

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL EJERCITO SEDE LATACUNGA
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRONICA**

**Proyecto de grado para la obtención del título en Ingeniería de Ejecución en
Electrónica e Instrumentación**

**CONTROL Y MONITOREO MEDIANTE LABVIEW DE UN SISTEMA
NEUMATICO DE PRODUCCION**

MARCO ANTONIO ORTIZ VALVERDE

**Latacunga – Ecuador
2005**

CERTIFICACION

Certificamos que el presente trabajo fue realizado por el señor Marco Antonio Ortiz Valverde bajo nuestra dirección.

Director
Ing. Julio Acosta

Codirector
Ing. José Bucheli

DEDICATORIA

A mi familia: Paulina, Sebastián y Josué.

AGRADECIMIENTO

Espiritualmente a mis dos Madres que me guían y me cuidan, y al padre Remo por confiar en mi proyecto de investigación.

INDICE

	Pags.
CAPITULO I.	
LABVIEW / DSC	
1.1 INTRODUCCIÓN.	1
1.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LABVIEW	1
1.3 SERVIDORES OPC.	4
1.4 UTILIZACIÓN DEL TOOLKIT DSC DE LABVIEW.	5
1.4.1 CREACIÓN DE TAGS.	6
1.4.2 UTILIZACIÓN DE TAGS DESDE LABVIEW.	9
1.4.3 VISUALIZACIÓN DE TENDENCIAS.	11
1.4.4 ALMACENAMIENTO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS.	14
1.4.5 ALARMAS Y EVENTOS.	15
1.4.6 SEGURIDAD.	17
1.5 DATASOCKET.	17
1.5.1 COMO TRABAJA DATASOCKET.	18
1.5.1.1 DATASOCKET API.	18
1.5.1.2 DATASOCKET SERVER	19
CAPITULO II	
COMUNICACIONES EN ENTORNOS INDUSTRIALES.	21
2.1 INTRODUCCIÓN.	21
2.2 COMUNICACIONES PC – AP.	22
2.3 PRINCIPALES PROTOCOLOS DE COMUNICACION.	23
2.3.1 HART (HIGHWAY ADDRESSABLE REMOTE TRANSDUCER)	23
2.3.2 MODBUS.	23
2.3.3 DEVICENET	23
2.3.4 AS-I (ACTUADOR SENSOR-INTERFACE)	23
2.3.5 PROFIBUS Y FIELDBUS FOUNDATION (FF).	23
2.3.6 ETHERNET INDUSTRIAL	24
2.4 COMUNICACIONES EN LA INDUSTRIA.	24
2.4.1 FF - FUNNDATION FIELDBUS	25
2.4.1.1 EL NIVEL FÍSICO.	26

2.4.1.2	EL STACK.	27
2.4.1.3	NIVEL DEL USUARIO	27
2.4.2	PROFIBUS	29
2.4.3	PROFIBUS-DP	29
2.4.4	PROFIBUS-PA	29
2.4.5	PROFIBUS-FMS	30
2.5	SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LOS PROCESOS.	30
2.5.1	SISTEMA SCADA	31
2.5.2	SOFTWARE SCADA	31
2.5.3	SISTEMA SCADA CON OPC	34
2.6	CONTROL DE TIEMPO REAL	35
2.6.1	TIEMPO DE LAZO DE CONTROL	36
2.6.2	DETERMINISMO	36
2.6.3	JITTER	36
2.6.4	LATENCIA.	36
2.6.5	“HARD REAL-TIME” Y “SOFT REAL-TIME”	37
2.7	SISTEMAS OPERATIVOS DE TIEMPO REAL.	37
2.7.1	SISTEMAS DE TIEMPO REAL NI.	38
2.7.1.1	SOFTWARE RT	38
2.7.1.2	HARDWARE RT	39
2.7.1.3	APLICACIÓN	39
CAPITULO III.		
	MANUAL DE LA TARJETA PC-DIO-24/PNP	40
3.1	INTRODUCCION.	40
3.2	EL PC-DIO-24/PnP.	40
3.3	OPCIONES EN LA PROGRAMACION DEL SOFTWARE	41
3.3.1	SOFTWARE DE LA NATIONAL INSTRUMENTS.	41
3.3.2	SOFTWARE MANEJADOR NI-DAQ	42
3.4	MANEJO DE LA TARJETA AL DESEMPACAR	43
3.5	INSTALACION Y CONFIGURACION.	43
3.6	CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE	44
3.6.1	SELECCIÓN DE INTERRUPTIÓN Y DIRECCIÓN DE LA	

BASE I/O	44
3.7 CONECCION DE SEÑALES.	45
3.7.1 CARACTERISTICAS DE LA SEÑALES	46
3.7.2 ASIGNACION DE LOS PINES DEL PUERTO C.	46
3.7.3 CONECCION DE LA SEÑALES DIGITALES I/O.	47
3.8 TEORIA DE OPERACIÓN	48
3.9 82C55A. INTERFASE PERIFÉRICA PROGRAMABLE	50
3.10 ESPECIFICACIONES:	50
3.10.1 DIGITAL I/O.	51
3.10.2 SEÑALES DE ENTRADA	51
3.10.3 SEÑALES DE SALIDA.	51
3.10.4 PODER REQUERIDO	52
3.10.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	52
3.10.6 PROPORCIONES DEL TRASLADO	52
 CAPITULO IV.	
SENSORES	54
4.1 INTRODUCCION.	54
4.2 TÉRMINOS RELACIONADOS CON LOS SENSORES.	54
4.2.1 CARACTERISTICAS DE UN SENSOR.	54
4.2.2 COMPONENTES DE UN SENSOR.	55
4.2.3 SISTEMA SENSOR.	55
4.2.4 SISTEMA MULTI-SENSOR.	56
4.2 SEÑALES TÍPICAS DE SALIDA DE LOS SENSORES.	56
4.3.1 Tipo A:	56
4.3.2 Tipo B:	57
4.3.3 Tipo C:	57
4.3.4 Tipo D:	57
4.3.5 Tipo E:	58
4.3.6 SENSORES BINARIOS Y ANALÓGICOS.	58
4.3 SENSORES DE PROXIMIDAD.	59
4.4.1 VENTAJAS DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD	59
4.4.2 TENSION DE FUNCIONAMIENTO	62

4.5	CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD	62
4.5.1	EJEMPLOS DE APLICACION.	63
4.6	SENSORES DE PROXIMIDAD REED	65
4.6.1	FUNCIONAMIENTO:	65
4.6.2	OBSERVACIONES SOBRE LA DISPOSICION.	67
4.6.3	EJEMPLO DE APLICACIÓN	68
4.7	SENSORES DE PROXIMIDAD INDUCTIVOS.	70
4.7.1	FUNCIONAMIENTO	70
4.7.2	CARACTERISTICAS TECNICAS	71
4.7.3	EJEMPLO DE APLICACIÓN	72
4.8	SENSORES DE PROXIMIDAD CAPACITIVOS.	73
4.8.1	FUNCIONAMIENTO.	73
4.8.2	CARACTERISTICAS TECNICAS	76
4.8.3	OBSERVACIONES SOBRE LA APLICACIÓN.	76
4.8.4	CONSIDERACIONES EN LA APLICACIÓN.	77
4.8.5	EJEMPLOS DE APLICACIÓN.	77
CAPITULO V		
	PROYECTO	79
5.1	INTRODUCCION	79
5.2	DESCRIPCION DE LA ESTACION NEUMATICA.	80
5.3	POGRAMACION DEL PROCESO EN LABVIEW.	81
5.3.1	DIO Port Config.	82
5.3.2	DIO Port Write	82
5.3.3	DIO Port Read.	83
5.4	VIRTUALIZACION DEL PROCESO.	85
5.5	ACONDICIONAMIENTO DE LAS SEÑALES I/O.	87
5.6	CONEXIÓN EN LA RED DEL PROCESO.	89
5.7	FUNCIONAMIENTO.	92
CAPITULO VI		
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
6.1	CONCLUSIONES	95

6.2 RECOMENDACIONES

96

BIBLIOGRAFIA

98

CAPITULO I

LABVIEW / DSC

1.1 INTRODUCCIÓN.

En el capítulo siguiente se describe características importantes de LabVIEW/DSC, una explicación paso a paso de la forma de trabajar con esta nueva herramienta de programación, a demás se ha tomado como ejemplo el control de un motor mediante LabVIEW y el control neumático de producción, ambos con diferentes tipos de variables, obteniendo una visión más amplia al momento de tomar criterios en el diseño final, tema de este trabajo. Ambos ejemplos son de aplicación industrial y ampliamente utilizados en estos campos.

1.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LABVIEW

Tanto el control de un motor como el control neumático de producción están orientado a la automatización industrial utilizando como herramienta de desarrollo LabVIEW, misma que se basa en la utilización de los siguientes elementos:

1. Servidores OPC (OLE for Process Control) que se encargan de manejar el hardware del sistema de adquisición de datos y control. Estos servidores permiten gestionar en alto nivel autómatas, sistemas de adquisición de datos distribuidos, tarjetas de adquisición de datos, instrumentos de medida y control que utilizan protocolos industriales de diferentes tipos como MODBUS, etc.

2. El modulo DSC (Data and Supervision Control) que permite implementar sistemas de control, adquisición y supervisión (SCADA) de una manera sencilla.

Este modulo añade herramientas de desarrollo en LabVIEW para:

1. Configurar el sistema de medida y control.
2. Realizar históricos y gráficos de tendencia.
3. Fijar alarmas y eventos.
4. Proporcionar seguridad en el acceso al sistema.
5. Comunicar LabVIEW con autómatas comerciales, Servidores OPC y otros dispositivos de control.

Los sistemas SCADA basado en LabVIEW y OPC Server utilizan TAGs para identificar puntos de I/O en el sistema de medida y control. Cada variable que se desea medir, controlar y supervisar esta representada por un identificador o TAG. Por ejemplo cuando se desea medir una temperatura de una RTD, este punto de medida se identifica mediante un nombre que a partir de ahora se denominara TAG. Para obtener información de todos los TAGs de un sistema SCADA se utiliza un TAG Engine que se encarga de leer y escribir en todos los puntos de I/O que se hayan definido sin necesidad de que el usuario lo programe. Las tareas que ejecuta este TAG Engine son:

1. Establecer la comunicación con los dispositivos del sistema.
2. Escalar e inicializar los datos.
3. Procesa las alarmas.
4. Almacenar mensajes y eventos en una base de datos histórica.

Para ejemplificar como se desarrolla una aplicación utilizando LabVIEW, el modulo DSC y los servidores OPC, la Figura 1-1 muestra el interfaz de usuario de una aplicación en la que se controla la velocidad en RPM de un motor. Para ello se utilizan dos TAGS, denominados MotorRPMSetPoint y MotorRPMSensor, que se encargar de actuar sobre el motor y de medir la velocidad real de este respectivamente. Estos TAGS están controlados por el Servidor OPC

correspondiente, que en este caso es un Servidor simulado, pero que perfectamente podría tratarse de dos variables en un autómata cualquiera. El gráfico Evolución RPM esta representando los valores de RPM fijados y la evolución del motor detectada por el sensor de RPM.

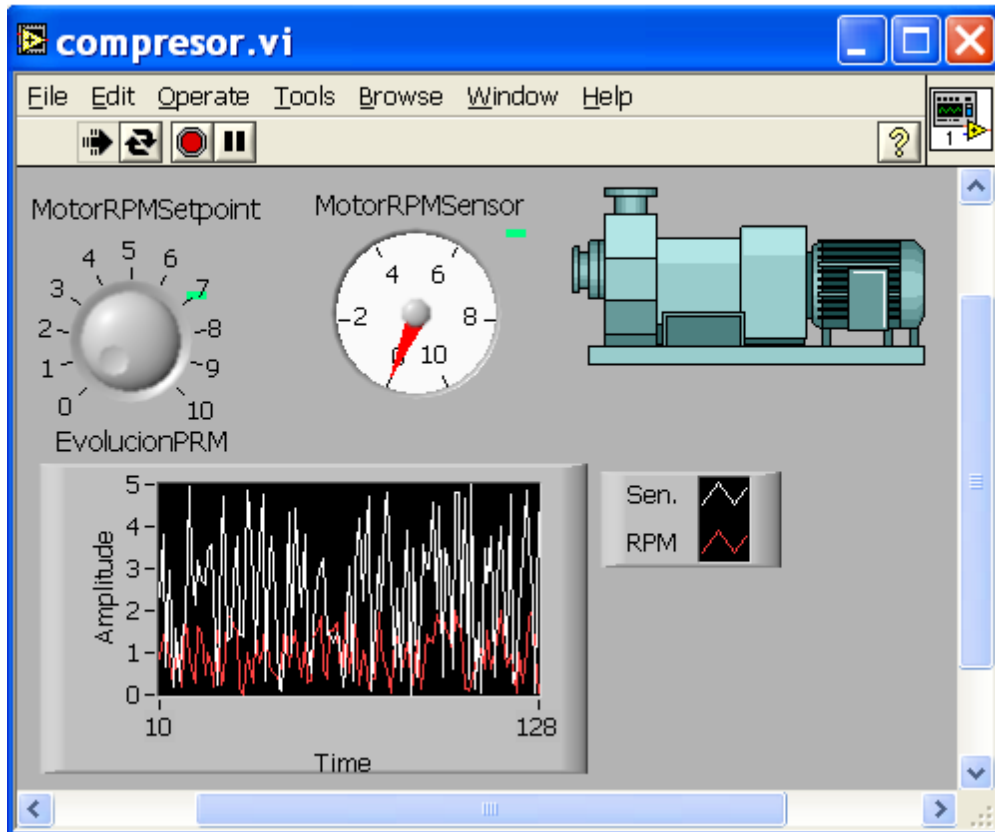


Fig. 1.1: Ejemplo de un sistema de control de un motor con LabVIEW DSC.

La Figura 1-2 representa el código en LabVIEW que soporta esta aplicación. Como se puede apreciar es bastante sencillo. El programa comienza lanzando el servidor correspondiente por medio del icono Engine Launch. El servidor tiene toda la información para acceder al correspondiente punto de I/O. El programa en LabVIEW se encarga de leer las variables locales RPM Deseada y el Sensor de RPM para visualizarlas en la gráfica de evolución. Hay que destacar que en esta aplicación los terminales RPM deseada y Sensor de RPM están conectados a variables de tipo DataSocket y además los TAGS también están conectados a estas variables. De esta manera cuando el servidor OPC actualiza las variables también se actualizan los DataSockets y los terminales en LabVIEW.

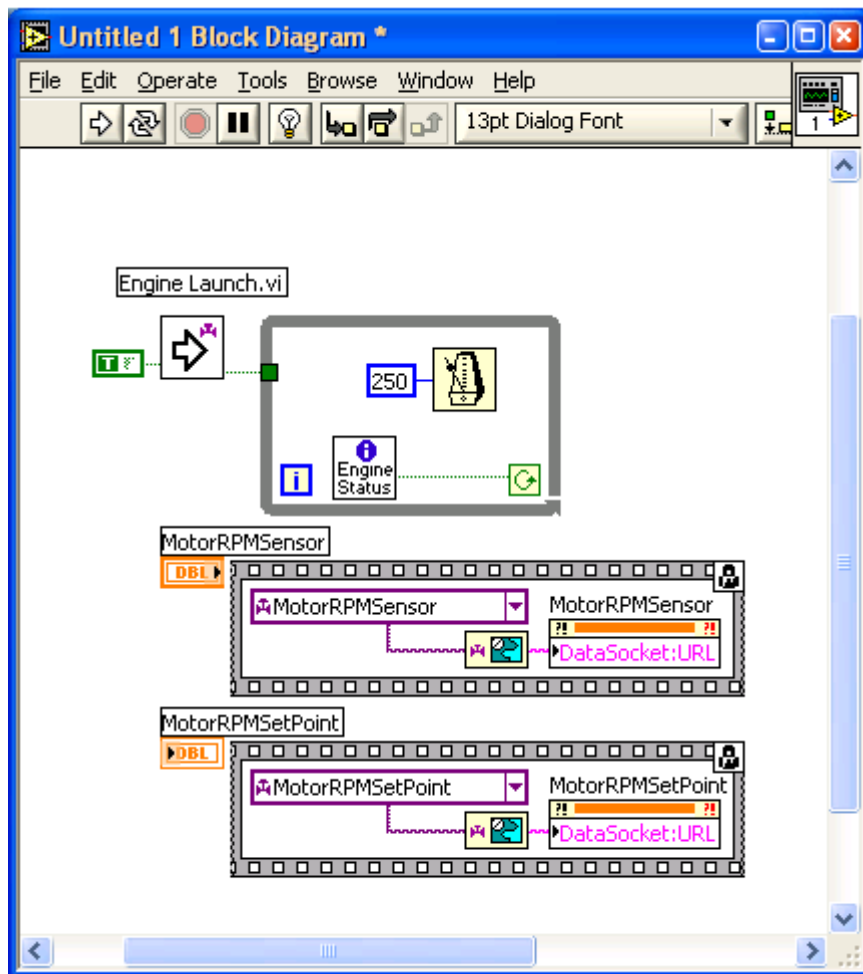


Fig. 1.2: Código en LabVIEW.

1.3 SERVIDORES OPC.

Dentro del mundo de la automatización industrial y de las aplicaciones de test y medida cada vez existen más estándares y protocolos de comunicación diferentes que complican el diseño e implementación de estos sistemas. La Figura 1-3 muestra el concepto y la utilidad de los servidores OPC. El servidor se encarga de comunicarse con el elemento hardware, utilizando el protocolo específico que este utilice con objeto de configurarlo y actuar sobre las distintas I/O del dispositivo, y exportar los datos para que otras aplicaciones o clientes que pueden ser locales o remotos puedan actuar o leer sobre las variables que gestiona el servidor.

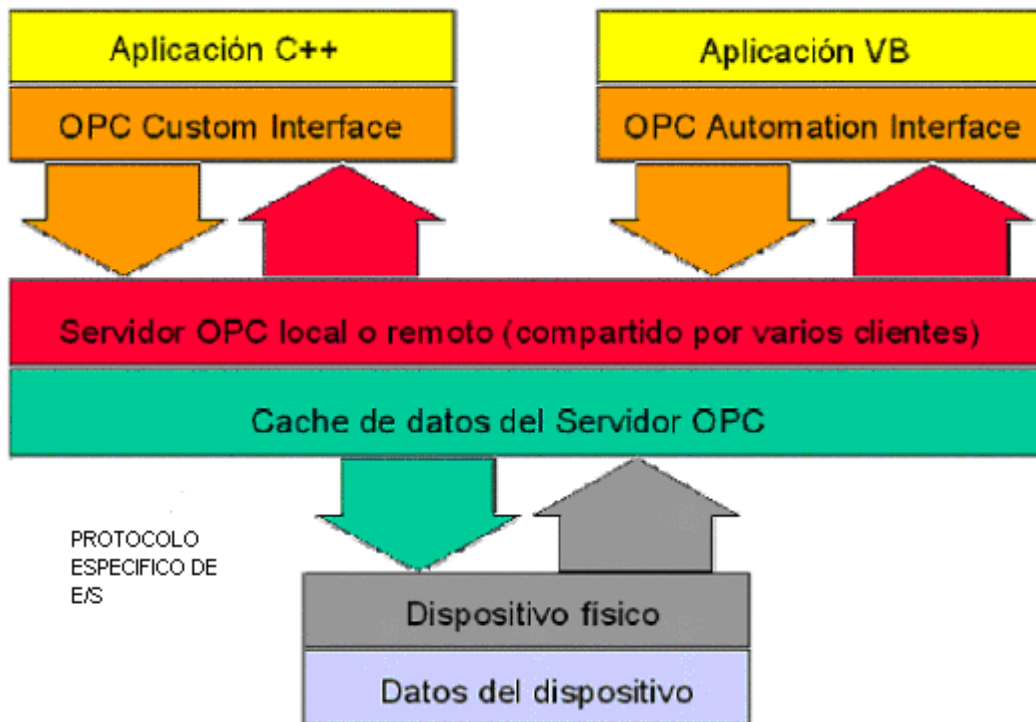


Fig. 1.3: servidores OPC.

El servidor OPC es un módulo software que se basa en la tecnología OLE/COM (*Object Linking and Embedding / Component Object Model*) de Microsoft. Esto permite desarrollar herramientas software que se encargan de acceder y gestionar el bajo nivel o el interfaz físico con el autómatas o instrumento que se está usando, exportando funciones para que sean utilizadas por otras herramientas software como LabVIEW.

Actualmente existe una gran variedad de fabricantes que ofrecen servidores de este tipo para gestionar su hardware de automatización industrial. Tales como el servidor OPC proporcionado por National Instruments que da acceso a autómatas de Allen Bradley, OMRON, Siemens que utilizan Modbus, etc.

1.4 UTILIZACIÓN DEL TOOLKIT DSC DE LABVIEW.

Seguidamente se explicará cómo utilizar en LabVIEW las prestaciones del toolkit DSC para el desarrollo de aplicaciones de automatización industrial utilizando servidores OPC.

1.4.1 CREACIÓN DE TAGS.

El primer paso para desarrollar una aplicación utilizando LabVIEW/DSC consiste en crear los TAGs que permiten el acceso a los diferentes puntos de I/O del sistema de medida y control. Para ello se debe seleccionar la opción Tools->DSC Module->Configure Tags en LabVIEW tal y como se muestra en la Figura 1-4. A continuación se muestra una ventana que permite crear, editar y eliminar TAGs (ver Figura 1-5).

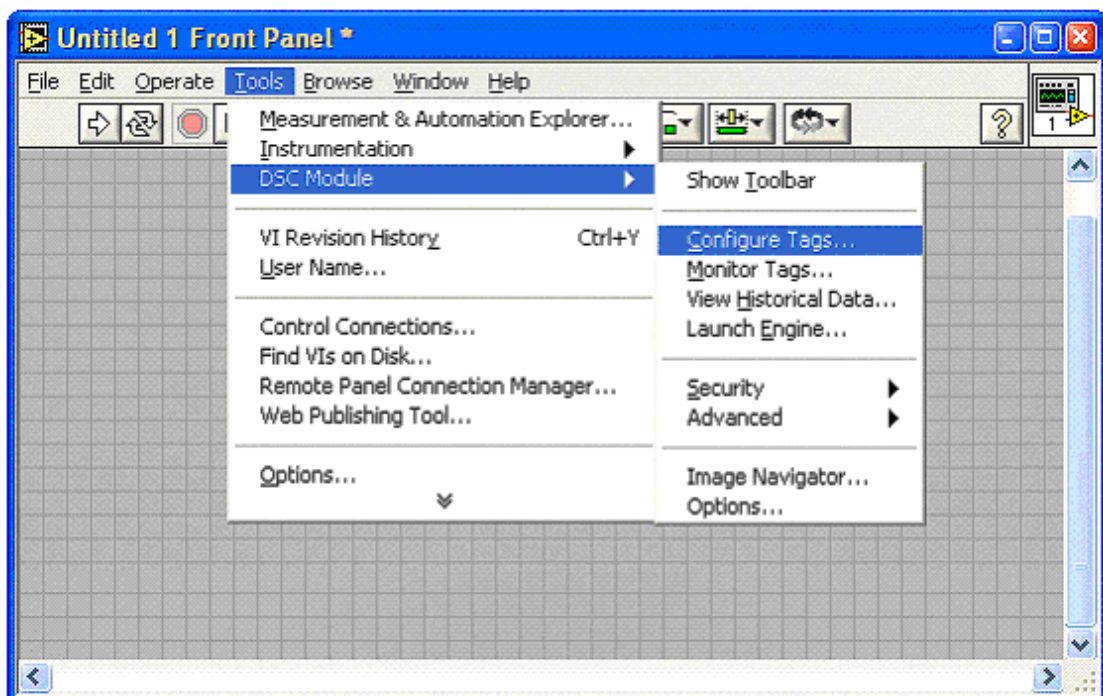


Fig. 1.4: Configuración de las TAGS.

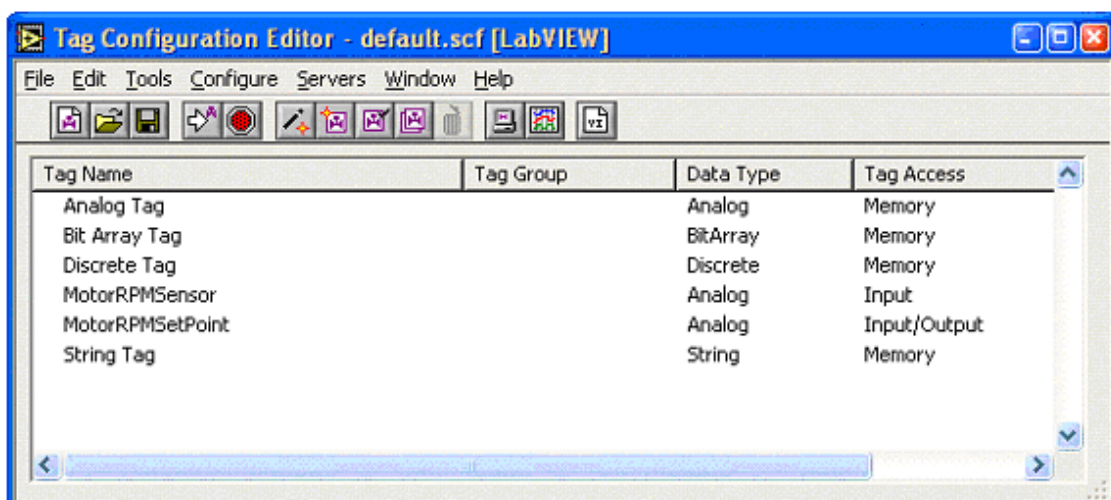


Figura 1.5: Ventana para la creación de TAGS.

De forma concreta en este primer ejemplo se utilizará un servidor OPC de simulación de la compañía Matrikon. La Figura 1-6 muestra el aspecto de este simulador que se arranca seleccionando la carpeta de programa Matrikon OPC->Simulation->OPC Server for Simulation.

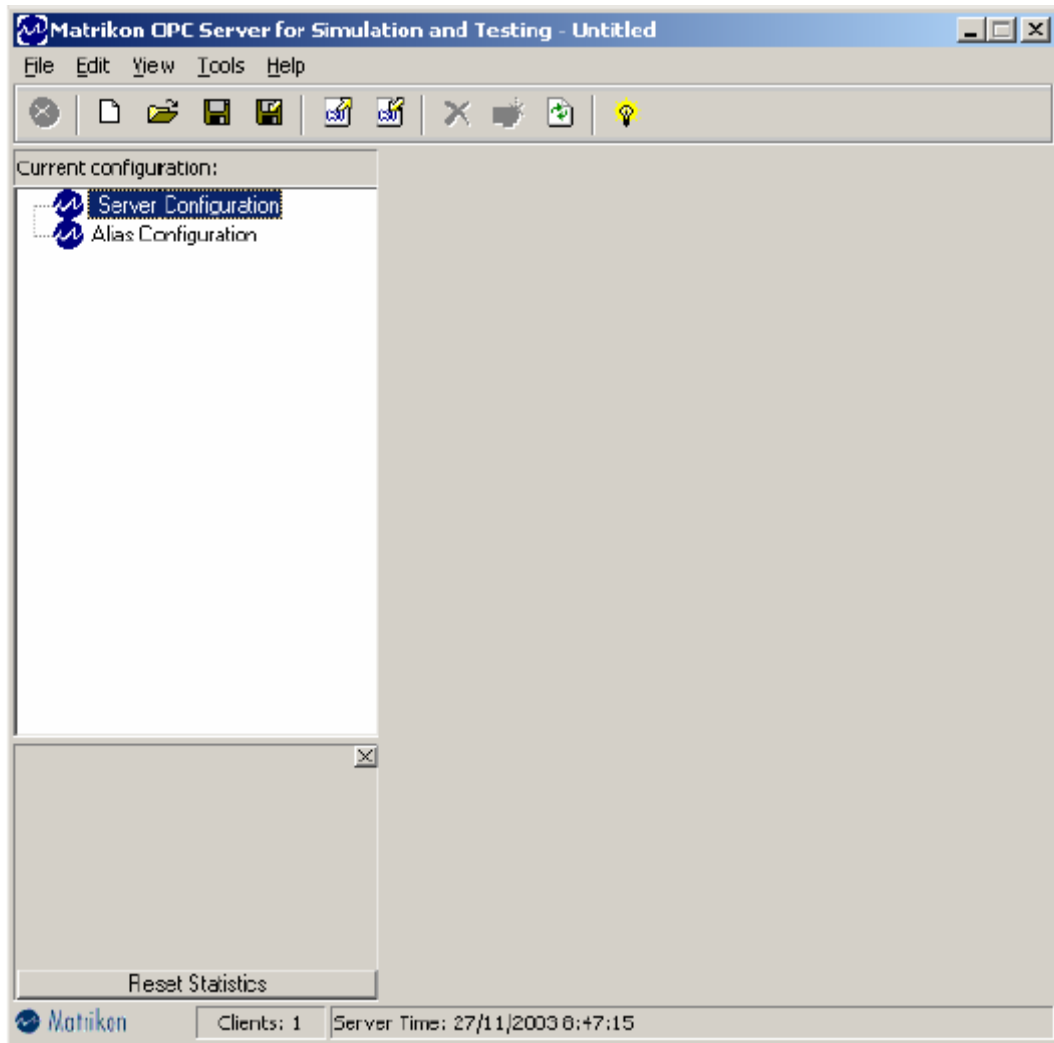


Fig. 1.6: Pantalla por defecto del simulador de OPC de Matrikon.

En este simulador se pueden utilizar las TAGS disponibles en el icono Server Simulation o bien crear unas nuevas a partir de las anteriores almacenándolas en la opción Alias Configuration. Pulsando se presenta una ventana que muestra todos los servidores OPC locales o disponibles en la red local o Intranet de la empresa (ver un ejemplo en la Figura 1-7). Si se expanden cada uno de los servidores se mostrarán los TAGs disponibles con objeto de añadirlos a la aplicación que se está desarrollando (ver Figura 1-8).

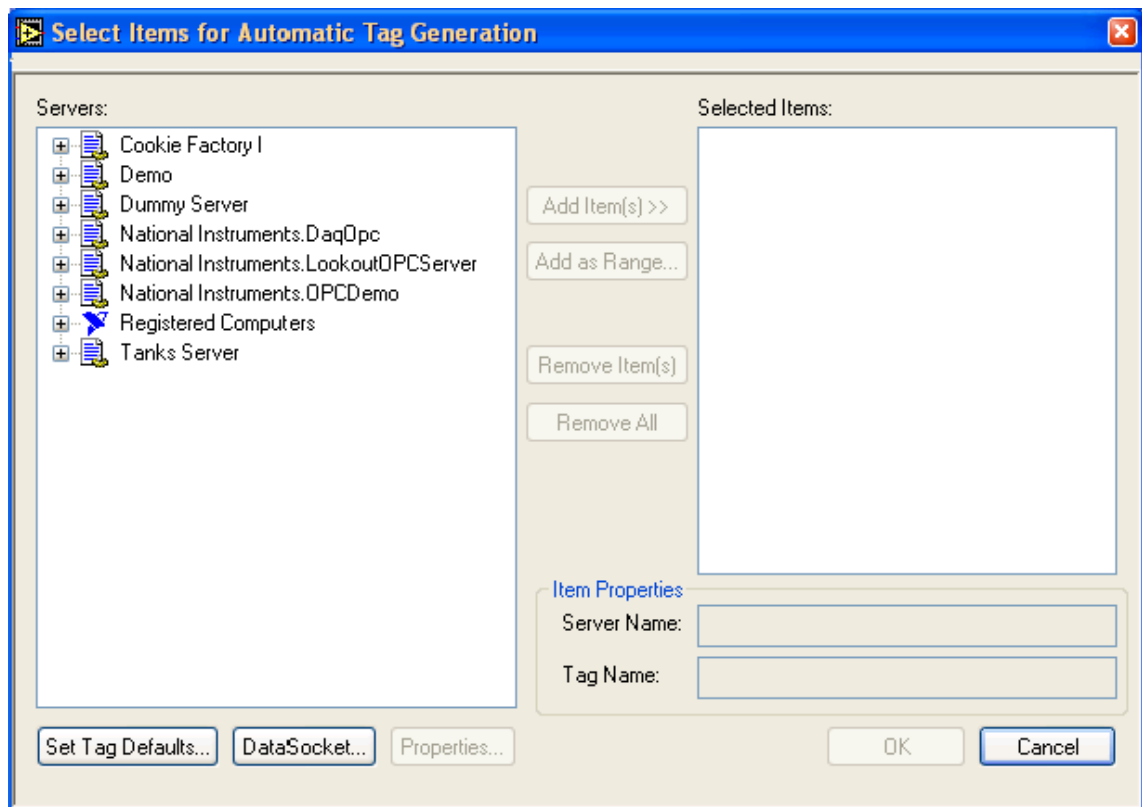


Fig. 1.7: Lista de servidores OPC disponibles en un ordenador.

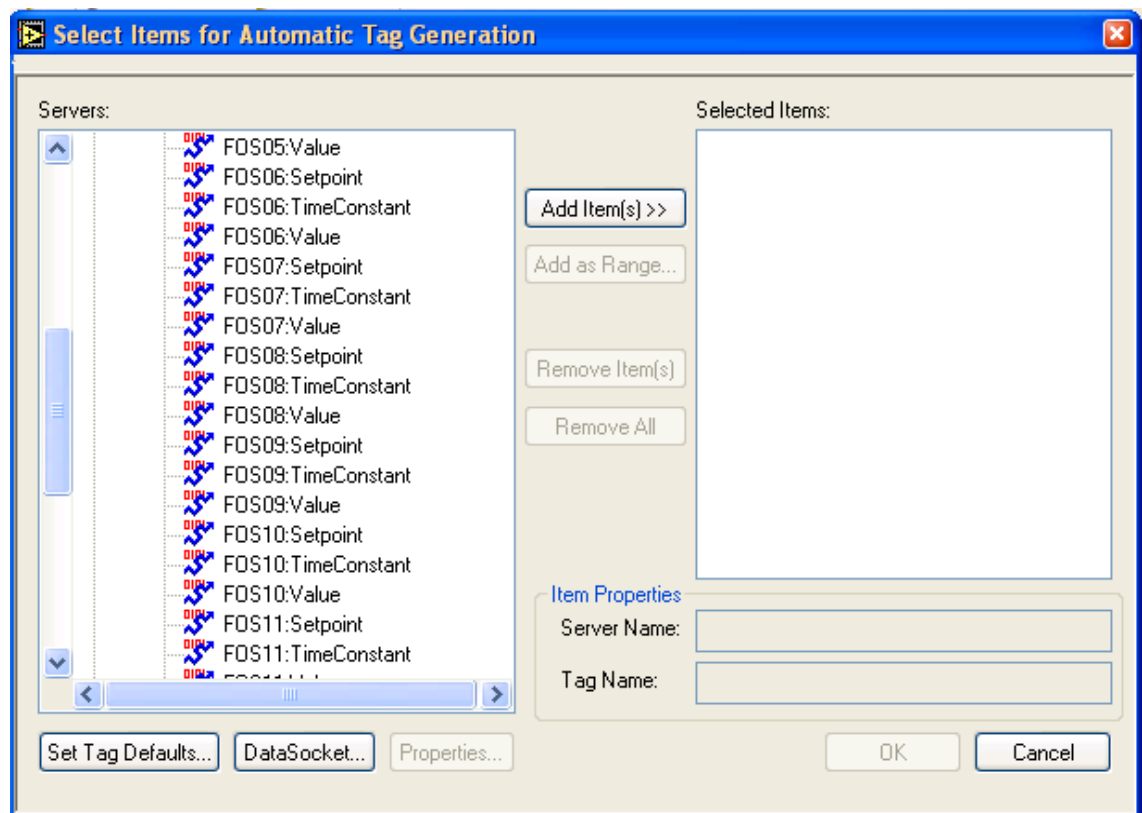


Fig. 1.8: Ventana con todos los TAGS disponibles por defecto en simulador de OPC de Matrikon.

Este proceso se debe repetir para incluir las TAGS que se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Por último en el TCE se debe pulsar **File->Save As** y guardar la configuración con el nombre deseado (por ejemplo EjercicioDSC1.scf). Por último pulsar **File->Close** para cerrar el editor de TAGs.

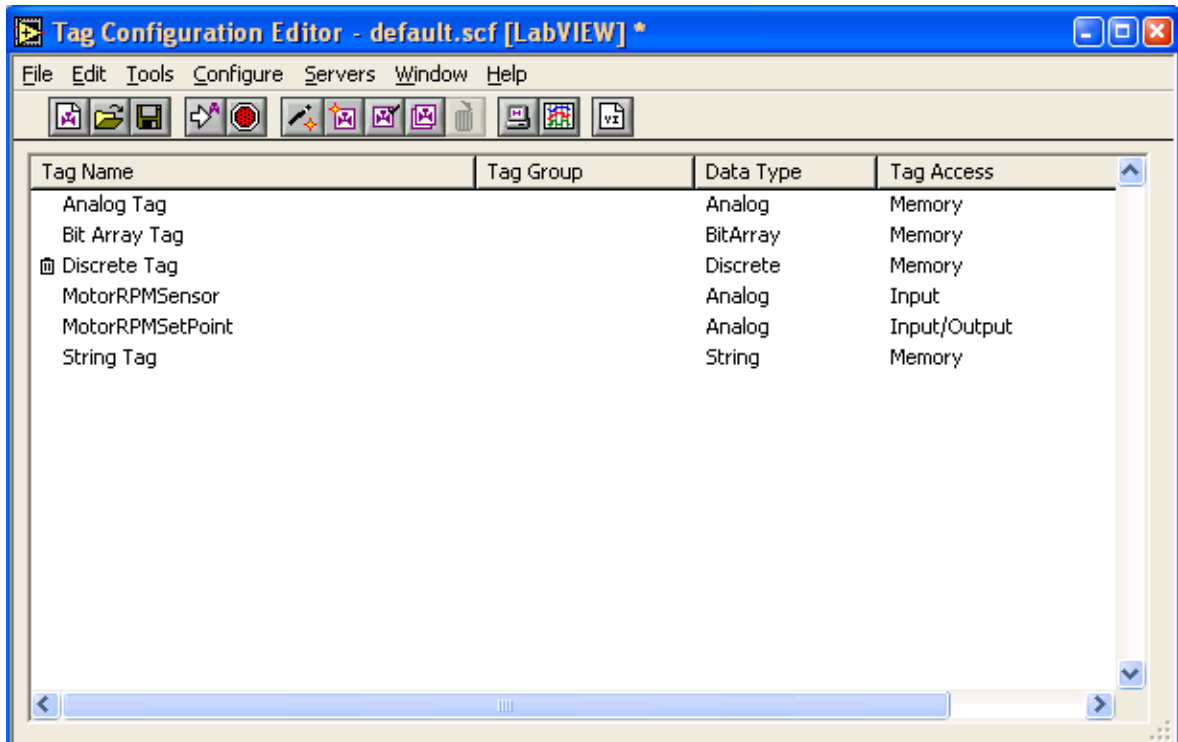


Fig. 1.9: TAGS creadas.

1.4.2 UTILIZACIÓN DE TAGS DESDE LABVIEW.

Para desarrollar una aplicación sencilla que utilice los TAGS que se han creado, se debe partir de un VI vacío. En el panel frontal de este VI se deben fijar aquellos controles que se deseen y que estén asociados a TAGS. Sobre cualquiera de ellos, por ejemplo un indicador numérico, se debe pulsar el botón derecho del ratón para visualizar el menú de pop-up y seleccionar la opción HMI Wizard. A continuación se visualizará una ventana como la representada en la Figura 1-10.

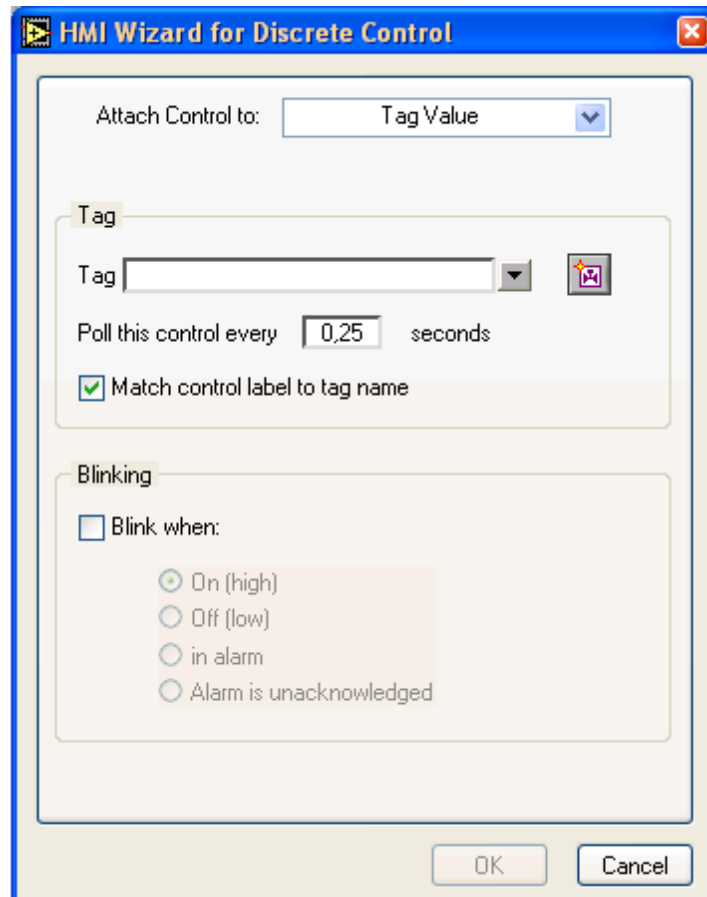


Fig. 1.10: Ventana que se visualiza al seleccionar la opción HMI Wizard de un terminal en LabVIEW/DSC.

En el campo TAG se seleccionará el TAG denominado “Saw-toothed Waves.Real8”, procediendo a activar el Blink si así se desea. Pulse OK y LabVIEW/DSC generará el código necesario para leer los datos del servidor OPC apoyándose en el uso de la tecnología DataSocket. Este proceso debe repetirlo para otro terminal (recuerde que los terminales numéricos en LabVIEW pueden tener diferentes formas) que se asocie a la TAG TrianguleWave.Real8. El código resultante debe tener un aspecto similar al de la Figura 1-11. Si existen alguna diferencia en el código generado se deberá a la activación de alguna de las opciones de alarma asociadas al TAG.

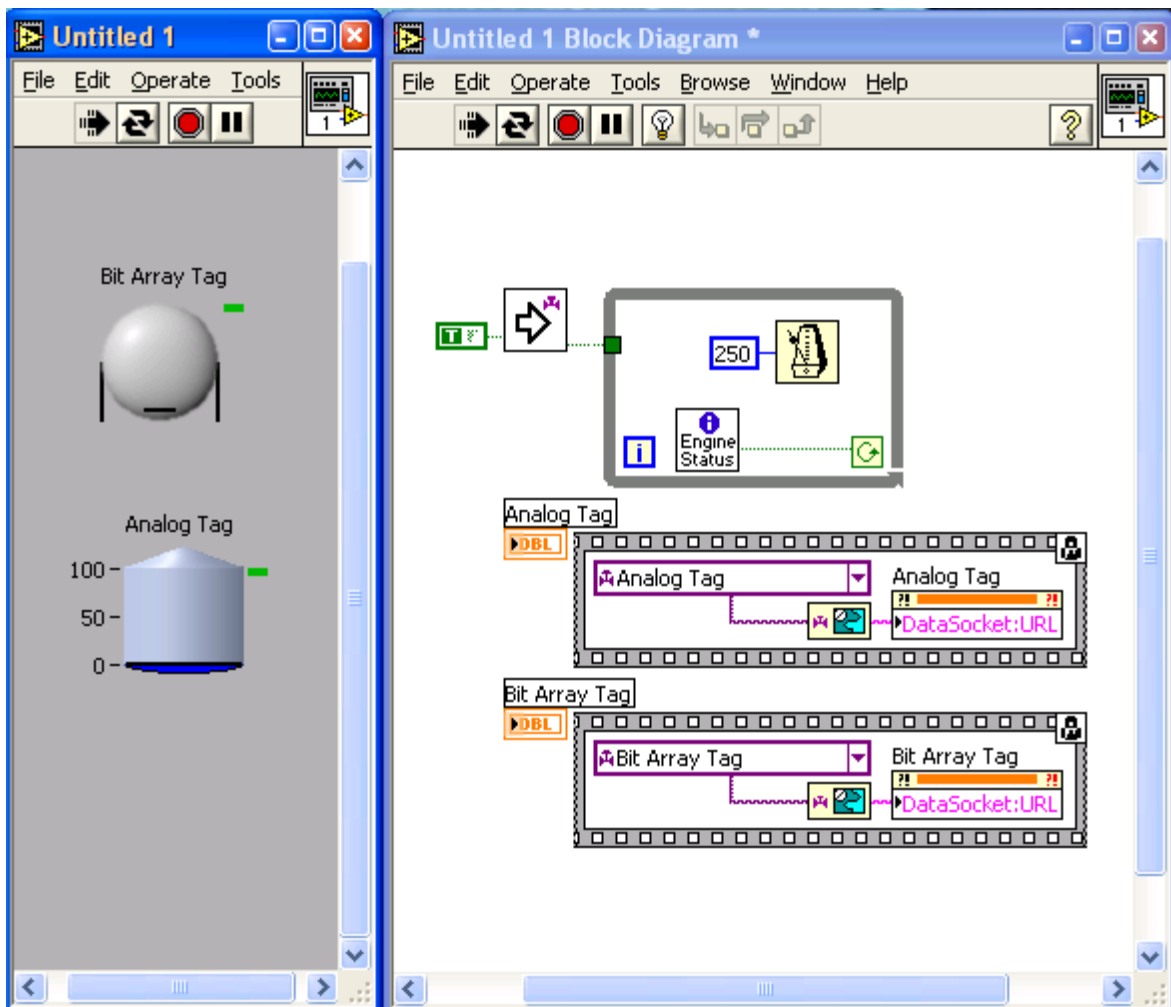


Fig. 1.11: Interfaz de usuario y código generado por LabVIEW/DSC de manera automática.

Si ejecuta el VI se puede observar como cambian los valores que se visualizan en los indicadores numéricos de nivel del panel frontal. Del ejemplo se obtiene como conclusión fundamental la abstracción que proporciona el servidor OPC que evita conocer los detalles internos de manejo del hardware específico.

1.4.3 VISUALIZACIÓN DE TENDENCIAS.

En la realización de sistemas SCADA es de gran interés analizar, de forma gráfica, el comportamiento de las diferentes variables del sistema. El módulo LabVIEW/DSC incluye la posibilidad de añadir gráficos de tipo **Waveform Chart** en los que se puede visualizar en tiempo real la tendencia de los TAGs del sistema, gráficos de tipo **XY Graph** para visualizar históricos y un gráfico especial denominado **NI Hyper Trend** que permite visualizar los datos que se están

almacenando en la base de datos CITADEL que utiliza LabVIEW/DSC. Para añadir una gráfica de tendencia sólo es necesario acceder al menú de utilidades de LabVIEW/DSC seleccionar **Trends** y se desplegará los tres objetos mencionados (ver Figura 1-12). Si se selecciona por ejemplo el gráfico **Real-Time Trend** en la ventana de interfaz de usuario de LabVIEW aparecerá un objeto de tipo **Waveform Chart** tal y como se observa en la Figura 1-13.

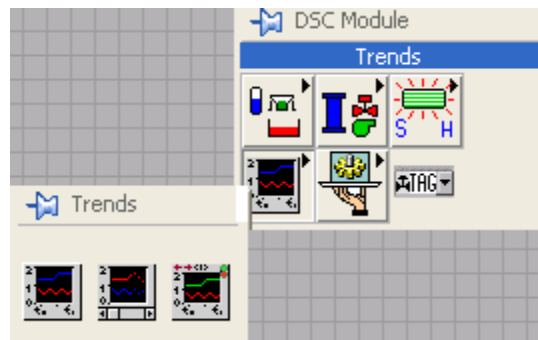


Fig. 1.12: Selección de un gráfico de tendencia en tiempo real en LabVIEW/DSC.

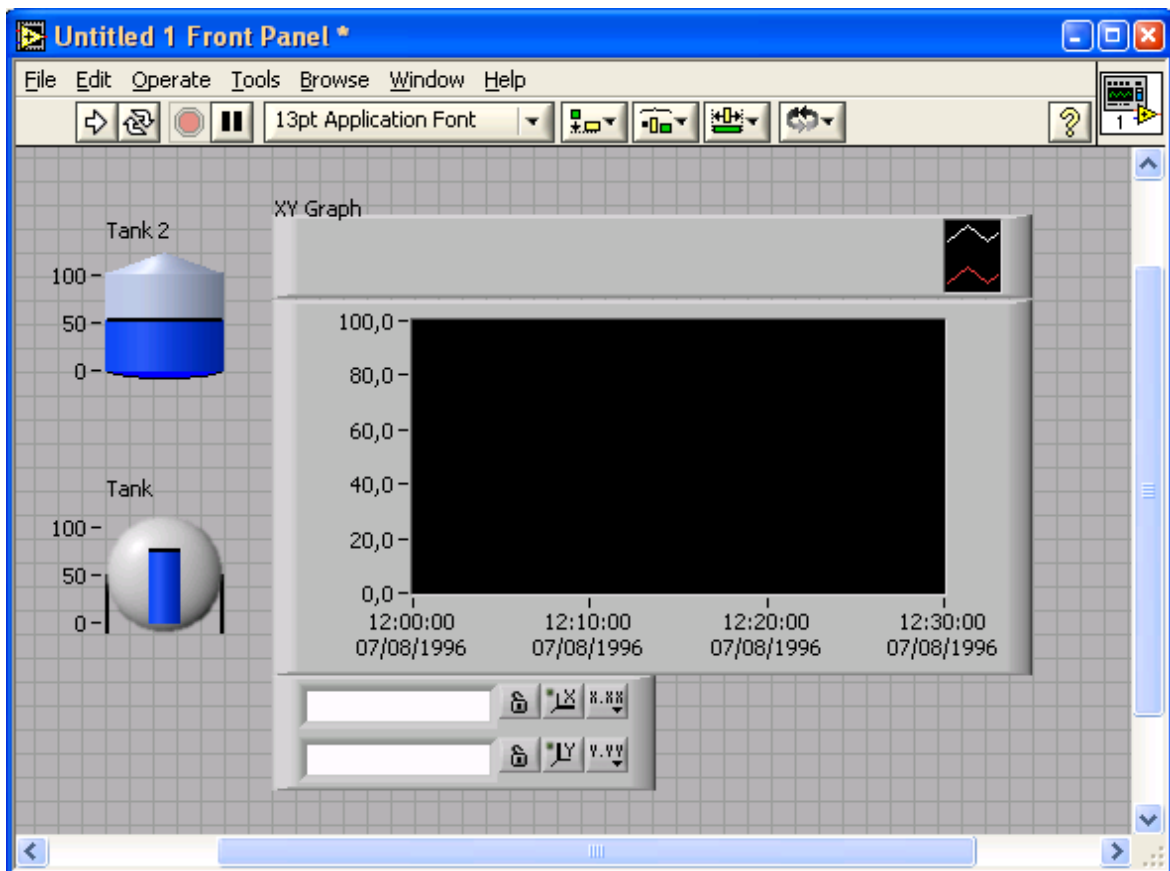


Fig. 1.13: LabVIEW/DSC utiliza un Waveform Chart para visualizar la tendencia de las variables en tiempo real.

Para visualizar el valor de diferentes TAGS en este objeto solo es necesario hacer click con el botón derecho del ratón y seleccionar **HMI Wizard**. A continuación se obtendrá una ventana como la representada en la Figura 1-14. A continuación hay que seleccionar los TAGs que se quieren representar seleccionándolos y añadiéndolos con el botón **Add**.

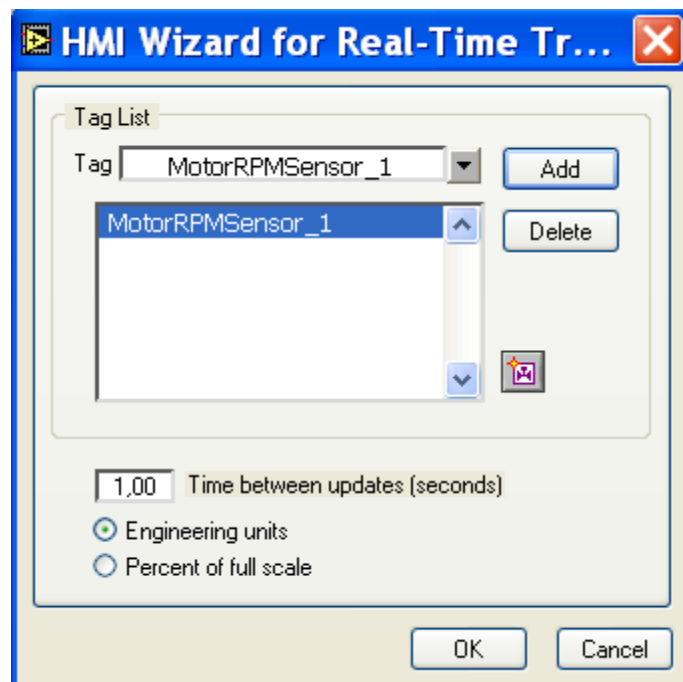


Fig. 1.14: Ventana del HMI Wizard para una gráfica Real Time Trend.

LabVIEW/DSC procede a añadir el código necesario para que la aplicación visualice los datos en el gráfico correspondiente. La Figura 1-15 muestra el código completo de la aplicación desarrollada hasta el momento.

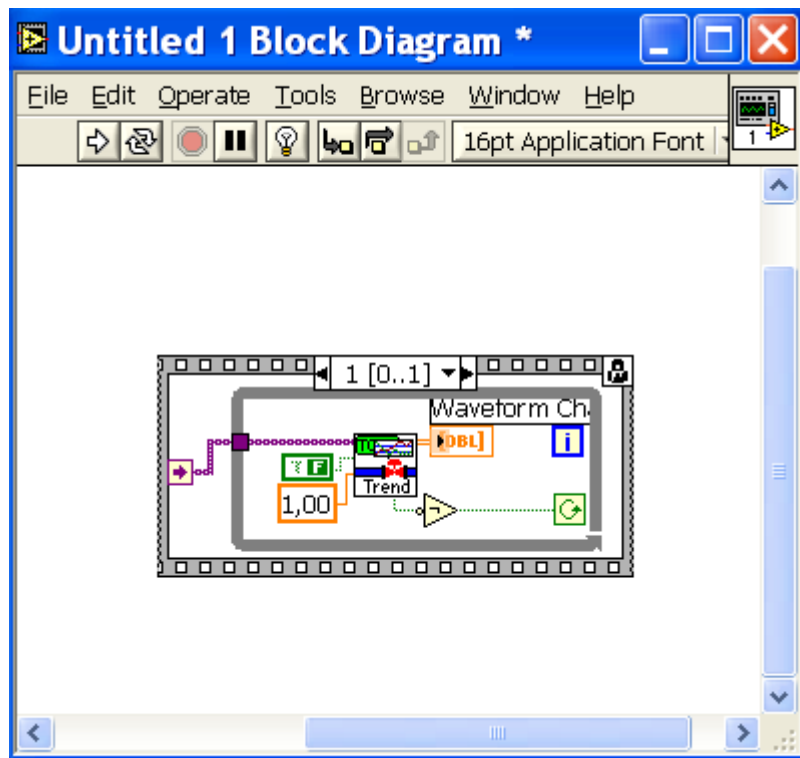


Fig. 1.15: Diagrama de bloques de la aplicación que visualiza los datos de las TAGS en una gráfica.

1.4.4 ALMACENAMIENTO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS.

Una de las opciones que presenta la configuración de los TAGs es la de añadir la opción **Log Data** de forma que todos los datos que se tomen de ese TAG serán almacenados en una base de datos gestionada por el gestor de base de datos Citadel (se instala junto el software de LabVIEW/DSC). Para poder visualizar los datos almacenados en la base de datos Citadel sólo es necesario añadir en LabVIEW un control booleano (por ejemplo un Push Button) y al hacer click con el botón derecho del ratón seleccionar **Panel Wizard** para obtener una ventana como la representada en la Figura 1-16. De esta manera cada vez que se pulse el botón del interfaz de usuario se arrancara una herramienta (MAX de National Instrument) y se tendrá acceso a todos los datos, alarmas y eventos almacenados en la base de datos gestionada por Citadel.

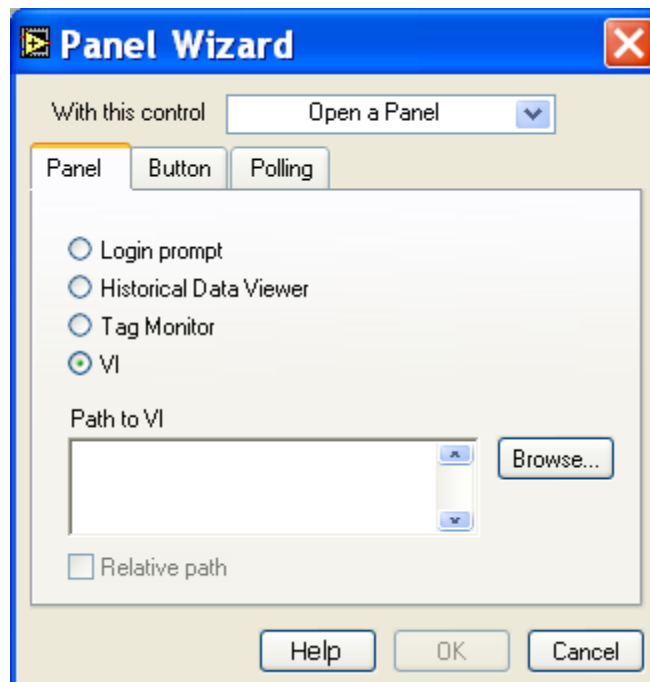


Fig. 1.16: Ventana del Panel Wizard para visualizar el Historical Data Viewer.

Otra posibilidad es añadir el objeto es añadir el objeto NI-HyperTrend. Se puede añadir a la interfaz del usuario del VI y experimentar su funcionalidad (añada trazas y visualícelas mediante el menú de propiedades del objeto).

1.4.5 ALARMAS Y EVENTOS.

Una de las opciones que presenta la configuración de TAGs es la habilitar de manera automática la gestión de alarmas definiendo los umbrales en cuatro categorías denominadas HI_HI, HI, LO y LO_LO (ver Figura 1-17). A los umbrales que se definen se les puede asociar una banda muerta que permitirá definir cuanto debe cambiar la variable para que se considere que cambia de categoría. Para poder representar en el interfaz de usuario de LabVIEW la aparición de las alarmas existen controles especiales que están disponibles en la paleta de controles. La Figura 1-18 indica como seleccionar un control de tipo tabla que visualiza la aparición de alarmas en el sistema que se esta desarrollando.

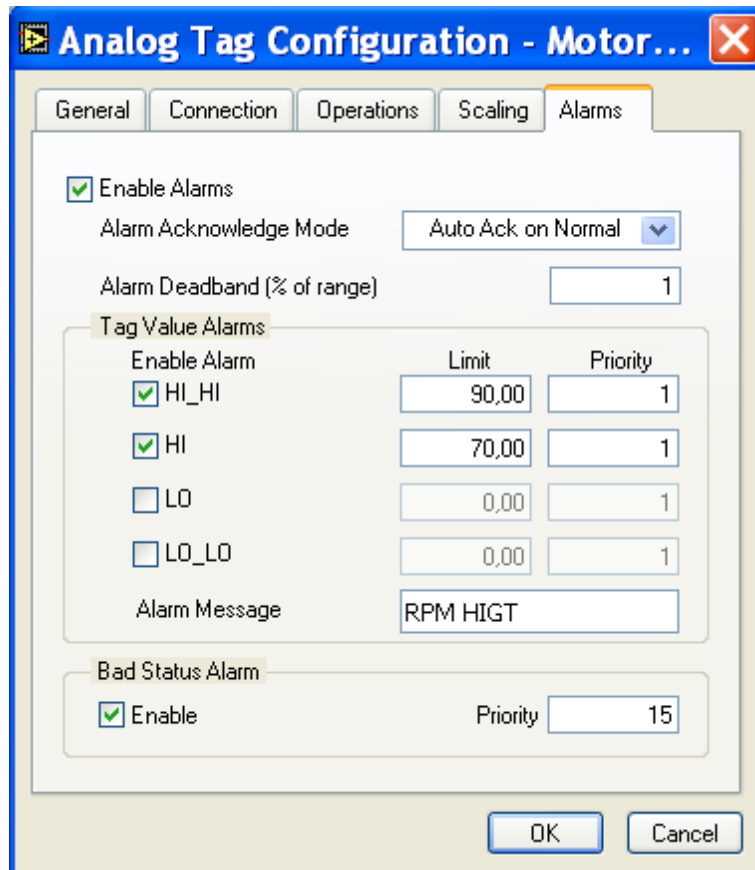


Fig. 1.17: Pestaña de configuración de las alarmas en la configuración de un TAG.

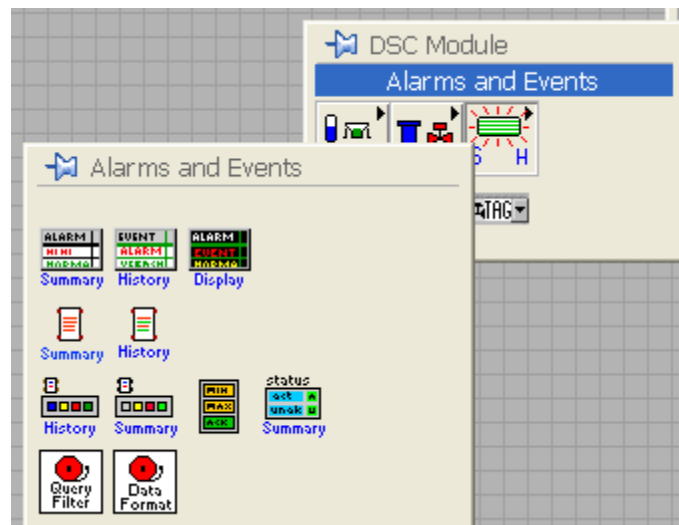


Fig. 1.18: Selección de un control de visualización de alarmas.

La Figura 1-19 el panel frontal de un VI que incluye la utilización de un gráfico para visualizar la tendencia de las variables, en este caso el nivel de liquido de dos tanques, su configuración es muy sencilla,

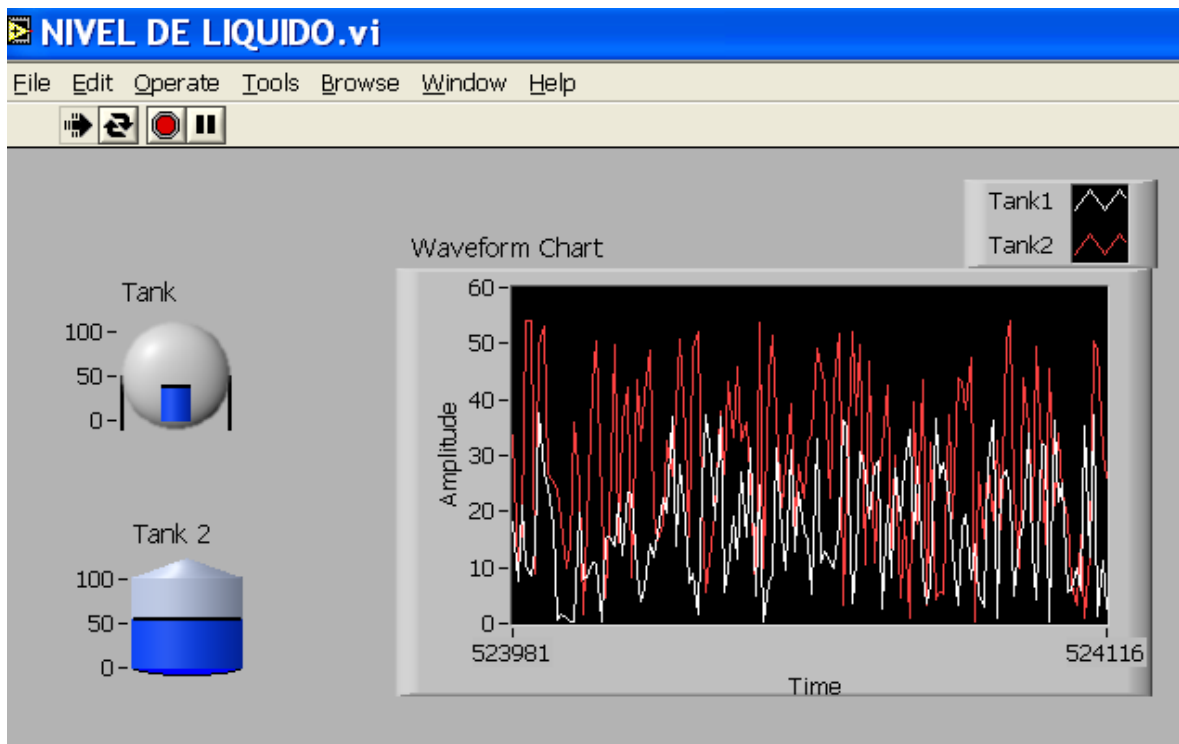


Fig.1.19: Visualización de variables

1.4.6 SEGURIDAD.

LabVIEW/DSC permite añadir en las aplicaciones niveles de seguridad con objeto de priorizar el acceso a los diferentes elementos que forma parten de un sistema SCADA. Así, es posible generar cuentas con diferentes niveles de seguridad que unido a la utilización de paneles de login, generados con el Panel Wizard, que permiten dotar a las aplicaciones en LabVIEW de herramientas de seguridad. Con ayuda de la opción Security de los terminales puede configurar el comportamiento del objeto en función del nivel de seguridad.

1.6 DATASOCKET.

Dentro del manejo de datos en LabVIEW, existen tres maneras importantes que son:

- El manejo de datos en un diagrama de bloques se lo puede realizar a través de conexión directa por un cable.

- Las variables locales pueden usarse para acceder a los objetos del panel frontal en múltiples puestos en el diagrama de bloques.
- La variable local puede usarse para pasar datos entre VI's separados usando un conductor.

A los métodos anteriores LabVIEW, cubre otro método, que es el DataSocket, es una tecnología basada en una programación de Internet TCP/IP que simplifica el intercambio de datos entre computadoras y aplicaciones. Con el DataSocket se puede pasar datos eficientemente sobre Internet y responder a múltiples usos sin la complejidad de una programación TCP de bajo nivel.

Por consiguiente, se puede usar DataSocket para pasar datos libremente no solo entre VI's corriendo en iguales maquinas sino también entre VI's que corran en computadoras separadas que estén conectadas alrededor del network. Se puede usar DataSocket para comunicarse entre LabVIEW y otros lenguajes de programación que contengan un soporte para TCP/IP, tales como Excel, Visual Basic, C, y otros.

1.5.1 COMO TRABAJA DATASOCKET.

DataSocket son dos componentes, el DataSocket API y el DataSocket Server, el primero presenta el uso de una simple interfase para comunicación con datos de múltiple tipo desde un lenguaje múltiple de programación. El DataSocket simplifica la comunicación en Internet manejando una programación TCP/IP para el usuario.

1.6.1.1 DATASOCKET API.

DataSocket unifica el uso API basado en una conexión URLs de medidas y automatización de datos locales en cualquier parte. Sea esta en una computadora local o a través de Internet. Es un protocolo independiente que designa y simplifica la publicación de datos binarios. El DataSocket API es implementado así para usarse en un ambiente de programación y en sistemas de operación.

El DataSocket API automáticamente convierte los datos de medida en una cadena de bytes enviándolos a través del network. Esta conversión automática

elimina la complejidad de una cantidad de códigos que se debería escribir usando las librerías TCP/IP.

1.6.1.2 DATASOCKET SERVER

El DataSocket Server es un complemento de la programación para la comunicación y transmisión remota. Simplifica la programación TCP conectando un manejador automáticamente al cliente. Dicho acceso se lo realiza seleccionando **Start >> Programs >> National Instruments>> DataSocket >> DataSocket Server**. Aparecerá una ventana como la indicada en la figura 1.20.

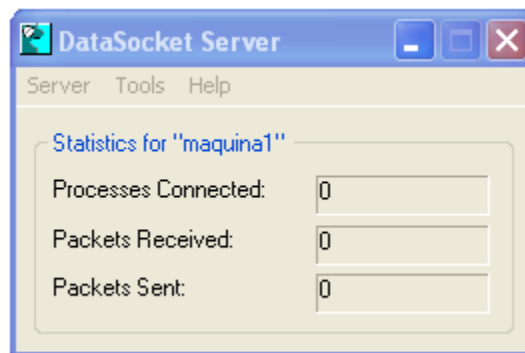


Fig. 1.20: DataSocket Server

Para transmitir datos con el DataSocket Server se requiere de tres actores importantes que son: publicar, el DataSocket Server, y donde se suscribe. Publicamos el dato desde donde se lo envía, llamando para esto a un protocolo http en donde de indicara el destino, ya sea local o si se utiliza la comunicación hacia otras computadoras.

La figura 1.21 nos da un ejemplo de la forma de transmitir datos generados en una perilla, los datos pasaran a otro VI's pero en la misma maquina (localhost).

Reemplazando el localhost por el nombre de otra computadora, ya se podrá enviar datos fuera de esta computadora.

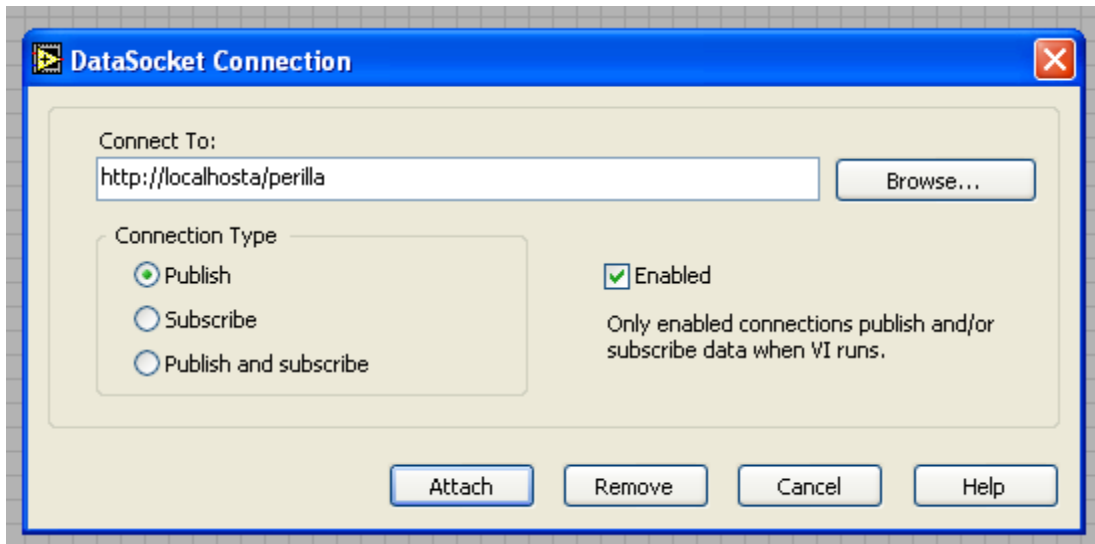


Fig. 1.21: DataSocket Connection

La suscripción se refiere a donde llega el dato. Como se puede apreciar y, ya en la práctica esta forma de comunicación es bastante sencilla, existiendo además la forma de configurar y dar seguridad al sistema permitiendo de esta manera el acceso al usuario que uno considere necesario. National Instruments crea DataSocket Server Manager que permite configurar y dar seguridad a nuestro sistema., la figura 1.22 muestra la ventana que se despliega.

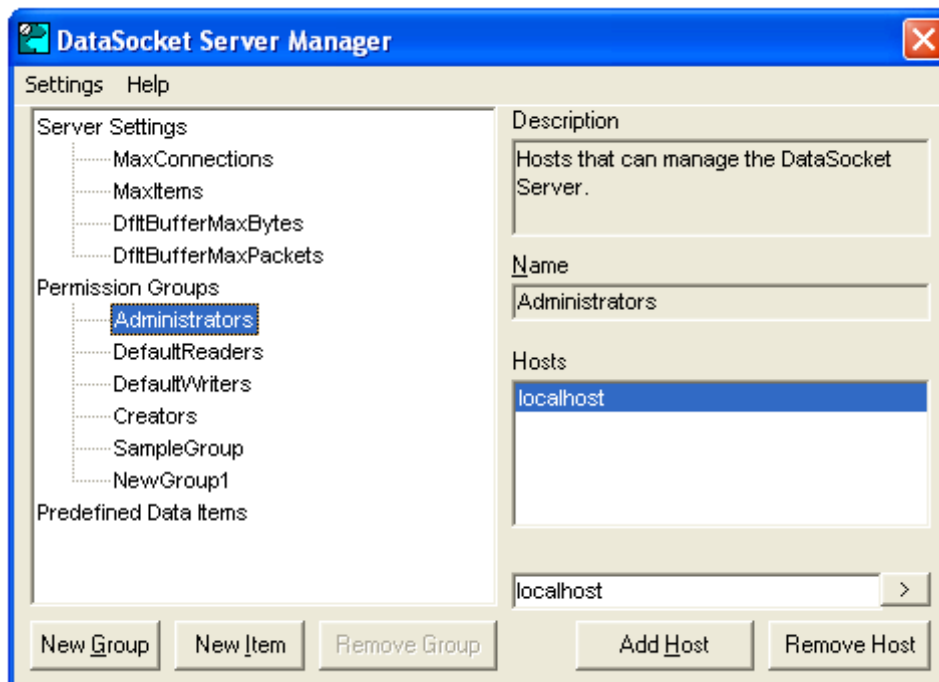


Fig. 1.22: DataSocket Server Manager.

CAPITULO II

COMUNICACIONES EN ENTORNOS INDUSTRIALES.

2.1 INTRODUCCIÓN.

La estandarización de protocolos en la industria es un tema en permanente discusión, donde intervienen problemas técnicos y comerciales. Cada protocolo está optimizado para diferentes niveles de automatización y en consecuencia responden al interés de diferentes proveedores. Por ejemplo Fieldbus Foundation, Profibus y Hart, están diseñados para instrumentación de control de procesos. En cambio DeviceNet y SDC están optimizados para los mercados de los dispositivos discretos (on-off) de detectores, actuadores e interruptores, donde el tiempo de respuesta y repetibilidad son factores críticos. Por ejemplo en el mercado comercial de controladores de EE.UU. están los protocolos BACnet y LonMark.

Cada protocolo tiene un rango de aplicación, fuera del mismo disminuye el rendimiento y aumenta la relación costo/prestación. En muchos casos no se trata de protocolos que compitan entre sí, sino que se complementan, cuando se trata de una arquitectura de un sistema de comunicación de varios niveles

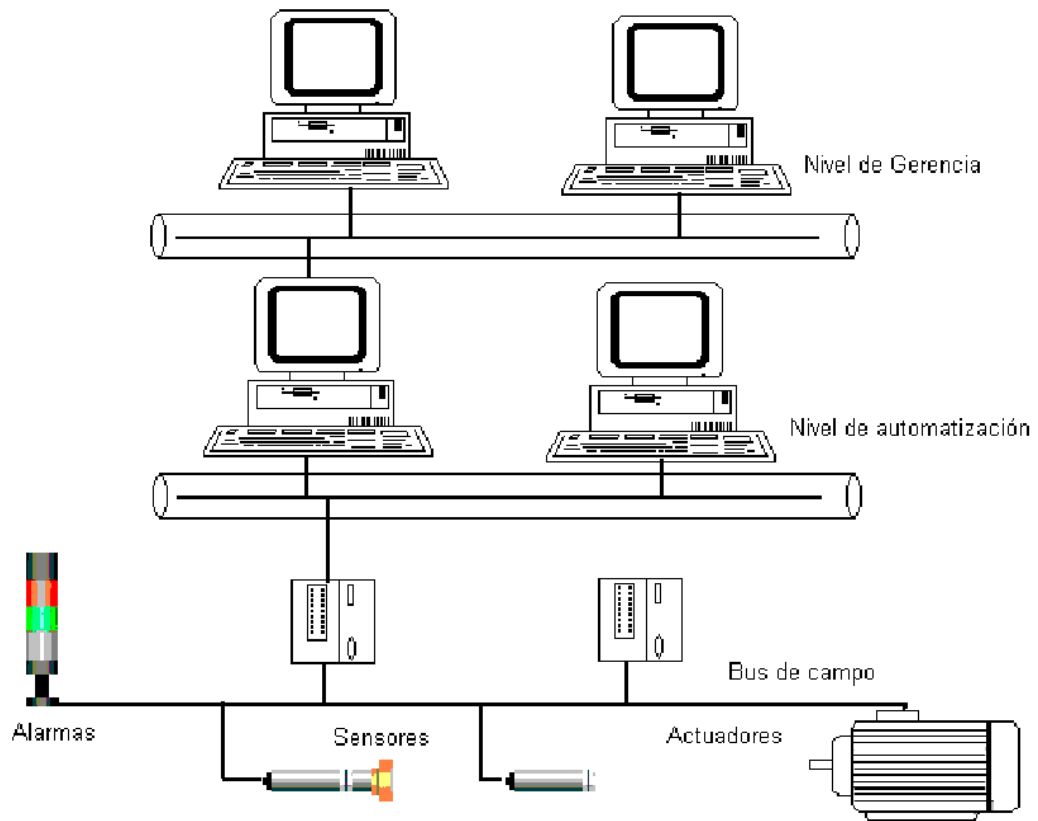


Fig. 2.1: Comunicación industrial

2.2 COMUNICACIONES PC – AP.

AP's (Autómatas Programables) son aquellos equipos que cumplen funciones de control automático de procesos, esta clasificación incluye:

- PLCs (Controladores Lógicos Programables)
- Controladores de procesos, equipos de lógica de control predeterminada con parámetros configurables por el usuario (lazos PID, control onn/off, etc).
- Controladores de tiempo real (FieldPoint RT, tarjetas DAQ, PXI-RT).
- Sensores de capacidad de comunicación o lógica de control asociado (medidores de energía eléctrica, válvulas y sensores inteligentes, etc.).

Dada la aceptación universal de estos dispositivos en todo tipo de aplicaciones que requieren control automático de procesos, es evidente la necesidad de conectarlos entre ellos para ampliar la capacidad de control, y conectarlos a PCs

para crear sistemas de monitoreo, control interactivo, cambio de parámetros en línea, sistemas HMI y SCADA.

2.3 PRINCIPALES PROTOCOLOS DE COMUNICACION.

2.3.1 HART (HIGHWAY ADDRESSABLE REMOTE TRANSDUCER)

Es un protocolo de fines de 1980, que proporciona una señal digital que se superpone a la señal analógica de medición en 4-20 mA. Permite conectar varios dispositivos sobre un mismo cable o bus (Multidrop), alimentación de los dispositivos, mensajes de diagnósticos y acceso remoto de los datos del dispositivo, sin afectar la señal analógica de medición.

La mayor limitación es su velocidad (1200 baudios), normalmente se pueden obtener 2 respuestas por segundo. La alimentación se suministra por el mismo cable y puede soportar hasta 15 dispositivos

2.3.2 MODBUS.

Es un protocolo utilizado en comunicaciones vía módem-radio, para cubrir grandes distancia a los dispositivos de medición y control, como el caso de pozos de petróleo, gas y agua. Velocidad a 1200 baudios por radio y mayores por cable, es un estándar de facto.

2.3.3 DEVICENET

Resulta adecuado para conectar dispositivos simples como sensores fotoeléctricos, sensores magnéticos, pulsadores, etc. Provee información adicional sobre el estado de la red para las interfaces del usuario.

2.3.4 AS-I (ACTUADOR SENSOR-INTERFACE)

Es un bus de sensores y actuadores binario y puede conectarse a distintos tipos de controladores lógicos programables (PLC), controladores numéricos o

computadores (PC). El sistema de comunicación es bidireccional entre un maestro y nodos esclavos. Está limitado hasta 100 metros (300 metros con un repetidor) y pueden conectarse de 1 a 31 esclavos por segmentos.

El maestro AS-i interroga un esclavo por vez y para el máximo número tarda en total 5ms. Es un protocolo abierto y hay varios proveedores que suministran todos los elementos para la instalación, constituye un bus de muy bajo costo para reemplazar el tradicional árbol de cables en paralelo.

2.3.5 PROFIBUS Y FIELDBUS FOUNDATION (FF).

Son desarrollados a partir del modelo de comunicaciones de siete niveles OSI (Open System Interconnect), es un protocolo para redes industriales, específicamente para aplicaciones de control distribuido, puede comunicar grandes volúmenes de información, ideal para aplicaciones con varios lazos complejos de control de procesos y automatización de la fabricación, provee bloques de función: IA, ID, OA, OD, PID, que pueden intercambiarse entre la estación maestra (Host) y los dispositivos de campo. La longitud máxima por mensaje es de 256 bytes, lo que permite transferir funciones de control con el concepto de objetos

2.3.6 ETHERNET INDUSTRIAL

La aceptación mundial de Ethernet en los entornos industriales y de oficina ha generado el deseo de expandir su aplicación a la planta. Es posible que con los avances de Ethernet y la emergente tecnología Fast Ethernet se pueda aplicar también al manejo de aplicaciones críticas de control, actualmente implementadas con otras redes específicamente industriales existentes, como las que aquí se mencionan.

2.4 COMUNICACIONES EN LA INDUSTRIA.

Los protocolos de comunicaciones digitales en la industria siguen, en general, el modelo estándar de interconexión de sistemas abiertos OSI, modelo introducido

para definir una red por medio de una estructura de siete capas (tabla 2.1). Sobre esta base y las recomendaciones de ISA (International Society for Measurement and Control) y la IEC (International Electrotechnic Commitees) se ha establecido normas al respecto, en particular la IEC 1158 en desarrollo aun.

CAPA	NOMBRE	DESCRIPCION	EJEMPLO
7	Aplicación	Especificaciones y protocolos para aplicaciones y usuarios de redes: como enviar un mensaje, como especificar el nombre en un archivo, como responder a solicitudes, etc.	FTP, SNMP, SMTP, Telnet, HTTP
6	Presentación	Representación de los datos. Traducción de los datos. Codificación y Decodificación.	
5	Sesión	Establecimiento de sesión de comunicación. Seguridad.	
4	Transporte	Integridad de transferencia, corrección de errores. Los datos son empaquetados en tamaños manejables. Reenvía mensajes fallidos y no duplica mensajes.	TCP, UDP
3	Red	Asignación de dirección, métodos de transmisión de paquetes, enrutamiento.	IP
2	Enlace	Formato y transmisión de la trama.	Ethernet:CSMA/CD
1	Física	Componentes físicos básicos: cables, conectores, velocidades, etc.	Ethernet Cable Cat.5 (8 hilos)

Tabla 2.1: Modelo OSI

No obstante, como resultado de estas normalizaciones se presenta la estructura principal de dos importantes buses de campo que compiten en el ámbito internacional: FF (Foundation Fieldbus) y PROFIBUS.

No se incluyen otros buses de campo, pero los mencionamos como WorldFIP, DeviceNet, ControlNet, InterbBus, LonWorks y en particular AS-i, SDS y Seriplex orientados al control discreto.

2.4.2 FF - FUNNDATION FIELDBUS

Fundamentalmente consta de:

- a) Un nivel físico
- b) Una pila de comunicaciones (Stack); y
- c) Nivel de usuario.

No se implementan los niveles 3, 4, 5 y 6 del modelo OSI a causa que estos no se requieren en aplicaciones de control de proceso, pero si se tiene en cuenta un importante Nivel de Usuario.

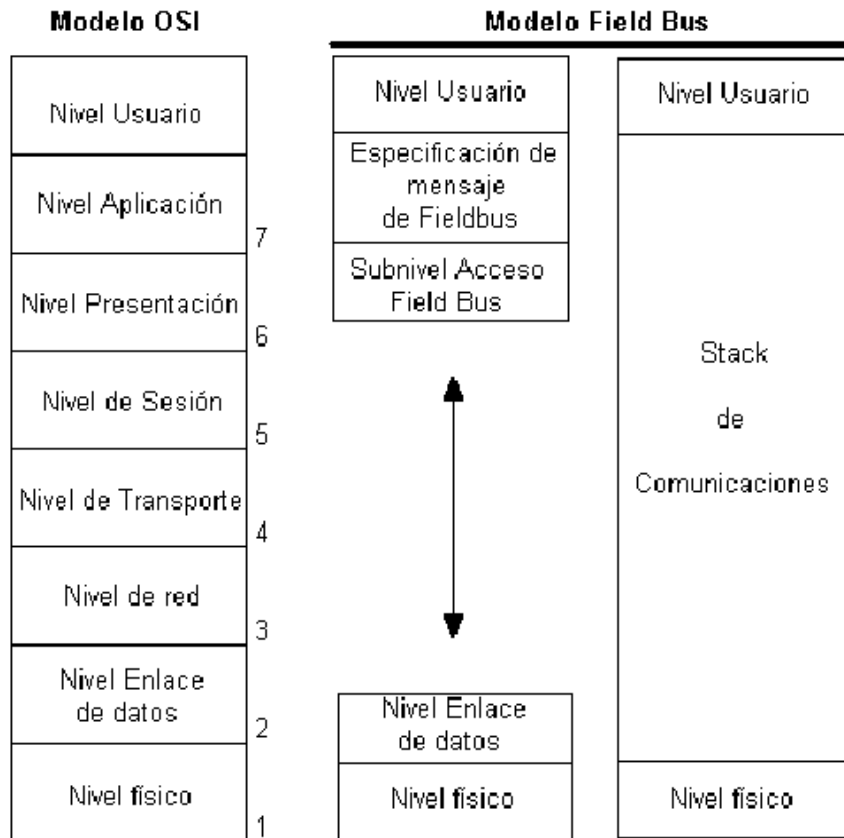


Fig. 2.2: Modelo OSI y su relación con Field Bus

2.4.1.1 EL NIVEL FÍSICO.

Características mecánicas, eléctricas y funcionales para establecer y liberar conexiones físicas responde a las normas ISA/IEC (ISA 550.02-1992/IEC 1158.2). Poseen velocidades de 31,25 Kbs (baja), 1 Mbps (media) y 2,5 Mbps (alta). En baja se puede alcanzar una distancia de 1900 m, la que disminuye con la cantidad de dispositivos en el bus, soporta especificaciones de seguridad intrínscico y es la velocidad prioritaria del FF. La comunicación es compatible dispositivos existente en 4-20 mA. Los dispositivos del bus toman energía del mismo par, evitando fuentes independientes.

2.4.2.2 EL STACK.

El stack de comunicaciones provee los servicios de interfaces entre el nivel físico y el nivel de usuario y comprende fundamentalmente:

- El Nivel Enlace de Datos (Data Link) es del tipo token-ring y establece la vinculación con el Nivel Físico. Su función es la de controlar la transmisión de mensajes hacia y desde el Nivel Físico. El acceso al bus se realiza mediante el programa LAS (link Active Scheduler) que actúa como un centralizador y arbitrador de uso del bus, permitiendo una comunicación determinista realizando una distribución del tiempo para que todo dispositivo conectado sea sensado. Además permite que todos los datos publicados en el bus están disponibles para todos los dispositivos conectados que los reciben simultáneamente.
- El Nivel de Aplicación comprende la transferencia de datos desde el Nivel 2 al Nivel 7 y el tratamiento de los comandos del Nivel de Usuario para direccionar y acceder por su nombre los dispositivos remotos.

2.4.2.3 NIVEL DEL USUARIO

Nivel Usuario define una interface que permite que el usuario interactue con los dispositivos de campo. Hay dos recursos importantes: los bloques y la descripción de dispositivos, existen 3 tipos de bloques:

- Bloque de Recurso. Describe características del dispositivo tales como: nombre, fabricante, modelo y número de serie.
- Bloque de Función. Son objetos que proveen acciones de control en base al comportamiento de las I/O del dispositivo. Los bloques pueden residir dentro de los dispositivos de campo y estar disponibles para otros, a través de la red.

La tabla 2.2 reúne algunas funciones usuales de control y de I/O.

Block de Función	Símbolo
Analog Input	AI
Analo Ouput	AO
Discrete Input	DI
Discrete Ouput	DO
Manual Loader	ML
Proportional / Derivative	PD
Proportional / Integral / Derivative	PID

Tabla 2.2: Funciones de control y de I/O.

- Bloque de Transferencia. Acopla o desacopla bloques de funciones de acuerdo al requerimiento local de las I/O del dispositivo. El usuario crea aplicaciones sobre el bus de campo, conectando los bloques de función formando una estrategia de control distribuido, pudiendo especificar en que tiempo y en que dispositivo se ejecutan. Por ejemplo las funciones AI, PID y AO pueden residir en forma individual en un transmisor, en un controlador de lazo abierto y en un actuador respectivamente.

En la figura 2.3 se muestra un control de lazo cerrado utilizando 3 Block de Función, donde la entrada analógica corresponde a un transmisor de presión, mientras que el algoritmo PID y la salida analógica corresponden a un posicionador de válvula de control.

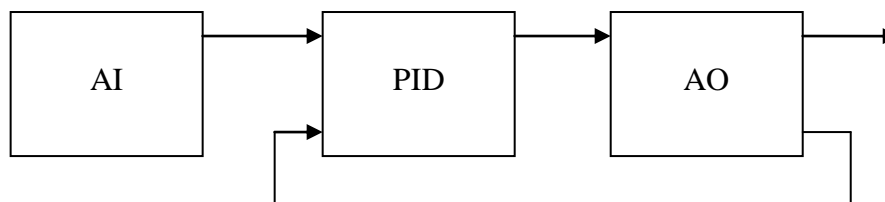


Fig. 2.3: Control de lazo cerrado

Con esta posibilidad de interconectar diferentes funciones de control que residen en diferentes dispositivos del bus de campo, el FF permite una verdadera arquitectura de control distribuido.

El segundo recurso importante es la descripción de las funciones disponibles en el dispositivo, a partir de cuya información se puede crear la HMI (Human Machine Interface), que le permita al usuario configurar parámetros y realizar la calibración, diagnóstico y acceder a otras funciones de servicio que se encuentran en los dispositivos de campo.

2.4.3 PROFIBUS

Es un estándar originado en normas alemanas y europeas DIN 19245 / EN 50170. Cumple también con el modelo OSI de 7 niveles y las normas ISA/IEC. Utilizado en aplicaciones de alta velocidad de transmisión de datos entre controladores de I/O y complejas comunicaciones entre PLC. Tal es así que para diferentes tipos de comunicación presenta distintos tipos de soluciones, las cuales satisface con 3 implementaciones separadas y compatibles entre ellas: FMS, DP y PA.

2.4.3 PROFIBUS-DP

Esta diseñado para la comunicación con sensores y actuadores, donde importa la velocidad sobre la cantidad de datos (Tiempo de ciclo del bus < 10 ms.). En una red DP un controlador central como PLC o PC se comunica con los dispositivos de campo.

Tiene definido los Niveles 1 y 2 del modelo OSI, pero no los Niveles 3 al 7. Tiene definido el Nivel de Usuario y dispone de un servicio de intercomunicación con el Nivel 2. Para el Nivel 1 dispone soporte de fibra óptica en RS-485

2.4.4 PROFIBUS-PA

Diseñado específicamente para procesos de automatización, utilizando la norma IEC 1158.2 para el Nivel Físico el mismo bus suministra energía a los dispositivos de campo, utiliza el mismo protocolo de transmisión que el DP, ambos pueden ser integrados en la red con el uso de un segmento acoplador.

2.4.5 PROFIBUS-FMS

Es la más completa y esta diseñada para proveer facilidades de comunicación entre varios controladores programables como PLCs y PCs (Red de Celdas) y acceder también a dispositivos de campo (Tiempo de ciclo del bus < 100 ms.) Este servicio permite acceder a variables, transmitir programas y ejecutar programas de control tan pronto ocurra un evento.

Tiene definido los niveles 1, 2 y 7. Mediante el FDL (Fielbus Data Link) se realiza el control y acceso al bus correspondiente al Nivel 2. Con el FMS Fieldbus Message Specifications se implementa el Nivel 7 vinculando el usuario con el Nivel 2. Para el Nivel dispone soporte de fibra óptica en RS-485.

El nivel físico más frecuente usado por Profibus-DP/FMS es RS-485. Las velocidades de transmisión pueden ser de 9.6 Kb/s a 12 Mb/s. En cada segmento del bus sin repetidor, pueden conectarse hasta 32 dispositivos y hasta 127 dispositivos pueden conectarse con repetidores.

La máxima longitud del cable (trenzado y apantallado) depende de la velocidad de transmisión.

2.5 SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LOS PROCESOS.

Se ha producido un notable desarrollo en la utilización de la PC integrada en un sistema de control de planta. En los primeros años, todas las funciones control se centralizaron en el PC, pero luego la tendencia ha sido hacia el control distribuido (RTU, DCS, PLC). Siempre se distinguen tres partes básicas:

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

El software de adquisición de datos y control al nivel de planta es un elemento clave para desarrollar una estrategia CIM en la empresa. Estos paquetes han

evolucionados partir de los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), denominación que se aplica a sistemas de control en los que el proceso esta disperso en una amplia superficie geográfica, de aplicación generalizada en la extracción de petróleo, oleoductos, gasoductos, acueductos, etc. No obstante ya hay una generalización de aplicaciones en plantas o fábricas, donde la conexión a dispositivos de campo se realiza por cable.

2.5.1 SISTEMA SCADA

Tienen una arquitectura Maestro-Esclavo, donde cada dispositivo Remoto responde cuando es interrogado desde una estación central (Maestra). Los mensajes son emitidos desde la Maestra a intervalos regulares y son escuchados por todas las unidades remotas, aunque solo responde aquella que reconoce su propio número de identificación.

Un sistema SCADA consta de 3 partes fundamentales:

- Unidades Remotas - RTU (Remote Terminal Unit) que reciben señales de los sensores de campo y comandan elementos finales de control. Tienen un canal serie de comunicación para interconexión por cable o radio frecuencia. Son programables y tienen capacidad de algoritmos de control, un PLC también puede integrarse dentro de una RTU y formar parte de la estrategia de control que se quiera implementar en el lugar. Un protocolo de comunicación muy utilizado por varios fabricantes es el MODBUS.
- Estación Maestra, es un computador que permita correr un programa SCADA de cierta complejidad, que comprende diversas funciones.
- Sistema de comunicación, realizada por distintos soportes y medios de acuerdo al tamaño del sistema SCADA, distancias de las RTU, velocidad y disponibilidad de servicio público de comunicación.
Satélite.

2.5.2 SOFTWARE SCADA

Comprende diversas funciones como:

- Manejo del soporte o canal de comunicación.
- Manejo de uno o varios protocolos de comunicación (Drive)
- Manejo y actualización de una Base de Datos
- Administración de alarmas (Eventos)
- Generación de archivos históricos.

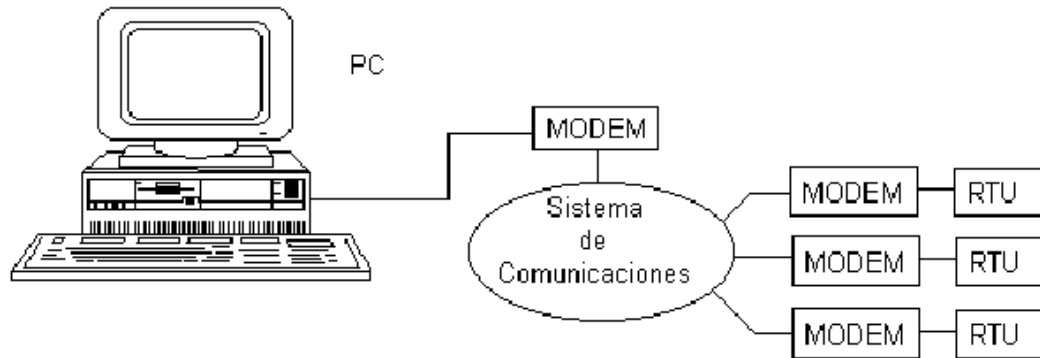


Fig. 2.4: Sistema SCADA

- Interfaces con el operador (HMI)
- Capacidad de programación (Visual Basic, C)
- Transferencia dinámica de datos (DDE)
- Conexión a redes

Se presenta una estructura básica como se ilustra en la figura 2.5.

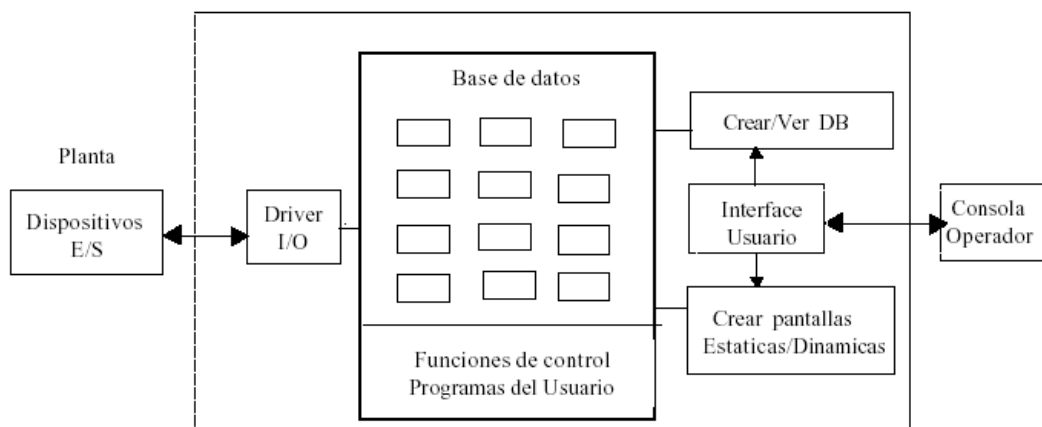


Fig. 2.5: Estructura básica de un SCADA

Hay varios paquetes de calidad: FIX, INTOUCH, FACTORY, TAURUS, REALFLEX, GENESIS, LABVIEW por nombrar proveedores independientes, que no son fabricantes de equipos de medición y control.

Todo proceso productivo con cierto grado de automatización debe disponer de un sistema de supervisar y control que proporcione la información imprescindible para la toma de decisiones basadas en la propia información del proceso y otras informaciones del resto de la organización.

El software SCADA se ajusta a estas premisas y tiene cuatro niveles principales:

- Gestión Intercambio de información para la toma de decisión estratégica.
- Operación Supervisión, mando y adquisición de datos del proceso.
- Control Dispositivos de control distribuido
- Sensores y Actuadores Dispositivos de campo e instrumentación.

Debe tener capacidad para comunicarse con múltiples redes de instrumentos, aun siendo de distinta procedencia y fabricantes (standard IEC 1131.3). Debe comunicarse con otros paquetes de software por medio de DDE (Dynamic Data Exchange) –DLL (Dynamic Link Libraries) como canal de comunicación, implementados por el sistema operativo, que permite que diversos paquetes de software envíen y reciban datos comunes. Por ejemplo se puede relacionar una celda de una hoja de cálculo con una variable del sistema y así variar puntos de consigna del proceso, o bien comunicación directa con los drivers de I/O de los dispositivos de campo.

Un Drive de campo es un software que corre dentro del sistema SCADA y actúa como interface para posibilitar la transmisión de datos entre la puerta serie del computador y los dispositivos de campo.

Un SCADA debe comunicarse en red para intercambiar datos con otros sistemas SCADA o con nodos ajenos al sistema, tales como bases de datos gerenciales, estadísticas, de producción. La facilidad de protocolos de red (TCP/IP, IPX/SOX, NETBIOS, etc) hace que el sistema de automatización se integre en el ambiente

corporativo de la organización, creando una comunicación fluida entre los niveles de fábrica, operación y dirección. Toda esta integración permitirá implementar fácilmente alguna estrategia CIM.

Las interfaces API (Appication Programming Interfaces) para gráficos, base de datos, informes, estarán disponibles para que el usuario pueda utilizarlas a través de lenguajes de programación, como C o Visual Basic.

Con dichos lenguajes puede desarrollar nuevas Interfaces que le permitan implementar: Modelos matemáticos para optimizar el proceso, ejecución de algoritmos de controles específicos, aplicaciones estadísticas, interfaces especiales de mantenimiento y gestión, etc.

2.5.3 SISTEMA SCADA CON OPC

Una dificultad de las operaciones de control industrial es la de compartir información entre dispositivos inteligentes de campo, como así también con el resto de la empresa. El problema hasta ahora se ha resuelto escribiendo un sinnúmero de protocolos, que definen de que manera se estructuran los datos que transmite cada dispositivo. Esta diversificación obliga a los desarrolladores de software SCADA a incorporar centenares de driver para cada fabricante.

Se ha desarrollado una norma de intercambio de datos para el nivel de planta basada en la tecnología OLE (Object Linking and Embedding) denominada OPC (OLE for Process Control), que permite un método para el flujo transparente de datos entre aplicaciones corriendo bajo sistemas operativos basados en Microsoft Window. Se dispone de una versión inicial de la norma desde mayo de 1996. OPC es un primer paso concreto que permite una red para compartir los datos de los dispositivos a nivel de proceso.

Con la tecnología de objetos, se ofrece al usuario dos ventajas básicas:

- Permite crear objetos, que son piezas de código reutilizables para facilitar la implantación y mantenimiento de las aplicaciones.

- Permite crear objetos entre diferentes aplicaciones de modo que puedan interoperar y comunicarse a través de una red.

Esto permitirá que múltiples dispositivos que hablan diferentes protocolos, puedan compartir el mismo puerto de comunicación del maestro de SCADA, eliminando así la necesidad de tener un puerto para cada protocolo, debido a la gran cantidad de drivers actuales, la disponibilidad de servidores OPC no será inmediata. El advenimiento de arquitectura de software basadas en objetos y de drivers basados en OPC en los paquetes SCADA, se espera que tengan un gran impacto en los costos. Toda actualización o incorporación de drivers será fácil y se ampliara el ciclo de vida de los paquetes SCADA.

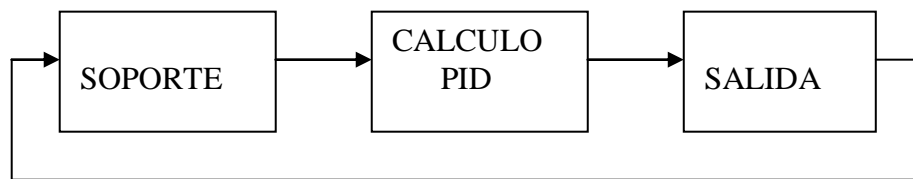
2.6 CONTROL DE TIEMPO REAL

Un sistema de tiempo real cumple con las características de robustez para ambientes industriales de los PLs y con las ventajas de los PCs, una concepción general es que Tiempo Real (RT) significa “realmente rápido”, según esta interpretación, cuando vemos un gráfico que muestra la temperatura en función del tiempo, de modo que en la pantalla aparece la temperatura actual, decimos que es un gráfico de tiempo real. Es decir, la pantalla va graficando lo que sucede en este momento, y no solamente datos históricos pasados. Este concepto es valido en sistemas en los cuales un retraso de tiempo que va desde algunos milisegundos hasta unos diez segundos no es importante, como un sistema de monitoreo, HMI y SCADA.

Cuando hablamos de sistemas de Control RT, el concepto cambia. Una definición valida es: Respuesta de tiempo real es la capacidad de un sistema de responder a un evento o ejecutar una acción de manera determinística, confiable, y garantizando dentro de un período de tiempo determinado. Los parámetros que caracterizan un sistema de control son los siguientes:

2.6.1 TIEMPO DE LAZO DE CONTROL

La mayoría de sistemas RT controlan un sistema físico comparando el estado actual con el estado deseado, y entonces estimulando el sistema físico basándose en una lógica de control. El tiempo que toma en ejecutar este lazo es el tiempo de Lazo de Control, variando según las necesidades y complejidad del sistema (figura 2.6).



Tiempo de Lazo: 250ms.

Fig. 2.6: Lazo de Control PID Típico

2.7.2 DETERMINISMO

El determinismo mide la consistencia del intervalo de tiempo especificando entre eventos. Es la capacidad de responder a eventos externos o ejecutar acciones dentro de un periodo de tiempo determinado. Por ejemplo un péndulo invertido necesita intervalos de tiempo no solo cortos sino de duración muy precisa para mantener la estabilidad. Un sistema de tiempo real es muy determinístico, o predecible.

2.7.3 JITTER

Todo sistema de control tiene un tiempo de duración de lazo teórico o deseado, pero en la práctica el lazo dura más o menos tiempo. La diferencia de tiempo entre la duración deseada y la real es llamada Jitter (fluctuación). No obstante, como resultado de estas normalizaciones se presenta la estructura principal de dos importantes buses de campo que compiten en el ámbito internacional: FF (Foundation Fieldbus) y PROFIBUS. Figura 2.7.

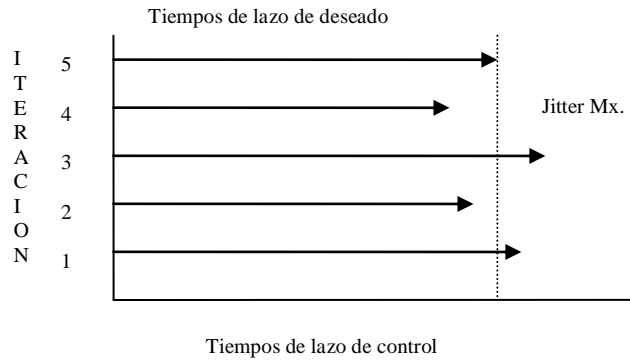


Fig. 2.7: Jitter

Un Jitter del orden de los nanosegundos califica un sistema RT, mientras sistemas operativos que no son RT tiene Jitter muy largos o ilimitados.

2.7.4 LATENCIA.

Describe la cantidad de tiempo que le toma al sistema responder a un evento. Este concepto es importante en respuesta a estados alarmas, los cuales no son periódicos sino randómicos. Un sistema RT garantiza una latencia de “peor caso”, que es la respuesta más lenta que puede existir.

2.7.5 “HARD REAL-TIME” Y “SOFT REAL-TIME”

Una aplicación de RT puede ser calificada según su desempeño. Un sistema Hard RT debe ser muy determinístico y nunca pierde un evento, como en el dinamómetro de un motor en el cual, si se pierde un evento, la interpretación de los datos será incorrecta. Por otro lado, un sistema Soft RT puede eventualmente perder datos sin provocar defectos en el funcionamiento, como en un control de temperatura lento donde el control se basa también en datos históricos.

2.8 SISTEMAS OPERATIVOS DE TIEMPO REAL.

El núcleo de una aplicación de software RT es un Sistema Operativo de Tiempo Real (RTOS). Una de las diferencias principales entre RTOS y de propósito general es la capacidad de garantizar una latencia de “peor caso”. En un OS de propósito general, un evento entrará en una cola, pero el sistema operativo lo

tramitará solamente cuando haya terminado su tarea actual y cuando haya tramitado todos los eventos anteriores de la cola. Estos OS tienen una latencia indeterminada por otro lado, un RTOS puede detener el <proceso actual para atender el evento, asegurando una latencia de “peor caso”.

Para que un sistema de control sea RT, todas sus partes deben serlo. Por ejemplo LabVIEW corriendo bajo Windows no garantiza correr en tiempo real, pues el tiempo de ejecución varía según muchos factores como solicitudes de interrupción, entradas de teclado y ratón, utilitarios de disco, programas corriendo detrás, comunicaciones de red, etc. Se puede mejorar la respuesta del PC deshabilitando todos los otros programas y drivers, e incluso desconectando los periféricos. Finalmente se puede escribir drivers más efectivos que accedan directamente al hardware, pero aún así, Windows tiene la capacidad de apropiarse de la aplicación de LabVIEW, aunque ésta corra con nivel de alta prioridad, sin garantizar por esto la ejecución en tiempo real. Por estas razones Windows no es un sistema operativo de tiempo real.

2.7.1 SISTEMAS DE TIEMPO REAL NI.

National Instruments tiene un conjunto completo de herramientas para crear sistemas de control de tiempo real de manera sencilla, sin perder el poder y la flexibilidad de programación de bajo nivel. Un sistema de control RT esta compuesto de tres elementos: el software, el hardware y la aplicación.

2.7.1.1 SOFTWARE RT

Existen varias capas de software. La primera es el Firmware, que es comparable al BIOS. La segunda es el sistema operativo y drivers, que conforma la base de software sobre la cual funciona todo el resto del programa. La tercera capa es LabVIEW Real Time Engine, que es el motor que permite ejecutar los programas ejecutados en LabVIEW. La capa final es la aplicación que es el programa realizado por el usuario.

2.7.1.2 HARDWARE RT

Es el equipo físico que contiene básicamente un procesador, memoria, módulos de entrada y salida de señales, y alguna forma de comunicaciones. NI ofrece cuatro opciones de hardware RT para diferentes aplicaciones: tarjetas DAQ, PXI, Field Point y Compact FieldPoint y CompactVision.

2.7.1.3 APLICACIÓN

El paradigma de programación de sistemas de tiempo real de National Instruments es el siguiente:

- a. El programador crea su aplicación utilizando LabVIEW bajo Windows, puesto que la aplicación real correrá en un sistema operativo RT, el programador puede utilizar todas las herramientas de LabVIEW que no sean propietarias del sistema operativo Windows (como lo son ActiveX, DDE, etc). Todo el resto de funciones matemáticas de I/O, escritura en disco dura, estructuras, etc. están disponibles. También bajo Windows se prueba la aplicación hasta dejarla lista para correr.
- b. Una vez que el programa está listo para correr se dirige la ejecución al hardware de RT. Esta operación se llama "Switch Execution Target", y se logra con una simple selección del menú de LabVIEW. Entonces el programa es descargado al hardware RT mediante una simple instrucción: "Download Application". De esta manera el programa reside en el hardware RT y está listo para correr.

CAPITULO III.

MANUAL DE LA TARJETA PC-DIO-24/PNP

3.1 INTRODUCCION.

En este capítulo se describe a la PC-DIO-24/PnP, una lista de lo que se necesita para empezar, descripción del software de programación, equipo optativo, cables y precauciones que se deben tomar en cuenta al desempaquetar la unidad.

3.2 EL PC-DIO-24/PnP.

Los PC-DIO-24/PnP son de bajo costo, 24-bit, interfase paralela digital I/O para un slot ISA. Un chip interfase periférica programable (PPI) 82C55A 24 bits de I/O digitales. El 82C55A es un chip`s poderoso y flexible al unirlo con un equipo periférico, puede operar en modo unidireccional o bidireccional, y puede generar demandas de interrupción a la computadora. Se puede programar el chip 82C55A para numerosas aplicaciones digitales de 8-bit, 16-bit, o 24-bit. Toda la comunicación se lo realiza a través de un conector estándar de 50 pines.

Los pines asignados para el conector son compatibles con los estándares para aplicaciones de 24 canales de I/O digitales. PnP se refiere al Plug and Play. Se puede usar los PC-DIO-24/PnP en una amplia gama de aplicaciones. Con los PC-DIO-24/PnP, usted puede usar su PC para realizar pruebas en laboratorio de I/O digitales, pruebas de producción, y procesos industriales para supervisión y control.

Para preparar y usar sus PC-DIO-24/PnP, se necesitará de lo siguiente:

El tablero PC-DIO-24PnP o PC-DIO-24

Manual del Usuario del PC-DIO-24/PnP

Una de las siguientes documentaciones de los paquetes del software:

BridgeVIEW

Component Works

LabVIEW para Windows

LabWindows/CVI

NI-DAQ para PC compatible con VirtualBench

La computadora

3.3 OPCIONES EN LA PROGRAMACION DEL SOFTWARE

Se tiene varias opciones para escoger la programación de las DAQ de National Instruments y el hardware de SCXI. Se puede usar el software de National Instruments o el NI-DAQ, en programaciones con un nivel de registro.

3.3.1 SOFTWARE DE LA NATIONAL INSTRUMENTS.

El paquete contiene herramientas para la adquisición de los datos y manejadores para el mando de instrumentos. También proporciona una interfase de programación para construir instrumentos virtuales a través de los estándares de controles de las normas OLE y DLLs. Se pueda usar todas la configuraciones de las herramientas, utilitarios y manejadores de recursos, y las utilidades para un control interactivo incluidas en el NI-DAQ.

LabVIEW ofrece una interfase grafica a los usuarios en base a un lenguaje grafico poderoso. Los VI en la biblioteca de LabVIEW Data Adquisición, una serie de VIs por usar, LabVIEW con National Instruments hardware de DAQ, es incluido con LabVIEW.

VirtualBench ofrece instrumentos virtuales que combinan la DAQ, el software, y la computadora para crear un instrumento autosuficiente con el que se agrega los beneficios del proceso, despliegue, y capacidades del almacenamiento a la computadora. VirtualBench es un instrumento que carga y graba datos en

graficas en las mismas formas que se usaría una hoja de cálculo o programas para procesadores de textos.

Utilizando el Software de ComponentWorks, LabVIEW, LabWindows/CVI, o VirtualBench se reducirá enormemente el tiempo de desarrollo para adquisición de datos y aplicación de mandos.

3.3.2 SOFTWARE MANEJADOR NI-DAQ

El manejador NI-DAQ está incluido sin recargo en todos los DAQ de National Instruments. NI-DAQ tiene una extensa biblioteca de funciones que usted puede llamar desde su ambiente de programación para sus aplicaciones.

NI-DAQ mantiene un software consistente entre sus versiones diferentes para que se pueda cambiar plataformas con modificaciones mínimas en el código. La Figura 3.1 ilustra la relación entre NI-DAQ y el software de aplicación de National Instruments.

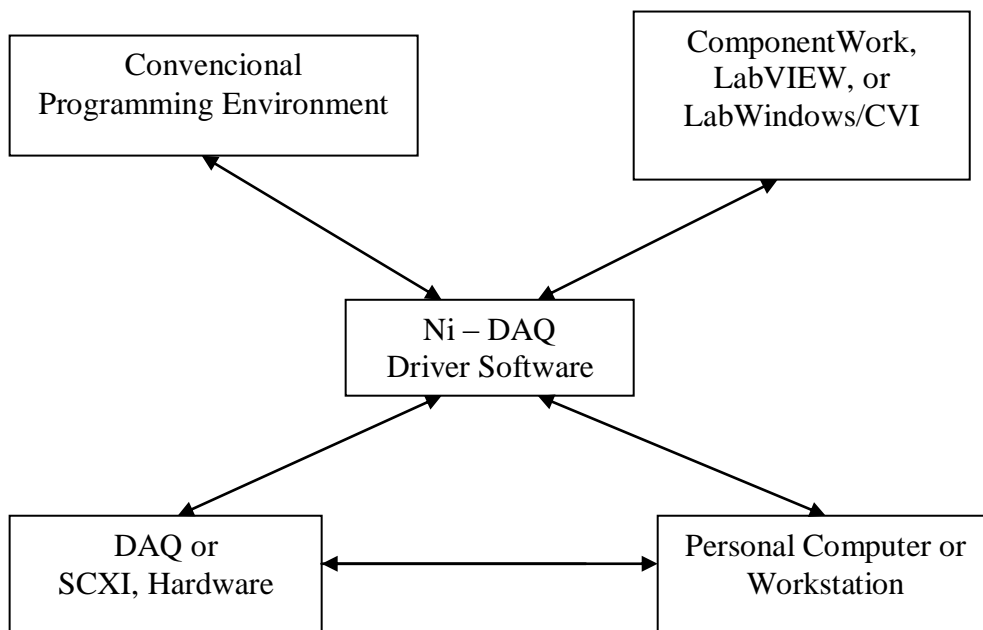


Fig. 3.1: Relación entre NI-DAQ y la National

3.4 MANEJO DE LA TARJETA AL DESEMPACAR

Este dispositivo es enviado en un empaque antiestático para prevenir de los daños electrostáticos que se puedan darse en el dispositivo. Las descargas electrostáticas pueden dañar varios componentes en el dispositivo. Para evitar este daño hay que tomar las siguientes precauciones:

1. El usuario debe conectarse a tierra mediante una manilla de descarga.
2. Tocar el empaque antiestático a una parte de metal del chasis de la computadora antes de remover el empaque antiestático.
3. Remover el dispositivo del empaque y verificar si es que el dispositivo posee algún daño o si faltan componentes en él.

3.5 INSTALACION Y CONFIGURACION.

Es aconsejable instalar el software antes de instalar el hardware.

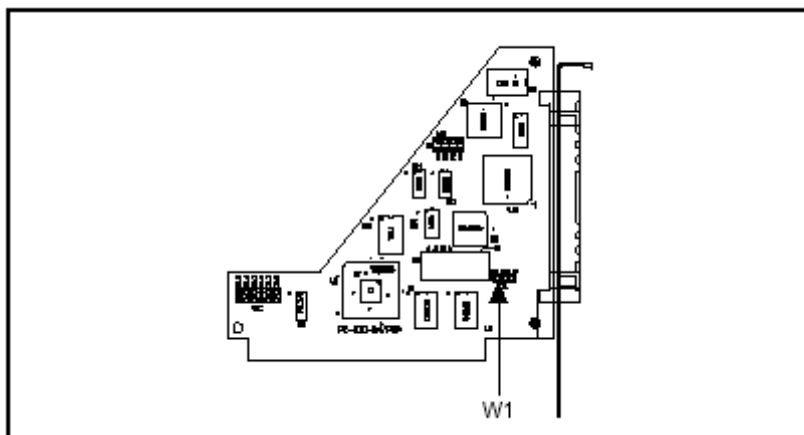


Fig. 3.2: PC-DIO-24/PnP

Se puede instalar los PC-DIO-24/PnP, figura 3.2, en cualquier hendidura de expansión de la computadora, las siguientes instrucciones generales nos ayudaran en la instalación de esta tarjeta.

1. Apague y desenchufe su computadora.
2. Remueva la tapa de la PC.

3. Quita la tapa del slot de expansión.
4. Inserte el PC-DIO-24/PnP en un slot sin realizar movimientos bruscos.
5. Insertada la tarjeta y asegure con el respectivo tornillo.
6. Visualmente verifique y asegúrese de la instalación.
7. Coloque nuevamente la tapa de la computadora
8. Conecte y encienda la computadora.

La PC-DIO-24/PnP esta ahora instalada.

3.6 CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE

PC-DIO-24/PnP es totalmente compatible con los estándares industriales con las especificaciones de Intel/Microsoft y Plug and Play. Plug and Play es un sistema que asigna recursos a través del software, librándolo de setiados manuales e interruptores. Estos recursos incluyen en el PC-DIO-24PnP una dirección y un canal de interrupción en la base del I/O.

El Manejador de la configuración recibe todas las demandas del recurso para su funcionamiento, compara los recursos disponibles por aquéllos pedidos, y asigna los recursos disponibles tan eficazmente como sea posible al sistema Plug and Play. En la aplicación el software puede preguntar al manejador de la configuración para determinar los recursos asignados y su desenvolvimiento en cada tabla. El software de Plug and Play instala un dispositivo manejador como un componente integral del BIOS de la computadora.

3.6.1 SELECCIÓN DE INTERRUPCIÓN Y DIRECCIÓN DE LA BASE I/O

Se puede configurar la PC-DIO-24/PnP para usar una base de direccionamiento en el rango de 100 a 3E0hex. Cada tabla ocupa 32 Bytes de espacio de dirección y debe localizarse en un límite de 32 byte. Por consiguiente, las direcciones válidas incluyen 100, 120, 140..., 3E0 hex. Los PC-DIO-24PnP pueden usar un canal de interrupción 3, 4, 5, 7, o 9.

3.7 CONECCION DE SEÑALES.

En la figura 3.3 se indica los pines asignados al conector I/O del PC-DIO-24/PnP. Las conexiones que excedan cualquier valor máximo de entrada o rendimiento de las señalan en los PC-DIO-24/PnP puede dañar la tarjeta e incluso el PC.

PC7	1	2	GND
PC6	3	4	GND
PC5	5	6	GND
PC4	7	8	GND
PC3	9	10	GND
PC2	11	12	GND
PC1	13	14	GND
PC0	15	16	GND
PB7	17	18	GND
PB6	19	20	GND
PB5	21	22	GND
PB4	23	24	GND
PB3	25	26	GND
PB2	27	28	GND
PB1	29	30	GND
PB0	31	32	GND
PA7	33	34	GND
PA6	35	36	GND
PA5	37	38	GND
PA4	39	40	GND
PA3	41	42	GND
PA2	43	44	GND
PA1	45	46	GND
PA0	47	48	GND
+5V.	49	50	GND

Fig. 3.3 Terminales de la tarjeta

3.7.1 CARACTERISTICAS DE LA SEÑALES

En la tabla 3.1 se describe las señales del PC-DIO-24/PnP. Los rangos máximos de entrada de voltaje es de -0.5 a 5.5V. con la respectiva tierra.

Pin	Señal	Descripción
1,3,5,7,9,11,13,15	PC<7..0>	Port. C: Dato de líneas bidireccional. PC7 es MSB, PC0 es LSB
17,19,21,23,25,27,29,31	PB<7..0>	Port. B: Dato de líneas bidireccional. PB7 es MSB, PB0 es LSB
33,35,37,39,41,43,45,47	PA<7..0>	Port. A: Dato de líneas bidireccional. PA7 es MSB, PA0 es LSB
49	+5V.	+5Volts. Es usado para un máximo de 1A. con 4.65 a 5.25V.
Todos los pines pares	GND	Ground. Todas estas señales son conectadas con referencia a tierra de la computadora

Tabla 3.1: Descripción de las señales

3.7.2 ASIGNACION DE LOS PINES DEL PUERTO C.

Las señales al puerto C dependen del modo en que se programan el 82C55A. En el modo 0, el puerto que C es un puerto I/O de 8-bit. Si el puerto A o B está en modo 1 o 2, entonces algunos o todos las líneas del puerto C se usan líneas para el estado y señal de handshaking.

Cualquier línea sin usar es disponible para propósito general o como entrada o salida. La tabla 3.2 resume las asignaciones señaladas al puerto C para cada modo de programación. Puertos A y B puede estar en modos diferentes; la tabla no muestra cada posible combinación. Vea Apéndice C, par ver la información del nivel de programación

Programming mode	Group A				Group B			
	PC 7	PC 6	PC5	PC4	1	PC2	PC1	PC0
Mode 0	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O
Mode I input	I/O	I/O	IBFA	STBA*	INTRA	STBB*	IBFBB	INTRB
Mode I Output	OBFA*	ACKA*	I/O	I/O	INTRA	ACKB*	OBFB*	INTRB
Mode 2	OBFA*	ACKA*	IBFA	STBA*	INTRA	I/O	I/O	I/O

*Indicates that the signal is active low

Tabla 3.2: Asignaciones al Puerto C

3.7.3 CONECCION DE LA SEÑALES DIGITALES I/O.

En las tablas 3.3 y 3.4 se encuentran las especificaciones y rangos que son aplicables a las líneas digitales I/O.

El rango absoluto máximo de voltaje es -0.5 a +5.5V. con respecto a GND, las especificaciones de las entradas digitales (con respecto a GND). Tabla 3.3

Input logic high voltage	2.2 V min 5.3 V max
Input logic low voltage	-0.3 V min 0.8 V max
Input high current (Vin = 5 V, W1 set to pullup)	11.0 mA max
Input high current (Vin = 5 V, W1 set to pulldown)	65 mA max
Input logic low current (Vin = 0 V, W1 set to pullup)	-65 mA max
Input logic low current (Vin = 0 V, W1 set to pulldown)	-11 mA max

Tabla 3.3: Especificaciones y rangos de las líneas I/O.

Digital output specifications (referenced to GND). Tabla 3.4

Output logic high voltage (Iol = -2.5 mA)	3.7 V min	5.0 V max
Output logic high voltage (Iol = -4 mA)	2.7 V min	5.0 V max
Output logic low voltage. (Iol = 2.5 mA)	0 V min	0.4 V
Output logic low voltage. (Iol = 4 mA)	0 V min	0.5 V

Tabla 3.4 : Especificaciones de las salidas digitales

La figura 3.4. demuestra las tres aplicaciones típicas de conexión de Digital I/O

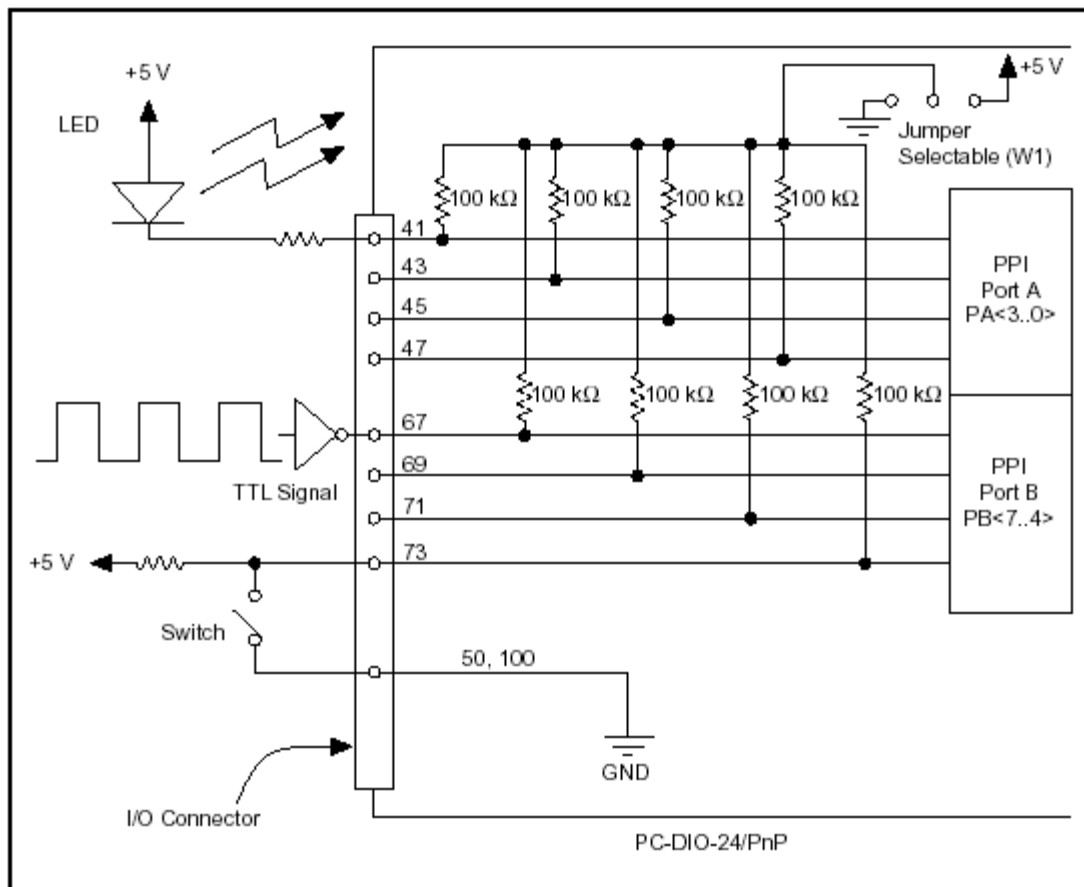


Fig. 3.4: Aplicaciones típicas

En la figura 3.4, el Puerto A esta configurado como salida digital, el Puerto B esta configurado como entrada digital, en aplicaciones de entradas digitales incluye la entrada de señales TTL, en salidas podemos utilizar LED como se demuestra en la figura 3.4.

3.8 TEORIA DE OPERACIÓN

El diagrama del bloque en Figura 3.5 ilustra los componentes de la PC-DIO-24/PnP.

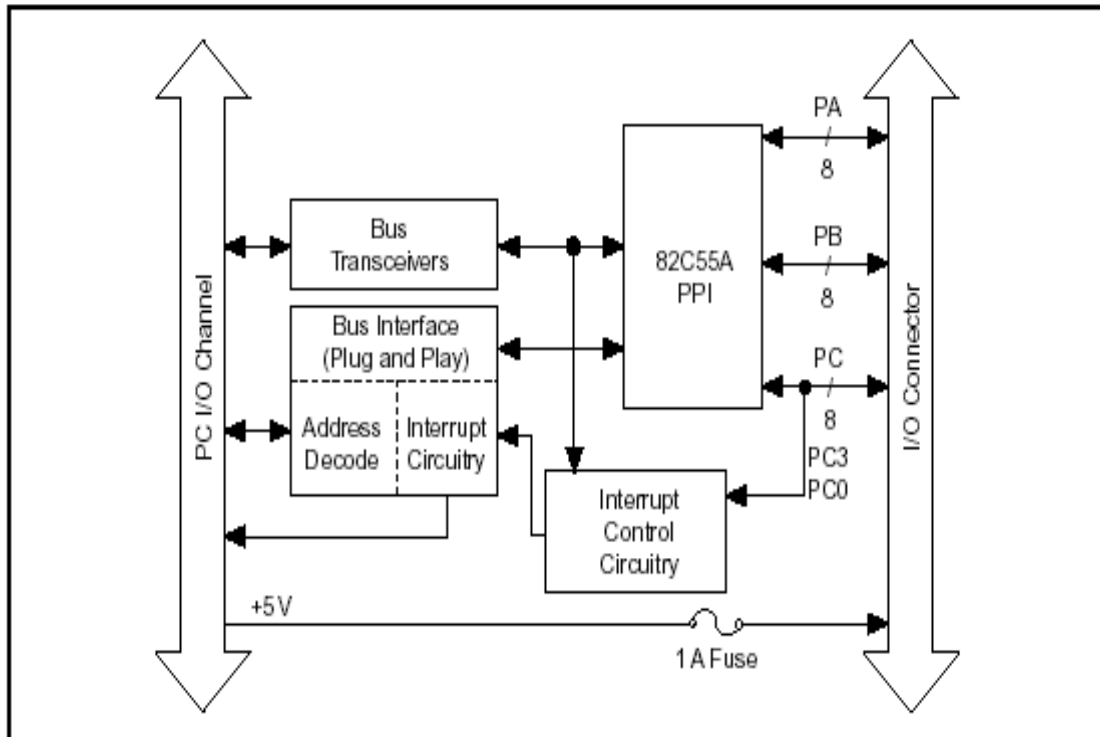


Fig. 3.5: componentes de la PC-DIO-24/PnP.

El canal PC I/O consiste en un bus de direcciones, un bus de datos, líneas de interrupción, y varios controles y señales de soporte. El control y transferencia de datos en el microprocesador son asincrónicos.

Bus transceivers.

Este bus envía y recibe datos o otras señales desde el canal I/O de la PC.

Bus Interfase.

El PC-DIO-24PnP Plug and Play automáticamente controla la circuitería y asigna los recursos del sistema. El software realiza todo lo relacionado a la configuración, como por ejemplo poner la dirección y nivel de la interrupción en la tabla.

En los PC-DIO-24 (no-PnP), los interruptores o jumpers son los que ponen la dirección y nivel de la interrupción.

Interrupt Control Circuitry.

El PC-DIO-24PnP por medio de la circuitería Plug and Play selecciona la interrupción. Dos registros de controladores por software determinan que fuente pueden generar la interrupción. El dispositivo 82C55A tiene dos líneas de interrupción, PC3 y PC0, conectados a la circuitería de la interrupción.

Los PC-DIO-24 (no-PnP) usa uno de las líneas de PC extras (seleccionadas por jumper) como una habilitación de interrupción.

3.9 82C55A. INTERFASE PERIFÉRICA PROGRAMABLE

El chip PPI82C55A es el corazón de los PC-DIO-24/PnP. Este chip dispone de 24 pines de I/O programables que representan a tres puertos de 8-bit (PA, PB, y PC). Se puede programar cada puerto como entrada o salida. El 82C55A tienen tres modos de operación: simple (modo 0), strobed I/O (modo 1), y I/O bidireccional (modo 2).

En modo 1, los tres puertos son dividido en dos grupos, grupo A y grupo B. Cada grupo tiene ocho datos y tres controles y un bit de estado del puerto C (PC). El grupo A puede también ser usado en modo 2. En modo 2, el grupo A tiene cada uno 8-bit de datos bidireccionales y cinco controles y un bit de estado del puerto C.

Se puede usar el puerto A y puerto B en dos modos diferentes. Modos 1 y 2 uso la señal de handshaking del puerto C para sincronizar el traslado de los datos. Refiérase al Apéndice B, para información más detallada.

3.10 ESPECIFICACIONES:

La siguiente información nos detalla las especificaciones para la PC-DIO-24/PnP. Estas características técnicas están dadas a 25° C, a menos que se especifique lo contrario. El rango de operación de temperatura es 0° a 70° C.

3.10.1 DIGITAL I/O.

Número de canales.....	24 I/O
Compatibilidad	TTL
Rango absoluto de voltaje de entrada (Vcc = 5.0 V)	-0.5 a +5.5 V con respecto a GND
Handshaking	Requiere un puerto
Estado de encendido	Configura como entrada, tiró alto o bajo (seleccionar por jumper)
Transferencia de datos	Interrupciones, programable I/O.

3.10.2 SEÑALES DE ENTRADA

En la tabla 3.5 se especifica la máximo entrada lógica alta y salida alta de voltaje asumiendo un Vcc de 5.0 V.

Level	Min	Max
Input logic high voltaje	2.2 V.	5.3 V.
Input logic low voltage	-0.3V.	0.8 V.
Input high current (Vin=5V, W1 set to pull up)	-	11µA.
Input high current (Vin=5V, W1 set to pull down)	-	65µA.
Input logic low current (Vin=0V, W1 set to pull up)	-	-65µA.
Input logic low current (Vin=0V, W1 set to pull down)	-	-11µA.

Tabla 3.5: Rangos de voltaje máximo y mínimo de las señales de entrada

3.10.3 SEÑALES DE SALIDA.

En la tabla 3.6 se especifican las distintas entradas de salida

Pin 49 (desde 4.65 a 5.25 VDC) 1.0 A.max.

Level	Min	Max
Output logia high voltage.	3.7V.	5.0V.

(I _{ol} =-2.5mA.)		
Output logic high voltage. (I _{oh} =-4mA.)	2.7V.	5.0V.
Output logic low voltage. (I _{ol} =2.5mA.)	0V.	0.4V.
Output logic low voltage. (I _{oh} =4mA.)	0V.	0.5V.

Tabla 3.6: Señales de salida

3.10.4 PODER REQUERIDO

+5 VDC (±10%) 0.45A.typ. 1A.max

3.10.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Dimensiones 11.7 x 10.6 cm.

Conector I/O 50 pines con cable macho

Ambiente

Temperatura de trabajo 0° a 70° C

Temperatura de almacenamiento -55° a 150° C

Humedad relativa 5% a 90% no condensado

3.10.6 PROPORCIONES DEL TRASLADO

Max con software de NI-DAQ 50 kbytes/s

Rango de la constante sustentable (typ).....1 a 10 kbytes/s

Las proporciones del traslado son una función de la velocidad con que su programa lee o escribe datos a la tabla, y por consiguiente varía con el software y aplicación del sistema. Los factores primarios siguientes que controla la PC-DIO-24/PnP proporciona el rango de transferencia:

- Características del sistema de la computadora
- Ambiente de programación (registro de programación nivelada o

- NI-DAQ)
- Lenguaje de programación y eficacia del código
- Modo de ejecución (primer plano o fondo, con fondo, ejecución que típicamente usa interrupciones)
- Otras operaciones en marcha
- Aplicación

Por ejemplo, se puede obtener proporciones del traslado más altas en un handshaking o aplicaciones de transferencia de datos, requiriendo un rango promedio, pues en generaciones modelos, adquisición de datos, o aplicación de generación de formas de onda, se requiriendo una proporción sustentable constante.

CAPITULO IV.

SENSORES

4.1 INTRODUCCION.

La siempre creciente automatización de los complejos sistemas de producción, necesita la utilización de componentes que sean capaces de adquirir y transmitir información relacionada con el proceso de producción, los sensores cumplen con estos requerimientos y por ello se han convertido en los últimos años en componentes cada vez más importantes en la tecnología de medición y en la de control en bucle cerrado y abierto. Los sensores proporcionan la información al control en forma de variables individuales del proceso.

Las variables de estado del proceso son, por ejemplo, variables físicas como temperatura, presión, fuerza, longitud, ángulo de giro, nivel, caudal, etc. Hay sensores para la mayoría de estas variables físicas, que reaccionan con cada una de ellas y transfieren las correspondientes señales.

4.2 TÉRMINOS RELACIONADOS CON LOS SENSORES.

4.2.1 CARACTERISTICAS DE UN SENSOR.

- Un sensor es un convertidor técnico, que convierte una variable física (por ejemplo, temperatura, distancia, presión) en otra variable diferente, mas fácil de evaluar (generalmente una señal eléctrica)
- Expresiones adicionales a los sensores son: Codificadores (encoders), efectores, convertidores, detectores, transductores, iniciadores.

- Un sensor no necesariamente tiene que generar una señal eléctrica. Ejemplo: Los finales de carrera neumáticos, producen una señal de salida neumática (en términos de cambio de presión).
- Los sensores son dispositivos que pueden funcionar tanto por medio de contacto físico, por ejemplo, barreras fotoeléctricas, barreras de aire, detectores de infrarrojos, sensores de reflexión ultrasónicos, sensores magnéticos, etc.
- Incluso un simple final de carrera puede considerarse como un sensor.
- Dentro de un proceso controlado, los sensores representan los “perceptores” que supervisan un proceso, indicando a los errores, recogiendo los estados y transmitiendo esta información a los demás componentes del proceso.

Un sensor es útil solo con respecto al proceso o a su evaluación.

4.3.2 COMPONENTES DE UN SENSOR.

Además de la expresión “sensor”, también se utilizan los siguientes términos: Por componente de un sensor entendemos una parte de un sensor o de un sistema sensor que registra una variable medida, pero que no permite una utilización independiente, dado que se precisa un procedimiento de la señal y un pre-montaje (caja, conexiones).

4.3.3 SISTEMA SENSOR.

Un sistema sensor consiste en varios componentes de medida y evaluación, a menudo con una parte significativa de funciones de procesamiento de señales. Los componentes son a menudo modulares y pueden ser intercambiados dentro de la misma familia de productos. Además de los sensores, también se dispone de procesadores de señales, microordenadores e interfases de datos compatibles para el acondicionamiento de las señales.

Ejemplo: Sistema de procesamiento de imágenes con sensores de imagen CCD, sistemas de medición por láser, sistemas de identificación. En el caso de estas

capacidades de procesamiento de las señales, se habla de sensores “inteligentes” o de sensores activos (smart sensors).

4.3.4 SISTEMA MULTI-SENSOR.

Son sistemas de sensor con varios tipos de sensores similares o diferentes, como ejemplos anotamos los siguientes:

- Un sensor de temperatura y humedad o de presión y temperatura, cada uno formando parte del mismo dispositivo.
- Una combinación de varios sensores de proximidad para distinguir la forma y el material de una pieza.
- Una combinación de varios sensores químicos para gases, con la cual, y a través de la respuesta solapada de los rangos y por medio de una evaluación inteligente, proporcionan una mayor información como conjunto de la que emitirían como sensores individuales.
- Utilización de varios órganos sensitivos del hombre (olfato, gusto, vista, tacto de la lengua) durante la ingestión de alimentos.

4.4 SEÑALES TIPICAS DE SALIDA DE LOS SENSORES.

Cuando se utilizan sensores, es importante conocer los diferentes tipos de señales de salida.

4.3.1 Tipo A:

Sensores con señal de salida por interrupción (señal de salida binaria).

Ejemplos: Sensores de proximidad

Presostatos

Sensores de niveles

Sensores bimetalicos

Por norma, estos sensores pueden conectarse directamente a los controles lógicos programables (PLC)

4.3.2 Tipo B:

Sensores con salida por trenes de pulsos

Ejemplos: Sensores incrementales de longitud y rotativos

Generalmente se dispone de interfases compatibles para PLC. Requerimientos del PLC: que dispongan de contadores de hardware y software con posibilidad de una mayor longitud de palabra.

4.3.3 Tipo C:

Componentes de sensores con salida analógica y sin amplificador integrado ni conversión electrónica, que proporcionan una señal de salida analógica muy débil, no apta para una evaluación inmediata (por ejemplo, en la gama de los milivoltios) o de una señal que solamente puede ser evaluada utilizando circuitería adicional.

Ejemplo: Componentes de sensores piezorresistivos o piezoeléctricos
Células termoeléctricas o Pt-100
Magnetorresistores y componentes de sensores de efecto Hall
Sondas de medida de conductividad y pH
Potenciómetros lineales.

A menudo hay aplicaciones donde, en el caso de producciones elevadas, el usuario elige sus propias soluciones electrónicas.

4.3.4 Tipo D:

Sensores con salidas analógicas amplificador y conversión electrónica integrados, que proporcionan señales de salida que pueden evaluarse inmediatamente.

Ejemplos típicos de señales de salida:

0	...	10 v
-5 v	...	+5 v
1	...	5 v

0 ... 20 mA
-10 v ... +10 mA
4 ... 20 mA

4.3.5 Tipo E:

Sensores y sistemas de sensores con señal de salida estandarizada, por ejemplo, RS 422-A, RS 485 o con interface a buses de datos tales como bus de campo (profibus, bus-sensor-actuador).

4.3.6 SENSORES BINARIOS Y ANALÓGICOS.

Los sensores binarios son sensores que convierten una magnitud física en una señal binaria, principalmente en una señal eléctrica con los estados "ON" o "OFF" (conectado o desconectado), por ejemplo:

- Final de carrera
- Sensor de proximidad
- Presostato
- Sensor de nivel
- Termostato

Los sensores analógicos son sensores que convierten una magnitud física en una señal analógica, principalmente una señal eléctrica de tensión o de intensidad

- Sensores de longitud , distancia o desplazamiento
- Sensores para movimiento lineal o rotativo
- Sensores para superficies , formas y geometría
- Sensores de fuerza
- Sensores de peso
- Sensores de presión
- Sensores de par
- Sensores de flujo (para gases y fluidos)

- Sensores de caudal (para materiales sólidos)
- Sensores de nivel de llenado
- Sensores de temperatura y otros valores térmicos
- Sensores para valores ópticos
- Sensores para valores acústicos
- Sensores para valores electromagnéticos
- Sensores para radiaciones físicas
- Sensores para sustancias químicas
- Sensores para características físicas.

4.5 SENSORES DE PROXIMIDAD.

Los sensores a tratarse son, principalmente sensores con “posiciones directas”, es decir sensores que detectan si un objeto se halla o no en una determinada posición. Estos sensores se conocen como sensores de proximidad. Los sensores de este tipo proporcionan una información de “Si” o “No” dependiendo de si el objeto a alcanzado o no la posición definida. Estos sensores que indican solamente dos estados, se conocen también como sensores binarios o menos comúnmente como iniciadores.

En muchos sistemas de producción, se utilizan interruptores mecánicos de posición para identificar la ejecución de movimientos. Otros términos también utilizados son micro ruptores, finales de carrera, válvulas limitadoras. Puesto que los movimientos se detectan por medio de contactos, deben cumplirse ciertos requisitos constructivos. Además estos componentes están sometidos a desgaste. En contra, los sensores de proximidad funcionan electrónicamente y sin contacto.

4.4.1 VENTAJAS DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD

Las ventajas de los sensores de proximidad sin contacto son:

- Detección precisa y automática de posiciones geométricas

- Detección sin contacto de objetos y procesos ; utilizando sensores electrónicos de proximidad, no es preciso el contacto entre el sensor y la pieza
- Características de conmutación rápidas; dado que la señal de salida se da electrónicamente, los sensores están libres de rebotes y no crean errores en las señales emitidas.
- Resistencia al desgaste; los sensores electrónicos no contienen partes móviles que puedan desgastarse
- Numero limitado de ciclos de conmutación
- Versiones disponibles incluso para utilización en ambientes peligrosos (por ejemplo, en ambientes con riesgo de explosión).

Actualmente, los sensores de proximidad se utilizan en muchas áreas de la industria por las razones mencionadas anteriormente. Se utilizan para el control de secuencias en instalaciones técnicas y como tales para supervisión y salvaguarda de procesos. En este contexto, los sensores se utilizan para la detección anticipada, segura y rápida de fallos en los procesos de producción. La prevención de daños a las personas y máquinas es otro factor importante a considerar. También puede alcanzarse una reducción en los tiempos de paro de las máquinas por medio de los sensores, ya que el fallo es rápidamente detectado y localizado.

La figura 4.1 muestra los diferentes tipos de sensores de posición sin contacto en grupos separados, de acuerdo a sus principios físicos y tipo, donde básicamente cada sensor puede ser del tipo binario o analógico. En esta ocasión, trataremos solamente con los tipos binarios.

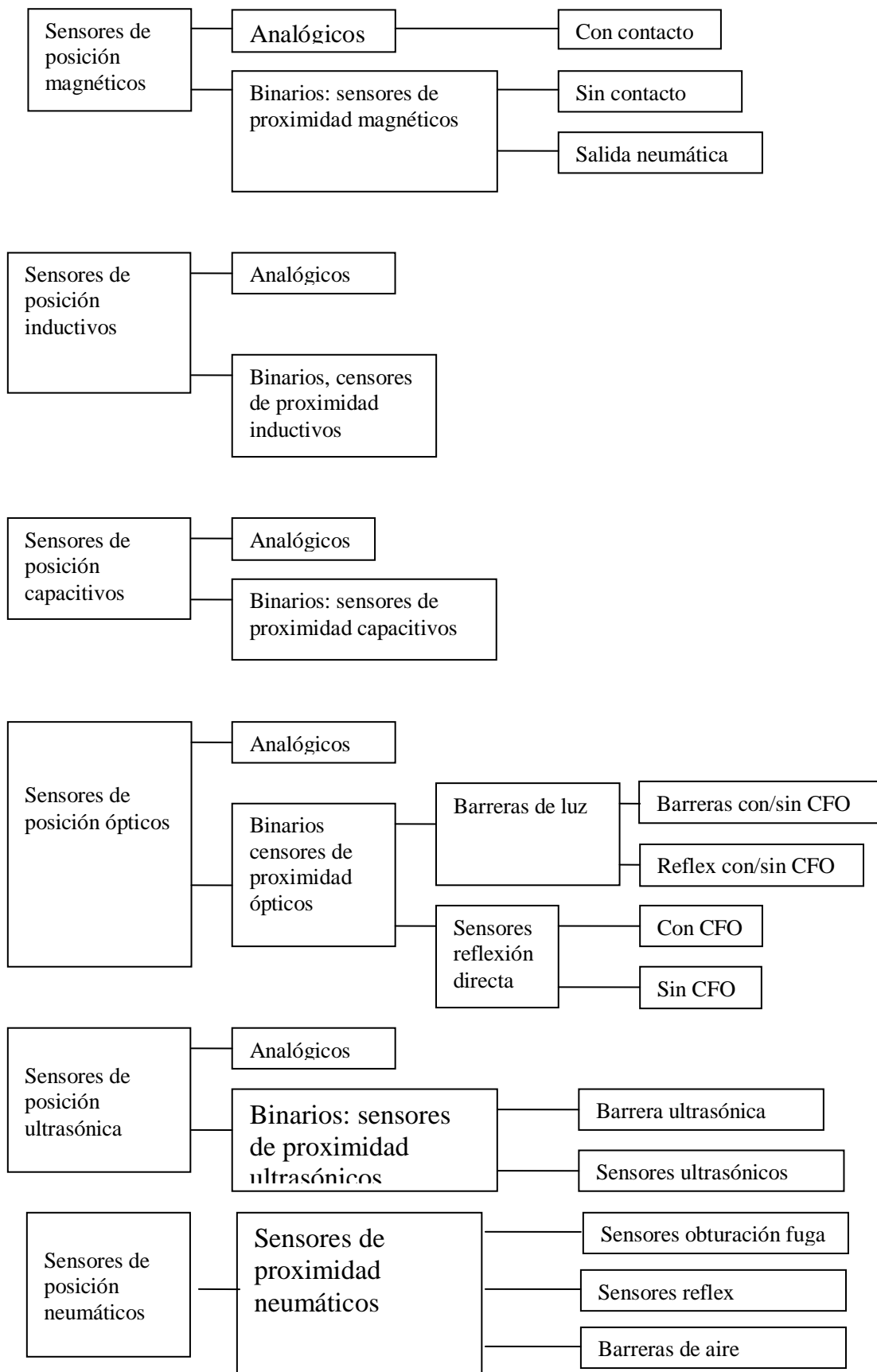


Fig. 4.1 Clasificación de los sensores para detección de posición.

4.4.2 TENSION DE FUNCIONAMIENTO

En los países Europeos, los sensores de proximidad funcionan generalmente con una tensión nominal de 24vDC (corriente continua), por lo cual los sensores están generalmente diseñados para trabajar en un rango entre 10 y 30v o entre 10 y 55v. En el Sudeste Asiático, Norte y Sudamérica, así como en Australia y Sudáfrica, se estima que el 30% de los sensores de proximidad ópticos e inductivos funcionan con AC (corriente alterna).

Los sensores de proximidad inductivos, capacitivos y ópticos a menudo están disponibles no solamente para corriente continua sino también para alterna, cuyas tensiones usuales son 24v, 110v, 120v o 220v. Los sensores de proximidad inductivos, capacitivos y ópticos también están disponibles en tensiones universales, los cuales pueden conectarse tanto a corriente continua como alterna, por ejemplo, en el rango de los 12v a 240v DC ó 24v a 240v AC. Otros fabricantes, por ejemplo, ofrecen ejecuciones para 20v a 250v DC AC (por ejemplo 45-65 Hz.). Un término utilizado en estos casos es el de ejecución en tensiones universales (UC).

4.5 CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD.

Los campos de aplicación típicos para los sensores de proximidad son las áreas de:

- Industria del automóvil
- Ingeniería mecánica
- Industria del embalaje
- Industria de la madera
- Industria de la impresión y papeleras
- Industria de la alimentación
- Industria cerámica y de construcción

Las posibilidades de aplicación de los sensores de proximidad en la técnica de automatización son tan diversas y amplias que es imposible abarcar una descripción completa.

4.5.1 EJEMPLOS DE APLICACION.

Aplicaciones de conteo de pieza y secuencias de movimiento, por ejemplo, cintas transportadoras, dispositivos de clasificación.

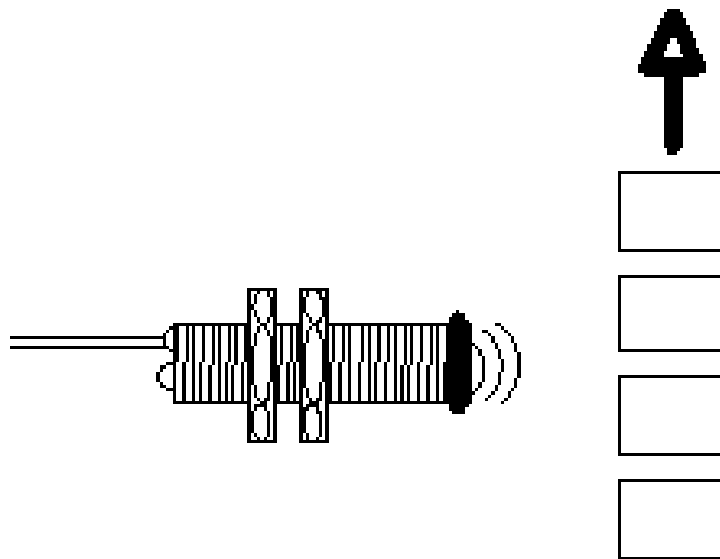


Fig. 4.2: Conteo de elementos.

Aplicaciones para la medición de la velocidad de rotación, por ejemplo, de engranajes, o para detectar velocidad cero.

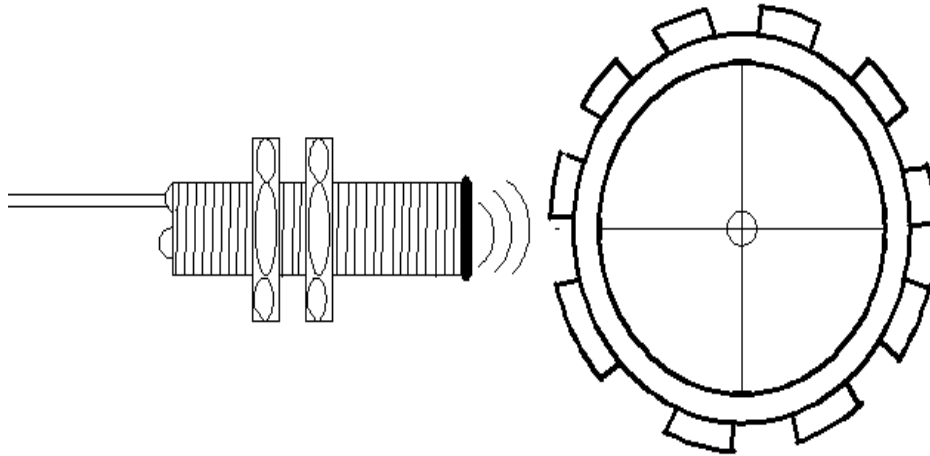


Fig. 4.3: Detección de movimientos giratorios.

Aplicación para definir el sentido de un movimiento lineal o rotativo, por ejemplo, definiendo el sentido de las piezas clasificadas.

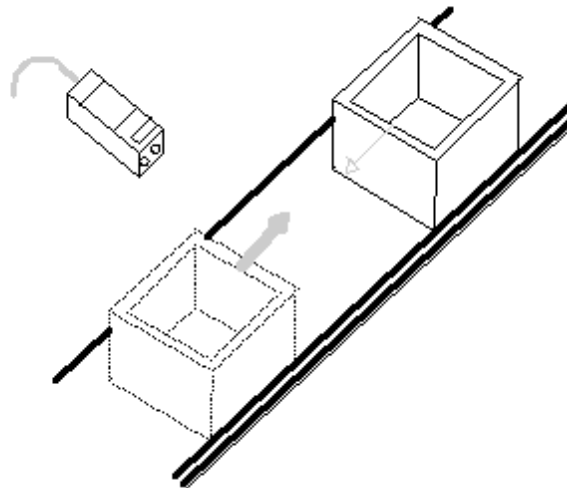


Fig. 4.4: Detección del sentido de movimiento.

4.6 SENSORES DE PROXIMIDAD REED

4.6.1 FUNCIONAMIENTO:

Estos sensores de proximidad, reaccionan ante los campos magnéticos de imanes permanentes y de electroimanes, figura 4.5. En el caso de un sensor reed, las láminas de contacto están hechas de material ferromagnético (Fe -Ni aleado, Fe = hierro, Ni = níquel) y están selladas dentro de un pequeño tubo de vidrio. El tubo se llena con un gas inerte, por ejemplo, Nitrógeno (gas inerte significa un gas no activo ni combustible).

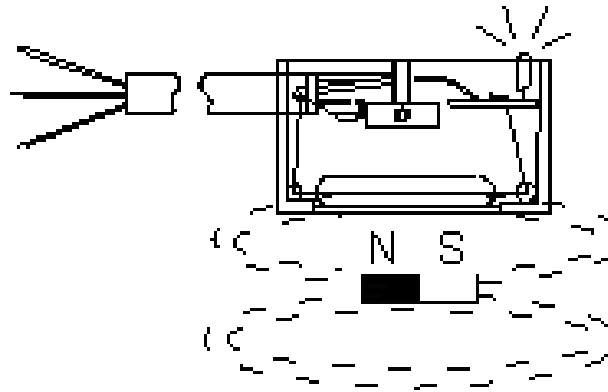


Fig. 4.5: Sensor magnético de proximidad reed

Si se acerca un campo magnético al sensor de proximidad, las láminas se unen por magnetismo y se produce un contacto eléctrico. La tabla 4.1 muestra algunos de los datos técnicos más importantes relacionados con los contactos de estos sensores de proximidad.

Tensión de conmutación	12 V... 27 V DC o AC
Precisión de conmutación	= 0.1 mm
Potencia máxima de interrupción	40 W
Máx. interferencia magnética	0.16 mT
Máx. corriente de ruptura	2 A
Frecuencia máxima de conmutación	500 Hz
Tiempo de conmutación	≤ 2 ms
Conductancia	0.1 Ω

Vida útil del contacto (con circuito de protección)	5*10 ⁶ ciclos de conmutación
Clase de protección IEC 529, DIN 40 050	IP 66
Temperatura de funcionamiento	-20° C.....60° C

Tabla 4.1: Características técnicas de los sensores de proximidad reed.

Los sensores de proximidad reed a menudo poseen un diodo emisor de luz incorporado, para indicar su estado. La Fig.4.6 ilustra las conexiones internas y externas. Los diodos emisor de luz, junto con la resistencia en serie, asumen la función de un circuito de protección para una carga inductiva.

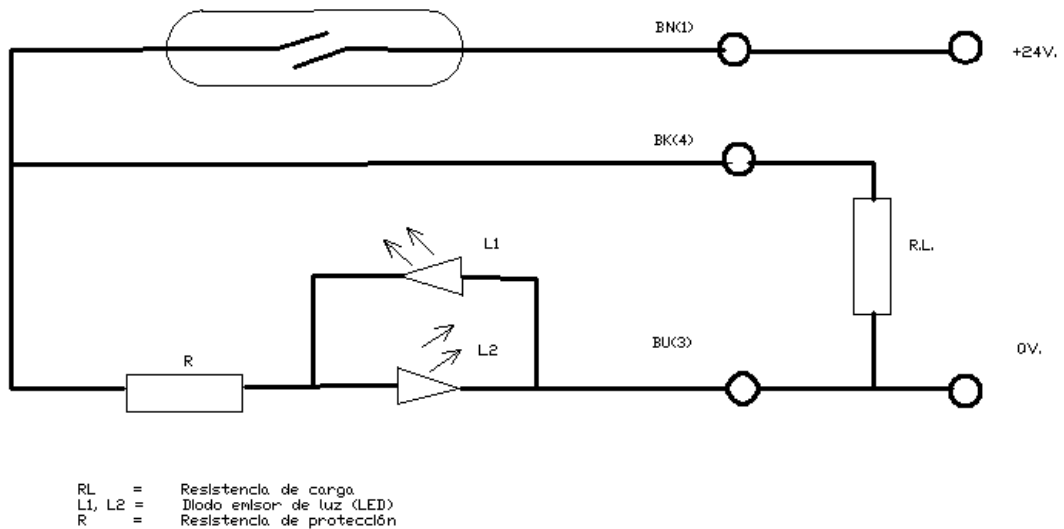


Fig. 4.6: Esquema de un sensor de proximidad reed con diodos emisores de luz (LED).

La figura 4.7 nos ilustra algunos ejemplos de interruptores magnéticos reed para la detección de un cilindro, también conocidos como sensores de cilindro.

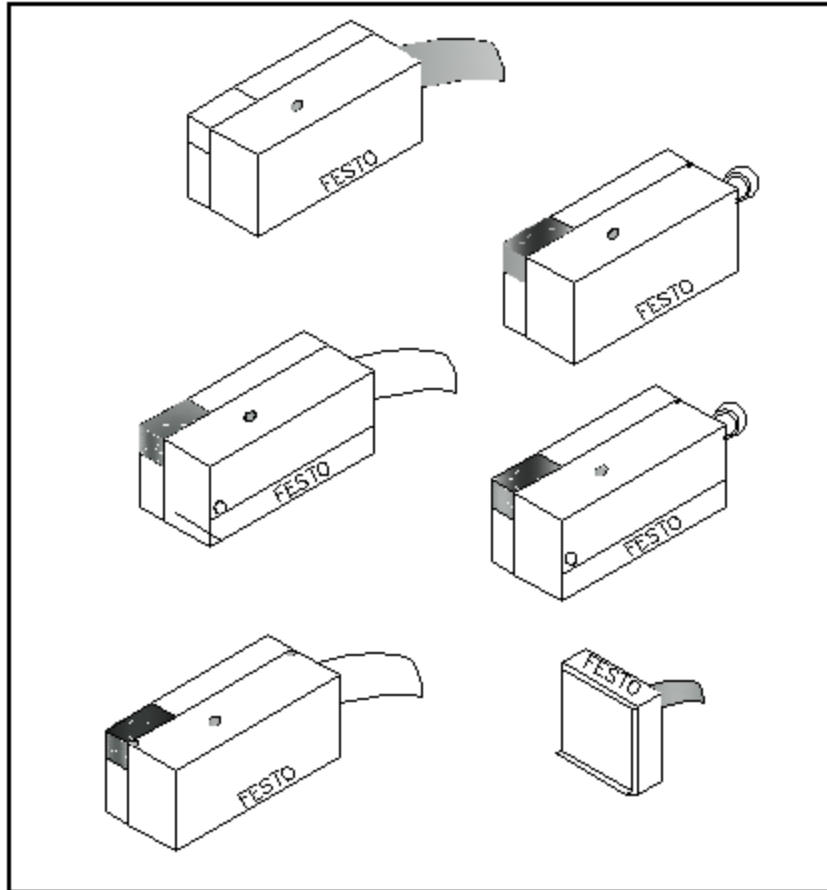


Fig. 4.7: Ejemplos de interruptores magnéticos reed para la detección de las posiciones de un cilindro (“sensores de cilindro”).

4.6.2 OBSERVACIONES SOBRE LA DISPOSICION.

Cuando se utiliza sensores de proximidad reed, es importante asegurarse de que no haya interferencia cerca del sensor, cuyo campo magnético excede de 0.16 MT (T=tesla). Si este fuera el caso, el sensor debería apantallarse correspondientemente. Si se monta varios cilindros neumáticos con sensores de proximidad, se requiere una distancia mínima de 60mm. entre los sensores de proximidad y las paredes externas de los cilindros adyacentes. Si se reduce esta distancia, puede producirse puntos de conmutación no deseados.

Con sensores reed, debe reducirse el máximo flujo de corriente, de lo contrario esto puede provocar un arco de descarga durante la conexión o la desconexión y ello ocasionar que se quemen las láminas de contacto. Una resistencia en serie hace la limitadora de corriente y prolonga la vida de los contactos.

Cuando se interrumpen cargas inductivas, se crea un elevado pico de tensión en el momento de desconexión. Por esta razón debe preverse un circuito de protección para el sensor de proximidad, a no ser que ya lleve un incorporado. El circuito de protección puede ser tanto un elemento RC adecuado, como un diodo o un varistor. Los valores eléctricos de estos componentes dependen de la potencia del elemento que activa el contacto (por ejemplo un relé o en contactor, etc.).

Si se activa un relé o un contactor, es esencial que se respeten los datos técnicos del interruptor y del relé del contactor, la potencia de llamada de un relé o de un contactor es varias veces mayor (de 8 a 10 veces) que la potencia de mantenimiento. Por ello es importante utilizar la potencia de llamada como valor de referencia principal.

4.6.3 EJEMPLO DE APLICACIÓN

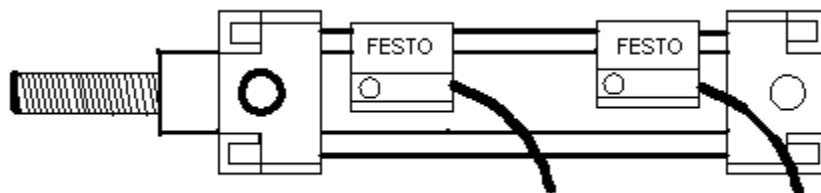


Fig. 4.8: Cilindro neumático con sensores de proximidad magnéticos.

Los sensores de proximidad se utilizan para la detección de las posiciones finales, aproximadamente a unos 10mm. del final de carrera. El pistón de la figura 4.8 grafica un cilindro neumático con dos sensores en sus extremos.

La aplicación más amplia y conocida y utilizada: detector de posición de cilindros, con la utilización de estos tipos de sensores se pueden solventar muchos otros problemas de detección si al objeto a detectar se le aplica un imán, por ejemplo:

- Medición de la velocidad de rotación de piezas de cualquier material.
- Detección selectiva de piezas individuales de series similares.
- Sistemas de codificación por desplazamiento incremental.

- Dispositivos de conteo.
- Interruptores de puertas.
- Posicionamiento de material.

En la figura 4.9 podemos apreciar el funcionamiento de los sensores de proximidad magnéticos para la detección de las posiciones de un cilindro.

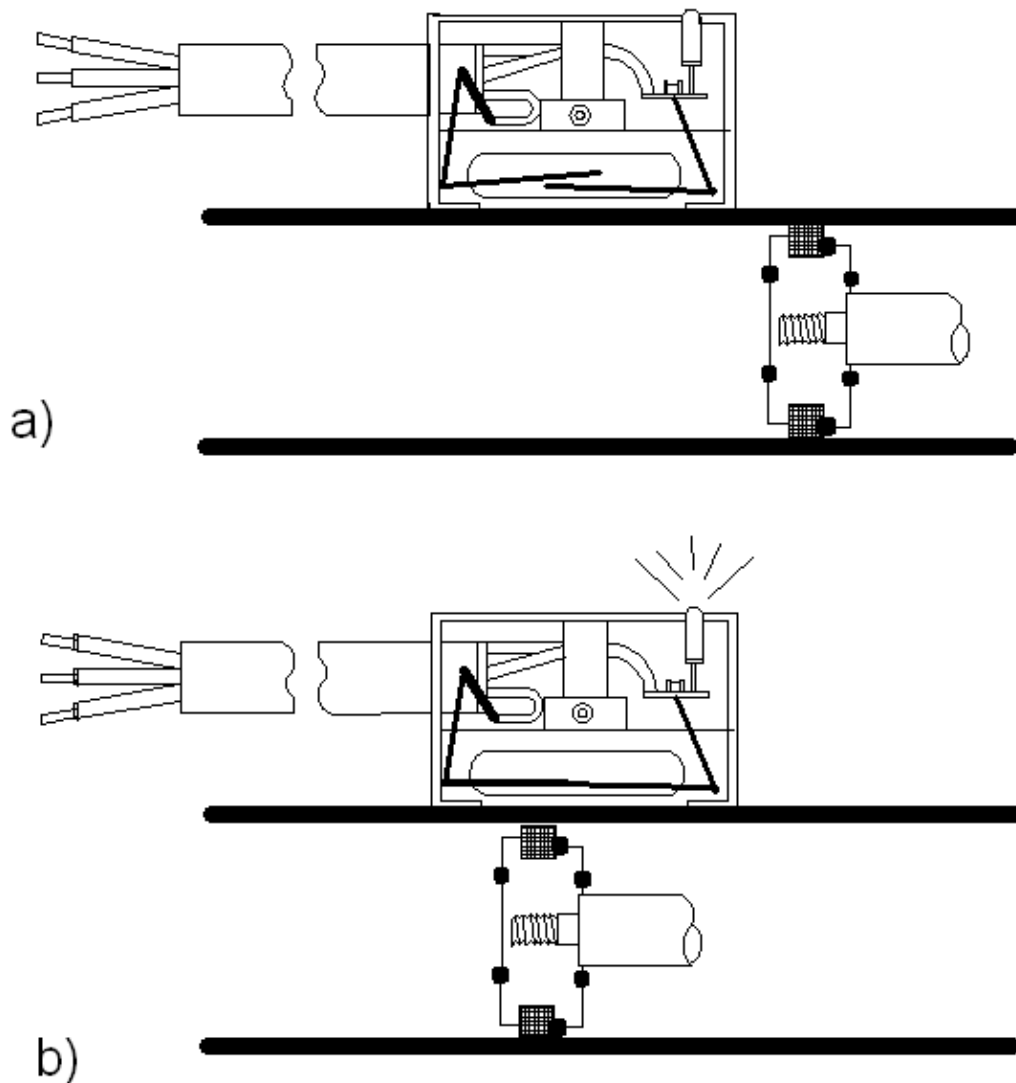


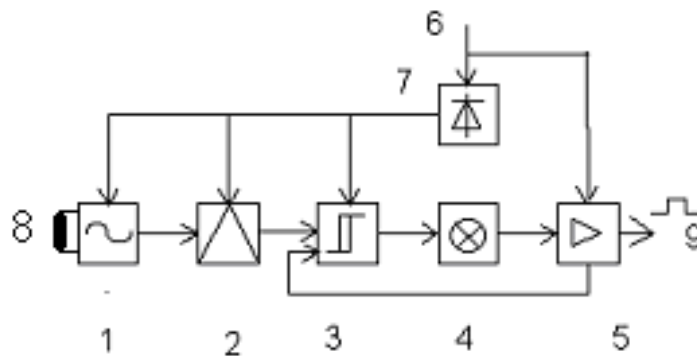
Fig. 4.9: Funcionamiento de un sensor de proximidad

- a) El sensor de proximidad está sin activar; los contactos están abiertos.
- b) Cuando se aproxima un campo magnético, los contactos se sierran.

4.7 SENSORES DE PROXIMIDAD INDUCTIVOS.

4.7.1 FUNCIONAMIENTO

Los componentes más importantes de un sensor de proximidad inductivo son un oscilador (circuito resonante LC), un rectificador, un amplificador biestable y una etapa de salida, figura 4.10.



- | | | | |
|---|--|---|--------------------------------|
| 1 | Oscilador | 6 | Tensión externa |
| 2 | Demodulador | 7 | Alimentación interna constante |
| 3 | Etapa de disparo | 8 | Zona activada (bobina) |
| 4 | Indicador de estado de activación | 9 | Salida del sensor |
| 5 | Etapa de salida con circuito protector | | |

Fig. 4.10: Diagrama de bloques de un sensor de proximidad inductivo

El campo magnético, que es dirigido hacia el exterior, es generado por medio de un núcleo de ferrita semiabierto de una bobina osciladora y un apantallado adicional. Esto crea una área limitada a lo largo de la superficie activa del sensor de proximidad inductivo, la cual se conoce como zona activa de conmutación.

Cuando se aplica una tensión al sensor, el oscilador se activa y fluye una corriente de reposo definida. Si un objeto conductor de electricidad se introduce en la zona activa de conmutación, se crea unas corrientes parásitas que restan energía al oscilador. La oscilación se atenúa y esto produce un cambio en el consumo de corriente del sensor de proximidad. Los estados – oscilación atenuada y oscilación sin atenuar- se evalúan electrónicamente.

Por medio de los sensores de proximidad inductivos, solo pueden detectarse materiales conductores de electricidad. Dependiendo del tamaño de la bobina, la distancia será mayor, alcanzando hasta 250 mm. La figura 4.11 demuestra las conexiones de un sensor de proximidad inductivo.

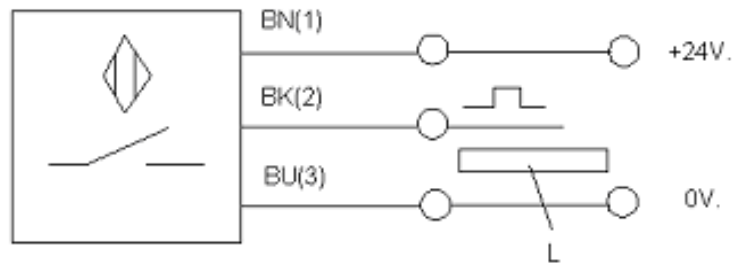


Fig. 4.11: Símbolo de las conexiones de los sensores de proximidad inductivos.

4.7.2 CARACTERISTICAS TECNICAS

La tabla 4.2 indica estas características técnicas de los sensores de proximidad inductivos.

Material del objeto	Metales
Tensión de funcionamiento	Típica 10V...30V.
Distancia de conmutación nominal	Típica 0.8....10mm. Max. Aprox. 250mm.
Intensidad máxima	75mA....4000mA.
Temperatura de funcionamiento	-25°C...+70°C.
Vibración	10...50Hz. 1mm. Amplitud
Sensibilidad a la suciedad	insensible
Vida útil	muy larga
Frecuencia de conmutación	típica 10....5000Hz. max. 20Khz.
Ejecución	Cilíndrica, rectangular
Tamaño (ejemplos)	M8x1, M12x1, M18x1;M30x1,

Clase de protección IEC 529, DIN 40 050	Ø4mm.....Ø30mm. 25mm x 40mm x80 mm hasta IP 67
--	--

Tabla 4.2: Datos técnicos de sensores de proximidad inductivos.

Muchos de los sensores de proximidad inductivos, como el indicado en la figura 4.12 que se ofrecen actualmente en el mercado tienen las siguientes características de protección para garantizar un manejo sencillo y una función segura:

- Protección contra polaridad inversa.
- Protección contra cortocircuito.
- Protección contra picos de tensión.
- Protección contra rotura de cable (la salida se bloquea si la línea de alimentación se desconecta).

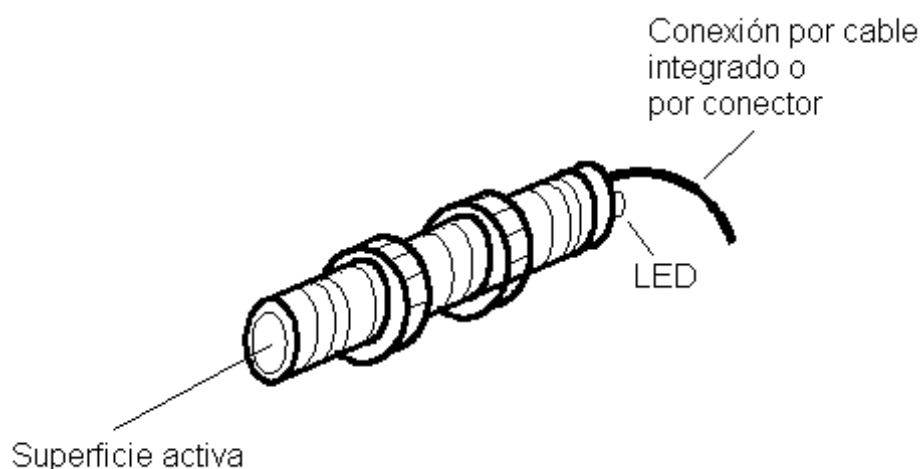


Fig. 4.12: Sensor de proximidad inductivo en ejecución roscada

EJEMPLO DE APLICACIÓN

La grafica 4.13 describe un sensor de proximidad inductivo que detecta cuando el émbolo del cilindro sale, dicho cilindro puede ser neumático o hidráulico.

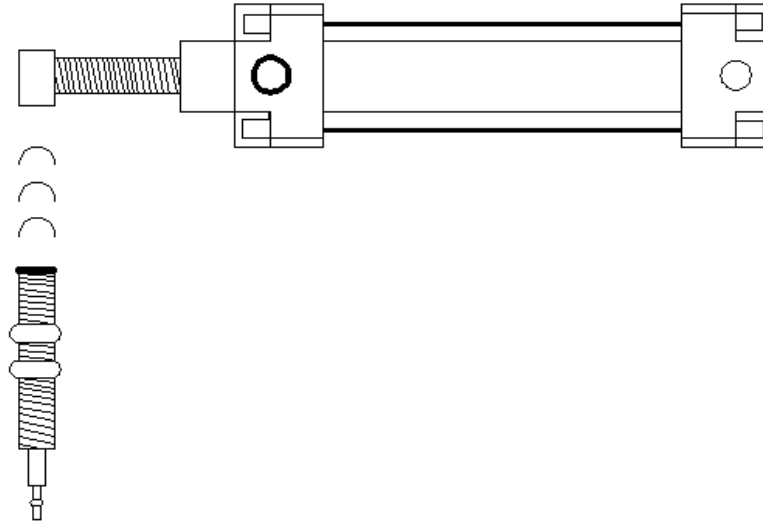


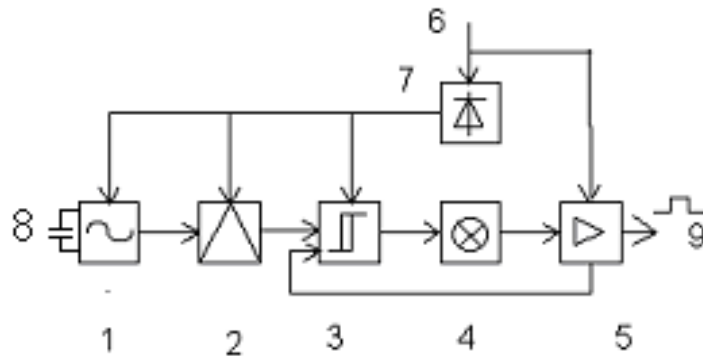
Fig. 4.13: Detección del émbolo de un cilindro neumático o hidráulico

4.8 SENSORES DE PROXIMIDAD CAPACITIVOS.

4.8.1 FUNCIONAMIENTO.

El principio de funcionamiento de un sensor de proximidad capacitivo, esta basado en la medición de los campos de capacitancia eléctrica de un condensador en un circuito resonante RC, ante la proximidad de cualquier material. En un sensor de proximidad capacitivo, entre un electrodo “activo” y uno puesto a tierra, se crea un campo electrostático disperso. Generalmente también se halla presente un tercer electrodo para compensación de las influencias que pueda ocasionar la humedad en el sensor de proximidad.

La figura 4.14 representa un diagrama de bloques de un sensor de proximidad capacitivo.



- | | |
|--|----------------------------------|
| 1 Oscilador | 6 Tensión externa |
| 2 Demodulador. | 7 Alimentación interna constante |
| 3 Etapa de disparo | 8 Zona activa (condensador) |
| 4 Indicador del estado de activación | 9 Salida del sensor |
| 5 Etapa de salida con circuito protector | |

Fig. 4.14: Diagrama de bloques de un sensor de proximidad capacitivo.

Si un objeto o medio (metal, plástico, vidrio, madera, agua), irrumpen en la zona activa de conmutación, la capacitancia del circuito resonante se altera, este cambio de capacitancia depende de: la distancia entre el medio y la superficie activa, las dimensiones del medio y su constante dieléctrica. La sensibilidad (distancia de detección) en la mayoría de los sensores de proximidad capacitiva puede ajustarse por medio de un potenciómetro.

Este cambio en la capacitancia depende esencialmente de los siguientes parámetros: la distancia entre el medio y la superficie activa, las dimensiones del medio y su constante dieléctrica.

La sensibilidad (distancia de detención) de la mayoría de los sensores de proximidad capacitivos puede ajustarse por medio de un potenciómetro. De esta forma es posible eliminar la detección de ciertos medios. Por ejemplo, es posible determinar el nivel de un líquido a través de la pared de vidrio de su recipiente.

La distancia de detección de un sensor de proximidad capacitivo viene determinada por medio de una placa de metal puesta en tierra. La tabla 4.3 muestra las variaciones en las distancias del punto de conmutación que puede

obtenerse en los sensores de proximidad capacitivos industriales es de unos 60mm.

Grueso del metal	Distancia de conmutación
1.5 mm.	-----
3.0 mm.	0.2 mm.
4.5 mm	1.0 mm.
6.0 mm.	2.0 mm.
7.5 mm.	2.3 mm.
9.0 mm.	2.5 mm.
10.5 mm.	2.5 mm.

Tabla 4.3: Variación de la distancia de conmutación en función del grueso del material, utilizando una tira de cartón (ancho = 30 mm.)

Con sensores de proximidad capacitivos, debe observarse que la distancia de conmutación es una función resultante del tipo, longitud lateral y grosor del material utilizado. Muchos Metales producen aproximadamente el mismo valor. A continuación se indica en la tabla 4.4 los valores del factor de reducción para diferentes tipos de materiales.

Material	Factor de reducción
Todos los metales	1.0
Agua	1.0
Vidrio	0.3... 0.5
Plástico	0.3... 0.6
Cartón	0.3... 0.5
Madera (depende de la humedad)	0.3... 0.7
Aceite	0.1... 0.3

Tabla 4.4: Valores indicados para el factor de reducción

4.8.2 CARACTERISTICAS TECNICAS

La tabla 4.5 ilustra las características técnicas de un sensor de proximidad capacitivo.

Tensión de funcionamiento	Típica 10... 0V DC o 20 ... 250 AC
Distancia nominal de conmutación	Típica 5... 20mm máx. 60mm (gen. variable y ajustable con potenciómetro)
Material de los objetos	Todos los materiales con constante dieléctrica > 1
Intensidad de conmutación	màx. 500 mA DC
Temperatura de funcionamiento	-25°C... +70°C
Sensibilidad a la suciedad	Sensible
Vida útil	Muy larga
Frecuencia de conmutación	conmutación hasta 300 Hz.
Ejecución	Cilíndrica p. ej. M18x1, M30x1, hasta ø 30 mm, rectangular
Clase de protección IEC 529, DIN 40 050	hasta IP 67

Tabla 4.5: Datos técnicos de un sensor de proximidad capacitivo

4.8.3 OBSERVACIONES SOBRE LA APLICACIÓN.

Al igual que con los sensores de proximidad inductivos, debe distinguirse entre los sensores de proximidad capacitivos enrasables y no-enrasables. Es más, debe observarse que este tipo de sensores es más sensible a perturbaciones. Así mismo, su sensibilidad en lo que respecta a la humedad es muy elevada debido a la elevada constante dieléctrica del agua ($\epsilon = 81$). Por otro lado, pueden utilizarse para detectar objetos a través de una pared no-metálica. En este caso el grosor

de la pared debe ser inferior a 4mm y la constante dieléctrica del material a detectar debe ser por lo menos 4 veces el de la pared. Debido a esta propiedad de reaccionar ante una amplia gama de materiales, el sensor de proximidad capacitivo es más universal en aplicaciones que el sensor de proximidad inductivo. Por otro lado, los sensores de proximidad capacitivos son sensibles a los efectos de la humedad en la zona activa de detección. Muchos fabricantes, por ejemplo, utilizan un electrodo auxiliar para compensar los efectos de la humedad, rocío o hielo, reduciendo así estas perturbaciones.

4.8.4 CONSIDERACIONES EN LA APLICACIÓN

- Por razones de costo, en la detección de objetos metálicos se prefieren generalmente los sensores de proximidad inductivos a los capacitivos
- En la detección de objetos no-metálicos, también compiten como alternativa viable los sensores de proximidad ópticos
- Hay campos de aplicación particulares donde la utilización de sensores de proximidad capacitivos proporcionan diferentes ventajas

Los sensores de capacidad capacitivos son adecuados, por ejemplo, para supervisar los niveles de llenado en contenedores de almacenamiento. Otras áreas de aplicación incluyen la detección de materiales no metálicos.

4.8.5 EJEMPLOS DE APLICACIÓN

Las figuras 4.15 y 4.16 representan la utilización de sensores de proximidad capacitivos, para el primer caso el sensor verifica el contenido de las botellas en el interior del cartón sin necesidad de una verificación visual por parte del operario. Para el segundo caso si el cable se llega a romper, su tensión provocará una oscilación que será detectada por el sensor, realizándose los correctivos para lo cual fue diseñado.

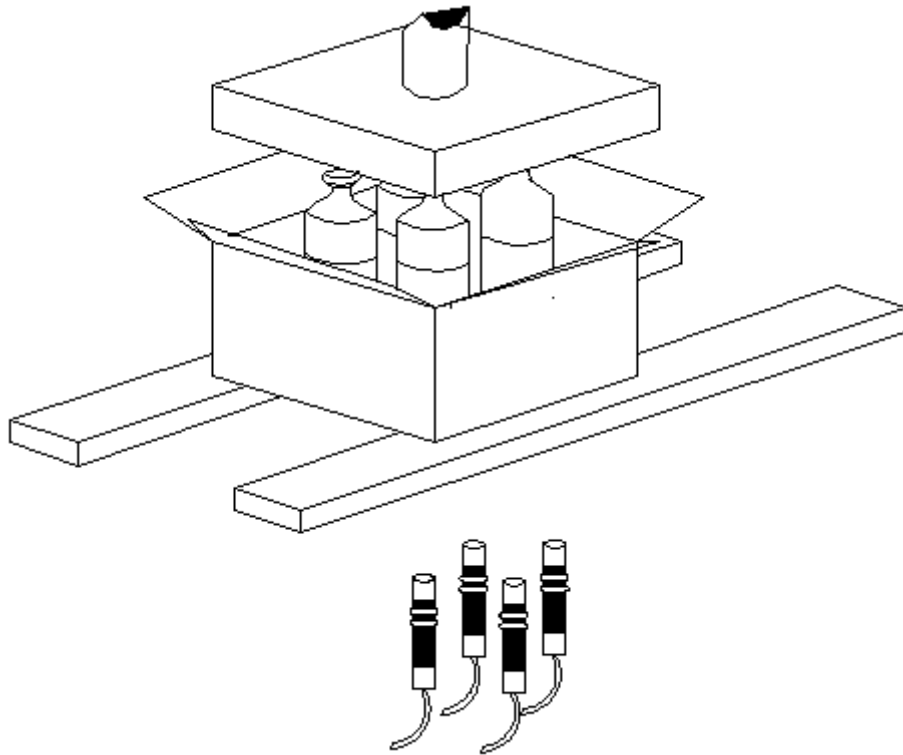


Fig. 4.15: Comprobación del contenido una caja a través del cartón

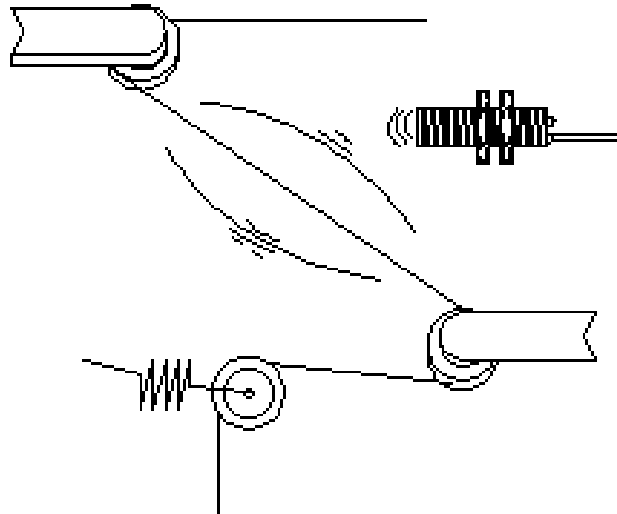


Fig. 4.16: Supervisión de la rotura de un cable, por medio de un sensor de proximidad capacitivo

CAPITULO V

PROYECTO

5.1 INTRODUCCION

Con la información teórica recopilada en los primeros capítulos, la aplicación para el control y monitoreo de una estación neumática será la aplicación final en este trabajo de investigación.

Cabe señalar que las ventajas que proporcionará dicho proyecto en el campo educativo, exclusivamente del colegio particular “Hermano Miguel”, entre otras será que el estudiante tome contacto con procesos que respondan a las realidades industriales con tecnología establecidas hoy en día, además es un proceso industrial “compartido” al cual se lo puede acceder desde la red, permitiendo al estudiante comandar e incluso cambiar parámetros en este proceso neumático.

En el campo de infraestructura es aplicable para instituciones donde la compra de prototipos que se requieren son caros, y si el número de alumnos es elevado no existe una enseñanza personalizada al respecto.

Con la implementación de este proyecto “CONTROL Y MONITOREO DE UNA ESTACION NEUMATICA”, se logro satisfacer lo anteriormente anotado.

Se ha seleccionado un modulo didáctico de “selección de piezas” en el cual todos sus componentes son de aplicación industrial, ya sean sensores, pistones, motores, banda de transportación, etc. Aportando con este trabajo, para que estos equipos que trabajan con PLCs, (con sus limitantes propios de estos dispositivos)

hoy realicen el mismo proceso, pero con las ventajas que exige la tecnología actual.

5.2 DESCRIPCION DE LA ESTACION NEUMATICA.

El proceso que se ha seleccionado es una estación neumática de “selección”, por considerarla un módulo que se lo utiliza en el campo real y es de vital importancia, por ejemplo para comprobar la presencia de bombillas en cajas de cartón, pasa por un sensor de proximidad capacitivo, desechando aquellas cajas que se encuentren vacías, y las que pasan por la prueba entra a una banda de transportación para su respectivo almacenamiento, evitando en este punto la pérdida de tiempo y pérdidas económicas.

En la figura 5.1, se aprecia las estación neumática, misma que consta de sensores de proximidad capacitivos, sensores de proximidad magnéticos, sensores de proximidad inductivos, que permiten registrar una variable para una utilización independiente (refiérase al capítulo de sensores). La estación ya esta diseñada físicamente con un ascensor que sube la pieza seleccionada hasta una banda transportadora, terminando el proceso.

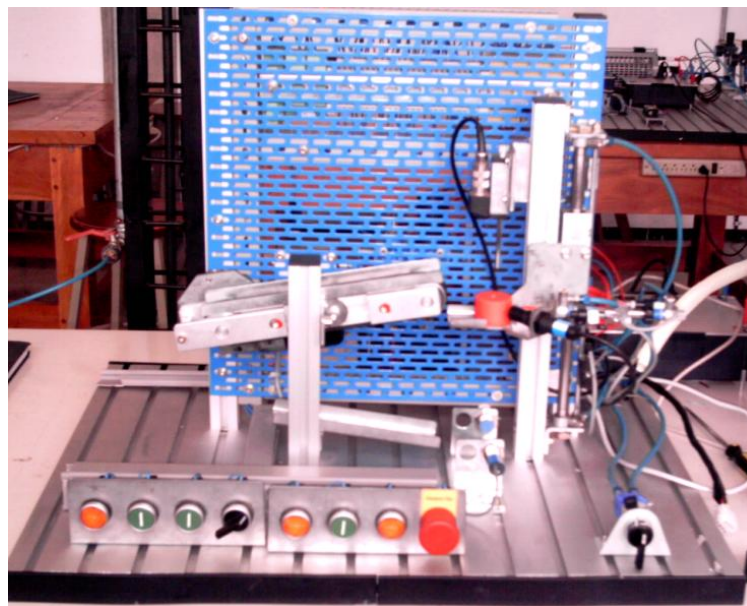


Fig. 5.1: Estación neumática

Los pasos para un proceso manual son:

1. Seleccionar visualmente la pieza a trabajar,
2. De no ser la pieza adecuada, pulsar P1 para accionar un pistón que me rechaza el material.
3. Con P2, sube el ascensor.
4. P1, activa el pistón empujando la pieza a la cinta transportadora.
5. P4, energiza el motor de la banda transportadora.
6. P4, apago el motor.
7. P3, baja el ascensor
8. Termina el proceso.

Los pasos anteriores forman parte de un control manual que se lo puede realizar desde un sistema de control virtual como se indica en la figura 5.2. desde otra computadora que se encuentre en la red.



Fig. 5.2: control virtual a distancia.

5.3 PROGRAMACION DEL PROCESO EN LABVIEW.

La muchas ventajas que proporciona este lenguaje de programación permite obtener resultados satisfactorios, las librerías y VIs que se agregan al instalar la tarjeta de adquisición de datos permite un control de las señales I/O, a criterio del

diseño, las utilizadas en esta programación son el DIO Port Config, DIO Port Write y el DIO Port Read.

5.3.1 DIO Port Config.

La figura 1.3 grafica este VI, el cual establece una configuración a un canal digital, su configuración es la siguiente:

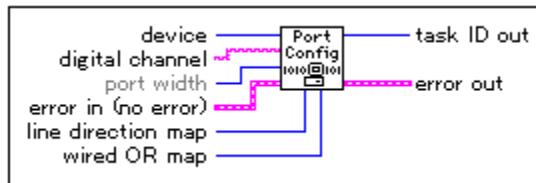


Fig. 5.3: DIO Port Config.vi

Device: Es el número del dispositivo que se le ha asignado en la configuración de la DAQ, para nuestro caso es el 1.

Digital channel: Es el nombre del canal o el número del puerto con el que esta configurado el VI. 0 si es el puerto A, 1 puerto B y 2 puerto C.

Error in / error out: Indica un código de en la información antes d que se ejecute el VI.

Task ID out: Obtenemos la tarea ID de salida en el VI.

Line direction map: Especifica la direccion de cada linea en el puerto. Si es 0 en la línea, se refiere a una línea de entrada, si es 1, es una línea de salida, si es -1 todas las lineas en el puerto son lineas de salida.

5.3.2 DIO Port Write

La figura 5.4 muestra este VI, el cual escribe el valor en pattern (modelo), identificándolo a un canal digital por el Task ID. (Tarea). Los nodos utilizados son:

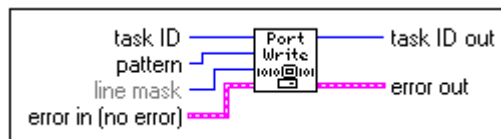


Fig. 5.4: DIO Port Write

Task ID: Identifica el grupo y la dirección de I/O de operación.

Pattern: Es un bit que representa el estado en el que se encuentra las líneas en un puerto, si el nombre del canal esta configurado como línea, el pattern debería ser 1 o 0.

Task ID out: Identifica un único grupo digital.

5.3.3 DIO Port Read.

La figura 5.5 muestra dicho puerto, el cual lee el canal digital identificado por el Task ID y retorna el modelo leído al pattern.

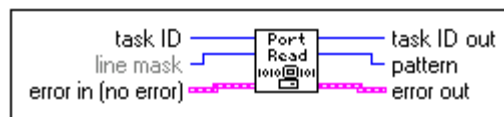


Fig. 5.5: DIO Port Read

Con estos tres VIs ya podemos realizar nuestra programación, como primer paso para el desarrollo de la programación esta en el diseño de un VI que me permita el control de las líneas de entrada y salida, para lo cual se ha programado el PA como un puerto de entrada de datos y PB como un puerto de salida de datos, (de 8 líneas cada puerto), como se indica en la figura 5.6.

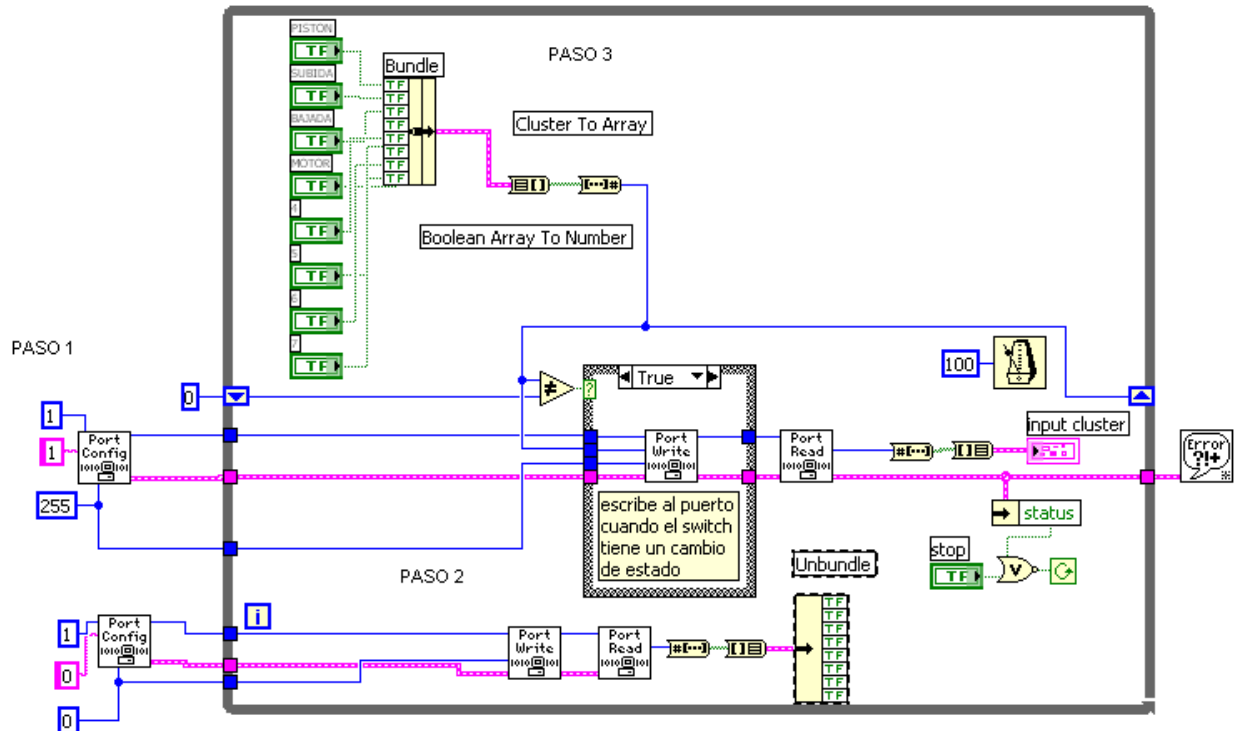


Fig. 5.6: Programación para los puertos A y B.

Como primer paso la DAQ ya proporciona los VIs respectivos, de ahí que necesitamos únicamente el ingreso de los datos en el Port Config, por ejemplo en device es 1 ya que la tarjeta esta colocada en el primer slot, en digital channel 0 para el puerto A y 1 para el puerto B, como se ilustra en la figura 5.6.

Paso dos, utilizamos un lazo loop que permite dar control tanto a los datos digitales que ingresan como también a los datos que salen, se ha seleccionado Port Config, Port Write, Port Read, porque controla un puerto, para configurar, escribir o leer un dato.

Como tercer paso, en la programación se puede visualizar por medio de LED virtuales tanto el ingreso como la salida de datos, para el ingreso de 8 bits, lo agrupamos en un paquete (BUNDLE) agrupando los datos, creándose un cluster. La ayuda de **Cluster To Array**, permite que esta estructura cambie a un arreglo, como solo se necesita el manejo de un dato a la vez, utilizamos **Boolean Array to Number**. Como se puede apreciar en la programación bajo LabVIEW, entre otras de sus características es que proporciona una programación intuitiva.

Para el caso de salida de datos el procedimiento es el contrario, en el paso dos, concretamente desde el **Unbundle**, estas líneas entran a compuertas lógicas para la actuación respectiva, a criterio del diseñador.

La programación para que acepte solo piezas de aluminio, se encuentra graficada en la figura 5.7, como se puede notar es una programación a base de comparaciones lógicas y su facilidad de programación permite un fácil entendimiento. Es ésta etapa de programación la que se puede modificar para obtener otros resultados en el proceso, por ejemplo que el sistema rechace las piezas de aluminio, aceptando las piezas de otro material, aprovechando las características de cada sensor.

5.4 VIRTUALIZACION DEL PROCESO.

La central neumática está dibujado en AutoCAD, este grafico virtualiza la planta permitiéndome monitorear en otra computadora el comportamiento del proceso, ya sea visualizando la acción del ascensor, el encendido o apagado del motor de la banda transportadora, al igual que los sensores que actúan en el proceso.

En este punto ya podemos hablar de un monitoreo y de un control remoto, la figura 5.8 ilustra la estación en mención.

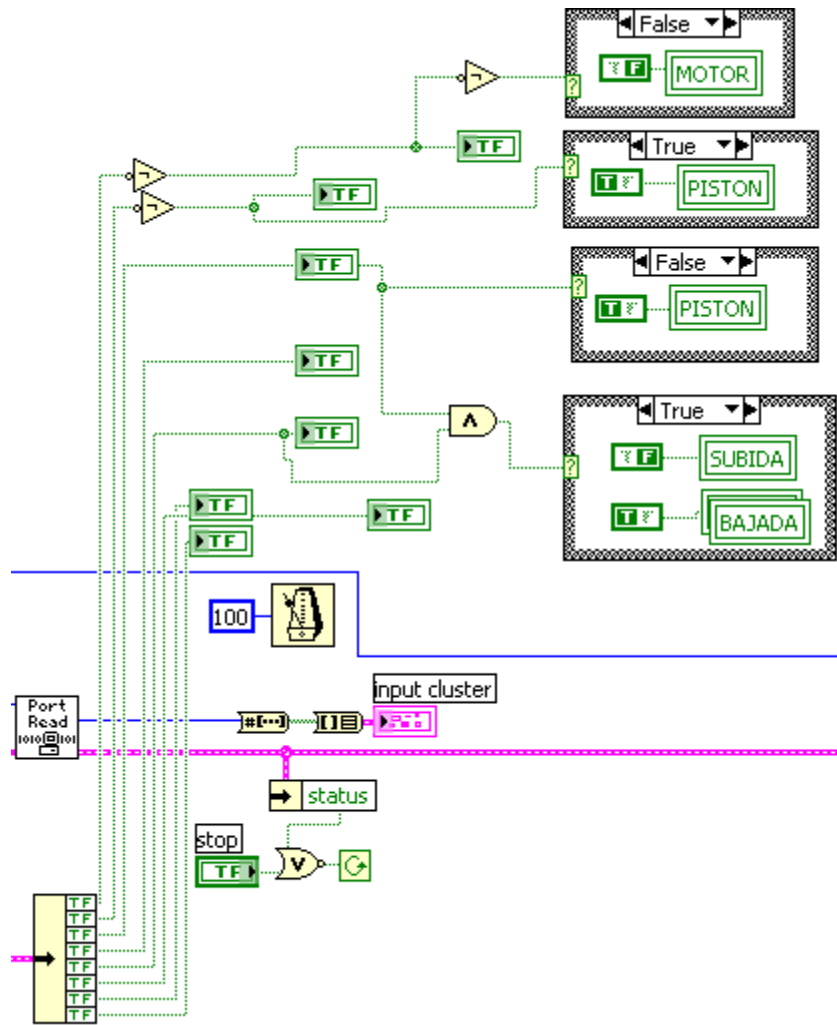


Fig. 5.7: Programación para la selección de material.

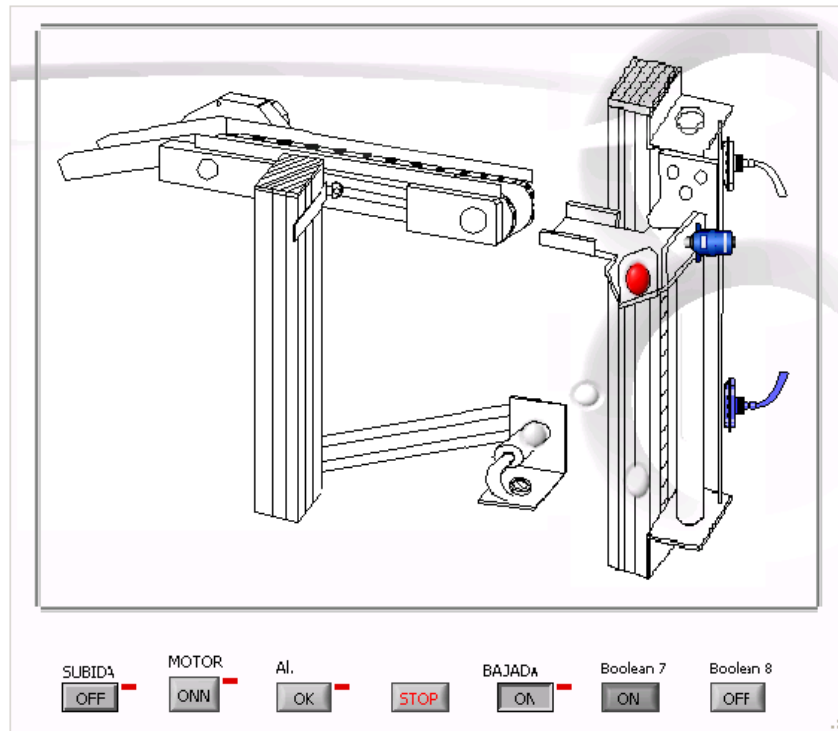


Fig.5.8: Virtualización de la estación neumática

5.5 ACONDICIONAMIENTO DE LAS SEÑALES I/O.

Finalizada la programación el siguiente paso es acondicionar las señales, las características de la tarjeta permite trabajar con niveles de voltaje de 5V. tanto para la entrada como para la salida de información, como precaución y experiencia en este proyecto no se puede cambiar este dato (5V.) sin las consecuencias de quemar la tarjeta e incluso el daño de la PC.

La utilización de una interfase, me permite trabajar con seguridad en este acondicionamiento de las señales, dicho diseño consta de protecciones entre la tarjeta y los dispositivos a controlar, ya sea con la utilización de un opto acoplador y de un relé, dicho diseño se grafica en la figura 5.9.

El sistema no exige tiempos de respuestas críticos, por lo que la utilización de relés satisface las necesidades de este proyecto, a demás es una forma práctica de proteger el sistema por eventuales elevaciones de voltaje a demás del desacoplo que proporciona el opto-transistor.

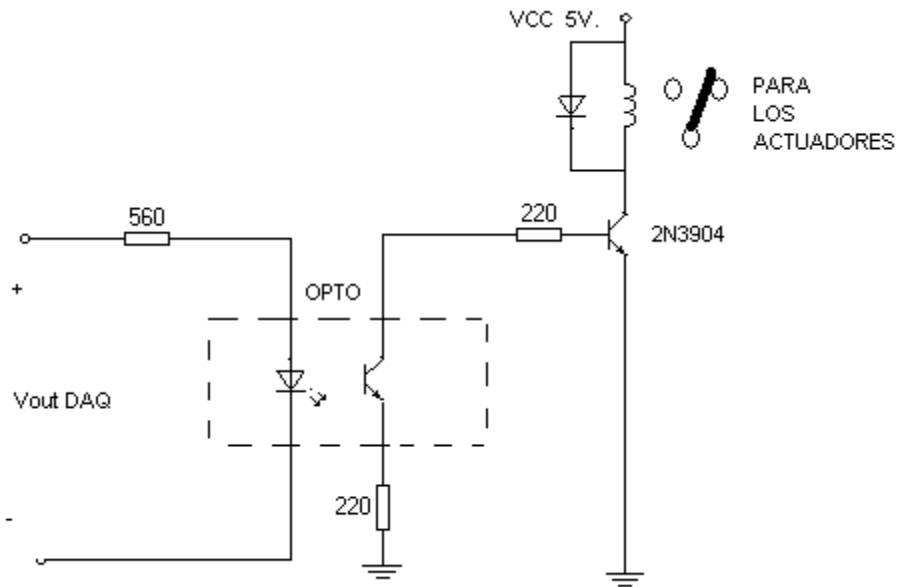


Fig. 5.9: Interfase de la salida del DAQ hacia el módulo neumático

La central neumática es un proceso real, y en el campo industrial no puede ser cambiado o detenido, por las pérdidas económicas que esto representaría, con esta premisa en esta central se ha localizado todas las variables que intervienen en este proceso, agrupándolas en dos grupo, fáciles de conectarse con la interfase y la DAQ, y que no intervienen ni molestan al proceso tradicional de la estación neumática.

El primer grupo son las señales de entrada a la DAQ a través de los sensores magnéticos, inductivos y capacitivos; el segundo grupo son las señales de salida de la DAQ por la activación del motor, banda de transportación, señal para activar el pistón, señal para que el ascensor suba y otra para que baje.

Dos conectores ayudaran en la conexión cuando se requiera que el modulo funcione con la nueva programación.

La salida de los sensores es de 24V. los cuales deben ser sensados por la PC, para lo cual la utilización de reles me facilita esta conversión. La grafica 5.10 ilustra el diseño.

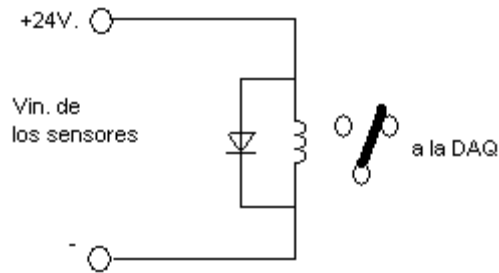


Fig. 5.10: Interfase de entrada de sensores hacia la PC

5.6 CONEXIÓN EN LA RED DEL PROCESO.

Para disponer de un proceso “compartido” a través de la red, se requiere un hardware asociado. Por una parte se precisa del proceso físicamente, y por otra de un PC que realice las tareas de servidor, permitiendo así el acceso desde el exterior al proceso. Para la conexión entre el PC y el proceso existen muchas alternativas desde el punto de vista tecnológico, para este caso National Instruments facilita la tarea con la utilización del DataSocket (refiérase al capítulo Comunicación en entornos industriales).

La figura 5.11 ilustra la conexión cuando se publica un dato, y la figura 5.12 cuando se suscribe el dato, el procedimiento se repite para las otras variables.

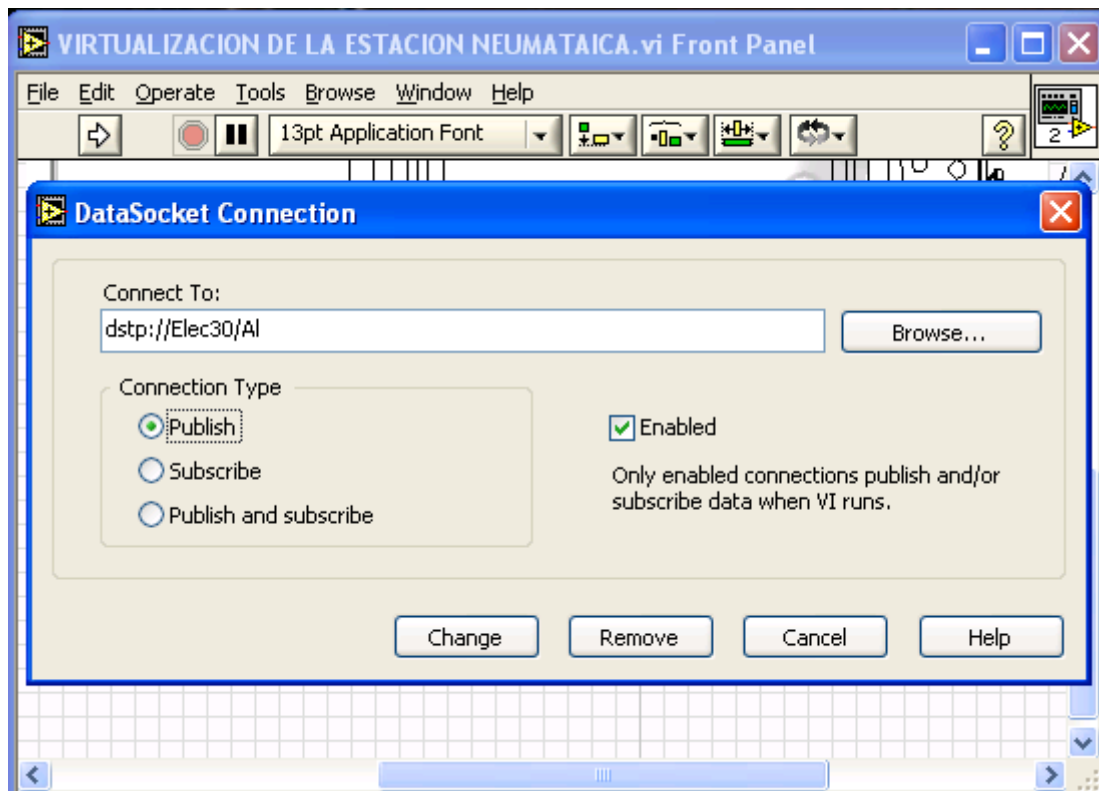


Fig. 5.10: Utilización del DataSocket para publicar el valor de la variable aluminio.

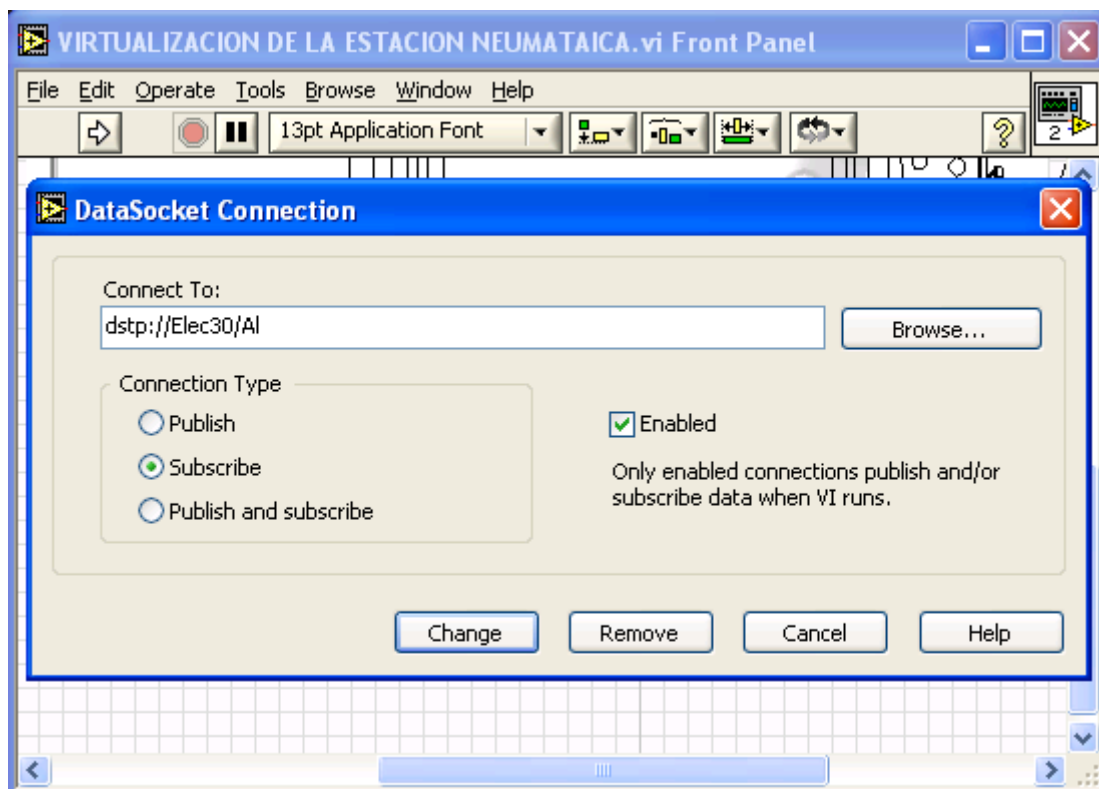


Fig. 5.11: Utilización del DataSocket para suscribir el valor de la variable aluminio.

En el **dstp** especificamos el nombre de la computadora a la que se suscribe la información y luego la etiqueta del dispositivo que envía el dato.

Luego de este procedimiento, se levanta el servidor del DataSocket, además podemos configurar en el manejador del DataSocket las respectivas autorizaciones o niveles de accesos que tendrán las otras computadoras.

Para esto seleccionamos **National Instruments>>DataSocket>>DataSocket Server o DataSocket Server Manager.**

En los gráficos 5.12 y 5.13 se ilustran las ventanas respectivas.

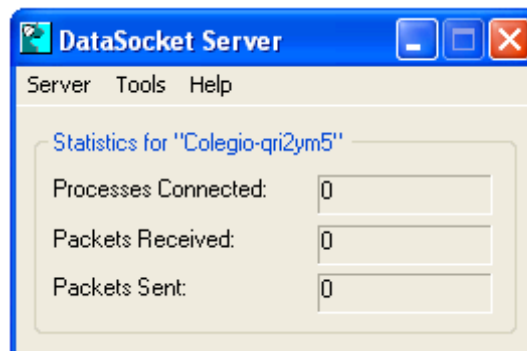


Fig. 5.12: DataSocket Server

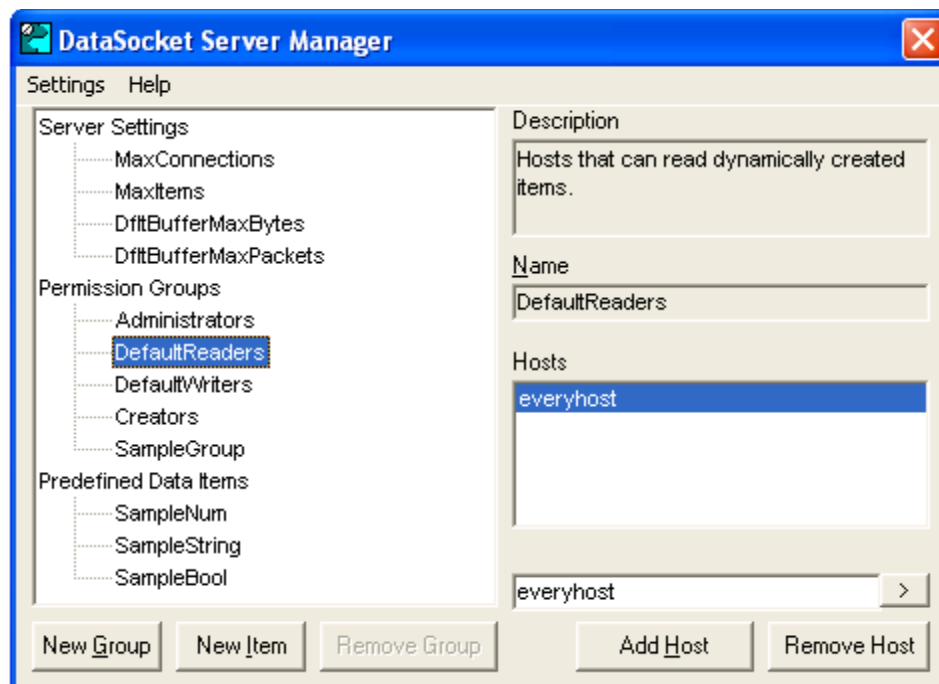


Fig. 5.13: DataSocket Server Manager

En este punto el usuario ya puede tomar control del proceso, ya sea para:

- Monitorizar el estado del proceso, es decir, observar el valor de las variables manipuladas (entradas al sistema) y de las variables controladas (variables de salida).
- Controlar el proceso, bien de forma manual (teleoperar), o bien en bucle cerrado mediante una programación previamente diseñada.

5.7 FUNCIONAMIENTO.

Realizadas las pruebas necesarias para que este proyecto sea ampliamente operable y confiable, podemos citar las siguientes indicaciones para su funcionamiento tanto en el monitoreo, así como en el control a distancia.



Fig. 5.14: VI de la estación neumática.

Para el primer caso es un control en lazo cerrado, previamente se ha diseñado para que la estación neumática solo acepte material de aluminio. Abrimos el VI “ESTACION NEUMATICA” figura 5.14, corremos y, ya está listo para el funcionamiento.

Como se puede apreciar tanto los controles virtuales como los sensores virtuales podrán ser visualizados en el monitor, conociendo de esta manera el estado en el que se encuentra cada elemento. Obviamente esto es algo que no se lograría fácilmente por medio de un PLC.

Si deseamos MONITOREAR desde otra computadora, ingresamos al VI “VIRTUALIZACION DE LA ESTACION”, como se indicó en la figura 5.8. en este punto gráficamente se visualizará cuando la estación se encuentra en funcionamiento, subiendo o bajando el ascensor, accionando el motor, o visualizando el comportamiento de los sensores que intervienen en el proceso.

En el caso de comandar la estación vía remoto, las conexiones vía DataSocket, ya están disponibles en la programación, ingresamos al VI “CONTROL VIRTUAL A DISTANCIA” figura 5.2. teniendo el control de la central, para este caso es muy importante salir de la programación anterior.

En el primer capítulo, ya se dieron las pautas para la utilización del LabVIEW DSC, por lo que aquí aplicamos ya en forma práctica, entre otras de las herramientas utilizadas esta una gráfica de tiempo real, cabe señalar que el proceso en mención no exige este tipo de gráficas, sin embargo lo he utilizado como un indicativo de que se lo puede realizar con la gran facilidad que proporciona este lenguaje de programación.

La gráfica 5.15 no indica el comportamiento en tiempo real del ascensor, del pistón y de la pieza de aluminio.

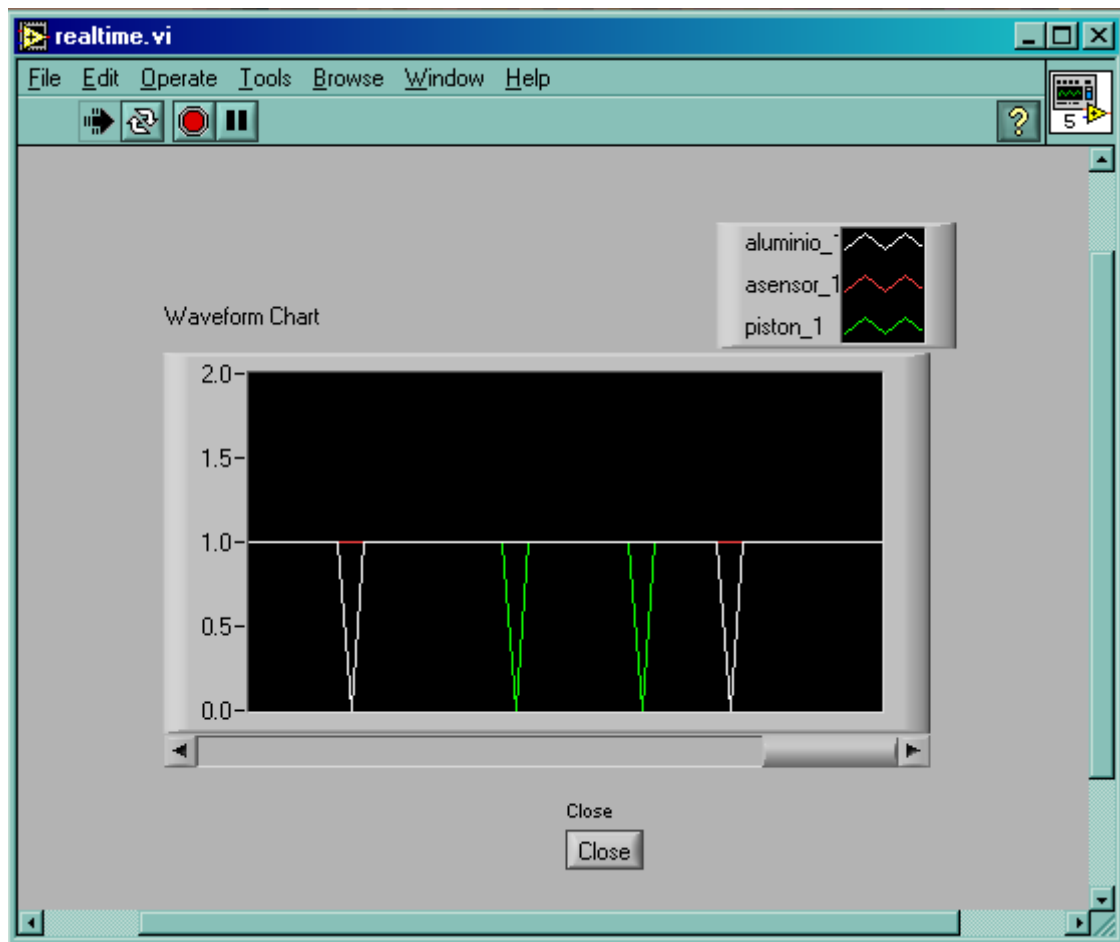


Fig. 5.15: Realtime del proceso.

Para tener acceso a la figura 5.15 se ha utilizado dos pulsadores configurados desde el panel Wizard, mismos que me permiten abrir y cerrar dicha ventana, la explicación para este proceso se encuentra detallada en el capítulo I de LabVIEW/DSC.

Propiedad intelectual

El presente proyecto ha sido desarrollado bajo información proveniente de una investigación relacionada con el tema, respaldándome con los conocimientos adquiridos en la carrera estudiantil como en la experiencia profesional, así como en la consulta en textos o vía Internet.

Bajo los derechos de autor señalo que los cuatro capítulos de este trabajo, fueron traducidos de sus originales, tomando esta base teórica en lo que yo he considerado lo más esencial para aplicarlo en mi proyecto.

Con este material la aplicación y ejecución en el campo real es totalmente responsabilidad, trabajo e investigación del autor.

Marco Antonio Ortiz Valverde

Latacunga, junio del 2005

ELABORADO POR:

Marco Antonio Ortiz Valverde

DIRECTOR DE LA ESPE-L

Crnl. E.M.C. Ing. Carlos Rodríguez Arrieta

DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRONICA DE LA
ESPE-L

Ing. Nancy Guerrón.

SECRETARIO ACADEMICO DE LA ESPE-L.

Ab. Eduardo Vásquez Alcázar