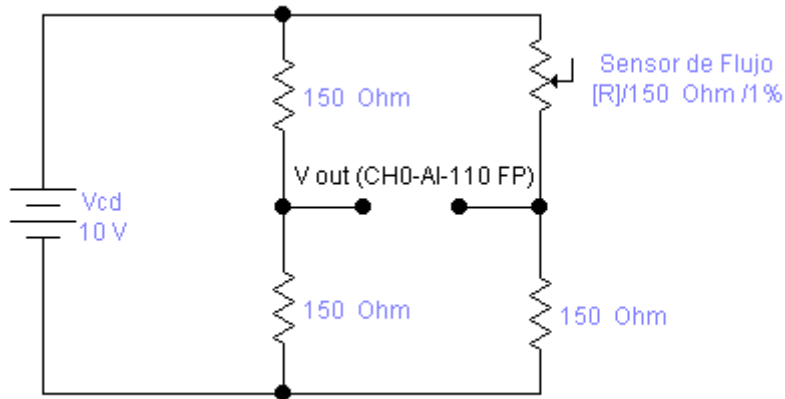


FIGURA No 3.26 Circuito del Acondicionamiento de señal del sensor de flujo.

Para la adquisición de la señal del sensor de temperatura se realizó el siguiente circuito, también basado a través de un puente de Weanstone como se muestra en la figura 3.27.

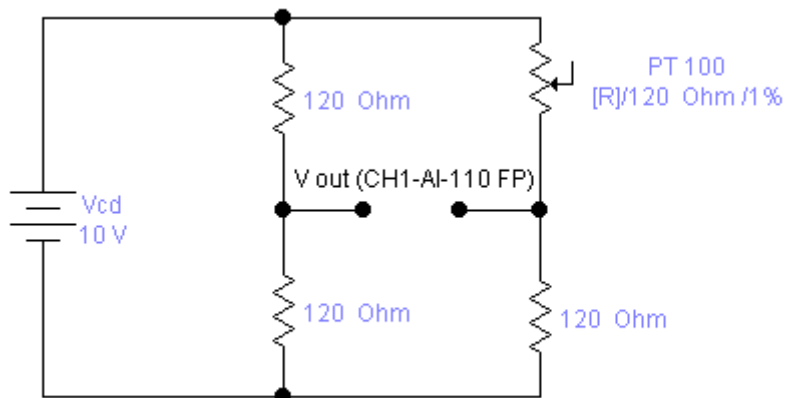


FIGURA No 3.27 Circuito del Acondicionamiento de señal de la PT 100.

3.4 Implementación del FieldPoint y Variador de Frecuencia en la Red.

Para la implementación de estos equipos es necesario saber el tipo de trabajo específico que realizan, el módulo FieldPoint se configurará a la red mientras que el Variador de Frecuencia es conectado al módulo FP AO -210 del FieldPoint, se explicará en una forma más detallada a continuación.

3.4.1 Configuración de los módulos FieldPoint (MAX)

MAX (Measurement and Automation Explorer) es una herramienta de National Instruments que proporciona todos los drivers de configuración de cualquier dispositivo de esta marca, es decir cualquier tipo de hardware ya sean estos: tarjetas de adquisición de datos (DAQ), Módulos FieldPoint, etc. Pueden ser configurados desde este software y existen dos tipos de conexión como son:

- La interfaz entre FieldPoint y un PC esta conexión se la realiza mediante un cable UTP en forma **cruzada**,
- La interfaz entre FieldPoint y un PC mediante un Switch, Hub esta conexión se la realiza mediante un cable UTP en forma **directa**.

El módulo FP-1601 debe estar conectado junto con los devices por ejemplo:

- FP AI – 110 Módulo de Entradas Análogas.
- FP AO – 210 Módulo de Salidas Análogas.
- FP DI – 330 Módulo de Entradas Digitales.
- FP DO – 410 Módulo de Salidas Digitales.

Se procede a configurar mediante el software MAX a cada uno de los devices.

Para que el módulo FP-1601 sea reconocido por el computador en este caso es el Master, hay que asignarle una dirección IP, internamente el módulo FP-1601 posee una memoria donde se alojará dicha dirección. Para poder asignar una dirección IP hay que resetear al módulo.

Se debe seguir los siguientes pasos:

1. Se desconecta al módulo FP-1601 de la alimentación eléctrica.
2. Se procede a colocar en la posición de ON al switch de RESET, tal como se muestra en la figura 3.28.

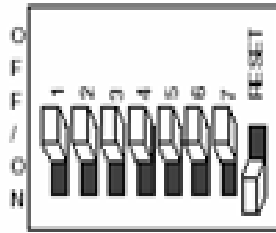


FIGURA No 3.28 Switch reset en la posición ON

3. Luego se conecta nuevamente el módulo FP-1601 a la fuente de alimentación, hasta que el LED de STATUS (color rojo) empiece a titilar.
4. Luego se desconecta 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 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, Lookout, etc. Al abrir MAX aparece la siguiente pantalla como se indica en la figura 3.29.

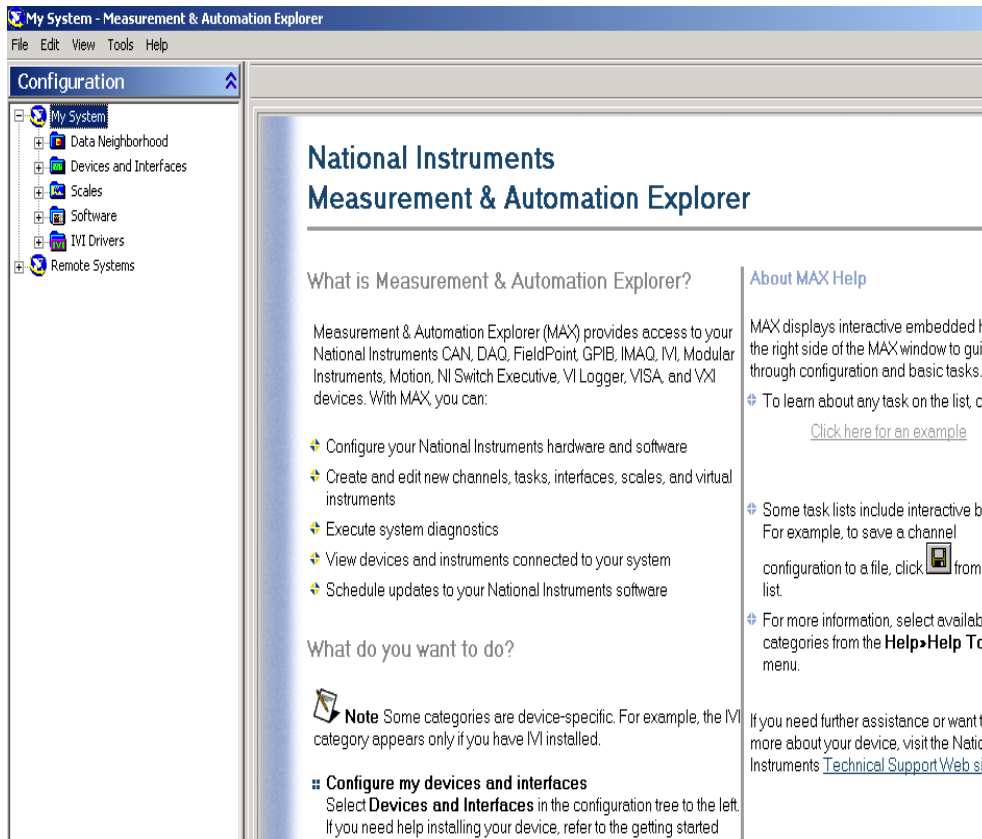


FIGURA No 3.29 Grafica Principal del Software MAX.

Posteriormente se hace 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 3.30.

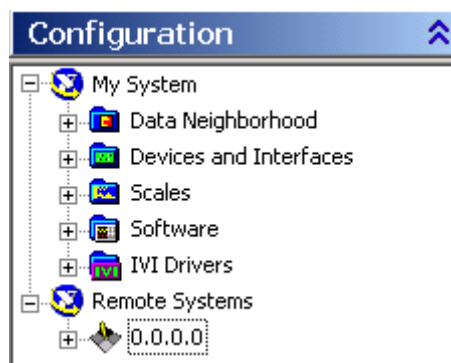


FIGURA No 3.30 Grafica Remote Systems.

En caso de que no aparezca el icono 0.0.0.0 se debe reiniciar la computadora.

Luego se hace clic sobre el icono 0.0.0.0 y aparece la siguiente pantalla como se muestra en la figura 3.31.

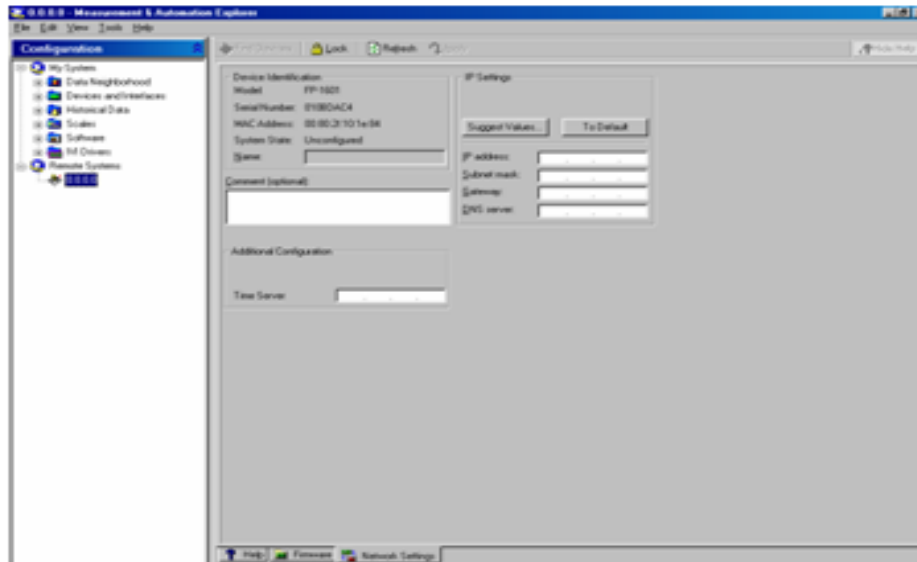


FIGURA No 3.31 Grafica de Configuración.

Posteriormente se selecciona la opción Suggest Values, y automáticamente el sistema asigna una dirección IP al módulo, tal como se muestra en la figura 3.32.

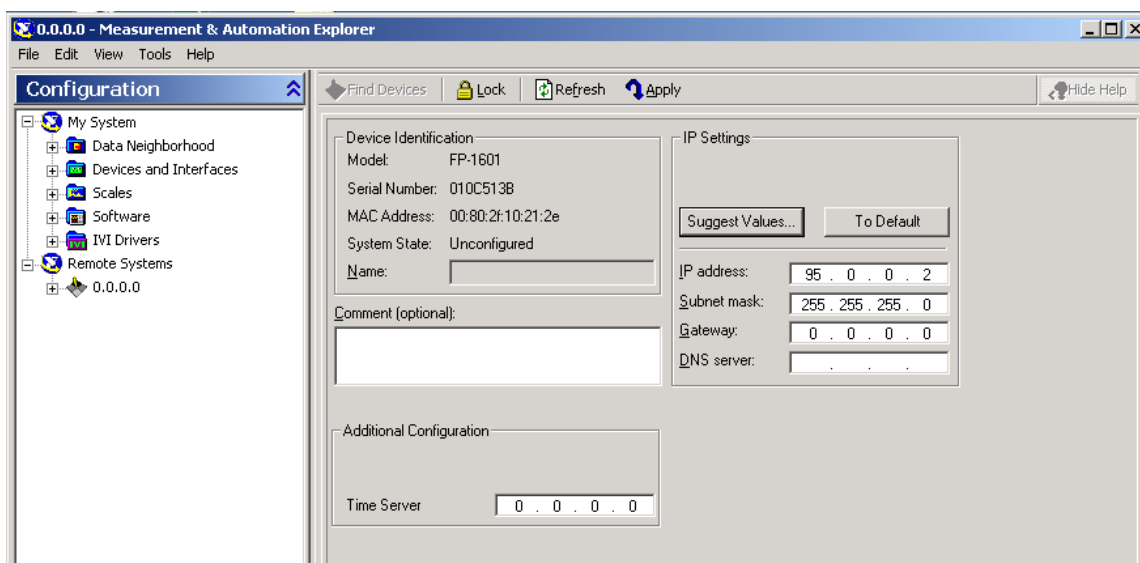


FIGURA No 3.32 Grafica para la Dirección IP al módulo FP-1601.

Luego se selecciona OK y la opción Apply que se encuentra en la parte superior de la pantalla.



A continuación aparece la siguiente pantalla, como se muestra en la figura 3.33, se observa que el icono donde se encontraba la dirección 0.0.0.0 que corresponde a Time Server.

Para asignarle una dirección al Time Server hacemos clic en Suggest Values y aparecerá una dirección IP del computador que está configurando al FieldPoint en este caso es 95.0.0.4 que corresponde a este Host.

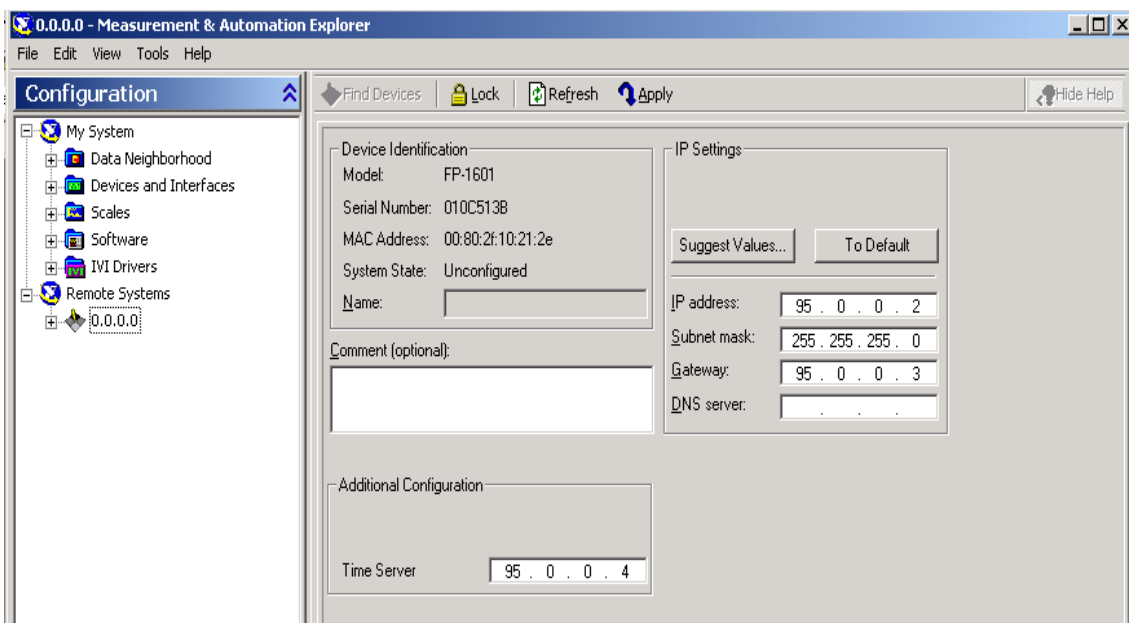


FIGURA No 3.33 Grafica de la Nueva Dirección IP del módulo FP-1601

A continuación se hace clic en la opción Find Devices que se encuentra en la parte superior de la pantalla.



Aparece la siguiente pantalla como se muestra en la figura 3.34 y seleccionamos **OK**.

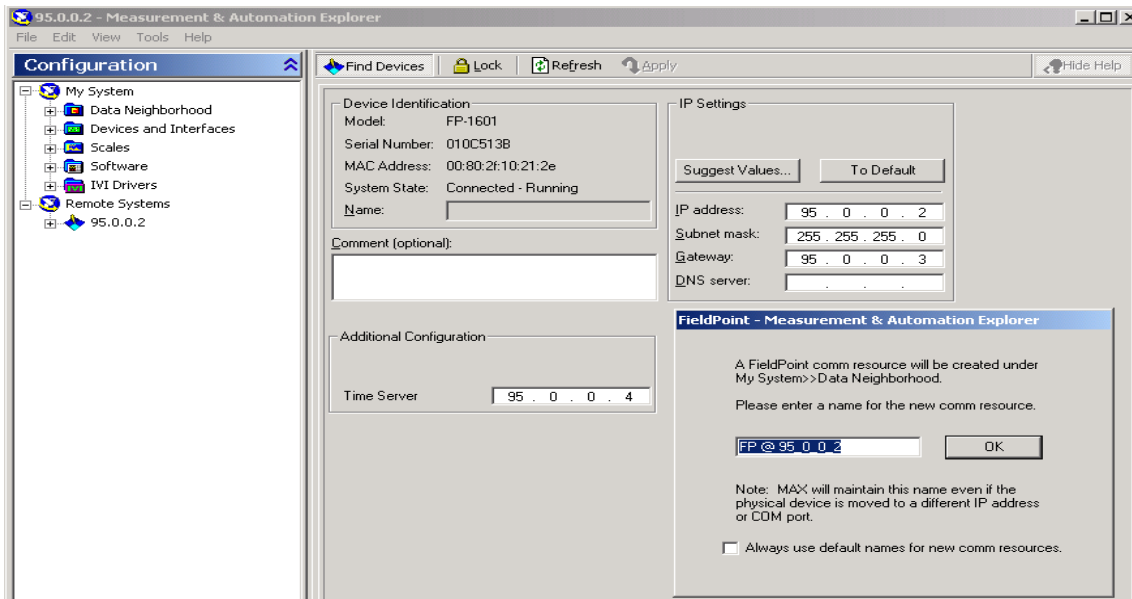


FIGURA No 3.34 Grafica de la Opción Find Devices.

La opción Find Devices permite que el computador reconozca cuantos y cuáles dispositivos se encuentran conectados al módulo FP-1601.

Dependiendo de esto aparecerá la pantalla mostrada en la figura 3.35.

En este caso en el FieldPoint se encuentran conectados los siguientes módulos:

- FP AI – 110 Módulo de Entradas Análogas.
- FP AO – 210 Módulo de Salidas Análogas.
- FP DI – 330 Módulo de Entradas Digitales.
- FP DO – 410 Módulo de Salidas Digitales.

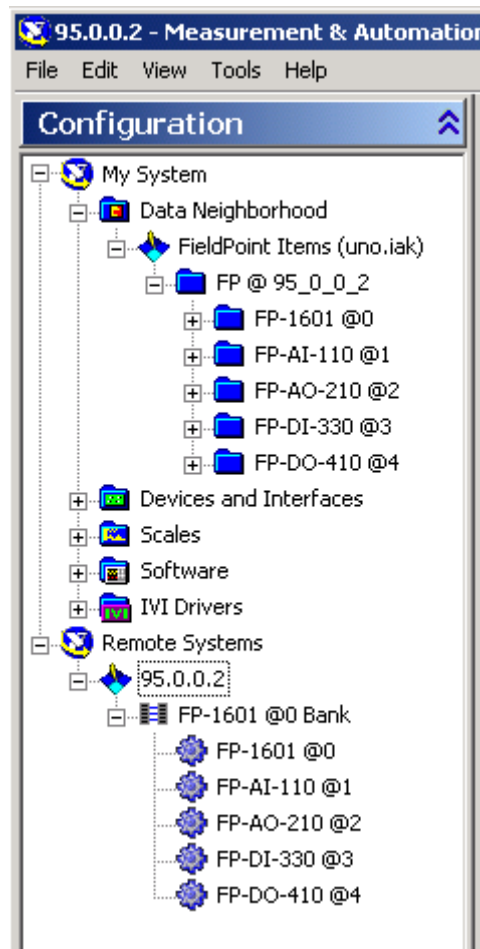


FIGURA No 3.35 Grafica de los Devices conectados al módulo FP-1601.

MAX pregunta en que parte del disco desea guardar este archivo, y cual es el nombre del mismo.

El archivo creado posee una extensión (*.iak) la cual es propia para las configuraciones de FieldPoint, para el ejemplo el archivo se llama **uno** y se encuentra guardado en la carpeta Mis Documentos, esto se puede observar en la figura 3.36.

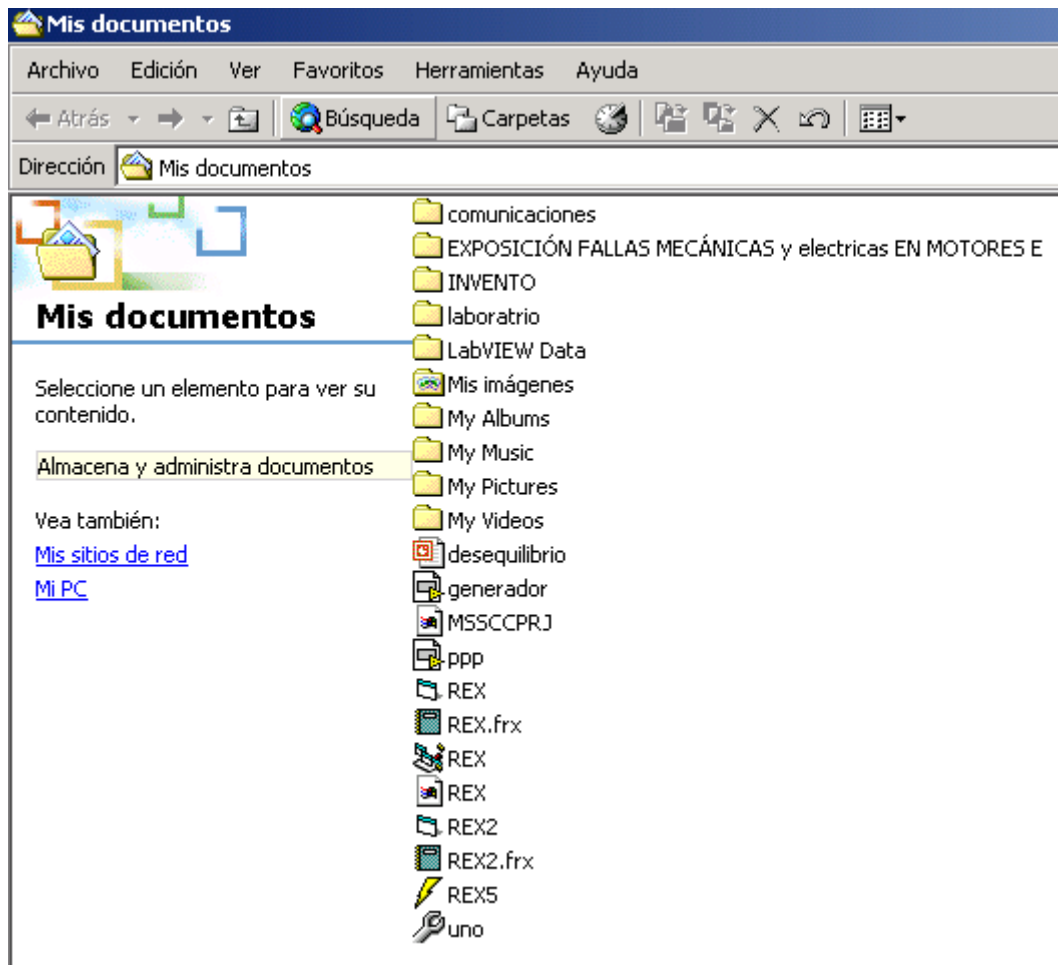


FIGURA No 3.36 Grafica del archivo de configuración con una extensión .iak

Se realiza un programa en LABVIEW y se comprueba el módulo FP-1601 junto con todos los devices que se encuentren enlazados al FP-1601, el archivo **uno** del ejemplo servirá para crear la interfaz entre el software de aplicación y el hardware conectado al computador.

3.4.2 Configuración del Variador de Frecuencia.

Para la configuración del Variador de Frecuencia (ABB) hay que resaltar que este opera de forma local y remota, en la forma remota se la realiza mediante las señales análogas que este aparato dispone.

La señal se la da a través del computador, en este caso de un software elaborado el LabView, dicha señal es normalizada y comprende entre valores

de voltaje (0-10 Vcc), en la figura 3.37 se muestra la análogas y digitales que dispone este equipo.

Una vez dada la señal del computador llega hacia el cerebro del FieldPoint FP-1601 y transmite al módulo de señales análogas (FP-AO 210) para que este transmita al variador y elabore su trabajo, en la figura siguiente se muestra su conexión.



FIGURA No 3.37 Variador de Frecuencia ABB.

Los parámetros de ajuste del variador se detallan en la tabla 3.4

Tabla 3.4 Parámetros de ajuste del variador de frecuencia

Datos del motor	
Parámetro	Valor seteado
Velocidad nominal del motor	1630
Numero de fases	3
Voltaje Nominal	220 Vca
Corriente Nominal	1,23 A
cosθ	0,73
Potencia Nominal	0,21Kw
Hz	60
Parámetros en el Variador	
Parámetro	Valor seteado
Frecuencia mínima	10Hz

Frecuencia máxima	70Hz
Control remoto	si
Rampa ascendente	7seg
Rampa descendente	7seg

Calibración y ajuste del sistema.

Para realizar la calibración de los datos que tiene que visualizar el operador en el programa, se procede a calibrar la temperatura del aire con la ayuda de un pirómetro de radiación y con lo respecto al caudal se realiza el cálculo con la ayuda de fórmulas indicadas más adelante utilizadas para determinar caudal junto con las características técnicas del ventilador.

Cabe señalar que las variables que se controlan y supervisan son variables eléctricas y que por medio del software se acondiciona para que el operador visualice valores en unidades reales de las variables que se controlan en el caso de la temperatura y el caudal, el acondicionamiento se realiza con la ayuda de la ecuación general de la recta.

Una vez utilizados estas herramientas se procede a realizar un ajuste fino en el software tanto de control como de supervisión, dando como resultados valores que se indican en las tablas 4,2 y 4,3 de donde el porcentaje de error no sobrepasa el 6% de lo permitido en donde los valores son aceptados como satisfactorios.

CAPITULO IV

Pruebas de campo del prototipo de supervisión y control.

4.1 Pruebas del sistema HVAC

Pruebas del circuito electrónico de control de temperatura

Al analizar el circuito electrónico del control anterior que poseía el sistema de las resistencias calefactoras, se procedió a realizar varios cambios en el diseño, el más importante fue controlar el ángulo de disparo modificándolo de 30° a 5° que es el límite inferior, y en límite máximo de 150° a 175° teniendo así un control casi total de la onda.

Las pruebas se realiza enviando voltaje análogo del computadora a través del modulo FP AO - 210 con un valor de 5 hasta 10 Voltios.

A continuación se muestra en la tabla 4.1 los datos de voltaje y ángulo de disparo, medido con la ayuda de un osciloscopio.

Tabla 4.1 Angulo de Control de fase

Voltaje de salida (Vcc - FP AO 210)	Angulo de Control de fase (Grados)
5	175
5,5	145
6	125
6,5	105
7	85
7,5	75
8	55
8,5	35
9	15

9,5	8
10	5

Con esta prueba realizada se concluye que el módulo esta funcionando adecuadamente, juntamente con los dispositivos de control y los dispositivos que sensan las variables físicas.

Cabe señalar que el voltaje suministrado al circuito de control con respecto a la variación del ángulo de control de fase se observó que el sistema se comporta en forma casi lineal.

4.2 Prueba de comunicaciones

4.2 .1 Pruebas de cables.

Para conocer si los cables están bien ponchados y que operen adecuadamente se realizan dos pruebas como se indica a continuación:

1. Comprobando su conectividad a través del equipo electrónico llamado Testiador Marca *Precisión*.

En primera instancia se conecta el cable como se muestra en la figura 4.1.

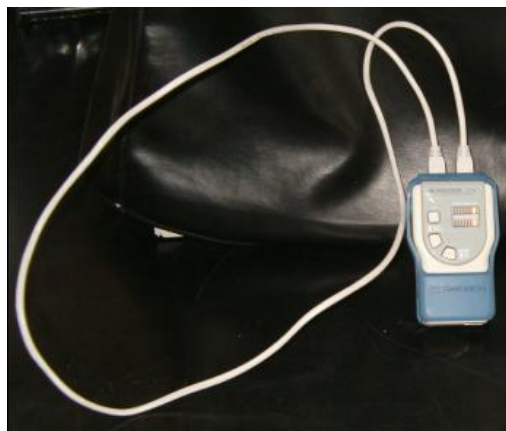


FIGURA No 4.1 Grafica de conectividad del cable UTP.

A continuación se procede a prender el equipo se va observando como se van prendiendo los leds del equipo, cuando los leds se prenden paralelamente como se muestra en la figura 4.2, esto quiere decir que su conectividad es excelente, los leds de la parte superior envían información mientras que los leds de abajo reciben la información.



FIGURA No 4.2 Grafica de los Leds encendidos Paralelamente.

2. La otra forma es verificando la comunicación entre cada computador es a través del símbolo del sistema o sistema operativo D.O.S, y enviando a ejecutar el comando “**PING**” con la respectiva dirección IP de la maquina que se quiere verificar la comunicación, a continuación se detalla un ejemplo en donde se verifica la comunicación entre PC_1 y PC_2, siendo éstos el Master y el Slave respectivamente.

NOTA: EL PC-1 Y PC-2 TIENE LAS DIRECCIONES IP 192.168.1.1, 192.168.1.3 RESPECTIVAMENTE.

C:/> PING 192.168.1.1

Haciendo ping 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.1.1: bytes =32 tiempo <10ms TTL=128

Respuesta desde 192.168.1.1: bytes =32 tiempo <10ms TTL=128

Respuesta desde 192.168.1.1: bytes =32 tiempo <10ms TTL=128

Respuesta desde 192.168.1.1: bytes =32 tiempo <10ms TTL=128

Estadísticas de ping para: 192.168.1.1:

Paquetes: enviado = 4, recibidos = 4, perdidos = 0 <0% perdidos>,

Tiempo aproximado de recorrido redondo en milisegundos:

Mínimo = 0ms, máximo = 0ms, promedio = 0ms

C:/> PING 192.168.1.3

Haciendo ping 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.1.1: bytes =32 tiempo <10ms TTL=128

Respuesta desde 192.168.1.1: bytes =32 tiempo <10ms TTL=128

Respuesta desde 192.168.1.1: bytes =32 tiempo <10ms TTL=128

Respuesta desde 192.168.1.1: bytes =32 tiempo <10ms TTL=128

Estadísticas de ping para: 192.168.1.1:

Paquetes: enviado = 4, recibidos = 4, perdidos = 0 <0% perdidos>,

Tiempo aproximado de recorrido redondo en milisegundos:

Mínimo = 0ms, máximo = 0ms, promedio = 0ms

Con esta prueba se puede establecer que existe comunicación entre los dos computadores que se encuentran conectados a través del cable UTP, dando por excelente la conectividad del cable.

4.2.2 Pruebas de comunicación del PC con el FieldPoint

Para comprobar si los FieldPoints se encuentran en buen estado y si existe comunicación del PC con los mismos, a través del software MAX vamos a enviar datos a cada uno de los módulos y comprobar con la ayuda de un multímetro, las salidas de cada uno de ellos.

Prueba con el módulo FP_AO_ 210

En la figura 4.3 se muestra la forma de escribir datos a este módulo desde el computador, después de haberlo configurado anteriormente.

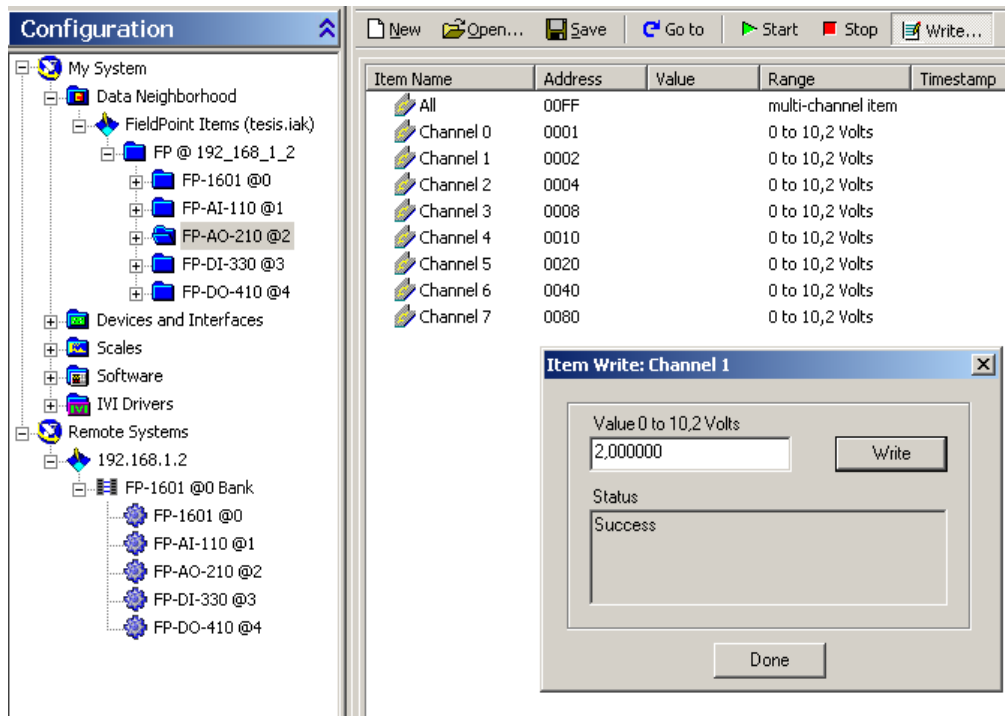


Figura No.4.3 Escritura de datos a través del FP_A0_210

Como se puede observar en la figura anterior el dato escrito es 2 voltios en el canal 1, y la lectura en el multímetro indica 2,05 V, en este caso se puede decir la comunicación es buena.

Prueba con el módulo FP_AI_110

La forma leer datos a través de este módulo se indica en la figura No 4.4, en donde con la ayuda de una fuente variables externa se ingresa una señal de voltaje, a dicho módulo.

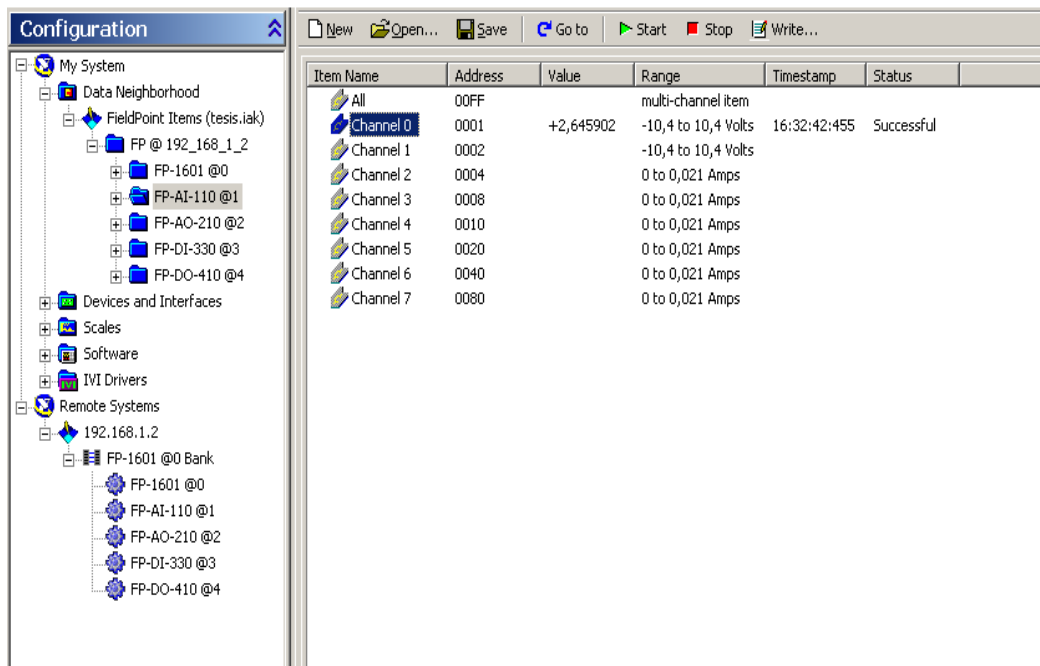


Figura No.4.4 Lectura de datos a través del FP_AI_110

Como se puede visualizar la figura anterior el dato ingresado a través de la fuente variables es de 2,5 y leída a través del módulo es de 2,6 indicando que el mismo muestrea adecuadamente.

Prueba con el módulo FP_DO_410

En la figura 4.5 se indica la forma de escribir el dato en forma de 1 y 0, de la misma manera se obtiene a la salida en forma booleana, el valor del pulso a la salida depende de la fuente externa que se le coloque a la salida de cada uno de los canales cuyos valores son compatibles entre 5 a 30 Vcc.

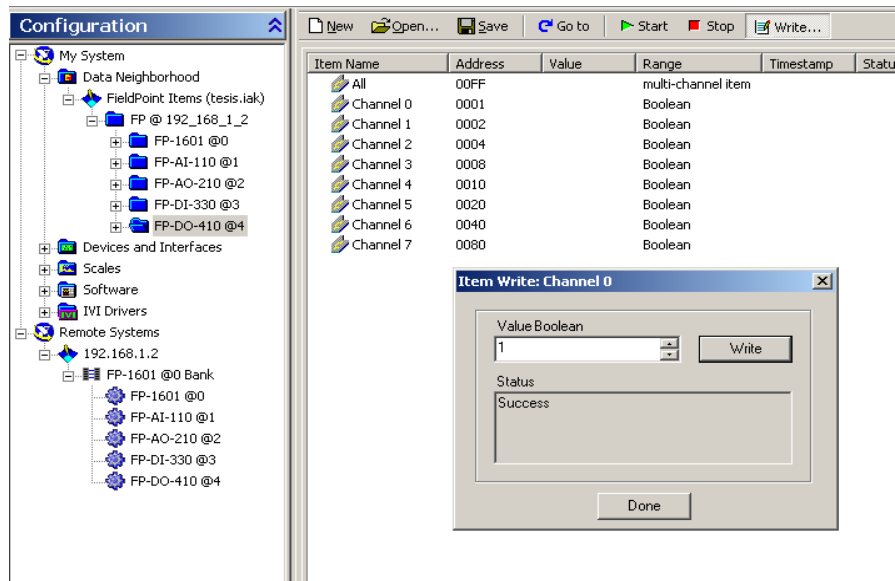


Figura No.4.5 Lectura de datos a través del FP_DO_110

Prueba con el módulo FP_DI_330

En la figura No. 4.6 se observa que el canal 1 tiene un valor de 1, eso indica que el módulo recepto una señal digital que se envió a partir una fuente externa de 5 VCC TTL, cabe señalar que los valores que está configurado cada canal puede tener rangos de voltaje de 5 VCC TTL hasta niveles de voltaje de 250 VCC/VAC.

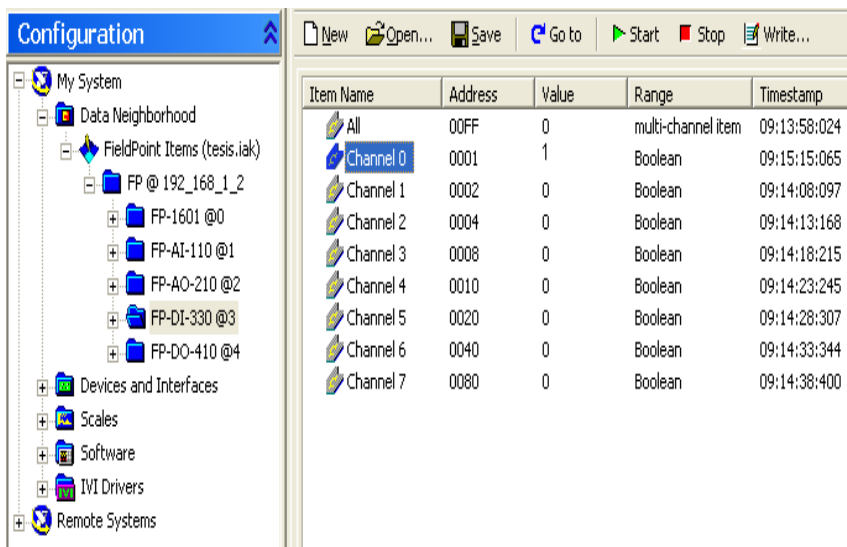


Figura No.4.6 Lectura de datos a través del FP_DI_110

Con estas pruebas realizadas a todos los módulos se puede comprobar que la comunicación con los mismos es muy buena de la misma manera recibe y envía datos correctamente.

4.3 Pruebas de ceder el control.

Al comenzar a realizar esta prueba el PC_1 por defecto posee el control, en la figura No 4.7 se observa que este computador controla todas las variables del sistema, en la parte inferior derecha se indica el panel de ceder el control a las diferentes maquinas de la red.

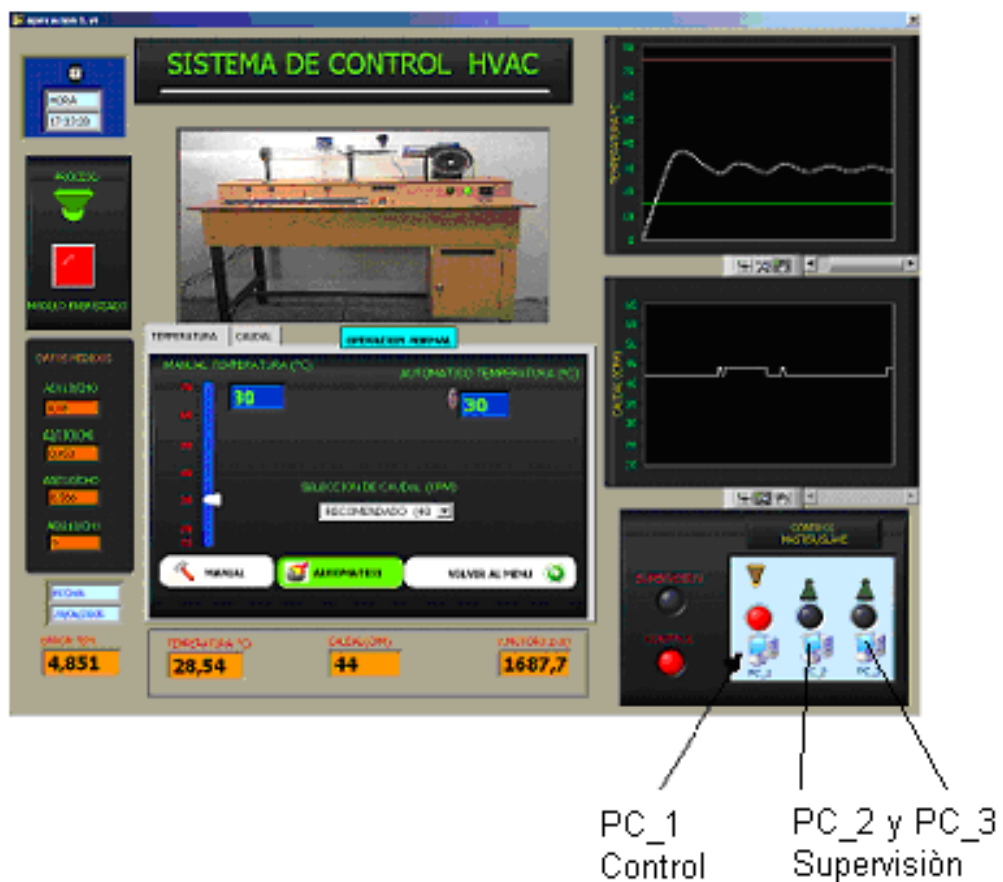


Figura No.4.7 Control Master a través del PC_1

Siguiendo el procedimiento de ceder el control explicado en el ANEXO 1, en la figura No 4.8 se observa que al PC_2 se le entrega el control de todas las variables, tomando en cuenta que el PC_1 es el único que puede ceder y recuperar el control a las máquinas que están en la red.



Figura No.4.8 Gráfica Ceder el control al PC_2

En la parte inferior derecha de la figura No.4.9 se indica que el PC_2 ha aceptado el control del sistema, de la misma forma se realiza este procedimiento con el PC_3.

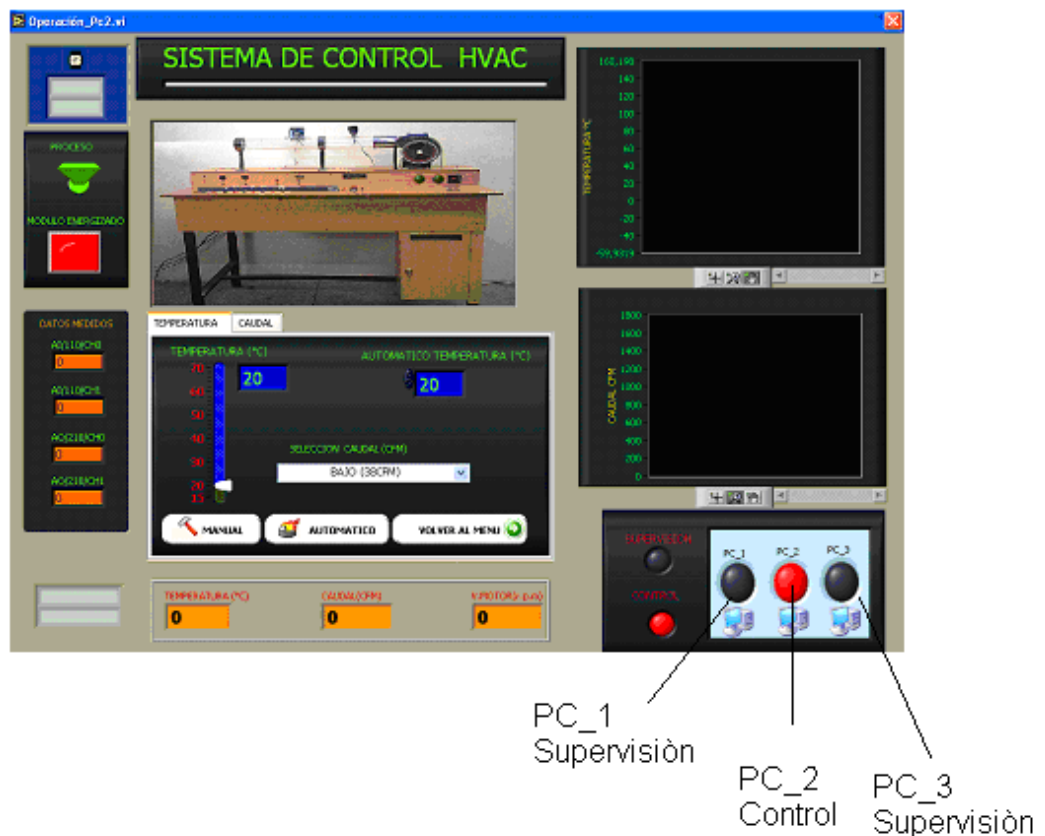


Figura No.4.9 Control Slave a través del PC_2.

Al momento de ceder el control a los diferentes computadores se observó que la velocidad en aceptar el control es un poco lenta, debido a transferencia de datos en un solo sentido, pero se restablece en unos pequeños segundos que no influye mucho en la operación del proceso.

Con esta prueba se concluye que el Hardware y el Software que se diseñó para este proceso, está funcionando adecuadamente a lo planificado.

4.5 Prueba de Control y supervisión del proceso.

4.4.1 Pruebas en modo manual.

En esta prueba se va a realizar controlando las variables en modo manual en un sistema a lazo abierto, el control se realiza seteando una variable y controlando la otra.

4.4.1.1 Pruebas de Temperatura de Aire.

Para realizar esta prueba se coloca en el programa diferentes valores de temperatura, y con la ayuda de pirómetro de radiación se comprueba estos valores que se indican en la tabla 4.2

Tabla 4.2 Datos de temperatura del aire en forma manual.

T. Set point (°C)	T. Medida software (°C)	T. Medidor láser (°C)	Error (%)
15	14,52	21	-40
20	19,46	28	-0,28571429
25	25,3	31	-0,19354839
30	30,38	37	-0,18918919
35	35,46	41	-0,14634146
40	41,7	43	-0,06976744
45	45,92	46	-0,02173913
50	51,27	50	0
60	60,96	61	-0,01639344
65	66,54	64	0,015625
70	72,67	68	0,02941176

Analizando los datos de la tabla anterior se puede observar que el error es negativo, esto indica que la temperatura oscila por encima del valor de temperatura fijada en el programa, esto se debe a que el sistema funciona a lazo abierto.

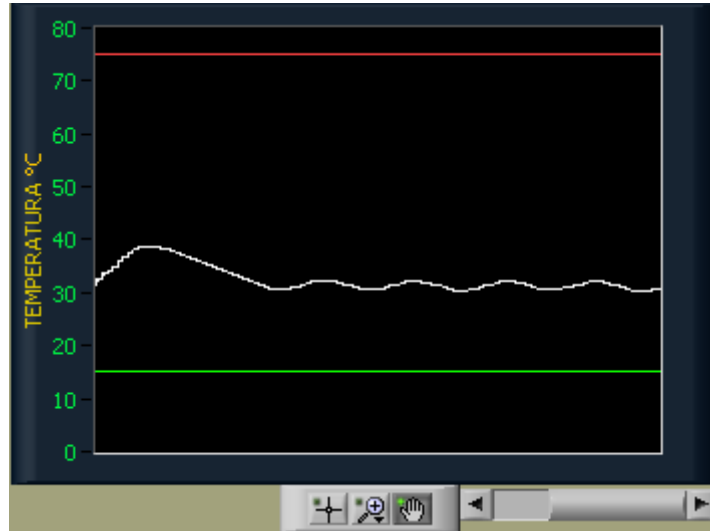


Figura No. 4.10 Temperatura de aire en modo manual

En la figura No. 4.10 se indica el comportamiento real de la variable controlada manualmente como se puede observar la variable no se estabiliza.

4.4.1.2 Pruebas de Caudal de Aire.

Para realizar esta prueba se necesita demostrar los valores de caudal que arroja el programa, a través de las ecuaciones que se detallan a continuación.

Cálculos de los valores de caudal

Los valores de $\varphi = 1,5$ y $\phi = 0,1$ son datos recogidos de las tablas que se indican en el ANEXO 2

Aplicando la ecuación (4.1) que se detalla a continuación se tiene:

$$Q = \frac{\varphi * N * d^2 * w}{175} \quad (4.1)$$

φ = Coeficiente de caudal.

ϕ = Coeficiente de presión

d = Diámetro externo del impulsor (plg)

N = Velocidades del motor (r.p.m.)

w = Ancho del impulsor

Q = Caudal (CFM)

DATOS:

d = 5 (plg.)

w = 2 (plg.)

N = 1630 (r.p.m.)

$\phi = 0,1$

$$Q = \frac{0.1 * 1630 * 5^2 + 2}{175} = 47,67 \approx 48(\text{C.F.M})$$

El valor de 48 (CFM) representa el caudal obtenido a la velocidad y frecuencia nominal del motor, todos los valores de caudal calculados se indican en la tabla 4.3 estos valores se obtuvieron modificando la velocidad del motor obtenida a través del variador de frecuencia.

Tabla 4.3 Datos de caudal del aire en forma manual.

C. Set point (CFM)	C. medido software (CFM)	V. Motor (r.p.m)	C. Calculado (CFM)	Error (%)
38	38	1327	37,91428571	0,2256
40	40	1388	39,65714286	0,8571
42	42	1450	41,42857143	1,3605
44	44	1513	43,22857143	1,7532
48	48	1574	48,54142857	-1,1301
50	50	1762	50,34285714	-0,6857
52	52	1823	52,08571429	-0,1648
54	54	1883	53,8	0,3704

Como se puede observar los datos anteriores el error relativo es muy pequeño, esto se debe a que se partió para la calibración y ajuste del programa de las mismas ecuaciones que se detallaron anteriormente.

En la figura 4.11 nos indica el comportamiento de la variable en forma manual para diferentes rangos de caudal seteado en el programa, la velocidad

en cambiar de un estado a otro es muy rápido debido a la velocidad de respuesta del variador de frecuencia.



Figura No. 4.11 Caudal de aire en modo manual

4.4.2 Pruebas en modo automático.

En este punto se controla el proceso con ciertos valores de temperatura y caudal del aire del sistema a lazo cerrado.

4.4.2.1 Pruebas de Temperatura de Aire.

Para realizar esta prueba se fija diferentes valores de temperatura en el software y se comprueba estos valores con la ayuda de un pirómetro de radiación, en la tabla 4.4 se observa todos los valores de temperatura seteados en el software.

Tabla 4.4 Datos de temperatura del aire.

T. Set point (°C)	T. Medida software (°C)	T. Medidor láser (°C)	Error (%)
15	14,52	14,2	5,333333333
20	19,2	21	-5
25	24,8	23	8
30	29,66	29,01	3,3
35	34,2	34	2,85714286
40	40,1	38	5
45	44,8	43,99	2,24444444

50	49.2	47	6
60	58,2	57	5
65	64	64,7	0,46153846
70	67	68	2,85714286

Los valores del error relativo son obtenidos a partir del valor del setpoint de temperatura con respecto al valor medido con pirómetro de radiación.

Revisando los datos anteriores se puede observar, que existen unos pequeños errores en cuanto a los valores de temperatura, debido a la variación de la temperatura ambiente, dificultad en medir las variables, aproximación de decimales en el programa entre otros, cuyos errores no sobrepasan el 6% de lo permitido que no influyen muchos en el análisis real, en la figura No 4.12 se observa el comportamiento de la variable de temperatura seteado a 40 °C

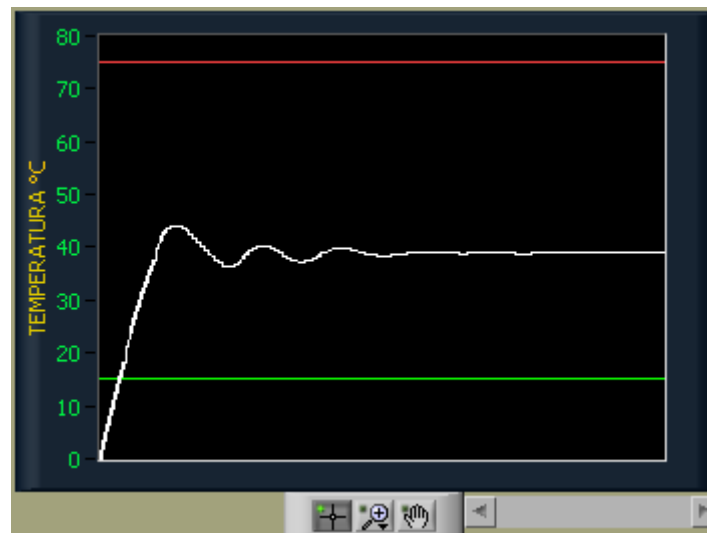


Figura No.4.12 Control Automático de temperatura.

Dicha figura indica comportamiento real de la variable, además los tiempos de asentamiento, sobre impulso y la estabilización de la misma.

4.4.2.2 Pruebas de Caudal de aire.

Al realizar esta prueba se colocó diferentes valores de caudal en el programa, los datos de caudal calculados y mostrados en de la tabla 4.5 se realizó siguiendo el procedimiento anterior, el error relativo que se indica

representa el error en estado estable de la variable controlada con relación al setpoint fijada en el programa, cuyo valor no excede del 6% de lo permitido.

Tabla 4.5 Datos de temperatura del aire.

C. Set point (CFM)	C. medido software (CFM)	V.motor (r.p.m)	C. Calculado (CFM)	Error (%)
38	38	1327	37,91428571	0
40	40	1388	39,65714286	0
42	40	1450	41,42857143	4,761905
44	44	1513	43,22857143	0
48	48	1699	48,54285714	0
50	48	1762	50,34285714	4
52	50	1823	52,08571429	3,846154
54	52	1883	53,8	3,703704

En la figura No. 4.13 indica el comportamiento de la variable de caudal seteado a 48 CFM en donde se puede visualizar el sobre impulso, como también la estabilización de la misma.



Figura No.4.13 Control Automático del caudal.

Con esto se puede concluir que los datos que arroja el programa son reales y confiables, en el ANEXO 3, se detalla una tabla de los datos que facilita el programa para diferentes rangos de temperatura y caudal de aire.

CAPITULO V

1. CONCLUSIONES

- Una vez finalizado la construcción del prototipo y realizado las pruebas correspondientes, se concluye que este proyecto cumple con los objetivos para que fue diseñado como son:
 - 1.- Supervisión y control el proceso en forma remota.
 - 2.- Envío del control del proceso a las diferentes máquinas instaladas en la red.
 - 3.- Control manual y automático de las variables de temperatura y caudal en tiempo real.
 - 4.- Estabilización de las variables de temperatura y caudal de aire.
 - 5.- Creación de una base de datos de todas las variables controladas y monitoreadas utilizadas en la elaboración de historiales.
- Con este proyecto se pudo realizar una aplicación real de instrumentación virtual, que posteriormente se puede ocupar el módulo como material didáctico.
- Se acondicionó de una mejor manera los sensores y los circuitos de control para que el módulo funcione adecuadamente, y se dotó de control acorde a la tecnología que se viene desarrollando hoy en día.
- El operador puede controlar y supervisar el módulo de hasta 100m de longitud, que permite la red Ethernet, implementada en el presente proyecto.

- La interfase entre el operador y el proceso es amigable de facial manejo y tiene una forma dinámica de observar el proceso, en donde el operador observa todas las variables que le interesan.
- Al realizar el proyecto se introdujo en la parte de comunicaciones, un poco desconocida por muestra preparación, pero que es indispensables en la formación diaria del profesional.
- Con lo referente al proceso, en el diseño del control automático, se observa el comportamiento en forma real del proceso, en donde se pueden visualizar tiempos de levantamiento, asentamiento de la variable como también la oscilación y estabilización de la misma.
- El módulo FP_AI_110, la velocidad con la muestrea cada uno de los canales de las entradas análogas, si se selecciona un filtro de 500 Hz es 0.173s, que es una poco baja con la comparada con la velocidad de muestreo de una DAC¹⁹.
- Con la creación de una base de datos y almacenado en el disco duro de la máquina se facilita el manejo de información para posteriormente ser analizada.
- Los tiempos de asentamiento de las variables contraladas se retardan un poco, si se disminuye el caudal del aire en el control de la temperatura se puede bajar estos tiempos.
- El voltaje que se suministra al circuito de control se comporta en forma lineal respecto al ángulo de control de fase.
- Si se quiere controlar y monitorear en tiempo real el proceso depende mucho del instrumento que se esta muestreando y de procesador que esta controlando y supervisando.
- La arquitectura de “suscribir” y “publicar” mediante LabVIEW en la red a través de Data Socket Server la aplicación, facilita el envío y recepción de datos.
- El programa DataSocket Server no solo se utiliza para enviar datos sino que también puede ser utilizado en la envío de archivo de datos, como también en la ejecución de paneles frontales remotos, dependiendo del tipo de protocolo utilizado en cada aplicación.

¹⁹DAC, Tarjeta de adquisición de datos, National Instruments

- Al programar los VI con los iconos de comunicaciones que se encuentran en la paleta de funciones en la LabVIEW, permite al programador controlar la información y restringir el acceso a la misma.
- Con la implementación de un controlador proporcional virtual se logró estabilizar las variables del sistema.
- El flujo de aire que se produce en ventiladores centrífugos es turbulento debido a que la generación de flujo no es continuo.
- Cuando se trata de flujo turbulento es necesario elaborar un sensor adecuado para el sistema
- Los módulos Fieldpoints, poseen características similares a los PLC's y se diferencian en la forma de programación que resulta un poco mas fácil y didáctica realizada a través de LabView, Lookout entre otros programas propios de National Instruments.
- El control proporcional produce un error en estado estacionario, pero se redujo este error programando el controlador sobre una banda de histéresis en donde se disminuyo dicho error.

2.- RECOMENDACIONES

- No se exceda la distancia permitida por la red Ethernet para supervisar el proceso, porque los datos pueden ser erróneos.
- Se recomienda para la operación del modulo seguir cada uno de los pasos recomendados que se indica en el manual de usuario para una correcta operación.
- Se recomienda que el computador que se instale en la red ya sea como Master o Slave, tenga como mínimo para que funcione adecuadamente el programa una velocidad del procesador de 1,6 Mhz y 244 en RAM, esto influye mucho en el envío y recepción de datos.
- Cuando se esta realizando la operación del sistema no operar el módulo a la temperatura máximo por mucho tiempo porque se puede afectar las características físicas del ducto acrílico.
- Para ponchar cables de red asegurese que los terminales lleguen al final del conector y compruebe su conectividad con un testeador.
- No sobrepasar las corrientes máximas que soportan los canales del módulo FP_AO_210, porque son muy sensibles y pueden desconfigurar.
- Para el acondicionamiento de señales tanto de transductores de temperatura como de caudal que arrojen señales de resistencia baja es necesario acondicionarlas a través de un puente de Westhone.
- No utilizar divisores de tensión en el acondicionamiento de señales porque producen sobrecarga y no es sensible, seria recomendable utilizar en transductores que varia su resistencia en el orden de las décimas.
- En procesos en donde existan un rango mínimo de variación de las variables es recomendable un control proporcional desde el punto de vista de software, dicho control posee una respuesta rápida a un cambio de setpoint por la característica del mismo.
- Se recomienda utilizar en rangos de variación grande de las variables controladores PID, en donde se pueda visualizar el comportamiento de dicho controlador.

- Si se quiere realizar un sistema HMI/SCADA a gran escala se recomienda utilizar Lookot porque su arquitectura esta basada en objetos, facilidad de trabajar en la red, diseño de seguridades, distribución de alarmas, creación automática de base de datos entre otros.
- Si se realizan proyectos similares al elaborado, se recomienda utilizar módulos FieldPoints porque son inmunes al ruido y fáciles de configurar a la red.

BIBLIOGRAFIA

- Manuel Antini. (2002).Instrumentación Virtual. MEXICO.D.F. Alfaomega.
- Creus Solé Antonio (1998). Instrumentación Industrial. Segunda Edición. MEXICO Alfaomega/Marcombo.
- Tanenbaum, Andrew S. (1997). Redes de Computadoras. Tercera edición. MEXICO.D.F. Prentice Hall
- Coughlin, Robert F. (1999). Amplificadores Operacionales y Circuitos integrados lineales. MEXICO.D.F. Prentice Hall.
- National Instruments. (Catálogo 2004). The Measurement and Automation.
- CEKIT. (2003) .Curso Practico de Electrónica Industrial y Automatización
- Manual de LabVIEW Básico I y II.

ANEXO 1

MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA

El siguiente manual describe todos los pasos que se tiene que realizar para la operación adecuada del módulo, indica operaciones incorrectas y posibles fallas del módulo.

INSTALACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL Y DE SUPERVISIÓN

Instale el programa “Control y supervisión del sistema HVAC” en el caso de que desee operar el módulo como Master o instale el programa “Supervisión del sistema HVAC” en el caso de que desee supervisar, hay que tener en cuenta que para supervisar el proceso se necesita que un computador este operando como Master.

CONFIGURACIÓN DE LA RED Y DEL FIELDPOINT.

Instale los drivers a través del Software Measurement Automation Explorer (MAX) y configure los módulos FieldPoints con la dirección IP 192.168.1.2 como se muestra en la figura No.1

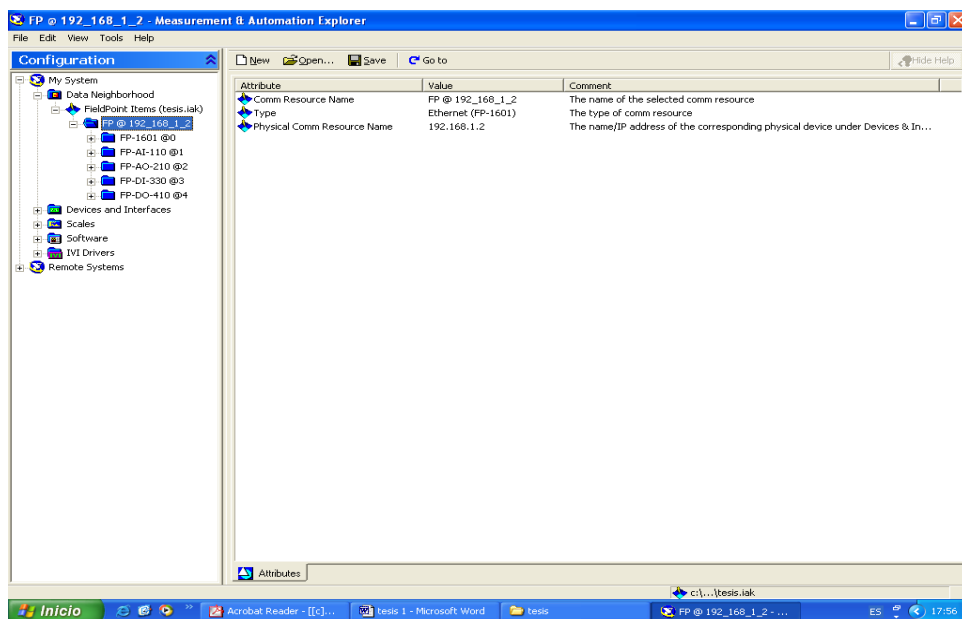


Figura No.1 Configuración de los módulos FieldPoints a la red

Antes de configurar el FP_1601 a la red asegurese que mismo esté energizado, se puede comprobar observando el led “Power” del cerebro como de los devices.

Guarde el archivo de configuración con su nombre respectivo en la carpeta en donde se encuentre el programa de control y supervisión del módulo y cierre el programa de configuración (MAX).

A continuación deberá configurar la tarjeta de red de cada computador que se encuentre en la red, se sugiere los valores que se detallan a continuación.

Master PC_1: 192.168.1.1

Slave PC_2: 192.168.1.3

Slave PC_3: 192.168.1.4

La mascara para la dirección de las tres computadoras es 255.255.255.0.

Presione clic derecho sobre “Entorno de red” y seleccione propiedades, posteriormente elija TCP/IP y seleccione propiedades como se muestra en la figura No.2

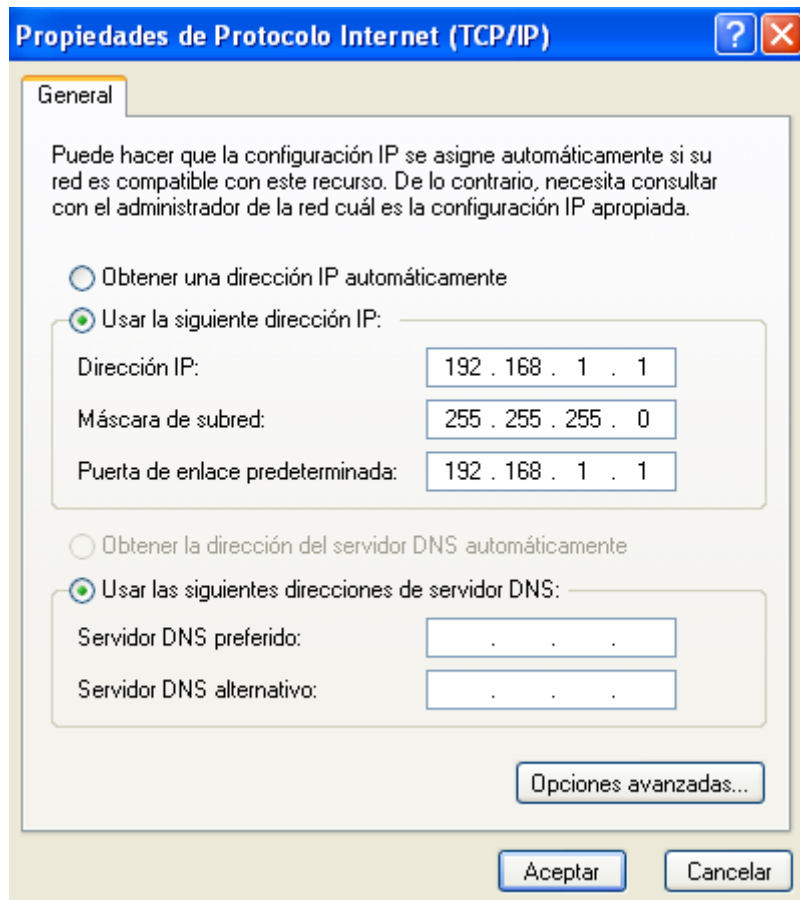


Figura No.2 Configuración de las direcciones IP

Para que tenga efecto la configuración reinicie las computadoras.

CONEXIÓN DE LA RED ETHERNET

Conecte los tres computadores y el módulo a la red a través del cable UTP y el hub, asegure que estén bien conectados los conectores del cable al hub, comprobando el encendido de los led, deberán estar cuatro leds encendidos en el hub.

CONEXIÓN DEL MODULO A LA RED DE ALIMENTACIÓN ELECTRICA

La alimentación del módulo en su totalidad es a 120 Vca, verifique el tipo de tensión y su respectiva fase, la conexión física de todo el sistema se indica en el plano correspondiente.

Para accionar el prototipo realice los siguientes pasos.

- 1.- Alimente al módulo con 120 Vca.
- 2.- Coloque el interruptor en la posición "ON"
- 3.- Conecte el variador de frecuencia a las entradas respectivas, por tratarse de un elemento externo.

EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN

Al hacer clic en el icono MODULO HVAC del escritorio aparece un cuadro de dialogo como se muestra en la figura No.3



FIGURA No.3 Cuadro de dialogo INGRESE LA CLAVE.

En el cuadro de dialogo el operador debe ingresar la clave asignada, lo cual le permitirá ingresar al panel principal., luego de ingresar la clave presionar el botón “CONTINUAR”, si la clave ha sido incorrecta se desplazará un cuadro de dialogo como se muestra en la figura No.4



FIGURA No.4 Cuadro de Dialogo Password Incorrecto.

Este cuadro de diálogo indica que la clave no es correcta, seleccione el botón “OK”, que permitirá acceder nuevamente al cuadro de dialogo “INGRESE LA CLAVE”, si la clave es correcta el operador podrá acceder al panel principal del programa como se muestra en la figura No. 5



FIGURA No.5 Panel Frontal Principal.

En el panel principal el operador puede seleccionar cualquiera de los cuatro botones, si desea información acerca de la función de los mismos en “AYUDA” el operador encontrará información de la función de los mismos, si desea salir del programa se puede presionar la función “SALIR DEL PROGRAMA”.

Si se oprime el botón “DATOS”, desplegará el panel frontal “ANALISIS DE DATOS” en donde no es recomendable ejecutarlo porque no se ha operado el módulo y no existirá ningunos datos por analizar.

Si se oprime el botón “OPERACIÓN” se despliega automáticamente un cuadro de diálogo en donde el operador debe poner la direcciones IP de las maquinas que se encuentran el la red como se muestra en la figura No.6

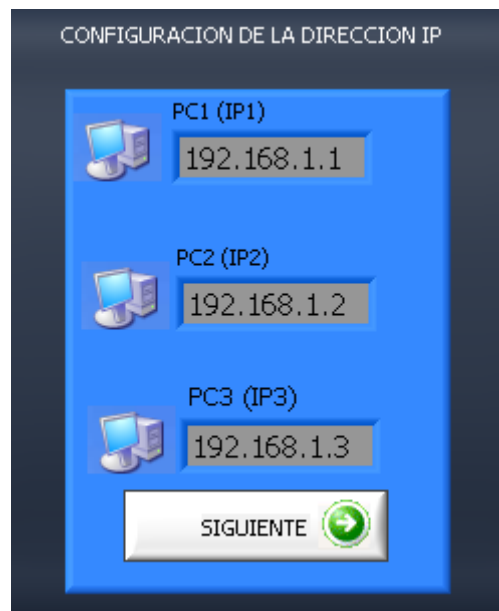


FIGURA No.6 Panel Auxiliar de la Configuración de Direcciones IP.

En el caso de que el operador no escriba ninguna dirección IP o deje vacío uno de los casilleros, el programa desplazará un cuadro de dialogo indicando que no ha llenado todos los casilleros como se muestra en la figura No.7

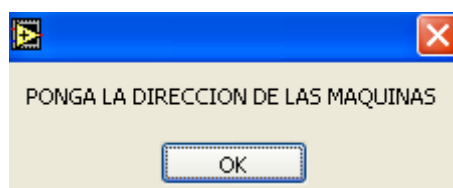


FIGURA No.7 Cuadro de dialogo Direcciones IP.

Presione el botón "OK" el cual permitirá nuevamente acceder a llenar las direcciones IP de las maquinas que están en la red.

Una vez ejecutado el paso anterior se ejecuta automáticamente el programa Data Socket Server, espere unos minutos para que corra internamente en el software de control y supervisión la ejecución se muestra en la figura No. 8

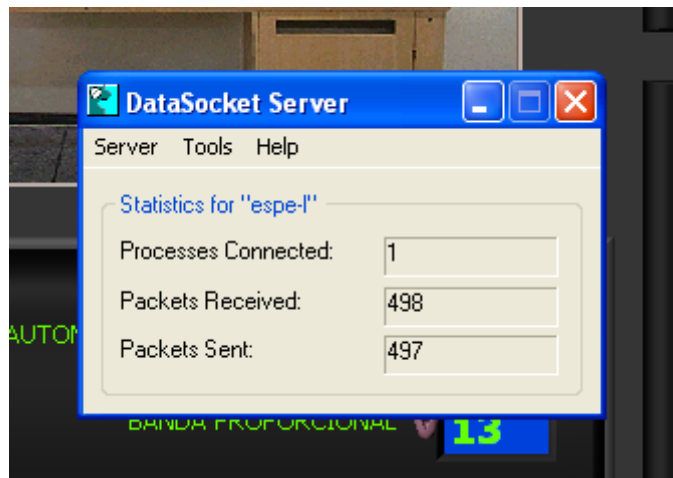


FIGURA No.8 Panel Auxiliar Data Socket Server.

Una vez ejecutado este programa se desplaza el panel principal de "OPERACION" como se muestra en la figura No.9 si usted no enciende el modulo no podrá operar el mismo, en el caso de que quiera salir de la aplicación si lo podrá presionar el botón "VOLVER AL MENU PRINCIPAL".



FIGURA No.9 Panel Frontal Operación del Modulo.

Una vez encendido el módulo el programa por defecto ingresa a controlar la temperatura del aire en forma manual como se observa en la figura anterior, el rango de control de temperatura es de 15°C hasta 70°C en forma manual o automática.

Para que la operación sea mas óptima el operador debe seleccionar el botón “AUTOMÁTICO” en se puede fijar el Setpoint deseado tanto para el caudal como de temperatura de aire.

En el caso de que se hayan disparado o se encuentren en mala operación, los circuitos de control, elevando así la temperatura fuera del rango de control que es 70 °C, el programa omite un mensaje que le modulo esta en falla como se muestra en la figura No. 10

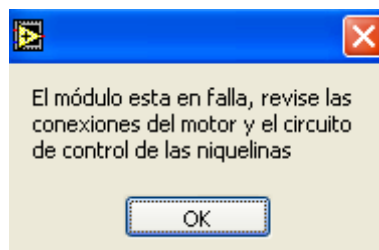


FIGURA No.10 Modulo en Falla.

Si el operador selecciona el botón “OK” el programa apaga automáticamente el módulo y resetea las variables controladas, en el caso extremo de que el operador no se de cuenta del problema, el programa espera un cierta tolerancia de tiempo y se resetea automáticamente.

En el programa de “OPERACIÓN”, el operador puede observar las variables eléctricas que ingresan de los sensores, como también las variables que se van a controlar, visualizadores gráficos, indicadores de temperatura del aire , caudal del aire , velocidad del motor, y además la fecha y hora de operación del mismo.

Procedimiento para ceder el control a los diferentes PC

1. Luego de acceder a la pantalla de operación del módulo, presione el botón “CEDER CONTROL MASTER/SLAVE”, este botón despliega un panel auxiliar como se muestra en la figura No.11.



FIGURA No.11 Ingrese su clave

En donde el operador tiene que ingresar la clave asignada, en el caso de que el password sea correcto accede a otro panel auxiliar como se muestra en la figura No. 12.

2. En este panel el operador puede ceder el control a cualquiera de los PCs, como son PC_2 y PC_3, presionando el botón correspondiente a cada uno de ellos como se muestra en la siguiente figura.



FIGURA No.12 Panel Auxiliar Ceder el control

3. Para salir del panel auxiliar presiones “SIGUIENTE”, y regresa al panel principal de OPERACIÓN.

Procedimiento para analizar los datos obtenidos.

Es procedimiento solo pueden realizar los computadores que esta supervisando el proceso, en caso que se quiera realmente dejar de operar el modulo definitivamente la computadora que realiza el control podrá analizar los datos.

1. Una vez salido de la operación después de haber presionado “VOLVER AL MENU PRINCIPAL” el operador debe oprimir el botón “DATOS” del menú principal, e ingresara al panel frontal ANALISIS DE DATOS, como se muestra en la figura No.13

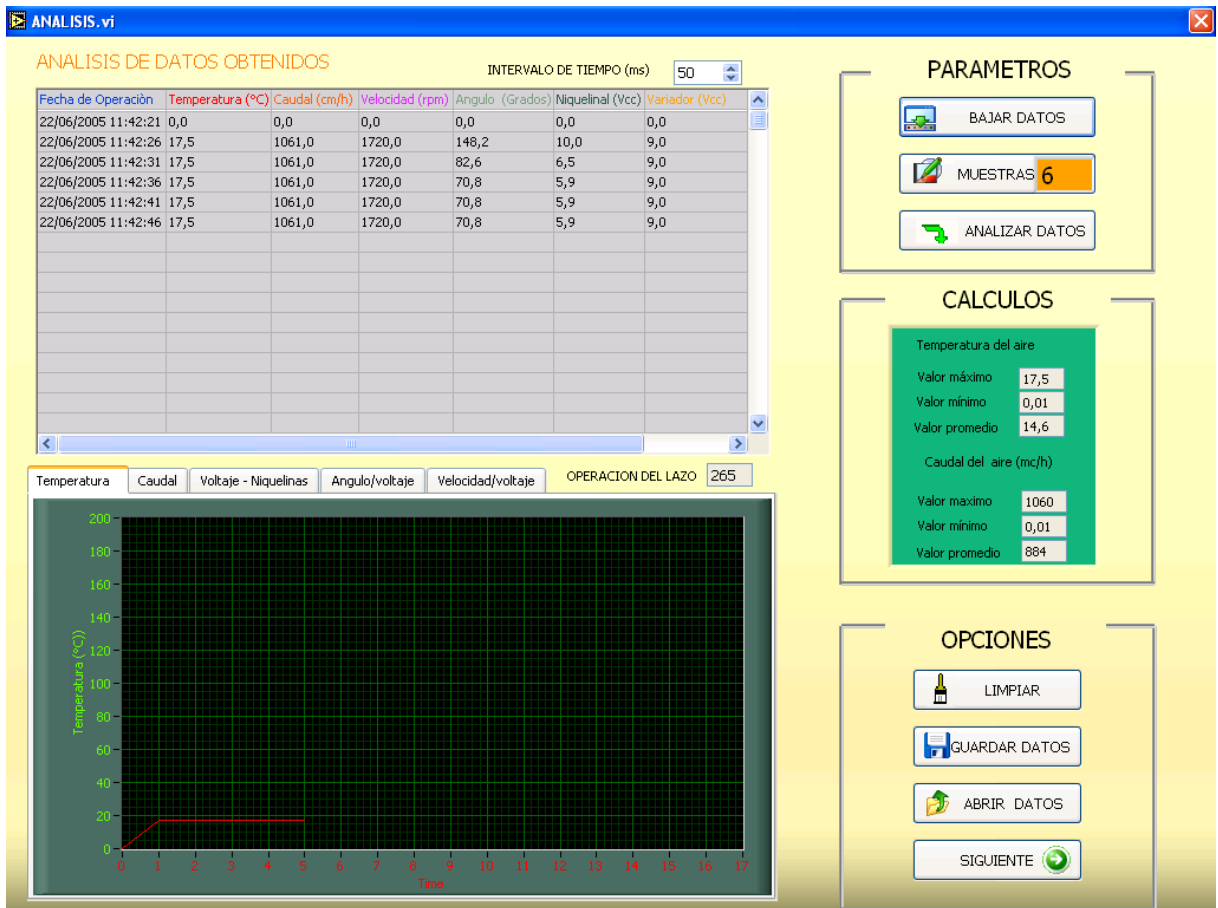


FIGURA No. 13 Panel Frontal Análisis de Datos Obtenidos.

- 2.- Seleccionar un valor numérico de 50 hasta 1000 que representa los milisegundos en los cuales se toma una muestra.
- 3.- Presione el botón “BAJAR DATOS” y automáticamente se puede visualizar los datos representados en la tabla del panel frontal.
- 4.- Presione el botón “NUMERO DE MUESTRAS”, para que se de cuenta sobre cuantas muestra se va a realizar el análisis.
- 5.- Presione el botón “ANALISIS DE DATOS”, y se va a visualizar todos los datos numéricos y gráficamente de valores mínimos, máximos, promedios de la temperatura y caudal del aire.

Procedimiento para Guardar los Datos Obtenidos.

- 1.- Luego de Presionar el botón “GUARDAR DATOS”, se desplazará el cuadro de dialogo como se muestra en la figura No 14.

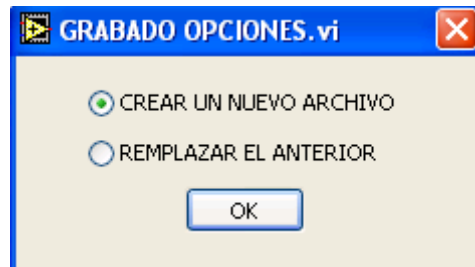


FIGURA No. 14 Cuadro de dialogo Opciones de grabado.

- 2.- Seleccione una de las opciones dependiendo de la necesidad del operador.
- 3.- Si el operador ha seleccionado la primera opción se desplazará otro cuadro de dialogo en donde se solicita el nombre del archivo nuevo y la dirección en donde desea guardar la tabla de datos.

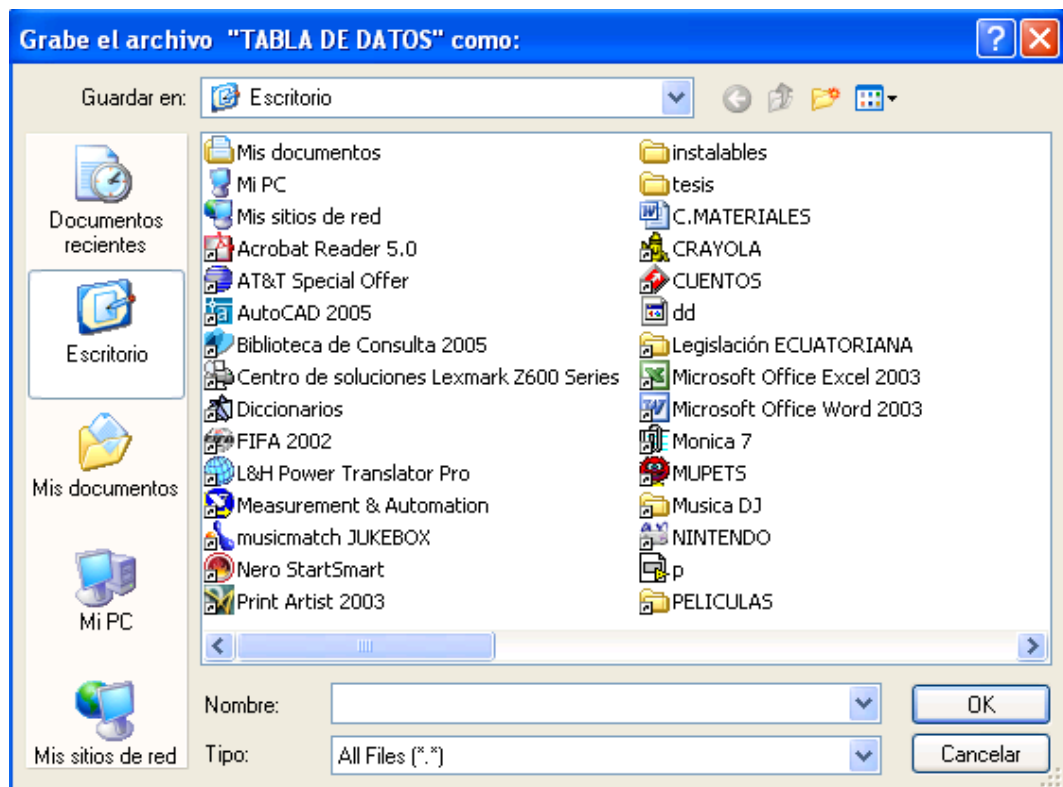


FIGURA No. 15 Cuadro de dialogo Archivo Nuevo.

Ponga el nombre del archivo, y presione OK, si el operador ha puesto el mismo nombre del archivo anterior el programa desplazará un panel auxiliar en donde le solicita reemplazar o cancelar, como se muestra en la figura No. 16

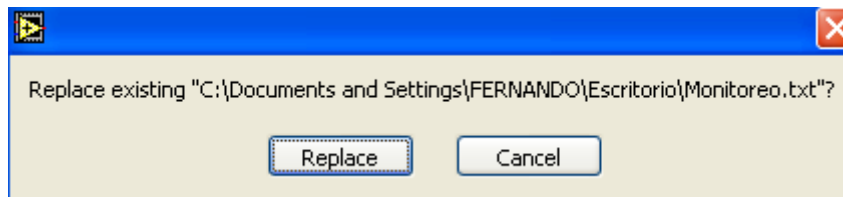


FIGURA No. 16 Mensaje de reemplazar un archivo existente

Si oprime el botón “REPLACE”, el archivo será reemplazado por el del anterior proceso, si escoge “CANCEL” regresara al cuadro de dialogo anterior y el operador grabara con otro nombre el archivo para posteriormente ser analizados.

2. Existe una especial opción que al oprimir el botón “ABRIR DATOS ” el operador puede abrir los datos directamente en Excel, y visualizar los datos sin terminar el programa de supervisión, como se muestra en la figura No 17.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
		Fecha de Operación	Temperatura (°C)	Caudal (CFM)	Velocidad (f.p.m)	Angulo Dispar.	Circuito N. (Vcc)	Voltaje Variador F.(Vcc)	
1		22/06/2005 16:26:24	39,5	40	1720,0	115,1	8,2	9	
2		22/06/2005 16:26:29	40,4	40	1720,0	123,7	8,7	9	
3		22/06/2005 16:26:34	40,5	40	1720,0	124,6	8,7	9	
4		22/06/2005 16:26:39	40,5	40	1720,0	124,6	8,7	9	
5		22/06/2005 16:26:44	40,4	40	1720,0	123,7	8,7	9	
6		22/06/2005 16:26:49	40,0	40	1720,0	73,9	6	9	
7		22/06/2005 16:26:54	42,7	40	1720,0	98,2	7,3	9	
8		22/06/2005 16:26:59	48,0	40	1720,0	141,1	9,6	9	
9		22/06/2005 16:27:04	47,7	40	1720,0	144,9	9,8	9	
10		22/06/2005 16:27:09	45,5	40	1720,0	124,1	8,7	9	
11		22/06/2005 16:27:15	43,5	40	1720,0	105,9	7,7	9	
12		22/06/2005 16:27:19	44,6	40	1720,0	116,4	8,3	9	
13		22/06/2005 16:27:24	46,9	40	1720,0	137,2	9,4	9	
14		22/06/2005 16:27:29	46,2	40	1720,0	130,6	9	9	
15		22/06/2005 16:27:34	44,6	40	1720,0	116,4	8,3	9	
16		22/06/2005 16:27:39	44,1	40	1720,0	111,3	8	9	
17		22/06/2005 16:27:44	45,1	40	1720,0	121	8,5	9	
18		22/06/2005 16:27:49	45,8	40	1720,0	126,8	8,8	9	
19		22/06/2005 16:27:55	45,3	40	1720,0	122,9	8,6	9	
20		22/06/2005 16:28:00	44,8	40	1720,0	117,9	8,4	9	
21		22/06/2005 16:28:05	44,8	40	1720,0	118,3	8,4	9	
22		22/06/2005 16:28:10	45,1	40	1720,0	121	8,5	9	
23		22/06/2005 16:28:15	45,2	40	1720,0	121,8	8,6	9	
24		22/06/2005 16:28:20	45,1	40	1720,0	120,6	8,5	9	
25		22/06/2005 16:28:25	45,0	40	1720,0	119,4	8,4	9	
26		22/06/2005 16:28:30	45,1	40	1720,0	120,6	8,5	9	
27		22/06/2005 16:28:35	45,1	40	1720,0	120,6	8,5	9	
28		22/06/2005 16:28:40	45,2	40	1720,0	121,4	8,5	9	
29		22/06/2005 16:28:45	45,2	40	1720,0	121,8	8,6	9	
30		22/06/2005 16:28:50	45,0	40	1720,0	120,2	8,5	9	
31		22/06/2005 16:28:55	44,8	40	1720,0	97,6	7,3	9	
32		22/06/2005 16:29:00	46,5	40	1720,0	107,6	7,8	9	

FIGURA No. 17 Datos Obtenidos como archivo xls.

NOTA: Los datos que se muestran en Excel son en forma de texto, por favor modificarlos a valores numéricos

Esa opción le da al operador para que pueda realizar una análisis mas completo con herramientas que posee Excel, sin tener que salir del programa de aplicación.

El botón “LIMPIAR”, como su nombre lo indica limpia todos los valores mostrados en el panel frontal de “ANALISIS DE DATOS OBTENIDOS” a fin de que el operador pueda refrescar los datos de la ultima operación.

De la misma manera al presionar “SIGUIENTE”, regresa al menú principal el operador para salir definitivamente de la aplicación, presionando el botón, “SALIR DEL PROGRAMA”.

NOTA: En el caso de estar supervisando el módulo, el procedimiento de operación es similar al programa de control, explicado en este manual, se distingue en el programa de supervisión en el envío del control a las diferentes máquinas que están en la red, que ésta característica no lo posee.

ANEXO 2

CURVAS CARACTERISTICAS DE LOS VENTILADORES CENTRIFUGOS

Type		Pressure coef. ψ	Flow coef. ϕ	Typical applications
Centrifugal impellers	Forward curved			
	High blade area Normal blade area	1.0 - 2.0	0.15 - 0.65	
	Radial blade	1.0 - 1.4	0.002 - 0.09	Washing machines Clothes dryers Assorted household appliances
Backward curved		0.50 - 1.10	0.09 - 0.30	Industrial exhaust systems Electronic-equipment cooling
Mixed-flow impellers		0.50 - 1.10	0.10 - 0.25	Room air conditioners Roof ventilators
Axial impellers	Vane axial	0.20 - 0.60	0.10 - 0.40	Aircraft air conditioning Pressurizing aircraft compartments Shipboard air conditioning
	Tube axial	0.10 - 0.30	0.10 - 0.40	Electronic-equipment cooling Aircraft air conditioning
	Propeller	High ψ Med ψ Low ψ	0.15 - 0.20 0.10 - 0.15 0.05 - 0.10	0.25 - 0.40 0.15 - 0.35 0.10 - 0.25

RENDIMIENTOS DE LOS IMPULSORES

Type		Specific speed $N_s \times 1000$ (Peak efficiency at widest part of bar)		Typical ψ	Typical ϕ							
Centrifugal impellers	Forward curved	High blade area	10 - 15	1.70	0.254							
		Normal blade area	10 - 15	1.40	0.178							
	Radial blade	10 - 14	1.0 - 1.4	0.002 - 0.09								
	Backward curved	0.60 - 1.10	0.09 - 0.30									
Mixed-flow impellers		1.00	0.112									
Axial impellers	Vane axial	60 - 100	0.10 - 0.40	*	*							
	Tube axial	100 - 200	0.10 - 0.40	*	*							
	Propeller	High ψ	100 - 200	0.15 - 0.40	0.175	0.283						
		Med ψ	100 - 200	0.15 - 0.35	0.125	0.250						
Low ψ		100 - 200	0.10 - 0.25	0.075	0.238							
Wide deviation possible within range		6	8	10	20	30	40	60	80	100	200	300

ANEXO 4

4. Control Proporcional.

Ya se menciono que el controlador proporcional entrega una potencia que varía en forma proporcional al error (SP-PV).

Para poner en marcha un controlador proporcional se deben fijar los siguientes parámetros:

- la temperatura deseada SP , por ej. SP = 200 °C
- la banda proporcional Pb, por ej. Pb = 10 %.
- el tiempo de ciclo tc, por ej. tc = 4 seg.

Por supuesto no hace falta definir el tiempo de ciclo si se va a usar una válvula motorizada como mecanismo de control.

La banda proporcional Pb se programa en el controlador como un porcentaje del SP.

Corresponde a una banda de temperatura situada por debajo del SP a lo largo de la cual, la potencia de salida variará proporcionalmente al error (SP-PV), disminuyendo cuanto más cercana sea la temperatura al SP.

Internamente el controlador realizará el cálculo del porcentaje de salida "Out" mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Out} = [100\% * E / \text{banda}]$$

$$\text{banda} = \text{Pb} * \text{SP} / 100\%$$

$$E = (\text{SP} - \text{PV})$$

- ⇒ El paréntesis [] se usa para indicar saturación, es decir que si al evaluar el interior, resulta mayor de 100%, se deja en 100% y si resulta 0 o negativo, se deja en 0%.

Para los valores del ejemplo SP=200°C y Pb=10%, la potencia determinada por el control variará a lo largo 20°C abajo del SP.

$$\text{banda} = \text{Pb} * \text{SP} / 100\% = 10\% * 200 \text{ °C} / 100\% = 20\text{°C}$$

Es decir que la banda a lo largo de la cual variará gradualmente la potencia será: 180°C...200°C.

Por ejemplo si la temperatura del horno es igual o menor de 180°C, la salida de control (potencia) será 100%.

Cuando la temperatura esté en la mitad de la banda, es decir en 190°C la salida será 50% :

$$\text{Out}\% = [100\% * E / \text{banda}] = 100\% * (200-190) / 20 = 50\%$$

Al llegar la temperatura a 200 °C la salida será 0% ∴

$$\text{Out}\% = [100\% * (200-200) / 20] = 0\%$$

jamás se estabilizará justo en el valor del SP. En la práctica se estaciona siempre en un punto dentro de la banda proporcional, produciendo así el "error estacionario".

La razón es fácil de entender recurriendo a nuestro ejemplo. Supongamos que la temperatura se estacionará en 200 °C en forma estable y permanente, entonces la salida sería 0%.

Pero siempre es necesario suministrarle al horno algo de potencia, por lo menos cómo para compensar las pérdidas de calor al medio ambiente o calor contenido en el material que sale del horno.

Es evidentemente imposible que el horno se mantenga a 200°C con los calefactores permanentemente apagados.

Luego la temperatura tiene que descender un poco, lo suficiente para que la potencia de suministrada por los calefactores sea igual a las **pérdidas de energía** del horno (energía que sale del horno).

Supongamos que para nuestro horno las pérdidas son tales que hace falta 25% de la potencia de los calefactores para mantener la temperatura alrededor del SP.

Luego la temperatura se estacionará establemente a 195°C, pues para esa temperatura la salida es 25% (ver tabla N1). Al valor del error en este punto, 5°C, se le llama **error estacionario**.

El error estacionario se puede reducir disminuyendo la banda proporcional. Dejemos como tarea al lector, el analizar la razón.

Para ello puede usar nuestro ejemplo del horno pero con $P_b = 5\%$ y calcular a que temperatura el control entregará 25% de potencia.

Pero reducir mucho la banda proporcional volverá oscilatorio nuestro sistema (más parecido a un On/Off), luego existe un límite inferior y siempre habrá algo de error estacionario.

En particular en los hornos que poseen mucha inercia térmica (mucho tiempo de retardo) se pueden presentar oscilaciones de la temperatura que solamente se podrán eliminar aumentando la banda proporcional y con ella aumentará el error estacionario.

Otro problema generado al aumentar la banda proporcional para eliminar las oscilaciones, es que el control pierde efectividad para responder rápidamente a perturbaciones externas (variaciones de la carga del horno, apertura de una puerta, etc)

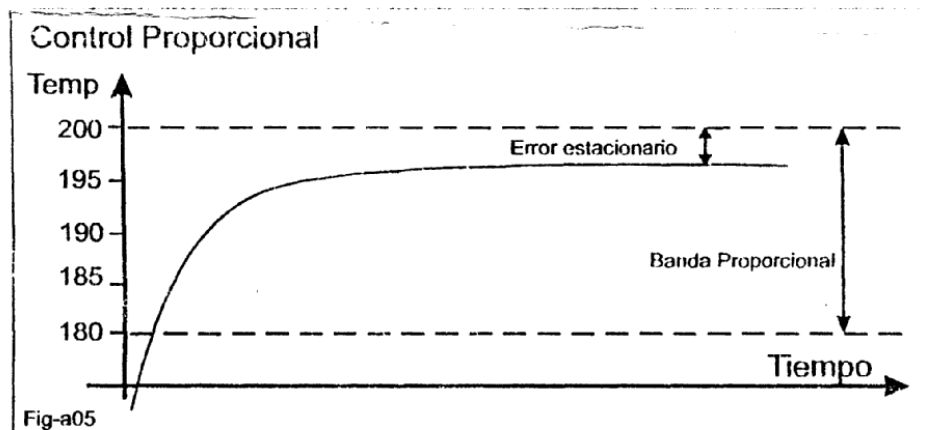
Para mejorar la respuesta a transientes del control se utiliza un control proporcional derivativo.

TABLA N1

PV °C	Error (SP-PV) °C	Potencia 100%*E/20 %
210	-10	0 %
202	-2	0 %
200	0	0 %
199	1	5 %
198	2	10 %
195	5	25 %
190	10	50 %
185	15	75 %
182	18	90 %
181	19	95 %
180	20	100 %
170	30	100 %
110	90	100 %

En la tabla N1 se observa la potencia de salida (Out%) suministrada por el controlador a distintas temperaturas para este ejemplo.

En el siguiente gráfico de temperatura vs. tiempo se observa el comportamiento típico de un control proporcional.



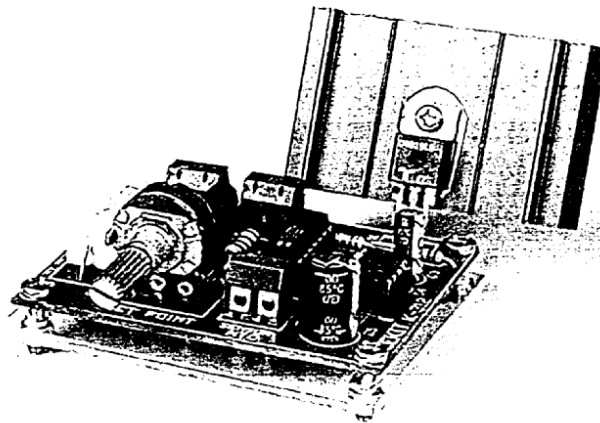
No es difícil imaginar un control On/Off como uno proporcional con $P_b=0\%$, pues cuando la temperatura está arriba del SP ($E < 0$) la salida es 0% y cuando la temperatura está abajo del SP ($E > 0$) es 100%.

- s Por lo tanto es importante tener presente que mientras menor sea la
- aa banda proporcional, el control proporcional se comportará más parecido al On/Off, es decir tenderá a presentar oscilaciones alrededor del SP.

El control proporcional presenta el problema que la temperatura

Proyecto 15

Control proporcional de temperatura



Para controlar la temperatura de una planta cualquiera que sea y considerando que la dinámica de esta variable física es lenta, generalmente se usan dos técnicas conocidas como: control ON/OFF y control proporcional; en los dos casos se realimenta el estado actual de la temperatura dentro de la planta bajo control, por medio de sensores, pero debido a la naturaleza de sus salidas se puede obtener un error o diferencial de temperatura (Δt) alrededor del punto, o valor de temperatura elegido

Especificaciones y características técnicas

- Control proporcional.
- Manejo de cargas resistivas e inductivas menores de 2 500W.
- Voltaje de alimentación entre 110 y 277VAC.
- "Set point" ajustable.
- Entrada para sensores de temperatura NTC con resistencia entre 2k y 100k
- Salida por TRIAC con disparo al cruce por cero.
- Mínima emisión de RF.

("SET POINT"), mucho menor con el control proporcional tal como puede verse en la **figura 15.1**, donde se muestra el comportamiento de la temperatura en los dos casos, por medio de

sus curvas de transferencia. La principal característica del control proporcional es la respuesta de salida del mismo, la cual depende proporcionalmente de la diferencia que haya entre la

Control proporcional de temperatura

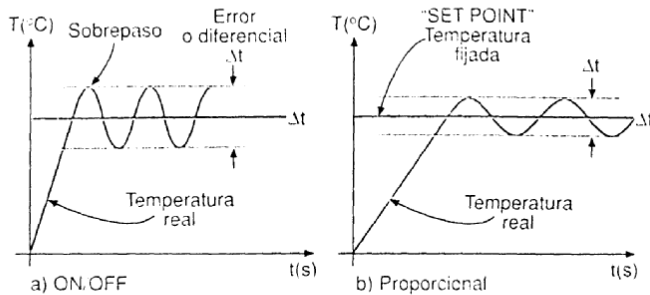


Figura 15.1 Características de transferencia de sistemas de control

temperatura elegida y la real: en la figura 15.2 se ilustra en cinco niveles de potencia el comportamiento de las señales de entrada y salida más importantes de este tipo de control, allí pueden verse: la señal de referencia en forma de rampa y la señal DC variable que es función de la temperatura. Ambas por comparación generan una salida AC de tiempo variable, que representa una variación de la potencia aplicada a la carga entre el 0% y el 100%.

El control proporcional K-312 de CEKIT, está diseñado para controlar cargas resistivas e inductivas de hasta 2 500W de potencia por me-

dio de sensores de temperatura NTC con resistencia entre 2k y 100k.

Funcionamiento

En la figura 15.3 se muestra el diagrama simplificado del control de temperatura en bloques, mientras que su diagrama esquemático se muestra en la figura 15.5. El principal componente del circuito es el switch de voltaje cero (ZVS) CA3059, que incluye una fuente DC de poder interna de 6V aproximadamente, que se obtiene directamente desde la red de distribución AC y se utiliza para alimentar circuitos de bajo consumo, tal como el de este caso, y por medio de variaciones de la

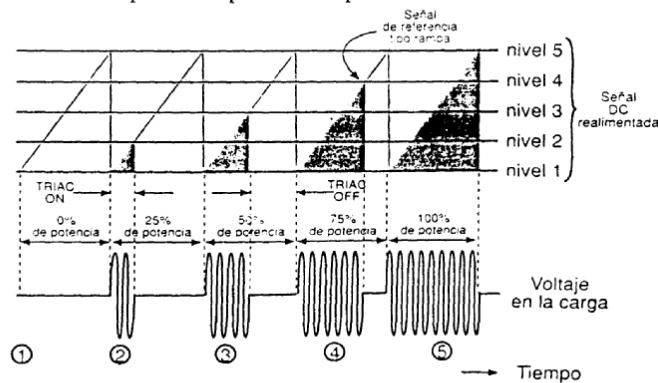


Figura 15.2 Ilustración gráfica del principio de control proporcional

resistencia en serie R2 y el condensador C5, se puede modificar su capacidad de corriente y mejorar el filtrado de la tensión.

El ZVS posee además dos entradas sensoras diferenciales, un detector de cruce por cero y un circuito para el disparo del TRIAC que incluye un circuito de protección que puede actuar inactivando la señal de disparo cuando el sensor se abre o entra en cortocircuito. Para generar la señal rampa de referencia y bajo consumo, se ha usado un temporizador 555 desde el cual se logra una señal que oscila entre 2 y 4V a una frecuencia aproximada de 3.85Hz.

La operación del circuito es simple y se fundamenta en la acción de comparación de las entradas sensoras positiva y negativa del ZVS; de esta forma mientras el nivel DC, equivalente a la variación de temperatura, sea superior a la señal de rampa, la salida del TRIAC permanecerá activa conectando la carga cuando su voltaje cruza por cero para, evitar la emisión de radio frecuencias (RF) a través de la red.

La disminución proporcional de la tensión, y por lo tanto de la potencia aplicada a la carga, se obtendrá gradualmente en la medida en que la temperatura controlada se aproxime al valor elegido y ocasione que el nivel DC de su entrada positiva también disminuya, tal como se

Control proporcional de temperatura

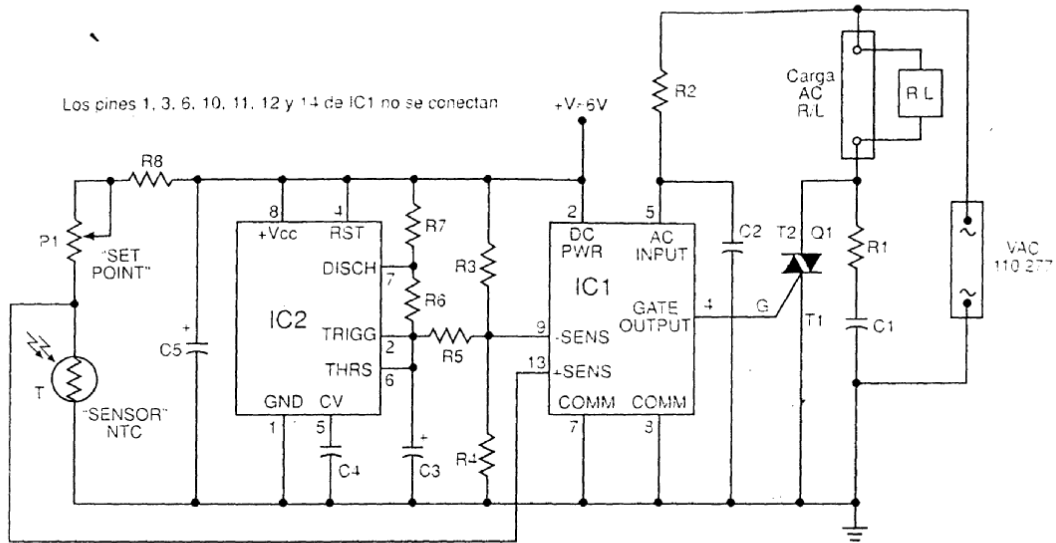


Figura 15.5 Diagrama esquemático del control proporcional de temperatura

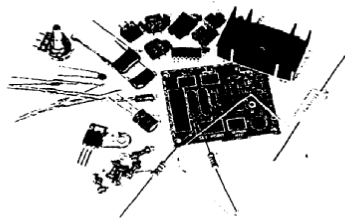


Figura 15.6 Antes de iniciar el ensamble asegúrese de tener disponibles todos los elementos de la lista de materiales y las herramientas mínimas necesarias para el montaje

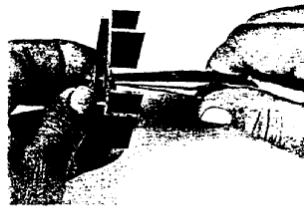


Figura 15.7 Use un disipador para el TRIAC y fíjelo usando el kit de aislamiento adecuado

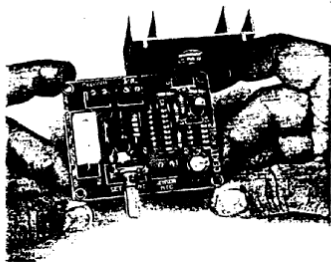


Figura 15.8 Aspecto final de la tarjeta del control proporcional, luego de finalizar el ensamble

Figura 15.9 Una aplicación del control proporcional de temperatura se ilustra en la figura adjunta, en donde se está controlando la temperatura necesaria para termoformar las películas de plástico de una empacadora al vacío



Proyecto

Curso Práctico de Electrónica Industrial y Automatización • CEKÍT

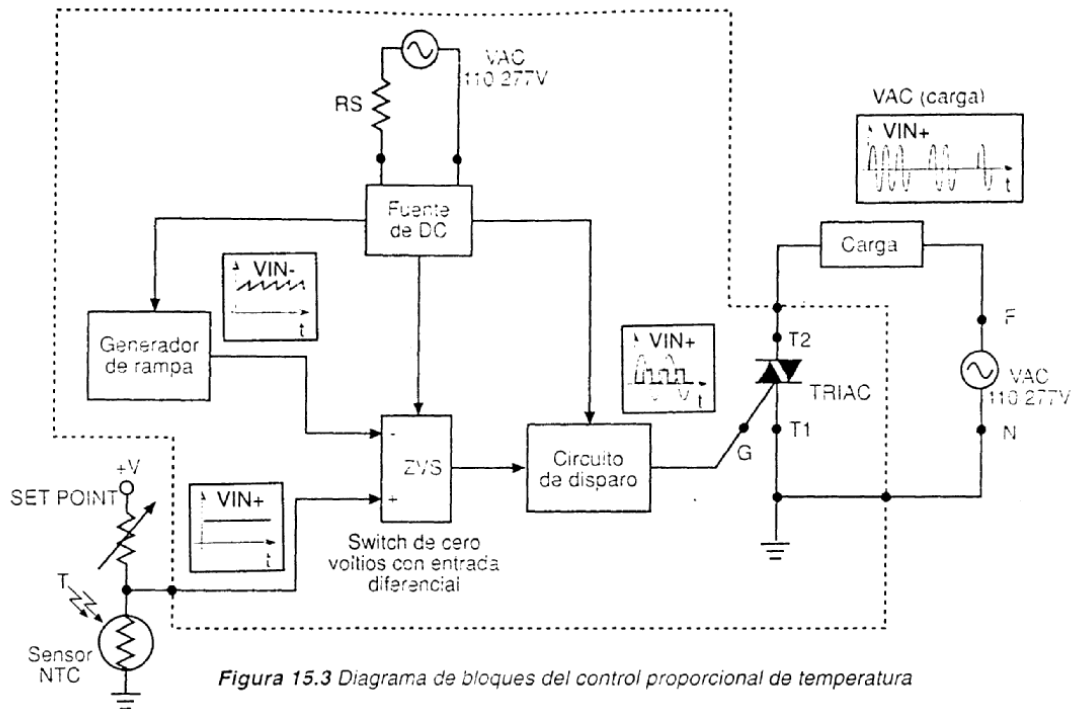


Figura 15.3 Diagrama de bloques del control proporcional de temperatura

ve en la figura 15.2. Por medio del potenciómetro P1, marcado como SET POINT, podrá prefijarse el valor de temperatura deseado y calibrarse el rango de la respuesta de salida para cada tipo de sensor NTC.

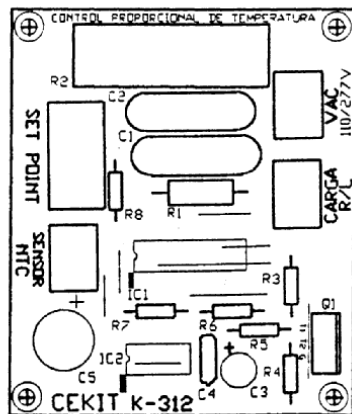


Figura 15.4 Guía de ensamble del control proporcional de temperatura K-312

Lista de materiales

Ref.	Descripción/Cantidad
IC1	Switch de voltaje cero CA3059 (1)
IC2	Circuito integrado temporizador 555 (1)
R1	Resistencia de 100 Ω - 1W (1)
R2	Resistencia de 4.7k - 5W (1)
R3, R4	Resistencias de 100k - 1/4W (2)
R5	Resistencia de 10k - 1/4 W (1)
R6	Resistencia de 1k - 1/4 W (1)
R7	Resistencia de 15k - 1/4 W (1)
R8	Resistencia de 2.7k - 1/4 W (1)
P1	Potenciómetro de 100k (1)
C1	Condensador cerámico de 0.1μF - 400V (1)
C2	Condensador cerámico de 0.22 μF - 400V (1)
C3	Condensador electrolítico de 22μF - 16V (1)
C4	Condensador cerámico de 0.1μF - 50V (1)
C5	Condensador electrolítico de 470μF - 16V (1)
Q1	TRIAC de 25A/800V, Q4015L5 (1)
K-312	Circuito impreso CEKIT (1)
	Base para circuito integrado de 14 pines (1)
	Base para circuito integrado de 8 pines (1)
	Conectores de tornillo de 2 pines para PCB (3)
	Lámina de acrílico de 2.5mmX60mmX70mm (1)
	Disipador de calor de 53mm X 35mm (1)
	Tornillos de 1/8 X1/2 con sus tuercas (4)
	Kit de aislamiento TO-220 (1)
	Separadores plásticos

ANEXO 5

ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES

Signal Conditioning Tutorial

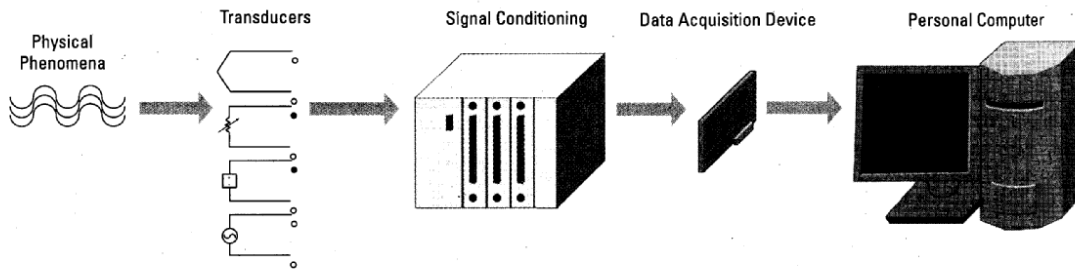


Figure 1. Signal conditioning is an important component of a PC-based DAQ system.

Introduction

PC-based data acquisition (DAQ) systems and plug-in devices are used in a very wide range of applications in the laboratory, in the field, and on the manufacturing plant floor. Typically, DAQ plug-in devices are general-purpose instruments that are well suited for measuring voltage signals.

However, most real-world sensors (transducers) generate signals that must be conditioned before a DAQ device can reliably and accurately acquire the signal. This front-end processing, referred to as signal conditioning, includes functions such as signal amplification, filtering, electrical isolation, and multiplexing. Therefore, most PC-based DAQ systems include some form of signal conditioning in addition to the plug-in DAQ device and personal computer (see Figure 1).

Sensor Conditioning

Sensors are devices that convert physical phenomena, such as temperature, strain, pressure, or light, into electrical parameters, such as voltage or resistance. Sensor characteristics define many of the signal conditioning requirements of a DAQ system.

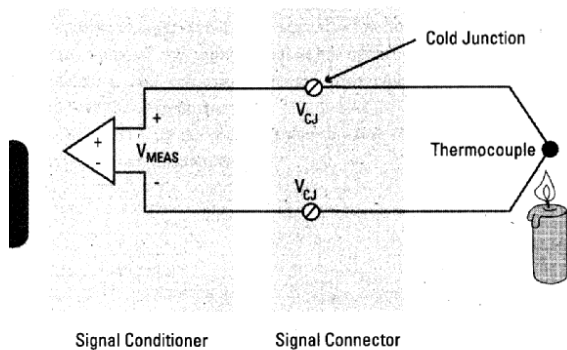


Figure 2. The connection of thermocouple wires to a measurement system creates an additional thermoelectric junction, called the cold junction, which must be compensated for with signal conditioning.

Thermocouples

The most common sensor for measuring temperature is the thermocouple. Thermocouples are inexpensive, rugged, and operate over a very wide range of temperatures, but they have some unique signal conditioning requirements.

A thermocouple operates on the principle that the junction of two dissimilar metals generates a voltage that varies with temperature. However, connecting the thermocouple lead to the wire that connects it to the measurement device creates an additional thermoelectric junction, referred to as the cold junction. The actual measured voltage, V_{MEAS} , includes both the thermocouple voltage and the cold-junction voltages (V_{CJ}) (see Figure 2). The method of compensating for these unwanted cold-junction voltages is called cold-junction compensation.

Most NI signal conditioning products compensate for cold-junctions by using an additional sensor, such as a thermistor or an IC sensor, placed on the signal connector or terminal block to directly measure the ambient temperature at the cold junction. Software then computes the appropriate compensation for the unwanted thermoelectric voltages.

Sensitivity and noise are also important measurement issues when using thermocouples. Thermocouple output levels are low and change only 7 to 50 μV for every 1 $^{\circ}C$ change in temperature, making the signals very susceptible to the effects of electrical noise. Therefore, thermocouple conditioners include lowpass noise filters for suppressing 50 and 60 Hz noise, high-gain instrumentation amplifiers to boost the signal level, and open-thermocouple detection circuitry to alert you of any nonworking or missing thermocouples.

RTDs

Another common temperature-sensing device is the resistance-temperature detector (RTD), a device whose resistance increases with temperature. The most popular RTD type is made of platinum and has a nominal resistance of 100 Ω at 0 $^{\circ}C$. Because an RTD is a resistive device, you must pass a current through the RTD to produce a voltage that a DAQ device can measure. With relatively low resistance (100 Ω) that changes only slightly with temperature (less than 0.4 $\Omega/^{\circ}C$), RTDs

Signal Conditioning Tutorial

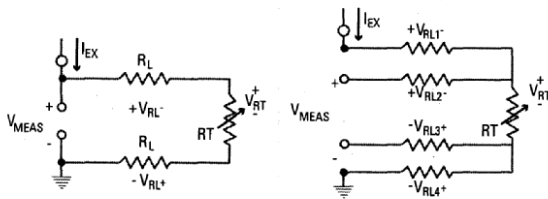


Figure 3. Errors caused by lead wire resistance, R_L , are minimized by using a 4-wire measurement for RTDs.

require signal conditioners with high-precision excitation current sources, high-gain amplifiers, and provisions for 4 and 3-wire measurements that minimize lead error effects (see Figure 3).

Strain Gauges

The strain gauge is a device commonly used in mechanical testing and measurement. The most common strain gauge, the bonded-resistance strain gauge, consists of a grid of very fine foil or wire whose electrical resistance varies linearly with the strain applied to the device. When using a strain gauge, you bond the strain gauge to the device under test, apply force, and measure the strain by detecting changes in resistance. Strain gauges are also used in sensors that detect load, force, or other derived parameters, such as acceleration, pressure, and vibration.

Because strain measurement requires detecting very small changes in resistance, the Wheatstone bridge circuit is used predominantly. The Wheatstone bridge circuit consists of four resistive elements with a voltage excitation supply applied to the ends of the bridge. Strain gauges can occupy one, two, or four arms of the bridge, with any remaining positions filled with fixed resistors. Figure 4 shows a configuration with a half-bridge strain gauge consisting of two strain elements, R_{G1} and R_{G2} , combined with two fixed resistors, R_1 and R_2 . Accurate/stable excitation, remote sense of excitation, offset null compensation, and shunt calibration are forms of signal conditioning necessary for accurate strain measurements.

LVDTs

A linear voltage differential transformer (LVDT) is a device commonly used to measure linear displacement. All LVDTs consist of a stationary coil assembly and a movable core (see Figure 5). The coil assembly houses a primary and two secondary windings. The core, a steel rod of

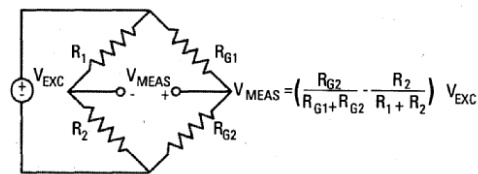


Figure 4. Strain gauges are measured in a Wheatstone bridge configuration.

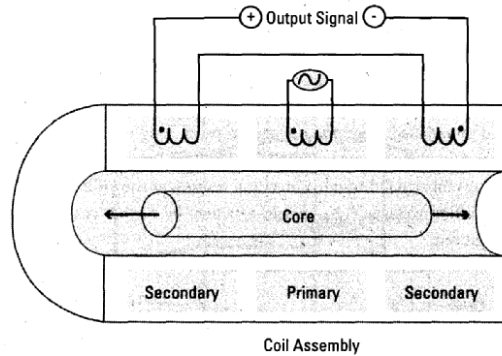


Figure 5. Cross-Section of an LVDT

high magnetic permeability, is smaller in diameter than the internal bore of the coil assembly, so you can mount the rod and assure that no contact is made with the coil assembly. Thus the rod can move back and forth without friction or wear. LVDTs require the following types of signal conditioning: AC excitation, demodulation, amplification, and filtering.

Accelerometers

An accelerometer is a device commonly used to measure acceleration and vibration (see Figure 6). It consists of a known mass attached to a piezoelectric element. As the accelerometer moves, the mass applies force to the element, generating a charge. By reading this charge, you can determine acceleration. Accelerometers are directional, measuring acceleration along only one axis. To monitor acceleration in three dimensions, choose a multi-axis accelerometer.

Two types of accelerometers are available – passive and active. Passive accelerometers send out the charge generated by the piezoelectric element. Because the signal is very small, passive accelerometers require a charge amplifier to boost the signal and serve as a very high impedance buffer for your DAQ device. Active accelerometers include internal circuitry to convert the accelerometer charge into a voltage signal, but require a constant current source to drive the circuitry amplification and high and low-pass filtering.

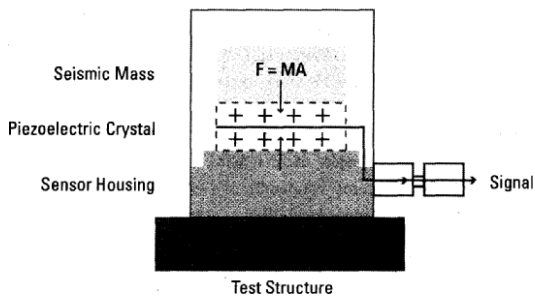


Figure 6. Accelerometer

Signal Conditioning Tutorial

Current Signals

Many devices or transmitters used in process control and monitoring applications generate a current signal, usually 0 to 20 mA or 4 to 20 mA. Current signals are used because they are more immune to errors caused by radiated noise and voltage drops on long wire runs. Signal conditioners convert current signals to a voltage signal by passing the input current signal through a precision resistor, as shown in Figure 7. The resulting voltage, $V_{MEAS} = I_S R$, can then be further conditioned and digitized.

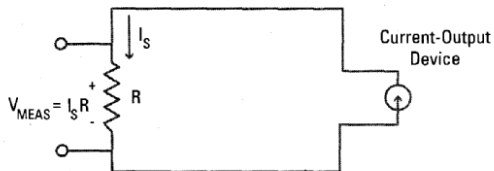


Figure 7. Process current signals, usually 0 to 20 mA or 4 to 20 mA, are converted to voltage signals using precision resistors.

General Signal Conditioning Functions

In addition to handling specific transducers, signal conditioners perform a variety of general-purpose conditioning functions to improve the quality, flexibility, and reliability of your measurement system.

Signal Amplification

Because real-world signals are often very low in amplitude, signal conditioning can improve the accuracy of your data. Amplifiers boost the level of the input signal to better match the range of the analog-to-digital converter (ADC), thus increasing the resolution and sensitivity of the measurement. While many DAQ devices include onboard amplifiers for this reason, many sensors, such as thermocouples, require additional amplification.

In addition, using external signal conditioners located closer to the signal source, or sensor, improves the signal-to-noise ratio of the measurement by boosting the signal level before it is affected by environmental noise.

Filtering

Signal conditioners can include filters to reject unwanted noise within a certain frequency range. Almost all DAQ applications are subject to some degree of 50 or 60 Hz noise picked up from power lines or machinery. Therefore, most conditioners include lowpass filters designed specifically to provide maximum rejection of 50 or 60 Hz noise. For example, the NI SCXI-1125 module includes a lowpass filter with a cutoff bandwidth of 4 Hz so that rejection of 50 or 60 Hz noise is maximized (90 dB).

Another common use of filters is to prevent signal aliasing – a phenomenon that arises when a signal is undersampled (sampled too slowly).

Isolation

Improper grounding of the system is one of the most common causes of measurement problems, noise, and damaged DAQ devices. Isolation removes common-mode voltage errors, typically caused by differences in ground potentials (see Figure 8).

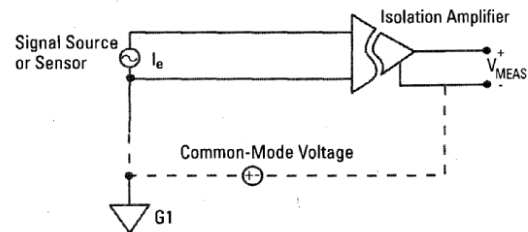


Figure 8. Isolation removes common-mode voltage errors, typically caused by differences in ground potentials.

Multiplexing

Most plug-in DAQ devices include eight differential or 16 single-ended analog input channels, with some options as high as 64 single-ended channels. External signal conditioners with multiplexing can economically expand the capacity of the DAQ device to handle large numbers of channels. For example, SCXI modules multiplex conditioned signals onto the SCXIbus in the backplane of the chassis for connection to a digitizing DAQ device (see Figure 9). In this way, you can condition and multiplex up to 3,072 analog input channels and digitize them with a single DAQ device.

Matrix Switching

Matrix switching offers greater flexibility by programmatically routing signals and sources to and from different test units. A matrix device is described in terms of columns and rows. Test I/O lines are typically connected to the columns and test equipment is typically connected to the rows. You can programmatically route any row or rows to any column or columns by closing the corresponding relays. You can route a single row to several columns or a single column to a group of rows. With such a configuration you can drive or sense any I/O signal connected to the system without reconnecting any wires.

Digital Signal Conditioning/General-Purpose Switching

Digital or discrete signals also have conditioning needs. Most commonly, digital I/O devices either drive or sense TTL and CMOS-compatible 5 V logic levels. Relays of some sort are required to interface with real-world switching levels. General-purpose switching means controlling the state of an electromechanical or solid-state relay with a digital output signal from a DAQ device. The relay, which is equipped to handle higher power than the DAQ device, also isolates these power signals from your computer. With general-purpose switching, you can control devices such as external motors, heaters, solenoid valves, and lamps.

Signal Conditioning Tutorial

Simultaneous Sample and Hold

Simultaneous sample and hold (SS/H) signal conditioning provides multiplexing DAQ devices the ability to return synchronized samples of all channels with negligible skew time between channels. SS/H signal conditioning is performed with track-and-hold (T/H) circuitry. The outputs of the T/H amplifiers follow their inputs (also called "tracking" the inputs) until they receive a hold signal from the DAQ device. All channels with T/H circuitry (even on different SCXI modules) hold their signal at the same time. The DAQ device then digitizes the signal of each channel, giving you simultaneous sampling between channels since no time elapsed between when each signal was held. All signals are then released and the T/H circuitry output returns to tracking the input signal. For accurate measurements, you can use the following equations to calculate the maximum sampling rate when scanning SCXI systems with at least one SS/H module in your scan list.

NI-DAQmx

Maximum SS/H Sampling Rates (multiplexed mode)

$$\text{sampling rate} = \frac{1}{(\text{hold time}) + [(\text{no. of channels}) - 1] \times \left\{ \begin{array}{l} \text{greater of} \\ \text{or} \\ \text{(MST}_M\text{)} \\ \text{(MST}_S\text{)} \end{array} \right\} + (\text{track time})}$$

Maximum SS/H Sampling Rates (parallel mode)

$$\text{sampling rate} = \frac{1}{(\text{hold time}) + [(\text{no. of channels}) - 1] \times (\text{MST}_M) + (\text{track time})}$$

NI-DAQ Traditional

Maximum SS/H Sampling Rates (multiplexed mode)

$$\text{sampling rate} = \frac{1}{(\text{no. of channels}) \times \left\{ \begin{array}{l} \text{(hold time)} \\ \text{or} \\ \sqrt{(\text{MST}_M)^2 + (\text{MST}_S)^2} \end{array} \right\} + (\text{track time})}$$

Maximum SS/H Sampling Rates (parallel mode)

$$\text{sampling rate} = \frac{1}{(\text{no. of channels}) \times (\text{MST}_M) + (\text{track time})}$$

Equation Definitions

Sampling rate – frequency of acquisition of all channels

Hold time – time between holding all the SS/H channels and the time the first AD conversion occurs (3 μ s)

Number of channels – the total number of channels being sampled in the scan list (SS/H or not)

Minimum settling time of MIO – $\text{MST}_M = \frac{1}{(\text{maximum sampling rate of MIO})}$
(minimum interchannel delay)

Minimum settling time of SCXI – $\text{MST}_S = \frac{1}{(\text{maximum mux rate})}$
(minimum SCXI scan interval: 3 μ s for 12 bit MIO, 10 μ s for 16 bit MIO)

Track time – time the minimum time between the last AD conversion of the current scan the hold of SS/H channels of next scan (7 μ s) (>7 μ s for 12 bit, 10 μ s for 16 bit)

For a list of recommended third-party sensor vendors, see page 353.

For more information on Plug and Play sensors, visit ni.com/sensors.

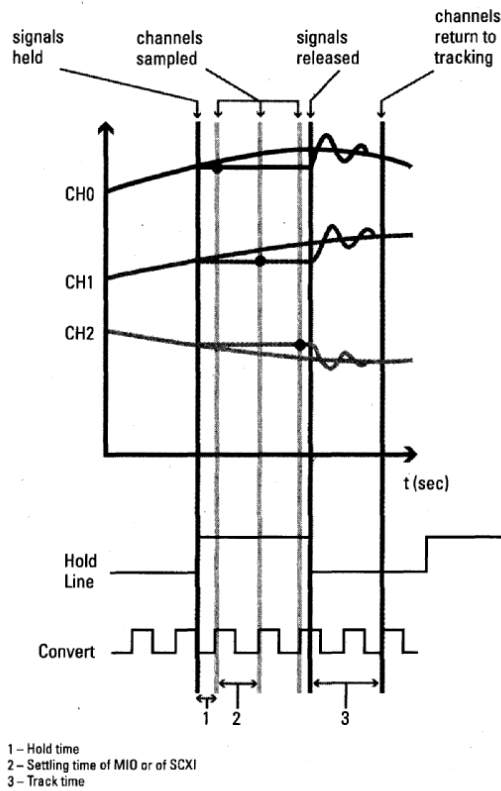


Figure 9. An example of signals during SS/H sampling.

ANEXO 6

REDES INDUSTRIALES

Industrial Communications Tutorial

FOUNDATION Fieldbus

Overview

FOUNDATION Fieldbus is an industrial network designed specifically for distributed process control applications. The Fieldbus Foundation – an organization of more than 120 companies that make up more than 80 percent of the world's supply of automation systems, devices, and services – created this network. FOUNDATION Fieldbus is based on existing technologies wherever possible, including work of the International Society for Measurement and Control (ISA) and the International Electrotechnic Committee (IEC) standards committees – PROFIBUS, FIP, and HART.

Technology

FOUNDATION Fieldbus technology consists of the physical layer, the communications stack, and the user layer. FOUNDATION Fieldbus does not implement layers 3, 4, 5, and 6 of the OSI model because the services of these layers are not required in a process control application.

Physical Layer

FOUNDATION Fieldbus uses two physical layers, H1 (31.25 kb/s) standardized by ISA/IEC (ISA S50.02-1992, IEC 61158-2) and High-Speed Ethernet (HSE, IEC 61158-2)), which runs the same Fieldbus protocol over 10 or 100 Mb/s Ethernet.

Communications Stack

The Communication Stack performs the services required to interface the user layer to the physical layer. Several characteristics and functions of the data link layer are key to the distributed, real-time capabilities of FOUNDATION Fieldbus:

- The data link layer is a token-passing protocol
- The link-active scheduler (LAS) is a device that acts as the centralized arbitrator of the bus and makes possible deterministic control and communication
- The LAS synchronizes all devices to a common time
- Control can be passed between multiple link masters, providing redundancy on the Fieldbus

User Layer – FOUNDATION Fieldbus defines a unique communication layer called the user layer. The user layer does not exist in the OSI communication stack model. The user layer defines an interface by which you can communicate with a device through a set of blocks rather than as a collection of simple data points. Three types of blocks make up the FOUNDATION Fieldbus user layer:

Resource Block – describes characteristics of devices such as name, manufacturer, and serial number

Function Blocks – provide the control and I/O behavior of a device

Transducer Blocks – decouple function blocks from the functions required to read/write local inputs/outputs

FOUNDATION Fieldbus defines standard sets of function blocks; there is a set of 10 for the most basic control and I/O functions. Other function blocks are being defined both by the Fieldbus Foundation and by individual manufacturers.

You can create applications on the Fieldbus by connecting the inputs and outputs of function blocks. In addition to specifying how these blocks talk to one another over the bus, FOUNDATION Fieldbus also specifies how you can precisely schedule the time at which these blocks execute. The function blocks themselves reside in individual devices, but the overall scheduling of execution is specified and executed across the network.

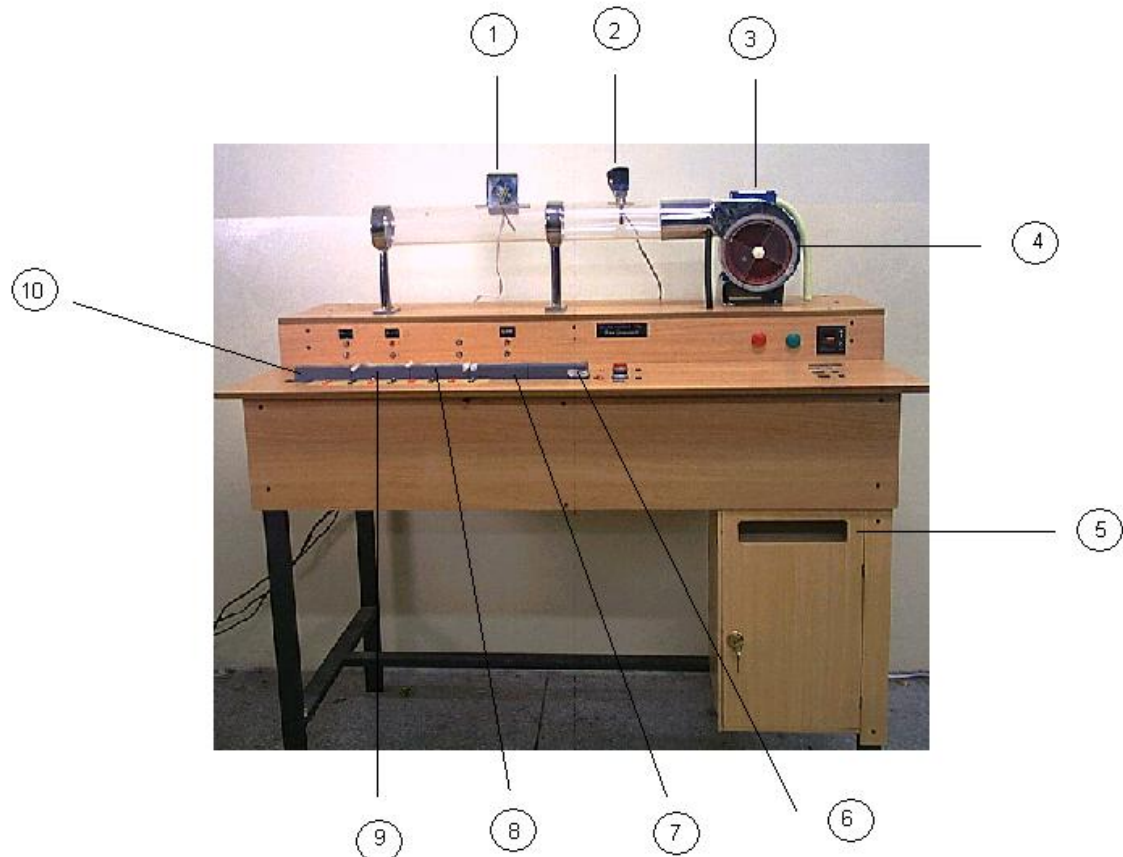
Because of the ability to interconnect different functions – even control algorithms – that reside within the field devices themselves, FOUNDATION Fieldbus actually provides an architecture for distributing control into the field rather than concentrating the control in centralized controllers.

Device Descriptions

A second important feature of the FOUNDATION Fieldbus user layer is device descriptions. With FOUNDATION Fieldbus, the device description (DD) is the mechanism that delivers interoperability. A DD is a standardized description of the functions available in a device. Using the DD, the host in a control system (for example, a Windows NT-based HMI) can obtain the information necessary to create the human interface for interacting with the device to configure parameters and to perform calibration, diagnostics, and other functions.

ANEXO 7

PARTES PRINCIPALES SISTEMA HVAC



- 1.- Sensor de Flujo.
- 2.- Sensor de Temperatura Pt_100.
- 3.- Motor Trifásico
- 4.- Ventilador Centrífugo.
- 5.- Hub (100 Mbps)
- 6.- Salidas Digitales FP_410.
- 7.- Entradas Digitales FP_330.
- 8.- Salidas Análogas FP_210.
- 9.- Entradas Análogas FP_110
- 10.- FieldPoint 1601.