

**APLICACIONES DE LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL EN AMBIENTES
INDUSTRIALES**

**EDUARDO JUNIOR MARCHENA BARRAZA
JORGE MARIO SERPA PÉREZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

2006

**APLICACIONES DE LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL EN AMBIENTES
INDUSTRIALES**

**EDUARDO JUNIOR MARCHENA BARRAZA
JORGE MARIO SERPA PÉREZ**

**Monografía para optar al título de
Ingeniero Electrónico**

**Director
Enrique Vanegas Casadiego
Especialista en Automatización Industrial**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

2006

Cartagena de Indias D.T. y C, Mayo de 2006

Señores:

Comité evaluador

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

La ciudad

Respetados Señores

Tengo el agrado de presentar a su consideración el trabajo de grado del cual me desempeño como director de la monografía titulada “**APLICACIONES DE LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL EN AMBIENTES INDUSTRIALES**” desarrollada por los estudiantes EDUARDO JUNIOR MARCHENA BARRAZA Y JORGE MARIO SERPA PÉREZ, como requisito para obtener el título de Ingenieros Electrónicos.

Atentamente

Enrique Vanegas Casadiego ESP.

Cartagena de Indias D.T. y C, Mayo de 2006

Señores:

Comité evaluador

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

La ciudad

Respetados Señores

Con mucha atención nos dirigimos a ustedes para presentar la monografía titulada **“APLICACIONES DE LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL EN AMBIENTES INDUSTRIALES”** para su estudio y evaluación como requisito fundamental para obtener el título de Ingeniero Electrónico.

En espera que esta cumpla con las normas pertinentes establecidas por la institución nos despedimos

Atentamente

Eduardo Junior Marchena Barraza

Jorge Mario Serpa Pérez

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Cartagena de Indias D.T. y C, Mayo de 2006

Este trabajo se lo dedico a Dios, que me dio la sabiduría y la fuerza suficiente para llevar a cabo este trabajo.

A mis padres por su inagotable apoyo y comprensión durante mi desarrollo como persona.

A mis hermanas por depositar toda su confianza en mí y darme ánimos para seguir adelante.

A mi director de monografía que con su amplio conocimiento me guió durante mi proceso de formación académica.

A la doctora Leidy J. de León Z. Quien fue en mi vida parte fundamental en la consecución de mis logros como profesional y como persona.

A mis amigos que estuvieron cerca brindándome toda su ayuda.

Eduardo Jr. Marchena B.

Este trabajo esta dedicado a todas aquellas personas que creyeron en mi y que me ayudaron, a las que creyeron en mi, pero que no me ayudaron, a aquellas personas que no creyeron, pero mas sin embargo me apoyaron y a esas personas que ni creyeron en mi y tampoco me ayudaron.

Pero principalmente le dedico este trabajo a mis padres, mis hermanos y a Dios, que de alguna u otra manera me ayudaron en mi formación académica y personal.

A todos los profesores que me formaron profesionalmente, a todos ellos muchas gracias...

Jorge M. Serpa P.

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias D.T. y C, Mayo de 2006

Yo Eduardo Junior Marchena Barraza, identificado con número de cedula 73.194.457 de la ciudad de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la biblioteca.

Eduardo Junior Marchena Barraza
C.C. 73.194.457 de Cartagena

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias D.T. y C, Mayo de 2006

Yo Jorge Mario Serpa Pérez, identificado con número de cedula 73.214.158 de la ciudad de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la biblioteca.

Jorge Mario Serpa Pérez
C.C. 73.214.158 de Cartagena

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1 INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL	22
1.1 HISTORIA DE LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL	23
1.2 QUE ES LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL	24
1.3 DIFERENCIAS ENTRE LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL Y LA TRADICIONAL	26
1.3.1 Diferencias entre un Instrumento Virtual y uno Convencional	27
1.4 ESTADO DEL ARTE	29
2 HARDWARE	32
2.1 EL PAPEL DEL HARDWARE EN LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL	32

2.2 EQUIPOS	33
2.2.1 Drivers	33
2.2.2 Tarjetas de Adquisición de Datos	34
3 SOFTWARE	39
3.1 EL PAPEL DEL SOFTWARE EN LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL	39
3.2 TIPOS DE SOFTWARE	41
3.2.1 GeniDAQ	41
3.2.2 LabVIEW	44
3.2.2.1 Driver NI-DAQmx para LabVIEW	48
3.2.3 Cyber Tools	52

4	COMUNICACIONES	55
4.1	TIPOS DE COMUNICACIONES	56
4.1.1	GPIB, RS-232/485, MODBUS, ETHERNET	57
4.1.2	Comunicaciones Inalámbricas	63
5	APLICACIONES	66
5.1	TELEMEDICINA	66
5.2	AUTOMATIZACIÓN DE PLANTAS DE ASFALTO Y CONCRETO UTILIZANDO LABVIEW	68
5.3	MONITOREO Y CONTROL POR INTERNET DE UNA PLANTA PASTEURIZADORA	70
5.4	MONITOREO Y CONTROL DE UNA LÍNEA NEUMÁTICA EN UNA PLANTA DE ENSAMBLE AUTOMOTRIZ	72

5.5	DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE FRENADO DE VEHÍCULOS UTILIZANDO INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL	73
5.6	SISTEMA DE MONITOREO DE VIBRACIONES	74
5.7	CONTROL Y MONITOREO DE TEMPERATURAS	76
5.8	CONTROL INALÁMBRICO EN ESTACIÓN SUBTERRÁNEA DE ALMACENAMIENTO DE GAS	77
5.9	SISTEMA DE MONITOREO Y DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE SIGNOS VITALES CON LABVIEW	79
5.10	INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL APLICADO A UN BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES MONOFÁSICOS/TRIFÁSICOS	81
6	CONCLUSIONES	83
	BIBLIOGRAFÍA	85

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Instrumentos Tradicionales vs. Virtuales	28
Tabla 2. Especificación Técnica del USB-9421	35
Tabla 3. Especificación Técnica del USB-6259	35
Tabla 4. Especificación Técnica del DAQPad-6020E (USB)	36
Tabla 5. Especificación Técnica del PCI-6221 (37-Pin)	37
Tabla 6. Especificación Técnica del PCI-7830R	37
Tabla 7. Especificación Técnica del PCI-6289	38
Tabla 8. El NI-DAQmx Incluye un Controlador de Alto Rendimiento y un Software Adicional para Aumentar Productividad	49
Tabla 9. Características Técnicas de los Estándar RS232 y RS485	61

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Automatización General de Procesos a través de la Instrumentación Virtual	20
Figura 2. El Incremento en el uso de las PC's con Ayuda de los Drivers para la Instrumentación Virtual	23
Figura 3. La Instrumentación Virtual Combina Software, Hardware y la Plataforma Operativa	25
Figura 4. Instrumentos Tradicionales (izquierda) e Instrumentos Virtuales Basados en Software (derecha)	28
Figura 5. Reutilización de Hardware para Reducir Costos	33
Figura 6. USB-9421	35
Figura 7. USB-9421	36
Figura 8. DAQPad-6020E (USB)	36
Figura 9. PCI-6221 (37-Pin)	37
Figura 10. PCI-7830R	38
Figura 11. PCI-6289	38
Figura 12. Software de Instrumentación Virtual	40
Figura 13. Actualizar el Hardware es Fácil al Utilizar la Misma Aplicación para Muchos Dispositivos	41
Figura 14. GeniDAQ	42
Figura 15. Arquitectura de GeniDAQ	42
Figura 16. Interfaz GeniDAQ	43
Figura 17. Interfaz LabVIEW 8	45

Figura 18. Los Instrumentos Virtuales de LabVIEW Incluyen la Interfaz del Usuario y la Aplicación Lógica	47
Figura 19. El Asistente de DAQ, Disponible con el NI-DAQmx, Simplifica la Creación de la Tarea de DAQ	50
Figure 20. El Asistente de DAQ está Disponible para todo el Software que sea Compatible.	51
Figura 21. Secuencia de Bloques para la Creación de un Sistema	53
Figura 22. Panel Principal de Operaciones	53
Figura 23. Esquema General de Comunicaciones Industriales	56
Figura 24. Ejemplo de Configuración de un Sistema GPIB	57
Figura 25: Cable de Conexión GPIB, Aspecto Físico y Distribución de Señales	58
Figura 26. Sistema de 2 Hilos	60
Figura 27. Sistema de 4 Hilos	60
Figura 28. Configuración Típica	61
Figura 29. Transmisor Inalámbrico de Presión Manométrica Instalado en Campo	64
Figura 30. Unidad Receptora	65
Figura 31. Integración de Tres Aplicaciones con Alto Nivel de Interactividad	67
Figura 32. Instrumentación Virtual para Electrocardiografía y Ritmo Cardíaco	68
Figura 33. Módulo de Dosificación para Plantas de Asfalto	69
Figura 34. Módulo de Dosificación para Plantas de Concreto	69
Figura 35. Sistema de Monitoreo y Control por Internet	71

Figura 36. Sistema General de Monitoreo y Control de Línea Neumática	73
Figura 37. Sistema de Frenado	73
Figura 38. Circuito de Análisis de la Señal	75
Figura 39. Visualizador de Alarma Temporizada de Monitoreo	76
Figura 40. Diagrama Ladder	76
Figura 41. Conexión Rutinaria para RS-485	77
Figura 42. Sistema Virtual de Control en Sala de Maquinas	78
Figura 43. Interfaz de Usuario para Lecturas de Presión Arterial, Temperatura Corporal y Frecuencia Cardiaca	79
Figura 44. Diagrama a Bloques del Sistema General	80
Figura 45. Sistema Virtual de Banco de Pruebas de Motores	82

RESUMEN

Este trabajo se inicia con una revisión del concepto de instrumentación virtual, de su historia, del estado del arte y de las características de los instrumentos virtuales, así como las plataformas y los equipos que son compatibles para dicha tecnología, como el software y los tipos de comunicación que existen entre el equipo maestro (PC, PDA) y el elemento de medición. Luego se analizan las implicaciones didácticas y aplicaciones que tiene la incorporación de la instrumentación virtual en la ingeniería.

ABSTRACT: This work begins with a revision of the concept of virtual instrumentation, of its history, of the state of the art and of the characteristics of the virtual instruments, as well as the platforms and the teams that are compatible for this technology, as the software and the communication types that exist among the master (PC, PDA) and the mensuration element; At once the didactic implications and applications are analyzed that has the incorporation of the virtual instrumentation in the engineering.

Keywords: PLC, Control, PDA, PC, Instrumentation, DAQ, LAN.

INTRODUCCIÓN

Observar y medir los hechos, fenómenos físicos y químicos en la naturaleza siempre ha sido parte del comportamiento y desarrollo humano, primero describiendo, luego explicando y más tarde siendo capaz de predecir y controlar los eventos. Las herramientas empleadas para este propósito cada vez son más sofisticadas debido a la continua evolución de la tecnología. El empleo, desde hace décadas de instrumentos de medida y control basado en computadora ha permitido incrementar enormemente la productividad y el conocimiento humano. Quizás probablemente dentro de muy pocos años seamos capaces de dar instrucciones verbales a nuestros instrumentos y herramientas en lenguaje natural, y éstas serán trasladadas a un lenguaje binario para llevar a cabo diversas y complejas operaciones.

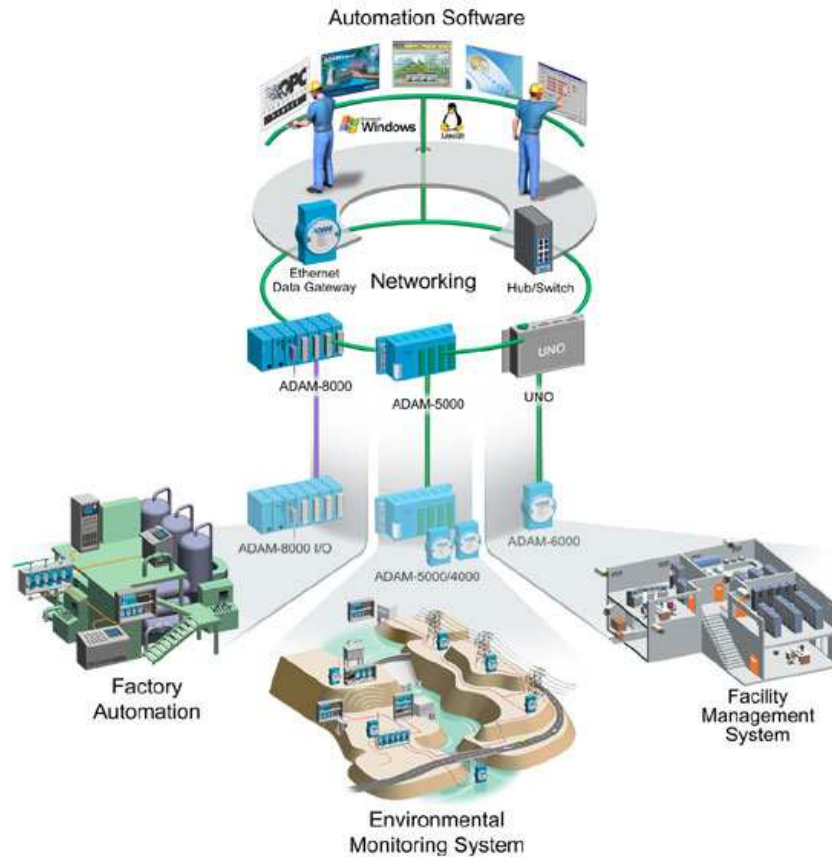
La historia en la evolución de los instrumentos va en paralelo, por un lado, con el perfeccionamiento de los materiales y dispositivos electrónicos y, por otro, con el avance diario de la tecnología computacional.

La introducción de este tipo de tecnologías en los procesos industriales aporta una serie de ventajas, tales como la programación orientada a objetos, entre las que cabe destacar la flexibilidad, modularidad, y escalabilidad de la aplicación, permitiendo independizar la comunicación necesaria, de la funcionalidad de la aplicación requerida, reutilizar objetos ya diseñados en otras aplicaciones de forma independiente a su implementación concreta, además de modelar dispositivos físicos, si bien éstos deberían poseer un relativo grado de inteligencia.

Es aquí donde el acelerado desarrollo de las tecnologías Internet: navegadores, servidores Web, Java, están siendo utilizadas para implementar el acceso seguro y controlado a los diferentes objetos definidos en la planta.

La instrumentación virtual tiene también algunos problemas. Básicamente son la necesidad de disponer de PC, el ancho de banda reducido y las prestaciones mínimas del equipo necesario. Es evidente, si no se dispone de ordenador, no puede utilizarse la instrumentación virtual. Sin embargo, hoy en día el uso de los PC's está muy extendido, y raramente encontramos un hogar, una escuela, universidad o empresa sin PC's. De esta forma en los laboratorios, esta es una dificultad relativa, pues Siempre hay un PC a nuestro alcance.

Figura 1. Automatización general de procesos a través de la instrumentación virtual.



<http://www.advantech.com/eAutomation/ADAM/>

El problema es más grave cuando las medidas deben hacerse en campo, donde no siempre dispondremos de PC, y aunque así fuera, posiblemente no sería propio, además, es muy engorroso tener que introducir y configurar la tarjeta en el PC cada vez que se cambia de sitio. Para solucionar esto, sin embargo, hay las versiones externas de las tarjetas, que conectándose al puerto paralelo el PC, sea este de sobremesa o portátil permiten llevarlos cómodamente a donde vaya el técnico. Cada día es más común el uso de los ordenadores portátiles, y si además nos fijamos en todas las ventajas de la instrumentación virtual, sale a flote adquirir uno para poder disfrutar de estos instrumentos.

La instrumentación virtual permite que se realice una red de control industrial capaz de ser accedida a través de Internet, usando los protocolos TCP/IP. La evolución de las tecnologías de la información, unida a la existencia previa de los sistemas de comunicación en planta, ha dado paso a la posibilidad de utilizar

remotamente la información disponible del proceso permitiendo que los sistemas de producción sean más abiertos y flexibles.

De esta manera la tendencia es hacia la utilización de sistemas de control distribuidos cada vez más flexibles, fiables y potentes. Esta tendencia es una de las consecuencias de la introducción de las tecnologías de la información, lo cual permiten incrementar la fiabilidad y la calidad del producto a la vez que asegurará una producción eficiente.

El presente trabajo titulado “**Aplicaciones de la Instrumentación Virtual en Ambientes Industriales**”, trata de la descripción de los recursos que se necesitan para ser utilizados en la instrumentación virtual como es la descripción del hardware, software y las comunicaciones industriales, adicional a esto, se enuncian las aplicaciones en el campo industrial, pedagógico y médico, con el fin de brindar una amplia gama de posibilidades aplicativas.

1. INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

La realización de una medida requiere la intervención de varios equipos e instrumentos electrónicos; unos generan señales sobre el dispositivo que se pretende medir, y otros recogen la respuesta a estas señales.

La operación manual de instrumentos para realizar medidas está siendo desplazada, puesto que la automatización de las medidas requiere que los equipos posean un cierto grado de inteligencia para que puedan ser gobernados por un controlador que se comunica con los instrumentos a través de un BUS de instrumentación.

El uso del PC no solamente se extiende a nivel hogareño y comercial. También está incluido en el control y supervisión de procesos industriales, con ello se obtiene información completa de determinado proceso y a la vez se ejecutan labores automáticas que precinden de la intervención del hombre. Esto es muy importante, ya que dichos equipos pueden tomar decisiones de una manera rápida y confiable, gracias a que además de detectar los eventos y monitorearlos pueden generar reportes e informes, guardándolos para posteriores revisiones.

La instrumentación basada en el PC o instrumentación virtual, presenta muchas ventajas respecto a la instrumentación convencional, y aunque actualmente se encuentra en una posición minoritaria en el mercado, en los próximos años va a ir desplazándola rápidamente; Además de reducir espacio y peso nos ofrece comodidad y facilidad de utilización, intercambio de información con otras aplicaciones Windows, todo tipo de medidas, ajuste automático de los controles, control remoto a través de una red local o Internet y control total de los instrumentos a través de los drivers que permiten ser programados en cualquier lenguaje.

La instrumentación virtual puede también ser implementada en equipos móviles (laptops), equipos distribuidos en campo (RS-485), equipos a distancia (conectados vía radio, Internet, etc.), o equipos industriales. Existe una tarjeta de adquisición de datos para casi cualquier bus o canal de comunicación en PC (ISA, PCI, USB, serial RS-232/485, paralelo EPP, PCMCIA, CompactPCI, PCI, etc.), y existe un driver para casi cualquier sistema operativo.

1.1. HISTORIA DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

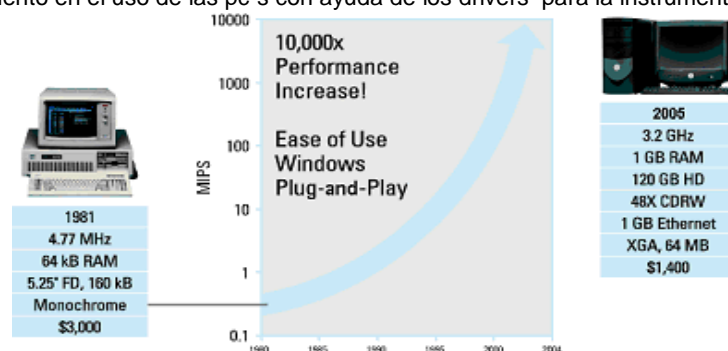
La automatización industrial ha evolucionado a la par con el desarrollo de los sistemas mecánicos, electrónicos e informáticos. En sus inicios, para automatizar un proceso se utilizaban palancas metálicas, montajes de levas, engranajes, relés y pequeños motores. Posteriormente con el desarrollo de la electrónica ya se utilizaban transistores y señales eléctricas de bajo voltaje. Luego, con la aparición de los circuitos integrados y en especial del microprocesador, los automatismos revolucionaron la industria de una forma sorprendente, ya que efectuaban el proceso de muchas señales simultáneas y entregaban una respuesta muy rápida para ese entonces.

Las PC's también empezaron a hacer parte del control automático de procesos, pero debido a que su sistema de entradas y salidas era limitado para estas labores, surgieron controladores especializados y programables con las herramientas necesarias para controlar líneas de producción completas.

Así entonces, es que aparece el PLC o autómeta, un dispositivo programable que puede ajustarse a las necesidades de determinado proceso que se quiera automatizar, brindando economía, robustez, confiabilidad y flexibilidad en los diseños para los cuales es elegidos.

Aunque los PLC's y otros dispositivos de control programables cumplían con las tareas para las que fueron diseñados, se hizo necesaria la integración de los sistemas de control con los sistemas de adquisición y procesamiento de datos. Prácticamente era la unión entre las labores de control de dispositivos como el PLC y las labores de procesamiento de datos de un PC. Las PC's industriales suelen tener ambas funciones incorporadas. Sin embargo, es muy común encontrar equipos independientes comunicados en forma permanente para vigilar, controlar y suministrar la mayor información de procesos automáticos.

Figura 2. El incremento en el uso de las pc's con ayuda de los drivers para la instrumentación virtual.



http://zone.ni.com/devzone/conceptd.nsf/webmain/A6A06EB4F2C26B9986256FD60078067D?OpenDocument&node=201805_us#1

Por tal razón, los PLC's siguen actualmente dedicados específicamente al control de procesos, pero vienen dotados de sistemas de comunicaciones que los acoplan de una manera óptima a las redes.

La instrumentación virtual es un concepto introducido por la compañía National Instruments (2001). En el año de 1983, Truchard y Kodosky, de National Instruments, decidieron enfrentar el problema de crear un software que permitiera utilizar la PC como un instrumento para realizar mediciones. Tres años fueron necesarios para crear la primera versión del software que permitió, de una manera gráfica y sencilla, diseñar un instrumento en la PC.

De esta manera surge el concepto de instrumento virtual (IV), definido como, "un instrumento que no es real, se ejecuta en una PC y tiene sus funciones definidas por software". A este software le dieron el nombre de *Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*, más comúnmente conocido por las siglas LabVIEW. A partir del concepto de instrumento virtual, se define la instrumentación virtual como un sistema de medición, análisis y control de señales físicas con un PC por medio de instrumentos virtuales. LabVIEW, el primer software empleado para diseñar instrumentos en el PC, es un software que emplea una metodología de programación gráfica, a diferencia de los lenguajes de programación tradicionales. Su código no se realiza mediante secuencias de texto, sino en forma gráfica, similar a un diagrama de flujo. LabVIEW es un lenguaje de programación gráfica que se ejecuta a velocidades comparables con programas compilados en C.

1.2. QUE ES LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

Mucho hemos oído hablar sobre la "instrumentación virtual" y sus beneficios. El concepto de instrumentación virtual nace a partir del uso del computador personal (PC) como "instrumento" de medición de tales señales como temperatura, presión, caudal, etc. Es decir, el PC comienza a ser utilizado para realizar mediciones de fenómenos físicos representados en señales de corriente (Ej. 4-20mA) y/o voltaje (Ej. 0-5Vdc). Sin embargo, el concepto de "instrumentación virtual" va más allá de la simple medición de corriente o voltaje, sino que también involucra el procesamiento, análisis, almacenamiento, distribución y despliegue de los datos e información relacionados con la medición de una o varias señales específicas. Es decir, el instrumento virtual no se conforma con la adquisición de la señal, sino que también involucra la interfaz hombre-máquina, las funciones de análisis y procesamiento de señales, las rutinas de almacenamiento de datos y la comunicación con otros equipos.

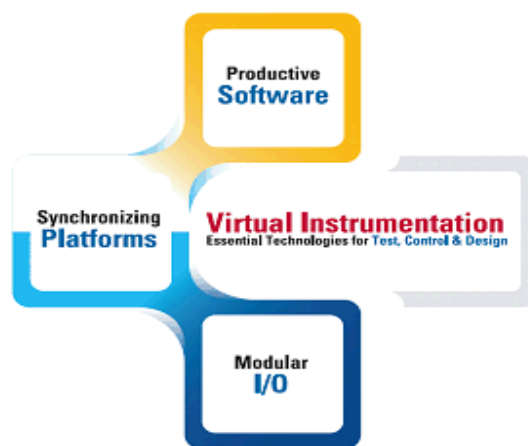
La instrumentación virtual consta de una computadora del tipo industrial, o una estación de trabajo, equipada con poderosos programas (software), hardware económico, tales como placas para insertar, y manejadores (drivers) que cumplen, en conjunto, las funciones de instrumentos tradicionales. Los instrumentos

virtuales representan un pilar fundamental de los sistemas de instrumentación basados en el hardware a sistemas centrados en el software que aprovechan la potencia de cálculo, productividad, exhibición y capacidad de conexión de las populares PC y estaciones de trabajo. Aunque la PC y la tecnología de circuitos integrados han experimentado avances significativos en las últimas dos décadas, es el software el que realmente provee la ventaja para construir sobre esta potente base de hardware para crear los instrumentos virtuales, proveyendo mejores maneras de innovar y de reducir los costos significativamente. Con los instrumentos virtuales, los ingenieros y científicos construyen sistemas de medición y automatización que se ajustan exactamente a sus necesidades (definidos por el usuario) en lugar de estar limitados por los instrumentos tradicionales de funciones fijas (definidos por el fabricante).

En resumen, es un conjunto de herramientas de Software y Hardware, que permiten al ingeniero desarrollar dispositivos e instrumentos de medición (llamados VI), acordes con las necesidades específicas del usuario, utilizando un computador y una tarjeta de adquisición de datos, para monitorear registrar y controlar variables, presentes en un evento, que estimula sensores a generar señales manipulables eléctricamente a través de interfaces que emplean tecnologías híbridas.

El instrumento virtual es definido entonces como una capa de software y hardware que se le agrega a un PC en tal forma que permite a los usuarios interactuar con la computadora como si estuviesen utilizando su propio instrumento electrónico "hecho a la medida".

Figura 3. La instrumentación virtual combina software, hardware y la plataforma operativa.



http://zone.ni.com/devzone/conceptd.nsf/webmain/A6A06EB4F2C26B9986256FD60078067D?OpenDocument&node=201805_us#

1.3. DIFERENCIAS ENTRE LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL Y LA TRADICIONAL

Los instrumentos autónomos tradicionales, tales como osciloscopios y generadores de ondas, son muy poderosos, caros y diseñados para llevar a cabo una o más tareas específicas definidos por el fabricante. Sin embargo, el usuario por lo general no puede extender o personalizar esas tareas. Las perillas y botones del instrumento, sus circuitos electrónicos y las funciones disponibles para el usuario son todas específicas a la naturaleza del instrumento. Además, deben desarrollarse una tecnología especial y costosos componentes para construirlos, lo cual los hace muy caros y lentos para adaptarlos.

Debido a que están basados en la PC, los instrumentos virtuales aprovechan inherentemente los beneficios de la última tecnología de las PC's corrientes. Estos avances en tecnología y rendimiento, que están cerrando rápidamente la brecha entre los instrumentos autónomos y las PC's, incluyen poderosos procesadores, tales como el Pentium 4 y sistemas operativos y tecnologías tales como el Microsoft Windows. Además de incorporar características poderosas, esas plataformas también ofrecen un acceso sencillo a herramientas también poderosas tales como la Internet. Los instrumentos tradicionales también sufren frecuentemente de falta de portabilidad, en tanto que los instrumentos virtuales que corren en las computadoras portátiles automáticamente incorporan esta naturaleza portátil.

Los ingenieros y científicos cuyas necesidades, aplicaciones y requerimientos varían muy rápidamente, necesitan flexibilidad para crear sus propias soluciones. Se puede adaptar un instrumento virtual a las necesidades particulares sin necesidad de reemplazar todo el instrumento dado que posee el software de aplicación instalado en la computadora y al amplio rango disponible de hardware para instalar en ella.

Flexibilidad. A excepción de los componentes especializados y los circuitos hallados en los instrumentos tradicionales, la arquitectura general de los instrumentos autónomos es muy similar a la hallada en un instrumento virtual basado en computadora.

Ambos requieren uno o más microprocesadores, puertos de comunicación (por ejemplo: serie y GPIB) y capacidad de mostrar resultados así como también módulos de adquisición de datos. Lo que diferencia uno del otro es su flexibilidad y el hecho que se puede modificar y adaptar el instrumento a las necesidades particulares. Un instrumento tradicional podría contener un circuito integrado para llevar a cabo un conjunto particular de instrucciones de procesamiento de datos; en un instrumento virtual estas funciones podrían llevarse a cabo por el programa que corre en el procesador de la computadora. Se puede fácilmente extender ese

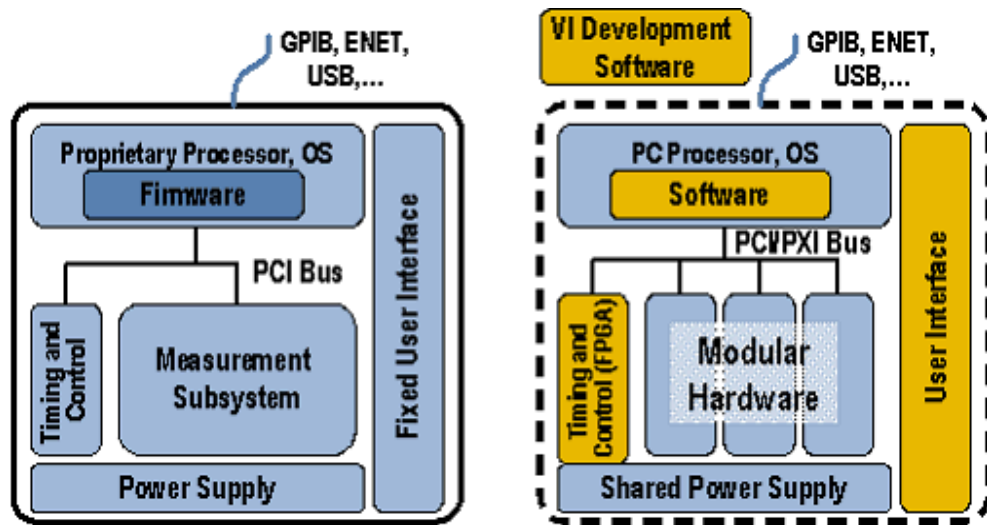
conjunto de funciones y estar sólo limitado por la potencia del software que se utilice.

Reducción de Costos. Utilizando soluciones basadas en la instrumentación virtual, se puede reducir los costos de inversión, desarrollo de sistemas y mantenimiento al mismo tiempo que mejora el tiempo de comercialización y la calidad de sus propios productos.

Hardware para Insertar y de Red. Existe una amplia variedad disponible de hardware que se puede insertar en la PC o bien acceder a través de una red. Estos dispositivos ofrecen un amplio rango de capacidades de adquisición de datos a un costo significativamente inferior que el correspondiente a dispositivos dedicados. A medida que la tecnología de circuitos integrados avanza y los componentes comunes se vuelven más baratos y poderosos, también lo hacen las placas que ellos utilizan. Junto con estos avances tecnológicos viene un incremento en las velocidades de adquisición de datos, precisión de las mediciones y mejor aislamiento de las señales. Dependiendo de la aplicación en particular, el hardware que se elija podría incluir entradas o salidas analógicas, entradas o salidas digitales, contadores, temporizadores, filtros, muestreo simultáneo y capacidades de generación de ondas. La amplia gama de placas y hardware podría incluir cualquiera de esas características o una combinación de ellas.

1.3.1. Diferencias entre un Instrumento Virtual y uno Convencional. Los instrumentos virtuales son elementos definidos por el usuario mientras que instrumentos tradicionales tienen funcionalidad fija, definida por el usuario. Cada instrumento virtual consiste de dos partes, software y hardware. Un instrumento virtual similarmente tiene un precio accesible y muchas veces mucho menor que los instrumentos tradicionales similares para una tarea de medición actual. Sin embargo, los ahorros compuestos a través del tiempo, debido a la flexibilidad de instrumentos virtuales son mucho más flexibles al cambiar tareas de medición.

Figura 4. Instrumentos tradicionales (izquierda) e instrumentos virtuales basados en software (derecha).



http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/webtechsupp/093E24BA0FC0CA388625708100096689?OpenDocument&node=165720_esa

Al no utilizar software y hardware preestablecido, ingenieros y científicos obtienen máxima flexibilidad definida por el usuario.

Un instrumento tradicional proporciona tanto software como circuitos de medición empacados en un producto con lista finita o funcionalidad fija utilizando el instrumento del panel frontal. Un instrumento virtual proporciona todo el software y hardware necesario para lograr la medición o tarea de control. Aunado a un instrumento virtual, ingenieros y científicos pueden ajustar la adquisición, análisis, almacenamiento, unión, y funcionalidad de presentación usando software productivo y potente

La siguiente tabla nos indica algunas de las principales diferencias entre el instrumento convencional o tradicional, y el instrumento virtual:

Tabla 1: Instrumentos tradicionales vs. virtuales

Instrumento Tradicional	Instrumento Virtual
Definido por el fabricante	Definido por el usuario
Funcionalidad específica, con conectividad limitada.	Funcionalidad ilimitada, orientado a aplicaciones, conectividad amplia.
Hardware es la clave.	Software es la clave
Alto costo/función	Bajo costo/función, variedad de funciones, reutilizable.

Arquitectura "cerrada"	Arquitectura "abierta".
Lenta incorporación de nuevas tecnología.	Rápida incorporación de nuevas tecnologías, gracias a la plataforma PC.
Bajas economías de escala, alto costo de mantenimiento.	Altas economías de escala, bajos costos de mantenimiento.

www.mdp.edu.ar/rectorado/secretarias/investigación/nexos/13/osciloscopio.htm

Compatibilidad. Muchos ingenieros y científicos tienen en sus laboratorios una combinación tanto de instrumentos virtuales como tradicionales. Adicionalmente, algunos instrumentos tradicionales proporcionan una medición especializada que los ingenieros o científicos preferirán sean definidos por el vendedor que por ellos mismos.

Los instrumentos virtuales son compatibles con los instrumentos tradicionales casi sin excepción. El software de instrumentación virtual típicamente proporciona bibliotecas para crear interfaces con buses de instrumentos comunes u ordinarios como el serial GPIB, o Ethernet.

Los controladores de instrumentos proporcionan un conjunto de funciones de alto nivel para realizar interfaces con instrumentos. Cada controlador de instrumentos es específicamente diseñado para un modelo en particular para proporcionar una interfaz con sus características únicas.

1.4. ESTADO DEL ARTE

Recientemente, las tecnologías de las computadoras personales comerciales han comenzado a migrar hacia los sistemas integrados. Ejemplos de ello incluyen Windows CE, procesadores Intel basados en X86, buses PCI y CompactPCI y Ethernet para el desarrollo integrado. Debido a que la instrumentación virtual se basa tan fuertemente en tecnologías comerciales para generar ventajas de costo y rendimiento, también se ha expandido para acompañar mayores capacidades y de tiempo real. La opción para utilizar la instrumentación virtual como un sistema de referencia ajustable que se extienda desde la computadora de mesa hasta los equipos integrados debería considerarse una herramienta completa de un desarrollador de sistemas integrados.

Un ejemplo dramático de cambio tecnológico que afecta el desarrollo de sistemas integrados son las redes y la Web. Con la presencia de las PC's, Ethernet domina ahora como la infraestructura normal de redes de las empresas en todo el mundo. Además, la popularidad de la interfaz Web en el mundo de las PC's se ha

derramado sobre el desarrollo de teléfonos celulares y actualmente, sistemas de adquisición de datos y control industrial.

Los sistemas integrados alguna vez significaron operación autónoma o, como máximo, se comunicaron con componentes periféricos a bajo nivel a través de un bus de tiempo real. Ahora, la mayor demanda de información a todos los niveles empresarios (y en los productos de consumo) requieren que se coloque en red los sistemas integrados mientras continúa garantizando operación confiable y a menudo en tiempo real.

Debido a que el software de instrumentación virtual puede combinar un medio ambiente de desarrollo tanto para computadoras de mesa como para sistemas de tiempo real utilizando tecnología combinada Inter-plataforma, se puede capitalizar los servidores Web existentes y la facilidad de conexión a redes del software de las PC's y orientarlo hacia los sistemas de tiempo real. Por ejemplo, se podría utilizar LabVIEW simplemente para configurar un servidor Web existente y exportar una interfaz de aplicación hacia máquinas seguras definidas sobre la red bajo Windows y luego descargar esa aplicación para ejecutarla sobre un sistema independiente integrado que puede entrar en la palma de la mano del usuario (PDA). Este procedimiento sucede sin necesidad de programación adicional en el sistema integrado.

Luego se puede distribuir ese sistema integrado, darle energía, conectarlo a la aplicación de una máquina remota vía Ethernet y luego hacer la interfaz hacia él utilizando un servidor Web común. Para aplicaciones de redes más elaboradas, se puede programar gráficamente en TCP/IP u otros métodos con los cuales ya se ha integrado LabVIEW y luego correrlos dentro del sistema integrado.

El desarrollo de sistemas integrados es uno de los segmentos de la ingeniería de mayor crecimiento, y continuará siéndolo en el futuro cercano a medida que los consumidores demanden automóviles, artefactos del hogar, casas y demás productos con mayor inteligencia. La evolución de estas tecnologías comerciales impulsará la instrumentación virtual y la hará más utilizable en un creciente número de aplicaciones. Compañías líderes que proveen herramientas para el software y el hardware de instrumentación virtual necesitan invertir en experiencia y desarrollo de productos para servir este creciente conjunto de aplicaciones. Por ejemplo, para su principal plataforma de software de instrumentación virtual, LabVIEW, National Instruments ha descrito una visión que incluye la capacidad de ajustarse desde el desarrollo para sistemas operativos de computadoras de mesa hasta sistemas integrados de tiempo real, a computadoras personales de mano y aún permitir los sensores inteligentes.

La próxima generación de herramientas de instrumentación virtual necesita incluir tecnología de redes para lograr una rápida y fácil integración de Bluetooth, transmisión de datos inalámbrica y otras normas. Además de utilizar esas

tecnologías, el software de instrumentación virtual requiere una mejor manera de describir y diseñar las relaciones de temporizado y sincronización entre sistemas distribuidos de una manera intuitiva para ayudar a lograr un más rápido desarrollo y control de estos sistemas que son a menudo integrados.

Los conceptos de software y hardware integrados de instrumentación virtual, herramientas modulares flexibles y la utilización de tecnologías comerciales se combinan para crear un marco de trabajo sobre el cual se puede completar rápidamente el desarrollo de sus sistemas y también mantenerlos en el largo plazo. Puesto que la instrumentación virtual ofrece tantas opciones y capacidades en el desarrollo integral tiene sentido que los desarrolladores de sistemas integrados comprendan y vean esas herramientas.

2. HARDWARE

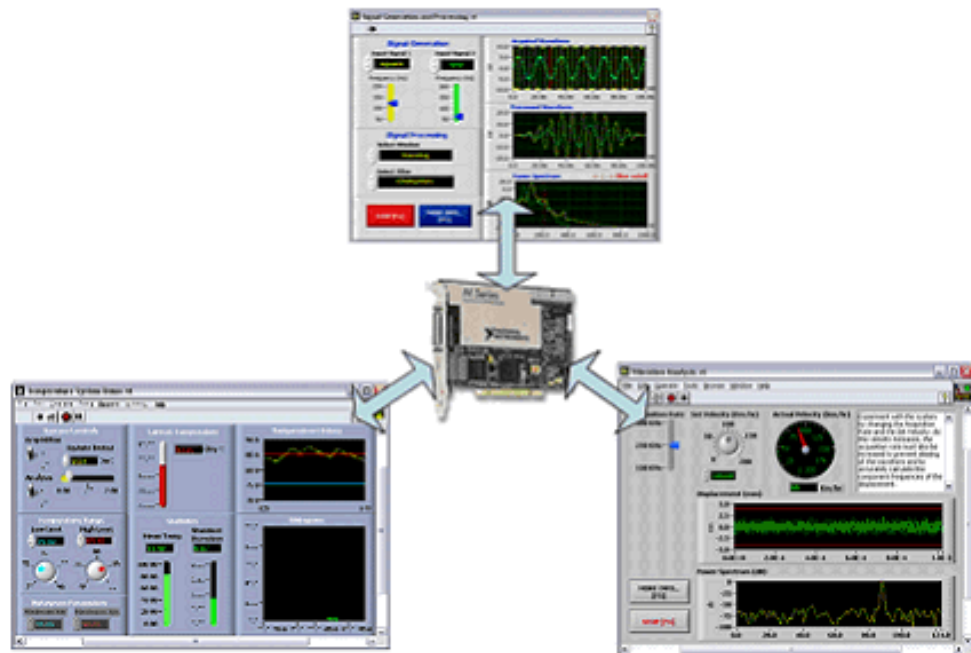
2.1. EL PAPEL DEL HARDWARE EN LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

La entrada y salida de un elemento, desempeña un papel importante en la instrumentación virtual. Acelerar la prueba, control, y diseño del hardware de entrada y salida debe ser rápidamente adaptable a los nuevos conceptos y productos. La instrumentación virtual entrega esta capacidad bajo la forma de modularidad dentro de plataformas de hardware escalable.

Capacidades del hardware en la instrumentación virtual. Un concepto importante de la instrumentación virtual es la estrategia que impulsa el software de la instrumentación virtual actual y aceleración de dispositivos de hardware. National Instruments se centra en adaptar o usar tecnologías de alta inversión en compañías tales como Microsoft, Intel, analogs device, Xilinx, y otros. Con software, National Instruments utiliza la enorme inversión en sistemas operativos y en desarrollo de herramientas.

National Instruments cubre diversos tipos de IN/OUT de modo que los ingenieros y los científicos puedan seleccionar la entrada-salida entre muchas categorías entre ellas podemos mencionar las análogas, las digitales, los contadores, las imagen y los movimiento. Igualmente también incluye los instrumentos modulares tales como osciloscopios, medidores, generadores de función arbitraria y otros tantos. Con la amplia variedad de excelente IN/OUT, los ingenieros pueden seleccionar aleatoriamente cualquier tipo de la entrada-salida requerida para su aplicación. La ingeniería se asegura de que estos diversos tipos de entrada-salida trabajen juntos, esto significa que pueden compartir eficientemente la placa madre y recursos de tiempo. Las plataformas estándar de hardware que contienen la entrada-salida son importantes para la modularidad de la entrada-salida. El PC portátil y los PC de escritorio proporcionan una plataforma excelente donde la instrumentación virtual puede hacer la mayor parte de los estándares existentes tales como el USB, el PCI, Ethernet y los buses.

Figura 5. Reutilización de hardware para reducir costos.



http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/webtechsupp/093E24BA0FC0CA388625708100096689?OpenDocument&node=165720_esa

2.2. EQUIPOS

2.2.1. Drivers. Un drivers es un conjunto de rutinas del software que controlan un instrumento programable. Cada rutina corresponde a la operación del programa tal como configurar, leer, escribir y activar el instrumento. Los drivers simplifican el mando del instrumento y reducen el tiempo de desarrollo de las tareas del programa, eliminando la necesidad de aprender el protocolo de la programación para cada instrumento.

La NI mantienen una amplia variedad drivers; estos drivers son escrito en LabVIEW y usan la Arquitectura de Software de Instrumentación Virtual (VISA) o el protocolo Instrumento Virtual Intercambiable (IVI)

Virtual Instrumentation Software Architecture (VISA), es un paquete comprimido para configurar, programar, y arreglar los sistemas de instrumentación de VXI, PXI, GPIB, TCP/IP, USB, y/o las interfaces de serie.

Cuando la VXI plug&play Sistemas Alianza se fundó en 1993, había muchas aplicaciones comerciales diferentes del software de I/O para VXI, GPIB, y las

interfaces de serie. Ninguno de estos software I/O fue regularizado o interoperable. Como un paso hacia la compatibilidad del software la alianza industrywide, desarrolló una especificación para el software de I/O. VISA, Esta brindaba la oportunidad de desarrollar, entregar, e interoperar con el software del sistema, los componentes de alto nivel, como drivers, paneles frontales, y software de aplicación. Existen diferentes tipos de drivers tales como:

Plug & play. Los drivers plug & play simplifican el mando y la comunicación con sus instrumentos a través de una norma y un modelo de programación seguro para todos los drivers, es más fácil usar que otras tecnologías de drivers.

Un driver plug & play es un conjunto de funciones controladas y comunicadas con un instrumento programable, este mantiene una arquitectura e interfaz común e incluyen los ejemplos de la aplicación, usted puede fácilmente conectar y comunicar con sus instrumentos sin necesidad de un código. Es más, con el modelo de la programación normal, se puede agregar los instrumentos fácilmente a su sistema de prueba sin preocuparse por aprender nuevos protocolos de comunicación o la comprensión de los nuevos paradigmas de la programación.

Un driver plug & play proporcionan el código de la fuente inicial al ambiente de desarrollo. Con el acceso al código de la fuente, se puede modificar, personalizar, perfeccionar, poner a punto, y agregar la funcionalidad al drivers. El código de la fuente también habilita el plug & play, para que se pueda usar en cualquier sistema operativo que trabaja con LabVIEW.

El Instrumento Virtual intercambiable (IVI). Los driver IVI de la NI entregan muchos beneficios al integrar un artefacto state-caching que envía al instrumento sólo las órdenes necesarias para cambiar su estado incrementalmente. Usando a un driver IVI-dócil, se puede intercambiar instrumentos de la misma clase sin tener en cuenta el fabricante o la conexión del BUS. Además, los drivers IVI pueden correr la simulación dónde ninguna clase de I/O ha realizado y el dato de la medida es simulado.

Si se necesita intercambiabilidad y simulación en sus aplicaciones de prueba, los drivers IVI proporcionan una herramienta flexible para ayudar a reducir tiempo y coste de mantenimiento.

2.2.2. Tarjetas de Adquisición de Datos

Un sistemas de adquisición de datos (SAD), o de señales, es un conjunto de elementos organizados para captar, en un punto centralizado, una o varias magnitudes analógicas correspondientes a diversas magnitudes físicas, y digitalizarlas para hacerlas accesibles a un procesador digital. Todas las

aplicaciones donde se almacene o trate digitalmente la información requieren una adquisición de datos, Por tanto, la variedad de aplicaciones es inmensa, desde los automóviles a los discos compactos, pasando por la instrumentación de medida y de control industrial.

Adquisición de Datos de la Serie M (USB)

Tabla 2. Especificación técnica del USB-9421.

Entrada Analógica	Salida Analógica Entrada Analógica	E/S Digital Salida Analógica	Contadores/Temporizadores E/S Digital	Contadores/Temporizadores
USB-9421 DAQ Multifunción			8 DI 24 V	

<http://sine.ni.com/nifn/cds/view/main/p/sn/n24:USB/lang/en/nid/1036/ap/daq>

Figura 6. USB-9421.



<http://sine.ni.com/nifn/cds/view/main/p/sn/n24:USB/lang/en/nid/1036/ap/daq>

Tabla 3. Especificación técnica del USB-6259.

Entrada Analógica	Salida Analógica Entrada Analógica	E/S Digital Salida Analógica	Contadores/Temporizadores E/S Digital	Contadores/Temporizadores
USB-6259 DAQ Multifunción	32 SE/16 DI 1.25 MS/s 16 bits	4 2.8 MS/s 16 bits	48 DIO TTL	2, 32 bits 80 MHz TTL

<http://sine.ni.com/nifn/cds/view/main/p/sn/n24:USB/lang/en/nid/1036/ap/daq>

Figura 7. USB-9421.



<http://sine.ni.com/nifn/cds/view/main/p/sn/n24:USB/lang/en/nid/1036/ap/daq>

Tabla 4. Especificación técnica del DAQPad-6020E (USB).

Entrada Analógica	Salida Analógica Entrada Analógica	E/S Digital Salida Analógica	Contadores/Temporizadores E/S Digital	Contadores/Temporizadores
DAQPad-6020E (USB)	16 SE/8 DI 100 kS/s	2 20 S/s	8 DIO TTL	2, 24 bits 20 MHz TTL
DAQ Multifunción	12 bits	12 bits		

<http://sine.ni.com/nifn/cds/view/main/p/sn/n24:USB/lang/en/nid/1036/ap/daq>

Figura 8. DAQPad-6020E (USB).



<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/11922>

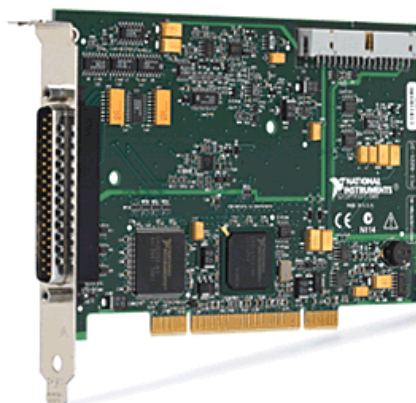
Adquisición de Datos de la Serie M (PCI)

Tabla 5. Especificación técnica del PCI-6221 (37-Pin).

Entrada Analógica	Salida Analógica Entrada Analógica	E/S Digital Salida Analógica	Contadores/Temporizadores E/S Digital	Contadores/Temporizadores
PCI-6221 (37-Pin) DAQ Multifunción	16 SE/8 DI 250 kS/s 16 bits	2 833 kS/s 16 bits	10 DIO TTL	2, 32 bits 80 MHz TTL

<http://sine.ni.com/nifn/cds/view/main/p/sn/n24:USB/lang/en/nid/1036/ap/daq>

Figura 9. PCI-6221 (37-Pin).



<http://sine.ni.com/nifn/cds/view/main/p/sn/n24:USB/lang/en/nid/1036/ap/daq>

Tabla 6. Especificación técnica del PCI-7830R.

Entrada Analógica	Salida Analógica Entrada Analógica	E/S Digital Salida Analógica	Contadores/Temporizadores E/S Digital	Contadores/Temporizadores
PCI-7830R DAQ Multifunción	4 SE/4 DI 200 kS/s/c 16 bits	4 1 MS/s 16 bits	56 DIO TTL	56, 64 bits 80 MHz TTL

<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/202006>

Figura 10. PCI-7830R.



<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/202006>

Tabla 7. Especificación técnica del PCI-6289.

Entrada Analógica	Salida Analógica Entrada Analógica	E/S Digital Salida Analógica	Contadores/Temporizadores E/S Digital	Contadores/Temporizadores
PCI-6289 DAQ Multifunción	32 SE/16 DI 625 kS/s 18 bits	4 2.86 MS/s 16 bits	48 DIO TTL	2, 32 bits 80 MHz TTL

<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/14687>

Figura 11. PCI-6289.



<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/14687>

3. SOFTWARE

3.1 EL PAPEL DEL SOFTWARE EN LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

Cada instrumento virtual es construido sobre software flexible, de gran alcance por un ingeniero innovador o el científico que esté en capacidad de modificar el uso de la medida para requisitos particulares y del control. El resultado es un aspecto definido por el usuario del instrumento, el cual se obtiene a partir de las necesidades particulares.

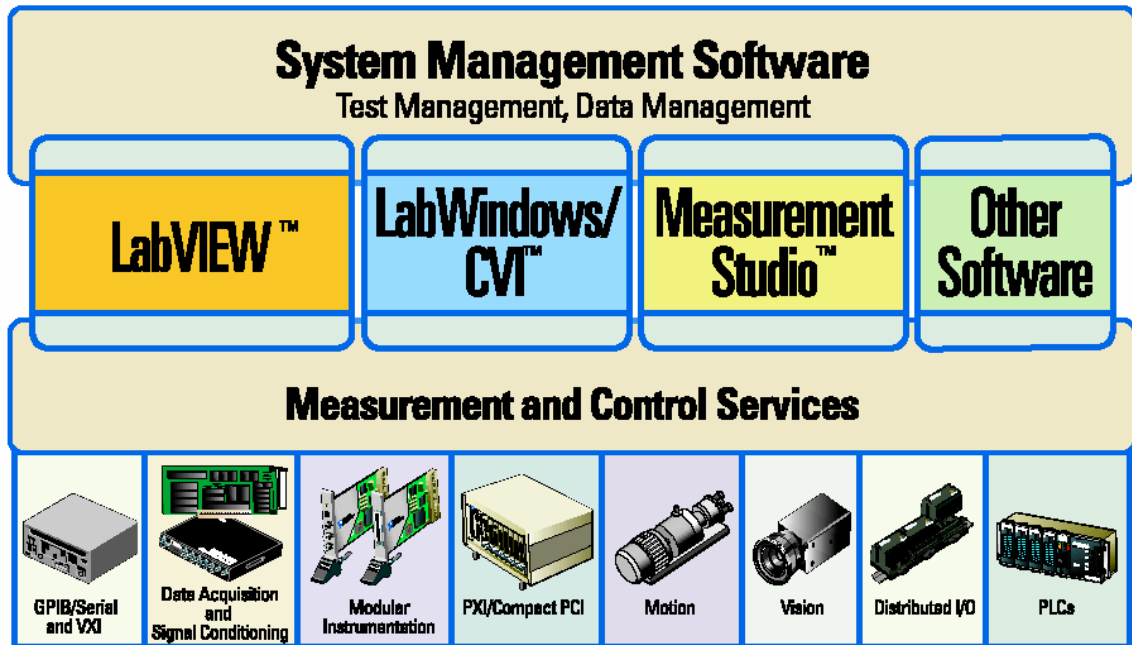
El software de la instrumentación virtual se puede dividir en diversas capas:

Software de aplicación. La mayoría de la gente piensa inmediatamente en la capa del software de aplicación. Este es el desarrollo primario para construir una aplicación. Esto incluye software tal como [LabVIEW](#), [LabWindows/CVI](#) (ANSI C), [estudio de medidas](#) (lenguajes de programación de visual estudio), [SignalExpress](#), y [VI logger](#).

Software de gerencia de prueba y datos: la capa de aplicación incorpora toda la funcionalidad desarrollada por la capa de aplicación y proporciona a la gerencia de datos un sistema ancho para amplias posibilidades de manejo.

Software de los servicios de medida y control: La última capa se pasa por alto muy a menudo, todavía es crítico mantener la productividad del desarrollo del software. La capa de los servicios de medida y de control incluye drivers, tales como [NI-DAQmx](#), que se comunica con todo el hardware, adicional a esto se debe acceder a las funciones y al funcionamiento del hardware. También debe ser inter operable, tiene que trabajar con el resto de los drivers y los muchos tipos de módulos de entrada/salida que puedan ser una parte de la solución.

Figura 12. Software de instrumentación virtual.



<http://zone.ni.com/devzone/conceptd.nsf/webmain/E7F7F3EA19D776F686256FEE0040C455#1>

Aprovechamiento de la Instrumentación Virtual en el software de aplicación.

Para Las soluciones tradicionales de la instrumentación, por la naturaleza de su integración fija, no pueden adaptarse rápidamente a las nuevas tecnologías del software. Debido a su flexibilidad inherente, la instrumentación virtual se satisface mucho mejor a incorporar las herramientas nuevas y tecnología, los usuarios pueden actualizar simplemente su software, en lugar de comprar un nuevo paquete informático.

En su desarrollo, [LabVIEW](#) ha integrado tecnología de software ya que todavía se esta proporcionando una transición de versión en versión. LabVIEW ha mantenido una plataforma estable en su desarrollo durante muchas décadas. Sin embargo, para asegurar productividad máxima de esos usuarios, LabVIEW debe aprovecharse también de nuevas tecnologías cuando estas técnicas están surgiendo.

Figura 13. Actualizar el hardware es fácil al utilizar la misma aplicación para muchos dispositivos.



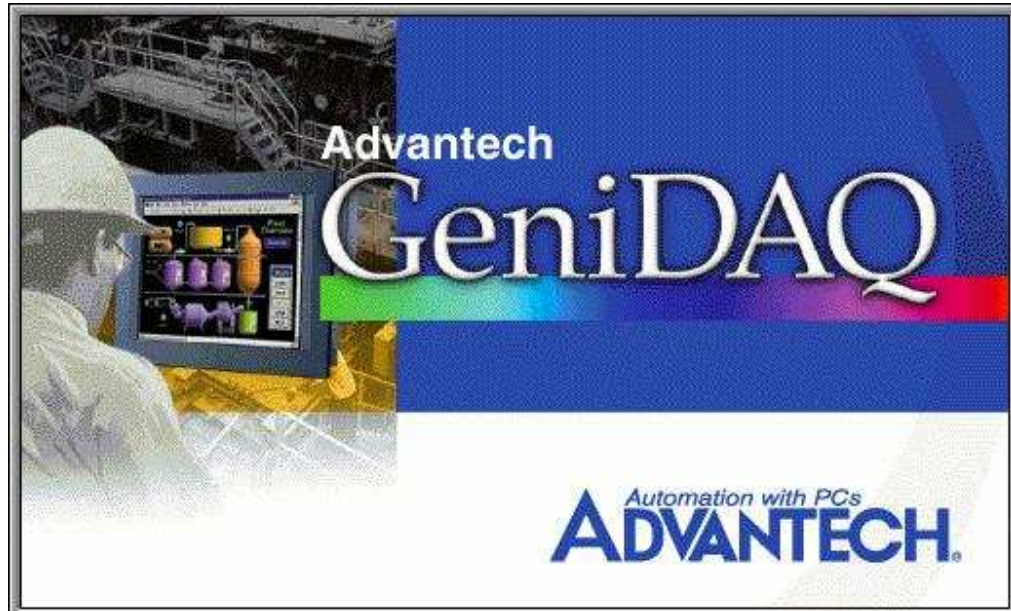
http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/webtechsupp/093E24BA0FC0CA388625708100096689?OpenDocument&node=165720_esa

Muchos paquetes de software consiguen ser incluidos en la rápida adopción de la nueva tecnología sin consideración alguna. Por ejemplo, los paquetes de software basados sobre todo en la plataforma de Microsoft, este tipo de tecnología sobre los últimos 15 años han tenido varios casos donde su software tuvo que ser totalmente redefinido lo más recientemente posible debido a la discontinuidad de la tecnología, ya que esta siempre esta ascendiendo sin estabilidad.

3.2 TIPOS DE SOFTWARE

3.2.1. GeniDAQ. Es un software de adquisición y control de datos diseñado para correr en ambiente Microsoft Windows, este es desarrollado para la adquisición, análisis y control de procesos industriales. GeniDAQ ofrece un fácil manejo con una interfaz hombre-máquina, este provee una interfaz grafica de uso intuitivo que simplifica estrategias de control y configuración de pantalla; proporcionando una variedad de controles gráficos e iconos despleables.

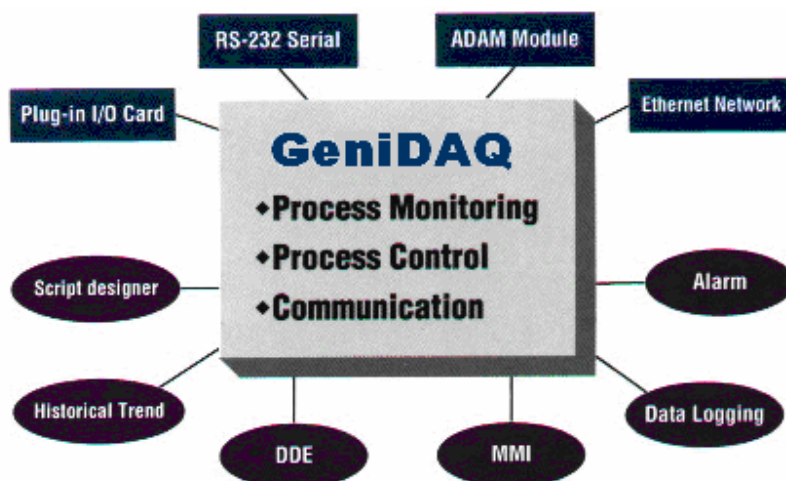
Figura 14. GeniDAQ.



<http://taiwan.advantech.com.tw/unzipfunc/Unzip/genidaq.pdf>

Los datos del proceso se muestran automáticamente en pantalla en tiempo real.

Figura 15. Arquitectura de GenieDAQ



www.vr-systems.ndtilda.co.uk/pics/genie3.jpg

Características generales. Se puede diseñar y colocar rápidamente sus propios elementos en ejecución sin la complejidad de aprender otro lenguaje de programación. Las operaciones simples de GeniDAQ significan tiempos de desarrollo más fáciles y más rápidos.

Una variedad amplia de objetos les permite a los usuarios personalizar su interfaz, cada objeto en la pantalla puede ser cambiado a cualquier tamaño o color; GeniDAQ también emite los mensajes de alarma en formato wav.

Los procesos pueden ser supervisados constantemente y los mensajes de alarma pueden ser registrados constantemente.

El ambiente de programación Visual Basic facilita el diseño, cálculo y análisis de aplicaciones complejas. Sus funciones permiten al usuario configurar el sistema de aplicación para propósitos específicos.

El constructor de aplicaciones de GeniDAQ, combina la facilidad de utilización con las herramientas de programación más populares, permitiendo al usuario desarrollar de manera simple sofisticados sistemas de adquisición y control de datos.

En GeniDAQ, los iconos contienen librerías que poseen determinadas funciones, algunas de estas son: adquisición Standard de datos, control PID, visualización de errores, alarmas, entre otros.

Figura 16. Interfaz GeniDAQ.



www.icpc.co.il/ImagesDB/GeniDAQ_B.jpg

Las principales características de GeniDAQ son:

- Escritura de programación compatible con Visual Basic
- Realiza múltiples tareas de monitoreo y control simultáneamente
- Gráficos orientados a objetos
- Programación con iconos gráficos
- Control, cálculo y visualización en tiempo real
- Diagrama de tendencias en tiempo real
- Protección por medio de contraseña
- Alarma
- Intercambio dinámico de datos
- Comunicación en redes de área local
- Tecnologías de bus de campo

3.2.2. LabVIEW. Es un revolucionario ambiente de desarrollo gráfico con funciones integradas para realizar adquisición de datos, control de instrumentos, análisis de mediciones y presentaciones de datos. Ofrece la flexibilidad de un poderoso ambiente de programación sin la complejidad de los ambientes tradicionales.

A diferencia de los lenguajes de propósito general, LabVIEW provee funcionalidad específica para que pueda acelerar el desarrollo de aplicaciones de medición, control y automatización.

LabVIEW le entrega herramientas poderosas para crear aplicaciones sin líneas de texto de código. Con LabVIEW se puede jalar y colocar objetos ya construidos para crear rápidamente interfaces de usuario. Luego se especifica la funcionalidad del sistema armando diagramas de bloques.

LabVIEW se puede conectar virtualmente todo tipo de hardware incluyendo instrumentos de escritorio, tarjetas insertables, controladores de movimiento y controladores lógicos programables (PLCs). Adicional a esto, se puede conectar con otras aplicaciones y compartir datos a través de ActiveX, la Web, DLLs, librerías compartidas, SQL, TCP/IP, XML, OPC y otros.

Figura 17. Interfaz LabVIEW 8



<http://zone.ni.com/devzone/conceptd.nsf/webmain/3CBAA5D1B9BE88288625708B0066B28F>

En muchas aplicaciones, la velocidad de ejecución es vital. Con un compilador incluido que genera código optimizado, las aplicaciones que LabVIEW ejecuta, se entregan a velocidades de ejecución comparables con programas C compilados. LabVIEW puede desarrollar sistemas que cumplan con sus requerimientos de desempeño a través de las plataformas incluyendo Windows, Macintosh, UNIX o sistemas de tiempo real.

LabVIEW está altamente integrado con el hardware de medida, con lo que se puede configurar y usar rápidamente cualquier dispositivo de medida que se tenga. Con LabVIEW puede conectarse a miles de instrumentos de medida para construir sistemas de medida completos, incluyendo desde cualquier tipo de instrumento autónomo hasta dispositivos de adquisición de datos, controladores de movimiento y sistemas de adquisición de imagen. Además LabVIEW trabaja con más de 1000 librerías de instrumentos de cientos de fabricantes, y muchos fabricantes de dispositivos de medida incluyen también herramientas de LabVIEW con sus productos.

LabVIEW está optimizado para el desarrollo de las aplicaciones de medida y

automatización más exigentes. Debido a que la instrumentación virtual está basada en la tecnología informática estándar, usted puede disfrutar de un aumento exponencial en el rendimiento con un costo mucho más bajo que el de un nuevo instrumento de medida dedicado. Además, se caracteriza por su compilador gráfico optimizado en multi-hilo para maximizar el rendimiento del sistema. Con LabVIEW puede desarrollar sistemas con el rendimiento necesario para las aplicaciones más exigentes. Tanto en laboratorio como en producción, los sistemas de medida más rápidos significan un aumento de la producción, se pueden reducir los costos de cualquier prueba o llevar a cabo más experimentos de forma más rápida.

LabVIEW tiene extensas capacidades de adquisición, análisis y presentación disponibles en un sólo paquete, de tal forma que se puede crear una solución completa de manera única en la plataforma que ha elegido. Se pueden publicar las aplicaciones de datos en la Web muy fácilmente o conectarse a otras aplicaciones a través de una variedad de tecnologías estándar, como TCP/IP, DLLs y ActiveX. Simplifica el desarrollo de sistemas y produce un código reutilizable que se ejecuta a velocidades de código compilado, puede también crear ejecutables autónomo o librerías compartidas para que pueda llamarlos desde otros entornos como Microsoft Visual Basic o Measurement Studio de National Instruments.

Ingenieros, científicos y técnicos de todo el mundo utilizan LabVIEW para desarrollar soluciones que respondan a sus exigentes aplicaciones. Este es un revolucionario entorno gráfico de desarrollo para adquisición de datos, control de instrumentos, análisis de medidas y presentación de datos. LabVIEW le da la flexibilidad de un potente lenguaje de programación sin la complejidad típicamente asociada a estos lenguajes.

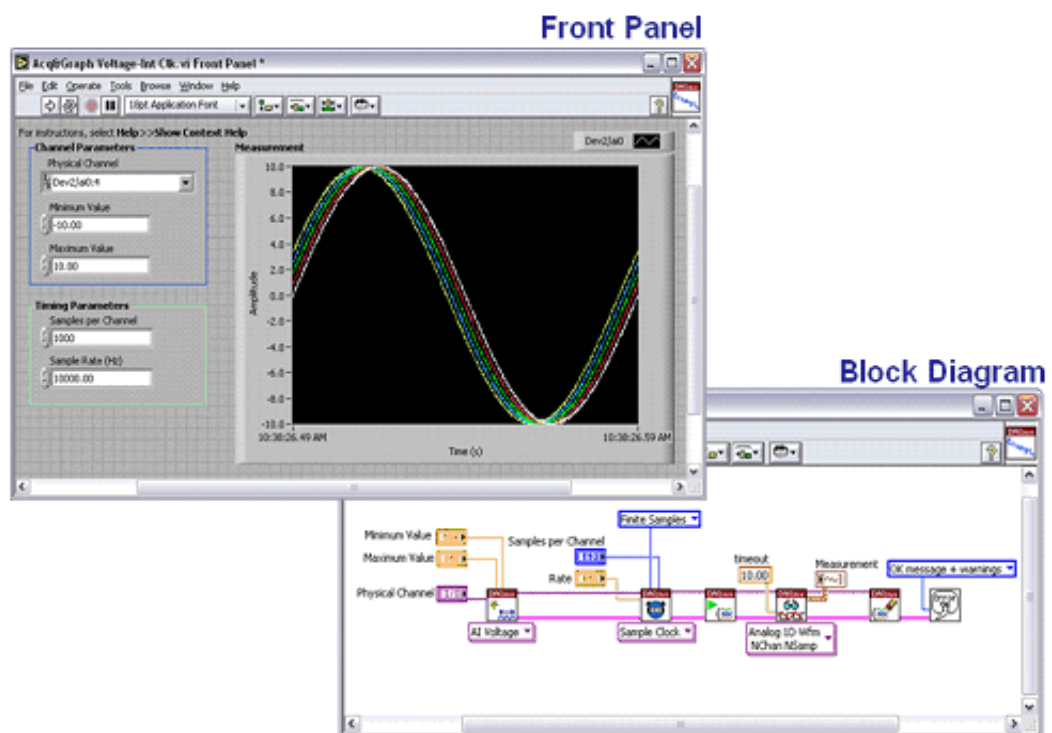
Usualmente se utiliza para analizar y registrar resultados reales para aplicaciones en sectores como el automotriz, investigación de energía y muchos otros. Para las aplicaciones que requieren sonido y vibración, procesado de imagen, análisis de tiempo y frecuencia conjunta, wavelets y diseño de filtros digitales, LabVIEW ofrece software extra especialmente diseñado para aumentar la velocidad de desarrollo del sistema. Igualmente es utilizado en numerosas aplicaciones de control de procesos y automatización. Para aplicaciones de automatización industrial complejas y a gran escala se ha diseñado el módulo de Datalogging and Supervisory Control, con el que se puede monitorear gran número de puntos de E/S, comunicarse con controladores industriales y redes y proporcionar control basado en PC.

Es ideal para el monitoreo de maquinaria y para aplicaciones de mantenimiento predictivo que necesitan controles determinísticos, análisis de vibraciones, análisis de visión e imagen o control de movimiento.

Con este software, los ingenieros y los científicos pueden diseñar los instrumentos

virtuales, creando una interfaz utilizando gráficos en la pantalla del PC a través de la cual ellos operan el programa de instrumentación, controlan el hardware seleccionado, analizan los datos adquiridos y exhiben los resultados. Ellos pueden modificar la interfaz utilizando requisitos particulares de LabVIEW, con las perillas, los botones, los diales o cuadrantes, y los gráficos para emular paneles de control tradicionales del instrumento, estas crean paneles de prueba, o representan visualmente control del proceso y de la operación.

Figura 18. Los instrumentos virtuales de LabVIEW incluyen la interfaz del usuario y la aplicación lógica.



<http://zone.ni.com/devzone/conceptd.nsf/webmain/E7F7F3EA19D776F686256FEE0040C455#1>

Con LabVIEW se puede determinar el comportamiento virtual del instrumento conectando iconos para crear los diagramas de bloque, que son notaciones naturales del diseño para los científicos y los ingenieros; LabVIEW es un ambiente abierto que incluye las librerías aplicadas a Ethernet y comunicación GPIB (bus de interfaz para propósitos generales) para control de movimiento, adquisición de datos y adquisición de imágenes.

Los programas hechos en LabVIEW se conocen con el nombre de instrumentos virtuales VIs y se componen de dos partes fundamentales. El panel frontal y el diagrama de bloques. Existe dentro de la interfaz del programa una tabla de

utilidades o paleta, la cual contienen las funciones con las que se puede crear o modificar su VI.

Panel frontal. Constituye la interfaz grafica de su aplicación, esta interfaz recoge los datos del usuario y despliega los resultados de salida del programa, puede contener botones, gráficos, indicadores, y controles.

Diagrama de bloque. Contiene el código fuente grafico que constituye el VI. En el diagrama de bloques se programa el VI para controlar las funciones realizadas sobre las entradas que se ha creado en el panel frontal. En el diagrama de bloques se puede incluir funciones y estructura a partir de las librerías ya existentes.

El diagrama de bloques y el panel frontal están profundamente ligados como una sola unidad, en otras palabras lo que hagamos en el uno se vera reflejado en el otro. LabVIEW siempre ha incorporado y continúa incorporando estas tecnologías para asegurar que el usuario tenga el acceso a las últimas herramientas, pero los ha integrado de una manera tal que no hay necesidad de trabajar en un nuevo código, solo partiendo de uno ya existente para solo hacer algunas modificaciones.

3.2.2.1. Driver NI-DAQmx para LabVIEW

Descripción De NI-DAQmx. Este software de servicios de medida y control es equivalente a las entradas y salidas de un controlador simulado por el software. Sin embargo, es mucho más que solo driver. Aunque a menudo está pasado por alto, es uno de los elementos más cruciales del rápido desarrollo de una aplicación; Este conecta el software de instrumentación virtual y el hardware para la medida y control; esto incluye interfaces de programación de uso intuitivo, controladores de instrumento, configuración de herramientas, ayudantes para entrada y salida. Las medidas y las ofertas del software de servicios de control de National Instruments optimizaron la integración con hardware para el desarrollo de aplicaciones.

También llevó la delantera en cuanto al software de adquisición de datos cuando se introdujo NI-DAQmx para Windows e incrementó la facilidad, velocidad y potencia con la cual los científicos e ingenieros toman medidas. NI-DAQmx utiliza varias tecnologías que los controladores heredados no ofrecen, como la programación multi-hilo, una interfaz de programación de aplicaciones simplificada, configuración interactiva y sincronización inteligente de múltiples dispositivos. Con cada versión posterior de NI-DAQmx, NI continúa ofreciendo formas de simplificar la adquisición de datos y ahorrar tiempo a los desarrolladores.

El NI-DAQmx apoya las amplias gamas de lenguajes de programación, de dispositivos, de buses, sensores e incluso tipos mezclados de la señal. Con el NI-DAQmx, un nuevo usuario a la adquisición de datos puede crear fácilmente un uso de programación para un proceso paralelo y sincroniza los dispositivos múltiples todos con la programación interactiva.

Además de nuevas tecnologías, cada copia del NI-DAQmx lleva implícito una colección de servicios de medida diseñados para ahorrar tiempo y dinero del sistema de adquisición de datos. Esta colección de servicios de medida incluyen, el explorador de medida y de automatización para configurar y probar su hardware; Ayudante de DAQ para la creación basada en tareas de adquisición de datos; y VI logger.

Tabla 8. El ni-daqlmx incluye un controlador de alto rendimiento y un software adicional para aumentar productividad.

		NI-DAQmx Driver Software	Basic DAQ Driver Software
Productivity	Automatic code generation	●	-
	Configuration management	●	-
	Analog, digital, and counter test panels	●	○
	Real-world unit scaling	●	-
	Single API for all hardware and I/O types	●	-
	Measurement examples	> 3000	< 20
	Data-logging software	●	-
	Pinpoint error diagnostics	●	-
Performance	Optimized multithreaded I/O performance	●	-
	Optimized single point loops	●	○
	Real-time capabilities	●	-
	Entire measurement path calibration	●	-
	Advanced device calibration	□	-
	Industry de facto standard	□	-

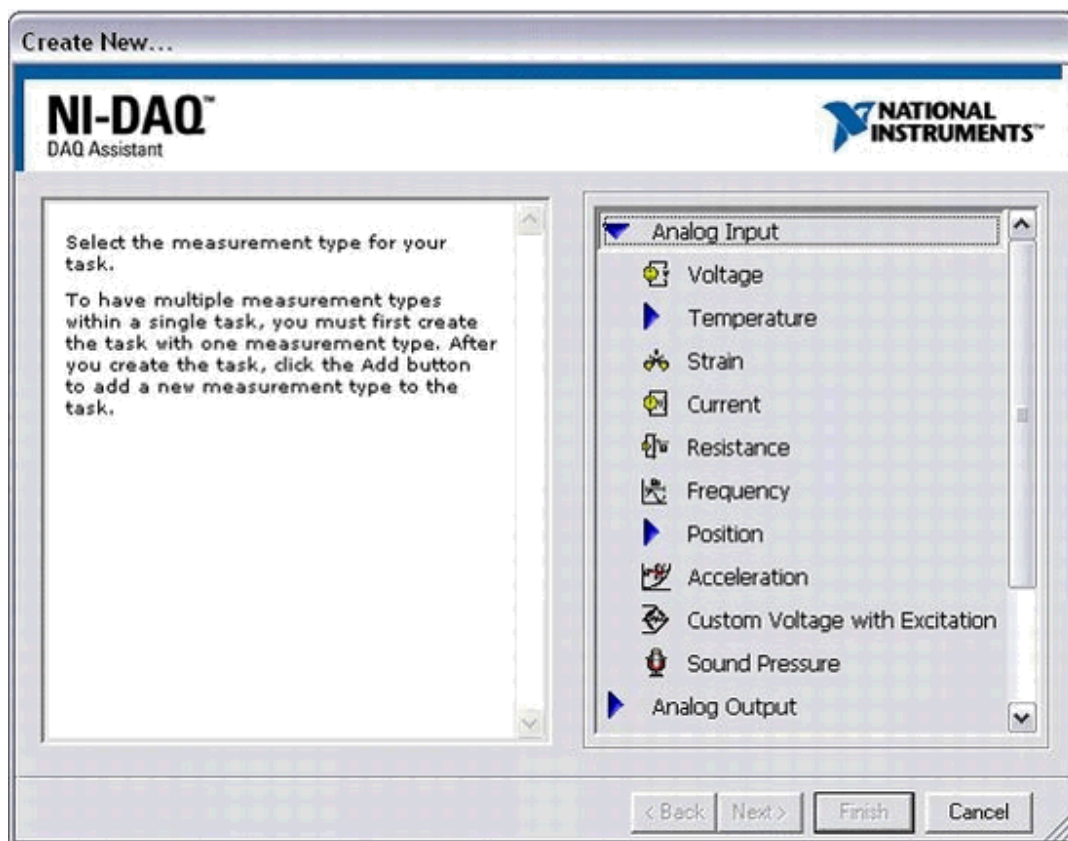
● Best ○ Good - Not available

<http://zone.ni.com/devzone/conceptd.nsf/webmain/E7F7F3EA19D776F686256FEE0040C455#1>

Los asistentes de IN/OUT son herramientas interactivas para crear rápidamente medidas, un ejemplo de un ayudante de IN/OUT es el asistente de DAQ, que, según las indicaciones del figura 19, presenta un panel que se puede utilizar para configurar parámetros comunes de DAQ sin la programación. La combinación de asistentes y de ambientes de programación de gran alcance proporciona un rápido

desarrollo y capacidades para resolver una extensa gama de requisitos de una aplicación en particular.

Figura 19. El asistente de DAQ, disponible con el NI-DAQmx, simplifica la creación de la tarea de DAQ



http://www.guangdongdz.com/special_column/techimages/20054918423915388.jpg

Características. Hace más fácil la introducción de nuevos dispositivos, la adquisición de datos es más fácil y eficiente, Acelera el funcionamiento de DAQ, además de mejorar la calidad,

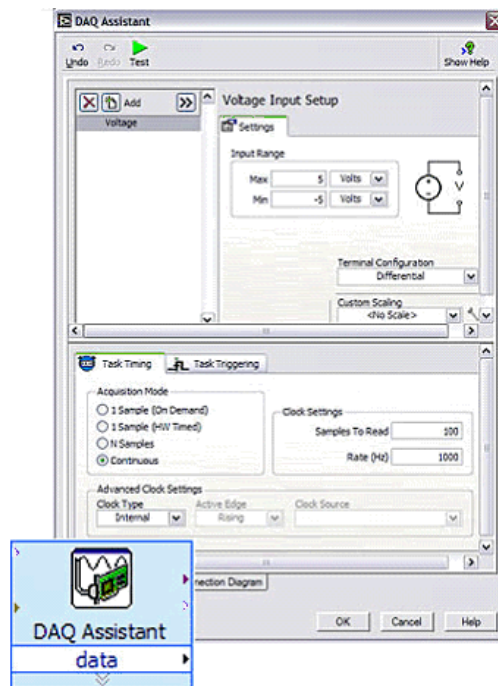
Con estas características los usuarios pueden seleccionar gráficamente el tipo de medidas que desean realizarse, excepto las configuraciones para un uso más reciente, y generar un código para incluir en sus aplicaciones.

El error descriptivo en el NI-DAQmx ayuda a usuarios a identificar la causa de un error y recomienda soluciones. Una de las cualidades es que es compatible con labVIEW 7, en la cual se incluye la capacidad de crear casi todo tipo de

instrumentos virtuales. Los usuarios pueden sustituir grandes partes de una aplicación compleja de DAQ con un simple diálogo de la configuración.

El asistente de DAQ. Es una guía paso a paso que ayuda a configurar las tareas de DAQ, canales virtuales y escalas con programación requerida para ceros. Se puede lanzar el asistente de DAQ desde una aplicación del software para Windows como LabVIEW, LabWindows/CVI, Measurement Studio, VI Logger.

Figura 20. El asistente de DAQ esta disponible para todo el software que sea compatible.



http://www.ni.com/dataacquisition/software/gallery_7.htm

Se puede usar el asistente de DAQ para generar códigos en NI-DAQmx, correr las tareas y los canales virtuales globales, o moverlos a otro sistema.

Usando el asistente de DAQ se puede hacer lo siguiente:

- Crear y editar, tareas y canales virtuales.
- Adicionar un canal virtual para las tareas.
- Crear y editar escalas.
- Probar su configuración.
- Guardar su configuración.
- Generar códigos para usarlos en la aplicación.

3.2.3 Cyber Tools. Es una herramienta flexible y poderosa para la implementar sistemas de recolección y manejo de datos. Cyber Tools le permite a científicos, ingenieros, investigadores y técnicos automatizar las tareas de captura de datos, mediciones automáticas, o control de procesos por medio de programación amigable en un entorno orientado a objetos y de programación visual de pantallas y paneles, en entorno Windows.

Con la aparición de nuevas herramientas flexibles, fáciles de usar y de bajo costo para la automatización, monitoreo, y control de procesos industriales y productivos, existe una nueva gama de servicios de diseño, instalación y desarrollo de sistemas para el control de la producción. Con estas herramientas, el concepto de esquematizar, tomar los elementos, conectarlos y poner en marcha un proceso sigue vigente, pero a diferencia de la integración de sistemas tradicional, no hay necesidad de tomar destornilladores, medidores, u osciloscopios, entre otros.

Estas herramientas toman la información de campo y ponen la información en una PC a disposición del usuario; Logrando implementar sistemas de procesamiento, alarma, monitoreo en pantalla, accionamiento, entre otras funciones. Las mediciones y accionamientos se realizan sobre el campo real, pero los sistemas de control, mecanismos, registradores, y otros dispositivos serán adquiridos e interconectados en el campo virtual.

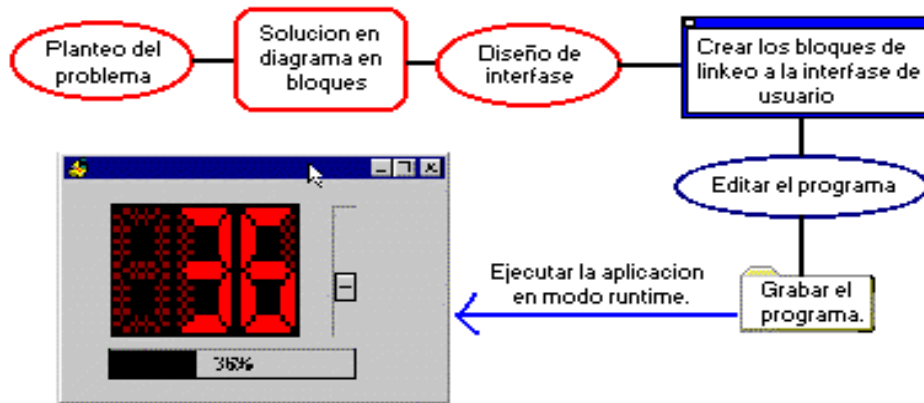
Permite cambiar o modificar su aplicación sin detenerla. Este compila modificaciones sobre la marcha, se puede modificar el modelo, ajustarlo, o sustituirlo sin perder los datos adquiridos y sin detener el funcionamiento del sistema, genera librerías del usuario, las cuales podrán ser usadas en la misma o en otras aplicaciones, estas librerías incluyen generadores de funciones matemáticas, funciones de cálculo y estadística, integradores, derivadores, ventanas de graficación, entre algunas más.

Todas las licencias Cyber Tools pueden ser adquiridas para funcionar en modo stand alone (por si solas) o como un opcional de cualquier otra licencia. La licencia principal posee métodos de ejecución y herramientas para la generación de librerías de usuario. Todas las restantes cuando son ejecutadas en su modo stand alone permiten únicamente la ejecución de los programas en dos modos y poseen todas las funciones de generación de librerías de usuario. Esto permite que los usuarios puedan acceder a licencias de bajo costo que permiten implementar la gran mayoría de los proyectos, ya que las librerías faltantes son requeridas en casos extremos o en sistemas de alta complejidad.

Para desarrollar una aplicación sobre Cyber Tools, primero se debe analizar la problemática que se desea resolver y cual es el modelo o sistema que mejor se adecua para su solución. Una vez definido, se realiza un diagrama en bloques simplificado del mismo. Cyber Tools posee una serie de librerías que le permiten

crear bloques o unidades capaces de procesar, visualizar y adquirir datos. Con ellas se puede crear todos los bloques necesarios para crear un sistema análogo al diagrama en bloques que se haya definido.

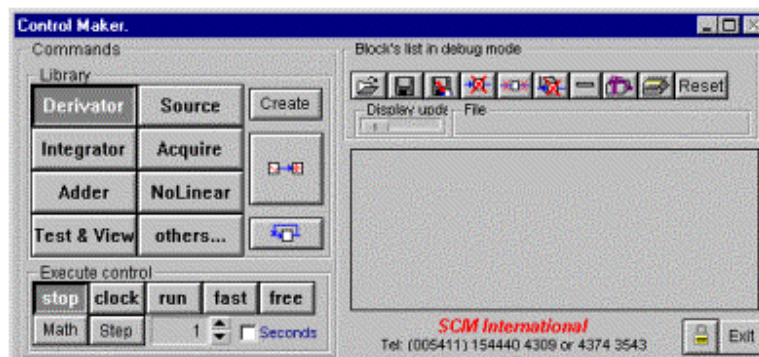
Figura 21. Secuencia de bloques para la creación de un sistema.



<http://scmstore.com/cyber/info/index.htm>

Para el diseño de la interfaz se debe tener en cuenta, qué parámetros del sistema deben ser visualizados y de qué forma serán visualizados estos parámetros, así mismo donde se ubicará cada control en la interfaz, una vez solucionados los parámetros para el diseño, se crea la pantalla de usuario con Cyber View™ que es un cuadro visualizador, en el cual encontramos los bloques de interfaz Cyber View™, estos controles serán utilizados como nodos de conexión en la aplicación. Cyber tiene un panel principal de control donde el usuario realiza la programación del sistema y ejerce el control total del mismo. Este posee tres sectores de trabajo;

Figura 22. Panel principal de operaciones.



<http://scmstore.com/cyber/info/index.htm>

Programación. El usuario tiene acceso directo a todas las librerías con solo oprimir el botón correspondiente a la clase deseada. En aquellos casos en que exista mas de una clase en una librería, el sistema desplegará una lista de la librería, logrando el usuario seleccionar un tipo en especial. Una vez seleccionada la clase, se deberá oprimir el botón de Create, siendo de esta manera, ingresado un bloque al sistema. Para conectar dos bloques, se selecciona uno de los bloques, oprime el botón connect y selecciona el segundo bloque.

Ventana de Proyecto. En esta ventana se listan los bloques que componen el sistema modelado. Posee botones para grabar un proyecto en disco, traer un proyecto de disco y borrar un determinado bloque de la lista. Además posee botones para integrar un proyecto en una librería de usuario.

Control. Este panel posee un grupo de botones de control la cual permite poner en marcha el sistema en modo continuo sincrónico o asincrónico y pasó a paso.

4. COMUNICACIONES

En el área de las comunicaciones en entornos industriales, la estandarización de protocolos 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. La aceptación mundial de Ethernet en los entornos administrativos y de oficina ha generado el deseo de expandir su aplicación a la planta. Ethernet se está moviendo rápidamente hacia el mercado de los sistemas de control de procesos y automatización, para la interconexión a nivel de campo de sensores y actuadores, de esta forma reemplazando a los buses de campo en las industrias.

Es posible que con los avances de Ethernet y la tecnología emergente *Fast Ethernet* se pueda aplicar también al manejo de aplicaciones críticas de control. Los buses de campo son una forma especial de LAN dedicada a aplicaciones de adquisición de datos y comando de elementos finales de control sobre la planta. Los buses de campo típicamente operan sobre cables de par trenzado de bajo costo. A diferencia de Ethernet, los diseñadores optimizan los buses de campo para el intercambio de mensajes cortos de comando y de control con altísima seguridad y temporización estricta.

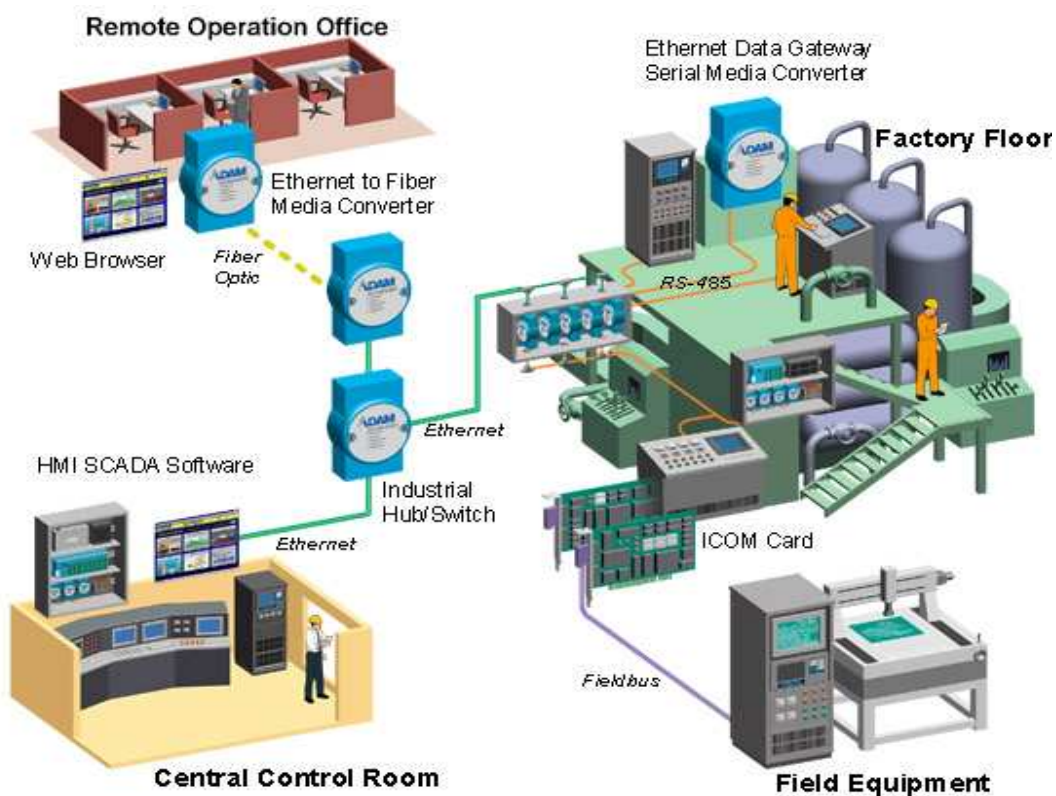
En las aplicaciones industriales, Ethernet es usado en conjunto con el protocolo TCP/IP, universalmente aceptado. TCP/IP es el conjunto de protocolos usado en Internet, suministrando un mecanismo de transporte de datos confiable entre máquinas y permitiendo interoperabilidad entre diversas plataformas. Usar TCP/IP sobre Ethernet a nivel de campo en la industria permite tener una verdadera integración con la Intranet corporativa, y de esta forma se ejerce un estricto control sobre la producción.

La evolución de las tecnologías de la información, unida a la existencia previa de los sistemas de comunicación en planta, ha dado paso a la posibilidad de utilizar remotamente la información disponible del proceso permitiendo que los sistemas de producción sean más abiertos y flexibles. Es por ello por lo que la línea de investigación inicial ha evolucionado y ha centrado su interés en investigar las posibilidades de aplicación de este tipo de tecnologías en entornos industriales.

La incursión de los avances de las comunicaciones en el mundo industrial ha abierto nuevas posibilidades en las aplicaciones de diseño y producción industrial. De esta manera es clara la tendencia de los últimos años hacia la utilización de sistemas de control distribuidos cada vez más flexibles, fiables y potentes. Esta tendencia es una de las consecuencias de la introducción de las tecnologías de la información, ya que permiten incrementar la fiabilidad y la calidad del producto a la vez que asegurarán una producción eficiente. Actualmente el desarrollo de los sistemas de control y supervisión de procesos industriales está orientado hacia una utilización cada vez mayor de sistemas de control distribuidos.

4.1 TIPOS DE COMUNICACIONES

Figura 23. Esquema general de comunicaciones industriales.



<http://www.advantech.com/eAutomation/ICOM/>

4.1.1. GPIB, RS-232/485, MODBUS, ETHERNET

GPIB. Es un estándar de conexión que permite la comunicación de un ordenador con instrumentos electrónicos de medida, como pueden ser generadores de funciones, osciloscopios, etc. Las siglas corresponden a *General Purpose Interface Bus*, pero a pesar de este nombre, fue diseñado específicamente para la conexión de instrumentos de medida. Fue creado en 1965 por la compañía Hewlett-Packard, que lo denominó originalmente HP-IB, y se popularizó con rapidez, debido a sus altas tasas de transferencia de datos (8 Mbytes/s). Para evitar la dispersión de características, los principales fabricantes acordaron la estandarización del GPIB en 1975 (IEEE 488.1), centrándose en las características eléctricas y mecánicas del bus. Una segunda estandarización (IEEE 488.2 de 1987) delimitó de forma más concreta la programación del GPIB, definiendo comandos de dispositivos, formato de mensajes y estado de los instrumentos. El siguiente paso de importancia fue la adopción del formato de comandos SCPI, que estructura las órdenes a los dispositivos de forma coherente, permitiendo, hasta cierto punto, la sustitución de instrumentos de distintos fabricantes con mínimos cambios.

Estructura de un sistema GPIB. Un sistema GPIB consiste en una serie de instrumentos de medida conectados a un bus, y controlados, normalmente, por un PC dotado de una tarjeta GPIB. Existe bastante libertad en la configuración topológica del bus, que en general, es una combinación de disposiciones lineales y en estrella, como se muestra en la figura 24.

Figura 24. Ejemplo de Configuración de un Sistema GPIB.



<http://www.iai.csic.es/users/fseco/teaching/gpib.pdf>

El dispositivo controlador (normalmente un PC dotado de una tarjeta GPIB) gestiona el flujo de datos y comandos a los diferentes elementos del sistema.

El bus de transmisión de datos de GPIB es de 8 bits en paralelo, y lógica negativa con niveles TTL estándar. Los cables y conectores tienen el aspecto típico mostrado en la figura 25:

Figura 25. Cable de Conexión GPIB, Aspecto Físico y Distribución de Señales.



<http://www.iai.csic.es/users/fseco/teaching/gpib.pdf>

El bus consta de 24 pines, repartidos de la siguiente forma,

- 8 líneas de transmisión de datos (DIO1-DIO8)
- 3 líneas para el control asíncrono de la comunicación (NRFD, NDAC y NRDAV). Mediante estas líneas se verifica la correcta transmisión de los datos, que es una de las fortalezas del GPIB.
- líneas que gestionan la transmisión de comandos (ATN, IFC, REN, SRQ y EOI).
- El resto componen las tierras de las diferentes líneas.

Para que el bus GPIB alcance la velocidad de transmisión para el que fue diseñado (hasta 8 Mbytes/s), deben cumplirse los siguientes requisitos,

- Puede haber un máximo de 15 dispositivos conectados al bus, y al menos dos tercios de ellos deben estar encendidos.
- La separación máxima entre dos dispositivos es 4 m, y la separación promedio en toda la red debe ser menor de 2 m.
- La longitud total de la red no debe exceder los 20 m.

RS-232/485. RS232 es el método más elemental para conectar dos equipos con el fin de compartir información. Este estándar es muy difundido y lo poseen la mayoría de los equipos que permiten intercambio de información. En la actualidad, todas las PC's, industriales y no industriales, poseen al menos un puerto de tipo serial RS232. Hasta ahora la interfaz RS232 es la que está más divulgada y para la que hay el mayor número de proveedores independientes.

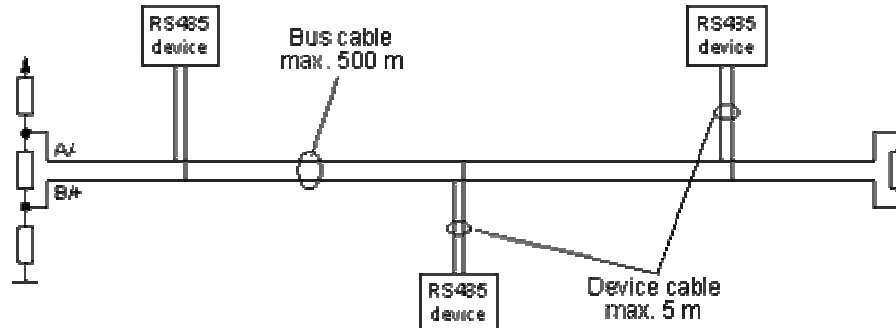
Pues la mayoría de los dispositivos de medición y de control, van ligados cómodamente con las tasas de transmisión de datos actualmente corrientes y no hay nada que no sea posible con la RS232 a un nivel más bajo de complejidad y de costes.

El control de transferencia de información, puede hacerse a nivel de hardware mediante cables adicionales o a nivel de software a través de códigos especiales durante la transferencia de datos, los dispositivos RS232 pueden acoplarse directamente a los PC's o módems y también portátiles y muchas calculadoras de bolsillo con sus posibilidades mínimas de conexión. Con adaptadores económicos pequeños se puede acoplar cualquier dispositivo RS232 [directamente a redes](#).

RS485. las principales características de este estándar es que la transmisión y la recepción se hacen por un mismo par de cables, motivo por el cual es un sistema de comunicación semidúplex, se debe disponer de un sistema de control adicional que sincronice la transmisión de un lado y la recepción en el otro, o viceversa. Con el RS485 se puede crear una red maestro/esclavo, donde uno de los equipos llamado maestro controla a varios equipos esclavos. Se puede tener alrededor de 32 esclavos, cada uno con un número de identificación. Así, el maestro escribe, sobre la línea de datos común a todos, este numero es para indicar a cual de los equipos es que se esta solicitando la información y por ende uno solo de ellos responderá, este estándar tiene la facilidad de trabajar en dos modos, 2 hilos y 4 hilos.

Bus de 2 hilos RS485. El Bus de 2 hilos RS485 se compone, según la figura 26, del cable propio de Bus con una longitud máx. de 500m. Los dispositivos se conectan a este cable a través de una línea adaptadora de máx. 5 metros de largo. La ventaja de la técnica de 2 hilos reside esencialmente en la capacidad multimaster, en donde cualquier dispositivo puede cambiar datos con cualquier otro. El Bus de 2 hilos es básicamente apto sólo en transmisión semidúplex.

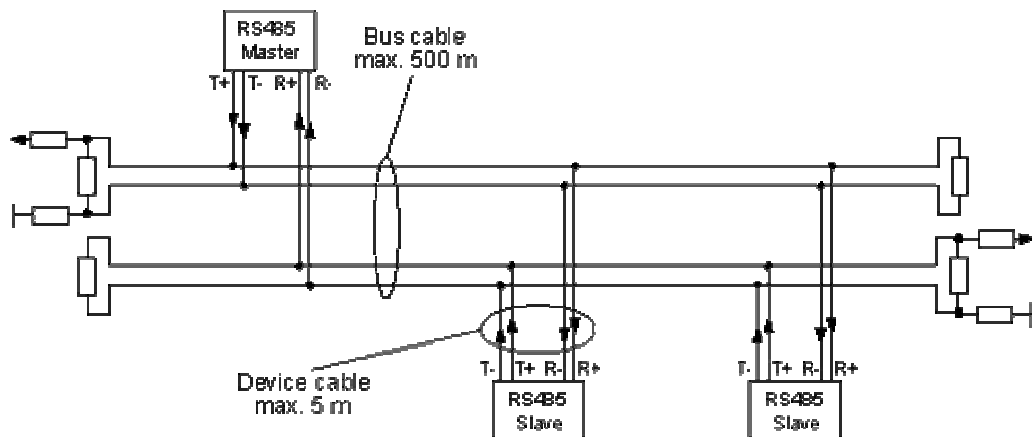
Figura 26. Sistema de 2 Hilos.



<http://www.wut.de/e-6www-11-apes-000.php3>

Bus de 4 hilos RS485. La técnica de 4 hilos sólo puede ser usada por aplicaciones Master/Slave. Conforme a la Figura 27, se cablea la salida de datos del Maestro a las entradas de datos de todos los Servidores. Las salidas de datos de los servidores están concebidas conjuntamente en la entrada de datos del Maestro.

Figura 27. Sistema de 4 Hilos.



<http://www.wut.de/e-6www-11-apes-000.php3>

Tabla 9. Características técnicas de los estándar RS232 y RS485.

Tipo de conexión	Velocidad	Distancia	Nivel Volt/Corr	Dúplex Semidúplex	Equipos conectados	Cable
RS-232	Hasta 115 200 bps	Hasta 30m	"1" = -3 a -15V "0" = +3 a +15V	Dúplex	2	Par trenzado fibra óptica
RS-485	Hasta 38 400 bps	Hasta 1 500m	Diferencial ±2, ±6V	Semidúplex	2 32 en bus	Par trenzado fibra óptica

Curso practico de electrónica industrial y automatización Cap., automatización Págs. 1-160.

MODBUS. Con propósito de conectar PLC's fabricados por la empresa Modicon, se creó un lenguaje común utilizado por estos controladores llamado **protocolo Modbus**.

La comunicación ModBus es un estándar industrial utilizado por muchos productos como PLC's, sistemas SCADA, Estaciones Centrales, Servidores de Terminales, etc. El estándar Modbus define un protocolo ubicado en la capa de aplicación, que provee mediante un esquema cliente/servidor, envío de mensajes entre dispositivos conectados en diferentes tipos de buses o redes.

Figura 28. Configuración típica.



Minor automatización industrial 2005-2006. REDES DE CAMPO /03 Sub Módulo B Comunicaciones Industriales\B02_BusesDeCampo

Este protocolo define una estructura de mensaje que los controladores reconocen, con independencia del tipo de redes sobre la que comuniquen.

El protocolo determina cómo cada controlador conocerá su dirección de dispositivo, reconocerá un mensaje direccionado a él, determinará el tipo de acción a tomar y extraerá cualquier dato u otra información contenida en el mensaje. Cuando se requiere una respuesta, el controlador construirá el mensaje de respuesta y lo enviará utilizando el protocolo Modbus.

En el nivel físico, MODBUS puede usar interfaces físicas diferentes (RS-232, RS-485). Un cable para soportar MODBUS debe ser blindado, en un extremo de este

blindaje este debe ser conectado a una tierra de protección, si un conector es usado en esta parte su carcasa debe estar conectada a tierra y al blindaje.

Para un sistema RS-485 MODBUS el alambre debe ser lo suficientemente grueso para permitir la máxima longitud, el calibre AWG 24 es suficiente para los datos MODBUS. Los cables categoría 5 pueden operar para RS-485 y proporcionar un máximo de longitud de 600m. Para los pares balanceados usados en sistemas RS-485 una impedancia característica con un valor más alto de 100 Ω , deben ser preferidos especialmente si se usan tasas mayores a 19200 baudios. El protocolo ModBus es preferido por su cómoda comunicación e implementación, lo cual facilita la integración con otros sistemas.

ETHERNET. Aunque los buses de campo continuarán dominando las redes industriales, las soluciones basadas en Ethernet se están utilizando cada vez más en el sector de las tecnologías de automatización, donde las secuencias de procesos y producción son controladas por un modelo cliente/servidor con controladores, PLC y sistemas ERP (Planificación de los recursos de la empresa), teniendo acceso a cada sensor que se conecta a la red. La implementación de una red efectiva y segura también requiere el uso de conectores apropiados, disponibles en una amplia variedad y para soluciones muy flexibles.

Ethernet industrial es todavía un estándar en desarrollo, sin embargo, una de sus características principales es que es muy dinámica. Diferentes institutos, como la Asociación Ethernet Industrial o IOANAEuropa, se han asociado para guiar y liderar a fabricantes y usuarios internacionales para establecer Ethernet como un estándar en todo el entorno industrial. La finalidad es crear comunicaciones globales en todos los niveles, desde la automatización de la fábrica, pasando por la automatización de los procesos productivos, hasta la automatización de edificios.

En principio, los medios de transmisión para Ethernet que hoy están disponibles son, por una parte y como solución más habitual, el cable coaxial para 10Mbits/seg, el cable Thin-Ethernet-BNC para 10Base2 y el cable thick-Ethernet para 10Base5. Por otra parte, para 10Mbit/seg o 100 Mbits/seg (4 líneas de cable trenzado, tanto apantallado como sin apantallar) se utilizan cables de par trenzado.

Una efectiva solución para realizar una aplicación de control de procesos industriales es utilizar tecnología de *gateway* con el cual podemos utilizar la red corporativa (sea esta ethernet, ATM, WLAN, Token Ring) e integrar dicha red al monitoreo, supervisión, control y aplicaciones de adquisición de datos.

De esta forma podemos hacer control desde estaciones de monitoreo (que pueden ser remotas si existe la necesidad) conectadas directamente a la red TCP/IP de la empresa.

Los Gateway son dispositivos de capa de transporte; en donde la capa de aplicación no necesariamente es software por lo general las aplicaciones son de audio (alarmas), video (vigilancia), monitoreo y control (sensores), conversión análoga/digital y digital/análoga. Para la programación de gateway de alto nivel se utiliza el C++ y para la programación menos avanzada se hace con hojas de cálculo. Estos dispositivos pueden ser programados de tal forma que en caso de una emergencia o un simple cambio a otro proceso no se haga manualmente sino realmente automático.

Tal es el caso del sistema *Freelance 2000* de la *Bailey Hartmann y Braun*; el cual es un sistema *Diginet S* basado en Ethernet el cual da acceso a usuarios individuales y transmite datos hacia y desde las estaciones de los operadores, estaciones de los ingenieros por medio de conexiones con cable coaxial, fibra óptica o inalámbricamente; Este sistema posee entradas análogas y digitales, al igual que salidas análogas y digitales; lo que es muy ventajoso en una red industrial ya que permite la interacción más directa entre el sistema de red digital (donde se centra el sistema de monitoreo y control) y el sistema de sensores y actuadores analógico; además supera el inconveniente de las etapas de control y las etapas de potencia.

4.1.2. Comunicaciones Inalámbricas. La tecnología *Wireless* de transmisión de datos está siendo muy difundida en el campo industrial. Las empresas invierten y gastan grandes sumas en proyectos, adquisición, instalación y mantenimiento de cables, cajas de empalme, paneles y mano de obra especializada. La creciente necesidad de reducir el tiempo y gasto en los proyectos de instalación, acondicionamiento y arranque de plantas industriales, aliada a la constante presión por mejorías en la eficiencia de las operaciones industriales de hoy, ha provocado una migración de tecnologías aplicadas hoy en gran escala en otros campos comerciales para el ambiente industrial. Los transmisores de campo con tecnología inalámbrica, son hoy una realidad segura, económica y de gran ayuda en mediciones que antes eran consideradas antieconómicas, ya sea por su costo de instalación o por su dificultad. El mercado, como ocurre con toda la tecnología nueva, aun está buscando los protocolos que serán establecidos; sin embargo, los costos actuales ya son bien accesibles y posibilitan su aplicación inmediata, restando solamente la necesidad de quebrar algunos paradigmas actualmente existentes con la aplicación de esa tecnología, tan difundida en otros campos de la vida moderna.

Al pensar en tecnología inalámbrica aplicada a medición industrial, confiabilidad de la medición viene de inmediato a la mente. Aunque la transmisión de datos sea bastante confiable, esa tecnología debe ser considerada solamente para variables de monitoreo, ya que para controlar se utilizan los buses de campo. La razón principal es que esos instrumentos son alimentados por baterías internas. Periódicamente, el instrumento transmite sus mediciones para un receptor.

Esa transmisión representa la principal carga en la batería, cuya duración depende entonces de la periodicidad, con la cual se transmiten los datos para el receptor. Si el equipamiento transmite constantemente, la batería se consumirá demasiado rápido requiriendo cambios frecuentes. Por otro lado, si bajáramos el número de transmisiones la batería durará de tres a cinco años sin necesidad de cambio. Obviamente, no se puede usar una variable que sea actualizada con velocidades reducidas para control; por tanto, con el estado actual de la tecnología de baterías, los transmisores inalámbricos con mas indicadores para monitorización que para control.

Continua sin embargo, la duda en cuanto a la confiabilidad de la transmisión de datos propiamente dicha, principalmente si la tecnología aplicada actualmente lleva en contra el ambiente lleno de interferencias electromagnéticas como las existentes en plantas industriales, o como el sistema de radio de la propia fabrica, motores, estructuras metálicas y toda una serie de problemas que podrían entorpecer la transmisión segura de datos. Se emplea por lo tanto, una tecnología que es virtualmente inmune a cualquier interferencia de esa naturaleza, FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*). Con esta metodología de transmisión de datos, el transmisor y el receptor cambian constantemente la frecuencia en la cual los datos son transmitidos, en una secuencia que solamente los dos conocen.

Aunque la oferta de transmisores inalámbricos de características técnicas suficientemente robustas para ser aplicados en procesos industriales aún sea limitada, se espera un boom de ofertas a lo largo de los próximos años. Se estima que esa tecnología será rápidamente absorbida por el mercado.

Figura 29. Transmisor inalámbrico de presión manométrica instalado en campo



http://www.petroleo.com/pragma/documenta/petroleo/secciones/PI/ES/MAIN/IN/ESTUDIOS_CASO/doc_31222_HTML.html?idDocumento=31222

En paralelo, existen diversas iniciativas de elaboración de un patrón de comunicación inalámbrico (iniciativas similares a Bluetooth, hoy muy utilizado en

productos de uso personal), lo que facilitara la absorción de la tecnología por el mercado.

Figura 30. Unidad receptora.



http://www.petroleo.com/pragma/documenta/petroleo/secciones/PI/ES/MAIN/IN/ESTUDIOS_CASO/doc_31222_HTML.html?idDocumento=31222

El blanco es un patrón suficientemente rápido y seguro para permitir el uso de los instrumentos para control.

5. APLICACIONES

5.1. TELEMEDICINA

Este campo de la medicina expone una estrategia para modelar los procesos de la Telemedicina tomando en consideración los factores humano, tecnológico y organizativo. Se destaca la necesidad de integrar las herramientas disponibles en un ambiente interactivo y amable. Las técnicas de control remoto e instrumentación virtual son utilizadas para ejemplificar los siguientes aspectos:

- a) Integración de varias aplicaciones en el mismo ambiente.
- b) Alto grado de interactividad con texto chat y voz.
- c) Control y acceso remoto por red, vía Internet o modem telefónico.
- d) Ahorro de ancho de banda mediante la creación de descriptores con instrumentación virtual.
- e) Factibilidad del telemantenimiento.

Las experiencias realizadas permiten afianzar la posibilidad de la telemedicina desde lugares remotos para el telediagnostico de pacientes y equipos utilizando las técnicas de control remoto e instrumentación virtual.

La telemedicina consiste en un conjunto de procesos asociados a un sistema que demanda ambientes altamente integrados y robustos, con personas capaces de trabajar en ellos. El conjunto de actividades que se enmarcan dentro del campo de la telemedicina es muy amplio actualmente; La Telemedicina se convierte en una herramienta no solo para la comunicación sino para la información.

Por otro lado, es necesario convertir la información en conocimiento inteligente que permita la acción. En esta dirección es importante la utilización de la instrumentación virtual, esta tecnología es una herramienta sin precedentes que posibilita en forma integral la adquisición, procesamiento, análisis y transmisión de la información. El uso creciente de dispositivos e instrumentos periféricos, es un factor clave que distingue la telemedicina de un sistema de videoconferencia. Este desarrollo posibilita al clínico aproximarse a un examen físico a distancia. Es creciente el número de especialidades médicas que se incorporan en la telemedicina.

El concepto de control remoto es mucho más amplio que el de acceso remoto, ya que el control remoto posibilita tomar el control de un servidor (host), accedendo desde puntos muy alejados. Esto significa que podemos trabajar desde cualquier sitio como si estuviéramos frente al servidor, y por ende controlar los periféricos y

las aplicaciones disponibles en el PC; Con el control remoto se facilita la telecolaboración. Dos o más personas pueden ver y trabajar en la misma aplicación simultáneamente. Las características relevantes de estos programas son la integración de diferentes actividades en el mismo ambiente, seguridad y fácil manejo. Todos los programas de control remoto tienen características generales similares, pero pueden diferir en particularidades importantes. Entre los suministradores se encuentran la Microsoft, Symantec, Triton Technology, etc. Algunos se complementan en facilidades tales como el Netmeeting (Microsoft) que es excelente para mantener comunicación por voz y el Pconanywhere (Symantec) para grabar y reproducir las sesiones de control remoto. Ambos se pueden combinar e integrar en una sesión de control remoto con recursos compartidos.

Una experiencia que muestra las características de integración de varios programas se presenta en la figura 31, donde se observan tres aplicaciones con alto nivel de interactividad a distancia bajo un ambiente integrado, robusto y amigable.

Figura 31. Integración de Tres Aplicaciones con Alto Nivel de Interactividad.



www.sld.cu/revistas/bfm/pdf/vol4_1_03.pdf

En la parte izquierda, se observa el panel frontal de un instrumento virtual desarrollado para controlar la velocidad de un servomotor a distancia mediante la posición de la perilla circular. Por otro lado en la parte inferior derecha de la misma figura se encuentra el panel frontal de un multímetro comercial (Protek) que mide el voltaje asociado a la entrada del sistema del servomotor y se acopla al computador por Interfaz serie RS 232, este multímetro presenta facilidades para el cambio de escala a distancia y el procesamiento de la medición. Por ultimo en la ventana superior derecha se tiene disponible el programa WordPad, con el cual mantienen los participantes remotos un contacto en tiempo real. Estas aplicaciones pueden ser controladas a distancia bien sea por línea telefónica, red o vía inalámbrica. En este caso se utilizó red con el protocolo TCP/IP.

En la figura 32, se expone una aplicación donde se observa la adquisición y medición inteligente de una variable fisiológica, la actividad bioeléctrica del corazón, (electrocardiograma). Un procesamiento inteligente utilizando instrumentación virtual en el servidor (host) puede ahorrar significativamente ancho de banda para la transmisión a distancia de la información significativa si se utiliza la capacidad de estos programas para aplicar descriptores estadísticos o de otra naturaleza. Una aplicación con perspectivas interesantes es el telemantenimiento o la telemedición utilizando instrumentación virtual y control remoto.

Son obvias las ventajas de integrar estas dos tecnologías: instrumentación virtual y control remoto; teniendo en cuenta su relativo bajo costo, ambiente integrado, robusto y amable.

Figura 32. Instrumentación virtual para electrocardiografía y ritmo cardiaco.



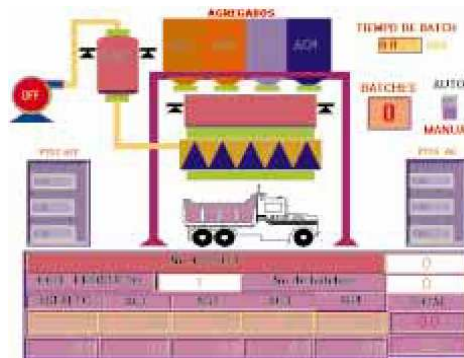
www.sld.cu/revistas/bfm/pdf/vol4_1_03.pdf

5.2. AUTOMATIZACIÓN DE PLANTAS DE ASFALTO Y CONCRETO UTILIZANDO LABVIEW

El sistema de dosificación para plantas de asfalto maneja dos básculas para pesar el material que se va a preparar, una para asfalto y otra para agregados. La dosificación del material se efectúa siguiendo los parámetros estipulados en una fórmula, la cual puede ser llamada desde el menú principal. El menú de entrada le permite al usuario editar y cambiar los parámetros de dosificación para lograr la precisión adecuada de los materiales. La edición de las formulas también puede hacerse en otros programas como Excel, Word, o recibirse de aplicaciones que generan la formulación. Una vez realizado este proceso, el asfalto y agregados

son descargados en una mezcladora. Después de mezclar, el material está listo para su posterior descarga a vehículos de transporte. El software de control de dosificación, esta implementado para lograr la máxima precisión de los productos dosificados. Una vez terminada la dosificación, se genera un reporte del lote producido, que se envía a impresora y a un archivo para su posterior utilización en los sistemas de información de la planta.

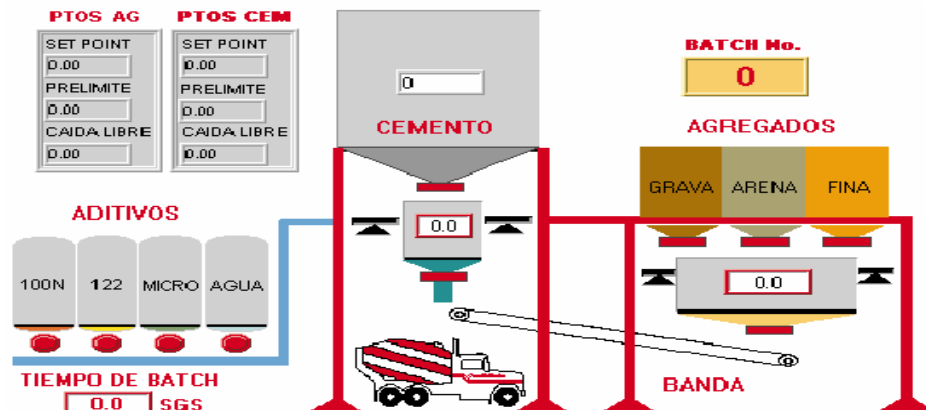
Figura 33. Módulo de dosificación para plantas de asfalto.



<http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/b63ef100ab4b5df486256425006883b7/4136886bd722b99886256e5f00792c26?OpenDocument>

El módulo de dosificación de concreto es muy similar al de asfalto. Sin embargo, este nuevo sistema permite la generación de fórmulas para múltiples concretos y lecturas de humedad de los materiales. Esta información es utilizada para corregir los pesos de los materiales a dosificar. La implementación física de la medida de aditivos se realiza a través de medidores de flujo.

Figura 34. Módulo de dosificación para plantas de concreto.



<http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/b63ef100ab4b5df486256425006883b7/4136886bd722b99886256e5f00792c26?OpenDocument>

5.3. MONITOREO Y CONTROL POR INTERNET DE UNA PLANTA PASTEURIZADORA

La leche en su estado natural contiene peligrosas bacterias precedentes ya sea de un animal enfermo, polvo en el medio ambiente o por otro tipo de contaminación durante en el proceso de extracción y almacenamiento que pueden afectar al individuo que la consume. Para evitar riesgos de contraer alguna enfermedad por el consumo de leche en mal estado, la leche se somete a un proceso de pasteurización, con el objetivo de asegurar la eliminación de algunas formas micro bacterianas, el cual consiste en su primera etapa de calentar la leche a una temperatura constante durante un tiempo determinado por la temperatura, minimizando los efectos de alteración en el producto, lo cual se debe de hacer en capas delgadas, con el objetivo de que todas las partículas de la leche alcancen la misma temperatura durante el mismo tiempo.

La pasteurización se puede hacer de dos formas establecidas:

- **Pasteurización baja y lenta.** 63° durante 30 minutos. Da origen a pocas modificaciones; en particular el color y el sabor permanecen invariables y la separación de la crema no se retrasa.
- **Pasteurización alta y rápida.** 72 a 80° (máximo 85°) durante 15 segundos. Aunque presenta una mayor alteración al producto, se considera no significativa y es actualmente el método más difundido.

Con el objetivo de incrementar la temperatura del producto la planta pasteurizadora marca Armfield modelo PCT-23, hace uso de un intercambiador de calor del tipo de flujo encontrado con los fluidos no mezclados de 3 etapas. Además de 3 tanques; los tanques A y B tienen la función de almacenar el producto, mientras que la temperatura del Tanque Calefactor es controlada por medio del calor generado por la resistencia eléctrica PWR, el cual sirve para el almacenamiento del agente calefactor que esta recirculando a través de la Bomba de Agua de Calentamiento N2.

En el sistema de control de procesos desarrollado, el corazón del sistema esta basado en una PC comercial de propósito general, con un sistema de adquisición de datos con una tarjeta Lab-PC+ de *National Instruments* y comunicación en Intranet e Internet, aprovechando la infraestructura de Red instalada. La programación esta hecha en base a Visual Basic de *Microsoft*[®] y controles ActiveX de *TegoScrollContainer* de *Tegosoft*[®] y *Components Works* de *National Instruments*[®].

Mediante la implementación de controladores digitales PID en la PC, se controla la unidad de proceso, a través de un sistema de adquisición de datos para la PC y de

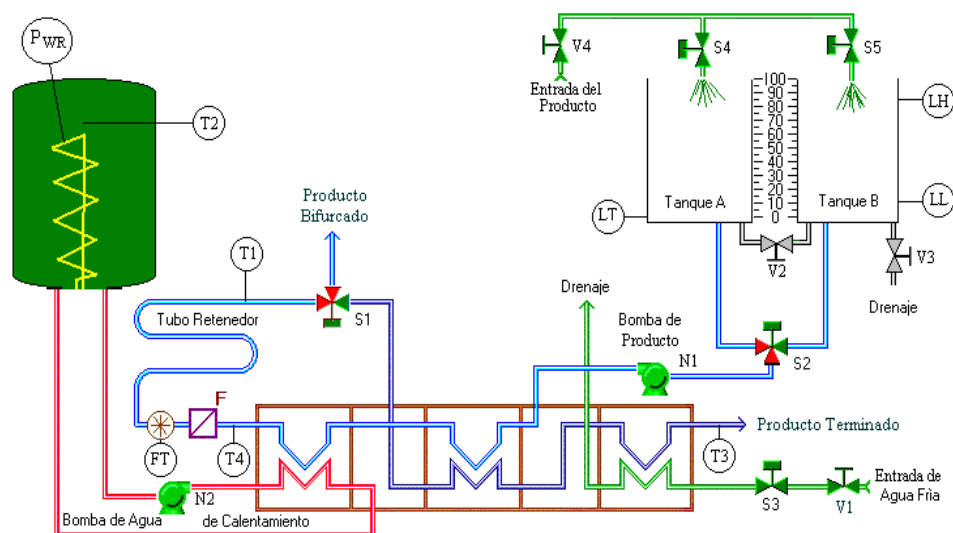
la consola eléctrica de control e indicación local, siendo posible monitorear las variables físicas del proceso y determinar el punto de ajuste a través de Red de Area Local ó Internet por medio de la computadora servidor de DataSocket.

Se implementó una interfaz entre la tarjeta de adquisición de datos LAB-PC+ y el puerto de Entrada/Salida de la planta PCT-23, el cual permite una conexión para monitoreo y/o control de las variables analógicas y digitales de la planta, tanto de entrada como de salida, por medio de un cable paralelo de 50 pines. Las 10 variables analógicas están dadas por la señal estándar de 0~5 Volts, mientras que las digitales por niveles TTL.

La comunicación entre las computadoras se logra mediante componentes DataSocket. El DataSocket presenta una interfaz simple para comunicarse con múltiples lenguajes, el cual convierte automáticamente los datos de medición de la PC de Control Local en un juego de bytes que se envían a través de la red. En las aplicaciones cliente de las computadoras remotas, automáticamente regresa este juego de bytes a su condición original. Esta conversión automática elimina la complejidad de la red, la cual cuenta con una cantidad considerable de código que debe escribirse cuando se utilizan librerías TCP/IP.

Utilizando los atributos de DataSocket en el diseño del *software*, se evita que exista conflicto en el mando del punto de ajuste remoto, al inhabilitar a otras computadoras remotas a que tomen el mando del punto de ajuste cuando ya existe una computadora conectada.

Figura 35. Sistema de monitoreo y control por internet.



<http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/web/all/A64B197A80F62E3C86256A5D0082EE06>

5.4 MONITOREO Y CONTROL DE UNA LÍNEA NEUMÁTICA EN UNA PLANTA DE ENSAMBLE AUTOMOTRIZ

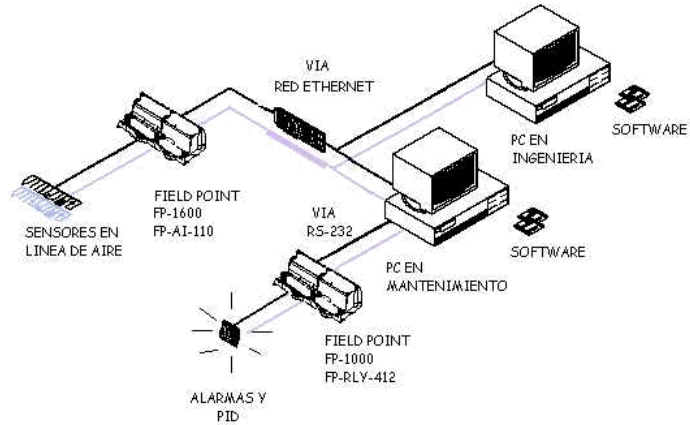
Las industrias de ensamblaje requieren de una buena calidad en las redes de aire comprimido para mantener el uso de las herramientas neumáticas sin interrupciones. El proyecto consiste en mantener y optimizar el funcionamiento de dichas instalaciones en una planta de ensamble de autos. El objetivo del proyecto fue el desarrollo de una aplicación para monitorear los factores de humedad, temperatura y flujo así como controlar la presión en una tubería de aire comprimido.

Sensores de temperatura, humedad relativa, presión y de flujo modelo, todos los sensores tienen una salida de 4 a 20 mA para mantener la señal sin pérdidas a lo largo de los 100 metros de longitud de la tubería. Para el acondicionamiento y adquisición de estas señales se usaron los módulos FieldPoint por su fácil configuración e interconectividad con los sensores. Los módulos FieldPoint cuentan con filtros y fácilmente se conectan a una red Ethernet TCP/IP. Se usó la red local porque los datos son requeridos tanto en el área de mantenimiento como en el de ingeniería lo cual también reduce los gastos de cableado.

La aplicación se desarrolló en LabVIEW, ya que tiene una gran facilidad para la interconexión con el hardware así como la amigabilidad para desarrollar todo tipo de aplicaciones rápidamente. La aplicación en software recibe la señal del FieldPoint y la convierte a las unidades correspondientes de cada uno de los factores que se están midiendo en los sensores. Estas lecturas se muestran en los indicadores de la interfaz gráfica y se van almacenando para la documentación en un archivo de formato de texto. También se van comparando con un valor límite para cada variable o set point para en caso de que la lectura sobrepase los requerimientos se alerte al operador.

El sistema monitorea la humedad, temperatura, flujo y presión por medio de los sensores una vez por segundo (4-20 mA) a través de un cable blindado y trenzado al módulo de FieldPoint. Este a su vez, acondiciona y digitaliza la señal para ser transmitida por la red. Dichas señales manipuladas por LabVIEW, son transmitidas a las computadoras del departamento de ingeniería y de mantenimiento. El software se utiliza en diferentes departamentos para analizar y controlar las alarmas y el control PID. En el momento que 30 lecturas sobrepasen el valor del set point, el software del departamento de mantenimiento manda una señal por medio del puerto RS-232 al módulo que se encuentra a unos metros de la PC. Esta señal activa uno de los relevadores de otro módulo que a su vez enciende una alarma que está localizada en el área de mantenimiento, en caso de que los factores que estén fallando sean de temperatura, humedad, flujo, se manda una señal para arrancar el compresor y aumentar la presión de la tubería.

Figura 36. Sistema general de monitoreo y control de línea neumática.



http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/web/all/1EA1248716FE75A786256B5F0_07AA447

5.5 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE FRENADO DE VEHÍCULOS UTILIZANDO INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

Figura 37. Sistema de Frenado.



http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/web/all/B2AEBD6597C19D6C86256B5F_007AC65E

El instrumento que permite hacer el diagnóstico del sistema de frenado del parque automotor del municipio de Pereira, tiene como procedimiento el siguiente: El

sistema a través de interfaz de audio, le indica al operador todos los pasos necesarios para diagnosticar los frenos de un vehículo, desde la ubicación de los ejes del vehículo en determinadas zonas hasta el momento en que el conductor del vehículo deba frenar. Un análisis interno del peso y del número de ejes del vehículo, hará que el sistema cambie de manera automática y transparente al procedimiento a seguir. Al finalizar el software le indicará a través de reportes amigables y especializados el estado de los frenos, el tiempo para alcanzar el nivel máximo de frenado en cada llanta, las fuerzas de frenado máximas, los porcentajes de las fuerzas de frenado con respecto al peso del vehículo, entre otros. Los sensores y actuadores que conforman el sistema van desde sensores ópticos, celdas de cargas para mediciones de torque y peso hasta los controladores de los motores que aceleran los rodillos. Una base de datos en línea con el sistema permite a los operadores tener una reseña histórica de los vehículos bajo prueba. En general se integró, a través de LabVIEW, un grupo de sensores y actuadores, para dar paso a un sistema completo para el diagnóstico de los frenos a bajos costos y con un excelente rendimiento.

El desarrollo de esta clase de aplicaciones permite a los municipios ser más competitivo y lograr generar empresas integradoras de sistemas que permitan desarrollar focos de empleo con un buen nivel tecnológico. El sistema de diagnóstico implementado viene operando con óptimos resultados, mostrando una gran versatilidad en su operación y reducción en los tiempos de prueba comparados con otros sistemas similares

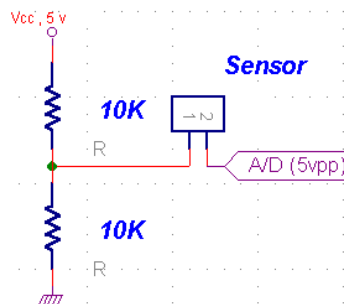
5.6 SISTEMA DE MONITOREO DE VIBRACIONES

Los investigadores de fenómenos sísmicos y los expertos en seguridad, gastan grandes sumas de dinero y esfuerzo para adquirir sistemas de registro de vibraciones. Este sistema se basa en un sensor de vibraciones; el cual está compuesto por un imán sumergido en aceite y una bobina que registra sus movimientos. La salida generada por el sensor es una señal de corriente alterna con una amplitud proporcional a la amplitud y de igual frecuencia.

La salida de este sensor puede ser conectada a una interfaz de adquisición de datos para PC con una licencia Cyber Tools preinstalada. Una solución económica es utilizar el *package* de adquisición de datos *Microlab*. Esta interfaz posee dos canales de adquisición a cada uno de ellos se le puede conectar un sensor. Como las entradas poseen un rango de tensión 0 a 5 voltios, Si se desea una mayor ganancia de entrada y así poder analizar vibraciones de muy baja amplitud, se recomienda utilizar la interfaz OPTOAMP la cual le permitirá contar con un amplificador optoaislado y convertirá la señal de entrada alterna a una señal con punto medio en aprox. 2,5 voltios. Si no se requiere de un amplificador, pero si de

una visualización y análisis de la señal de alterna, se puede implementar un circuito muy sencillo como el de la figura 38:

Figura 38. Circuito de análisis de la señal.



<http://scmstore.com/SCM-Hacker/num7/project/otro/proy4.htm>

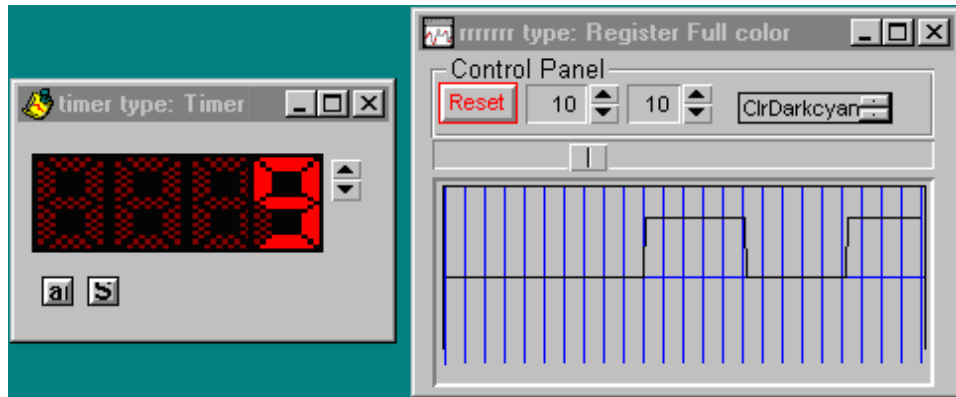
Las dos resistencias polarizan un punto medio sobre el cual se montara la señal generada por el sensor.

Por ejemplo se puede implementar una alarma temporizada. Cuando la amplitud de la señal supere un valor determinado, disparará un timer que mantendrá su salida en alto por un periodo de tiempo establecido por software.

Los bloques virtuales requeridos son un bloque de adquisición de datos Microlab, un comparador para confrontar con un valor preestablecido, un derivador que se encarga de generar un pulso para el timer cada vez que el comparador pase de 0 a 1, y un timer que a la salida de este se conecta un registrador, el cual puede ser conectado a cualquier interfaz de salida, o un bloque inteligente capaz de transmitir un mensaje a un PLC u otro sistema.

Para implementarlo solo se requiere crear los bloques, interconectarlos y ejecutar el sistema.

Figura 39. Visualizador de alarma temporizada de monitoreo.



<http://scmstore.com/SCM-Hacker/num7/project/otro/proy4.htm>

5.7 CONTROL Y MONITOREO DE TEMPERATURAS

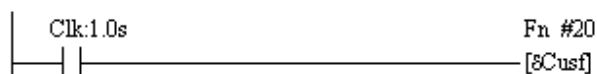
El control de la temperatura ambiente de una sala medida a través de un canal analógico de un PLC, el cual posee una tarjeta para medición de temperaturas ADAPTEMP. El PLC tendrá cargado un programa de control de temperatura local permite medir la temperatura de setpoint en forma remota.

El programa deberá:

1. Leer el setpoint almacenado en una variable.
2. Leer la temperatura ambiente.
3. Encender el aire acondicionado si la temperatura ambiente es 1.5 °C mayor que temperatura de setpoint.
4. Desenergizar el aire acondicionado si la temperatura ambiente es 1.5 grados centígrados menor que la temperatura de setpoint.
5. Muestra en el display LCD ambas temperaturas.

Este proceso se repite periódicamente. Esto se logra editando un circuito en el diagrama Ladder, el cual dispare periódicamente la función de usuario de control de temperatura.

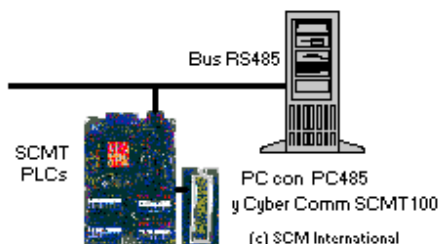
Figura 40. Diagrama Ladder.



<http://scmstore.com/SCM-Hacker/num10/project/domo.htm>

Si conectamos el PLC por medio de una red 485 (1,5 Km.), se pueden monitorear las variables o modificarlas desde una aplicación **Cyber Tools** instalada en el PC. Esta aplicación puede tener ventanas de control y monitoreo, programadas por el usuario. Para ello requerirá tener una licencia Cyber Tools.

Figura 41. Conexión rutinaria para RS-485.



<http://scmstore.com/SCM-Hacker/num10/project/domo.htm>

5.8 CONTROL INALÁMBRICO EN ESTACIÓN SUBTERRÁNEA DE ALMACENAMIENTO DE GAS

Mucho se ha escrito sobre Ethernet y TCP/IP en la planta y dentro del entorno de control de procesos, pero en la industria de gas natural su adopción ha sido muy lenta. Sin embargo en Lodi, California, ya está en total funcionamiento una de las primeras infraestructuras de Ethernet inalámbrica en una instalación subterránea de almacenamiento de gas natural. Para cumplir con las necesidades de este proyecto basado en el mercado de rutas rápidas, Northstar Industries, diseñó y construyó sistemas virtuales de comunicación y de almacenamiento de datos para este proyecto, que provee capacidad de almacenamiento de gas natural de combustión limpia para algo más de 20 centrales eléctricas y otros clientes.

El diseño para esta instalación tuvo que manejar los siguientes requerimientos adicionales:

- Aprobación FM para áreas peligrosas Clase 1, además de entornos de Alta Temperatura y Vibración.
- Suficientes Puertos de Comunicaciones que soporten Modbus & Modbus/TCP para componentes de terceros.
- Provisión para Mantenimiento y Soporte Remoto.
- Apto para comunicaciones de Alta Velocidad/WAN.

Figura 42. Sistema virtual de control en sala de maquinas



http://www.petroleo.com/pragma/documenta/petroleo/secciones/PI/ES/MAIN/IN/ESTUDIOS_CASO/doc_31222_HTML.html?idDocumento=31222

Todos los módulos E/S operan sobre un rango de temperatura de 40 °C a 70 °C y pueden ser reemplazados estando energizados, aún en un área peligrosa, lo que resulta en un sistema de fácil mantenimiento. La E/S también mantiene internamente datos de puntos de diagnóstico, lo que reduce el tiempo típico de programación al no requerir códigos adicionales para controlar la calidad de la señal eléctrica así como la de la variable de proceso, también se pueden localizar averías a nivel de transmisor a través del sistema de control sobre la red. La velocidad de consulta y conectividad fue optimizada a través del uso de Modbus para conversores Modbus/TCP, lo que mejoró el rendimiento total de los datos y los convirtió a Ethernet.

Para los componentes Ethernet, se instalaron conmutadores Ethernet de Sixnet Industrial a través de los gabinetes de PLCs y E/S remotas por lo que puede accederse a varios componentes Ethernet con un simple cable Ethernet hacia el gabinete, minimizando la instalación de cables. Todos estos fueron devueltos a un conmutador ProCurve HP. El uso del conmutador permite una mayor administración y segmentación de la red, mejorando el determinismo y aislamiento.

5.9 SISTEMA DE MONITOREO Y DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE SIGNOS VITALES CON LABVIEW

Figura 43. Interfaz de usuario para lecturas de presión arterial, temperatura corporal y frecuencia cardiaca.

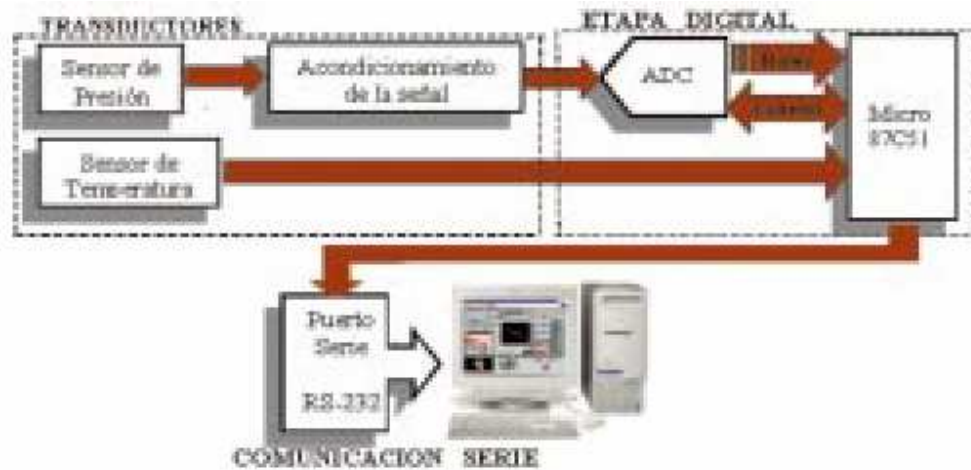


<http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/web/all/22E2BC852054E4C586256B5F007B057B>

Durante el proceso de valoración médica de un paciente, un médico requiere un “X” número de instrumentos para determinar un “N” número de signos vitales, proceso que puede llegar a convertirse en una tarea laboriosa. La finalidad de este sistema es automatizar las actividades del proceso de valoración médica de presión arterial, temperatura corporal y frecuencia cardiaca y mostrar en una sola integración una respuesta real y confiable de estos tres signos vitales, proporcionando un diagnóstico más seguro a la situación real del paciente. Este sistema de monitoreo y diagnóstico utiliza una interfaz amigable diseñada de manera que no requiere que el usuario posea capacitación técnica especializada en el manejo del instrumental médico.

El sistema esta compuesto por un transductor de presión y uno de temperatura (etapa de transductores), una comunicación con el puerto serial a través de un microprocesador (etapa digital) y un programa de interfaz en la PC asistido por LabVIEW. El sistema despliega en el monitor de la PC los datos de la presión sistólica (presión alta) y la presión diastólica (presión baja), una gráfica con los datos que se obtuvieron de la presión arterial y su diagnóstico (normal, hipertensión o hipotensión). También muestra los valores de la temperatura corporal y su diagnóstico correspondiente (normal, fiebre o hipotermia) así como los datos de frecuencia cardiaca, los cuales se obtienen mediante un algoritmo realizado con los datos de la presión arterial a través de LabVIEW.

Figura 44. Diagrama a bloques del sistema general.



<http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/web/all/22E2BC852054E4C586256B5F007B057B>

El transductor de presión que se encarga de convertir las variaciones de presión arterial en una señal eléctrica (voltaje) utilizable está formado por un elemento sensor y un circuito de acondicionamiento de señal. Dicho sensor se encuentra en contacto directo con la variable a medir y se caracteriza por una respuesta altamente lineal, amplificada y compensada con respecto a variaciones de temperatura del encapsulado. El transductor de temperatura se encarga de entregar una señal digital. Este sensor opera básicamente generando una salida digital modulada en forma serial que varía en proporción directa a la temperatura del encapsulado, la cual se compara con un voltaje de referencia generado internamente en el dispositivo, el modulador digital genera la señal de salida proporcional a la temperatura.

El ADC se encarga de la conversión analógico-digital para enviar los datos al microprocesador, el cual por medio de una adecuada programación, puede leer los datos de la presión y de la temperatura.

El circuito se conecta a través del puerto serial RS-232 de la PC. El programa encargado de generar la interfaz de usuario se realiza con LabVIEW.

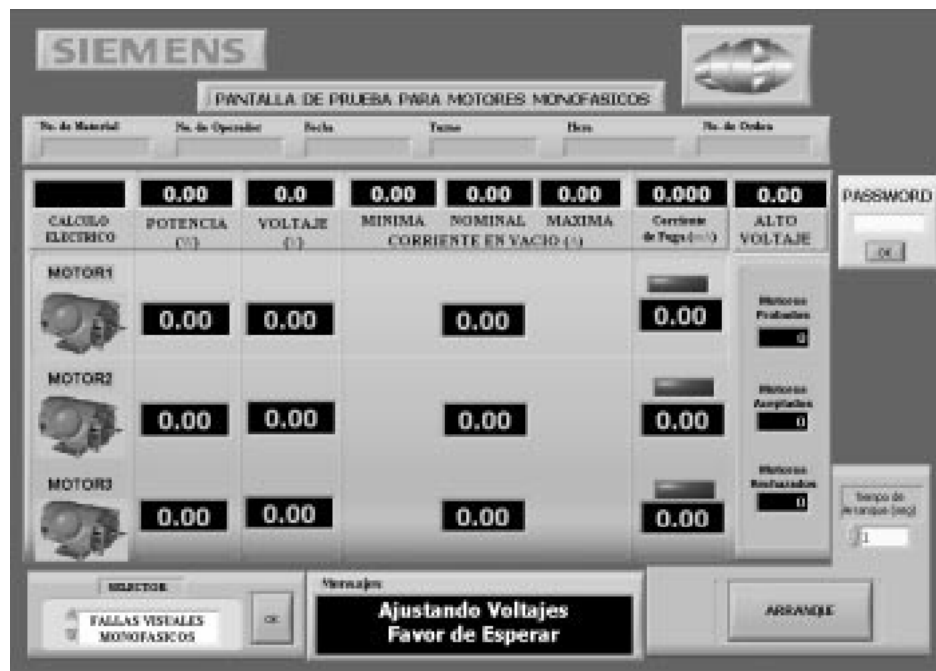
5.10 INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL APLICADO A UN BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES MONOFÁSICOS/TRIFÁSICOS

La idea principal es crear un sistema con la capacidad de probar motores trifásicos y Monofásicos, basta con que el operador oprima el número de orden correspondiente al lote de motores que se pretende probar, y el programa automáticamente relaciona dentro de la Base de Datos si ese número de orden corresponde a un motor Trifásico o Monofásico, además de extraer los parámetros de prueba a los que se van a someter a los motores.

La solución incluye las siguientes características.

- Capacidad de prueba de voltaje, que sea regulable desde 115 VAC hasta 575 VAC.
- Capacidad de prueba de Amperaje, Hasta 30 A.
- Rangos de motores, hasta 5 HP.
- Magnitudes a medir, ohms, voltaje, corriente, alto potencial, VA, factor de potencia, potencia con una precisión de $\pm 0.5\%$.
- Almacenamiento de los resultados, los resultados de las pruebas son enviados a la base de datos y de ahí se obtienen automáticamente estadísticas de las pruebas.
- Generación de Reportes, se implementan formatos de reportes dentro de los cuales se agrega la cantidad de motores probados, fallidos, aprobados, además de desglosar el tipo de fallas así como la cantidad y el tipo de motores probados dentro del espacio de una hora.
- Control estadístico del proceso, mensualmente la planta realiza un estimado de la producción (Genera los números de orden que se van a probar), este es descargado vía red a la base de datos para que de esta forma el sistema tenga conocimiento del tipo y la cantidad de motores que debe probar, y así evitar cualquier error.
- Generación automática de aviso de fallas, cuando al estar llevando acabo la prueba de motores, la cantidad de rechazados excede el 15% de los aceptados el sistema avisa automáticamente vía red al encargado de calidad y él decide si se sigue probando.
- Modificación de los parámetros de prueba vía red, esto con la finalidad que el departamento técnico pueda realizar modificaciones a los parámetros de prueba cuando se cambie el diseño de un motor o cuando simplemente se necesiten ajustes.

Figura 45. Sistema virtual de banco de pruebas de motores.



<http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/b63ef100ab4b5df486256425006883b7/f363eac94decc15586256be4006a0272?OpenDocument>

6. CONCLUSIONES

La instrumentación virtual está impulsada por la siempre creciente tecnología computacional que ofrece el poder de crear y definir un sistema basado en un marco de trabajo abierto. Este concepto no sólo le asegura que el trabajo será utilizable en el futuro sino que también provee la flexibilidad de adaptarlo y extenderlo a medida que cambian las necesidades. Los programas de instrumentación virtual se han convertido en una herramienta de desarrollo estándar de la industria para aplicaciones de prueba. Combinado con el entorno ejecutor de tareas y la librería de controladores de instrumentos proporcionando una plataforma de pruebas consistente e integrada para un sistema completo, los cuales fueron diseñados teniendo en mente a los científicos e ingenieros, suministrando herramientas poderosas y un ambiente de desarrollo familiar creado específicamente para el diseño de instrumentos virtuales.

Un instrumento virtual puede realizar las tres funciones básicas de un instrumento convencional: adquisición, análisis y presentación de datos. Sin embargo, el instrumento virtual permite personalizar el instrumento, y agregarle mucha más funcionalidad sin incurrir en costos adicionales. El instrumento virtual se apoya en la flexibilidad y poder del PC, y mediante el software que lo acompaña, el nivel de adaptabilidad y personalización del instrumento virtual es casi ilimitado.

Actualmente las tecnologías que triunfan en el mercado son aquellas que ofrecen las mejores ventajas a los clientes y usuarios, a nivel industrial se esta dando un gran cambio, ya que no solo se pretende trabajar específicamente de la instrumentación y el control automático, sino que existe la necesidad de mantener históricamente información de todos los procesos, además que esta información es también en tiempo real y que sirva para la toma de decisiones y se pueda así mejorar la calidad de los procesos.

Las condiciones extremas a nivel industrial requieren de equipos capaces de soportar altas temperaturas, ruido excesivo, polvo, humedad y demás condiciones adversas; pero además requiere de personal capaz de ver globalmente el sistema de control y automatización industrial junto con el sistema de red digital de datos.

Las redes de comunicación industrial, permiten conocer todo lo referente a un proceso industrial a través de las variables fundamentales medidas por

instrumentos instalados en campo, permitiendo a la gerencia saber como está funcionando la empresa.

Además otro aspecto fundamental es que permite controlar a grandes distancia la planta. Para realizar el control y poder integrar cada uno de los instrumentos de campo es necesario tener un estándar para que puedan ellos comunicarse.

A pesar de su enorme potencial, ninguna de las cuatro tecnologías analizadas (GPIB, RS-232/485, MODBUS y ETHERNET) ha conseguido una penetración apreciable en el sector del control de instrumentos de medida, exceptuando GPIB sigue siendo el estándar dominante.

BIBLIOGRAFÍA

<http://scmstore.com/cyber/default.asp>

<http://zone.ni.com/devzone/devzone.nsf/webcategories/4d58b1b80ec41ef70625683f006e1d6d>

<http://www.advantech.com/eAutomation/>

<http://fing.uncu.edu.ar/investigacion/institutos/IAEI/Cursos2.htm>

www.automatas.org/redes/

http://www.petroleo.com/pragma/documenta/petroleo/secciones/PI/ES/MAIN/IN/ESTUDIOS_CASO/seccion_HTML.jsp

NATIONAL INSTRUMENTS. *The Measurement and Automation Catalog 2004*.

RAMOS, Guillermo; HERNÁNDEZ, Jorge E.; CASTAÑO, Juan A.; Curso Práctico de ELECTRÓNICA INDUSTRIAL y AUTOMATIZACIÓN, Ed. CEKIT S.A., Pereira - Colombia, 2001, 1 – 160 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Tesis y otros trabajos de grado. Bogotá: ICONTEC, 2002, NTC 1486.