

TENDENCIA FUTURA DE LA INSTRUMENTACION INTELIGENTE

MsC. Ing. Angel Custodio Ruiz

Prof. Asistente del Dpto. de Ingeniería Electrónica de la UNEXPO, Vicerrectorado Puerto Ordaz, Venezuela.
 Doctorando del Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica de Catalunya

custodio@eel.upc.es

Actualmente la industria quiere sensores más modernos, sin contactos y no invasivos [1]. El advenimiento de Internet y su aplicabilidad en casi todos los campos ha abierto la puerta al desarrollo de sistemas de control de una forma antes inimaginable.

Las nuevas tecnologías nos impactan por que generan dispositivos más pequeños, con mejor performance y menos caros.

NUEVOS SENSORES

En la tabla I se tiene un resumen de algunos de los nuevos tipos de sensores:

Tipo	Tecnología	Aplicación
Sensor de imagen	Basados en CMOS	Consumo electrónico Videoconferencia PC Automóvil Tráfico y seguridad Biométrico
Detector movimiento	Infrarrojos, ultrasonidos, microondas / radar	Activación de luz Control de construcciones Seguridad Detección de obstrucción Baños Videojuegos y simuladores
Biosensores	Electromecánicos	Test de agua Contaminación de alimentos Agentes biológicos Equipos médicos
Acelerómetros	Sensores basados en microelectromecánica	Sistemas dinámicos de vehículos Monitoreo de pacientes ambulatorios

Tabla I. Nuevos sensores

La tecnología nos desborda:

1. Procedimientos de medida robustos: Microondas y radar para medidores de nivel en lugar de los de medición diferencial, caudalímetros magnetoinductivos en lugar de los de orificio, medidores de nivel utilizando instrumentos tunding fork en lugar de flotador, y caudalímetros de coriolis en lugar de caudal volumétrico, temperatura y presión.
2. Procedimientos específicos son reemplazados por métodos paramétricos. Ejemplo, procesos espectroscópicos y cromatográficos en medidas analíticas en lugar de procesos potenciométricos o amperimétricos.

3. Uso de microelectrónica, que reduce el tamaño de los sensores, ofrece seguridad, etc.
4. Electrónica de alta temperatura.
5. La micromecánica.
6. Autocontrol por sensores.
7. Medida de muchos parámetros en un punto determinado, por ejemplo, medidores de caudal, densidad y temperatura por Coriolis.
8. Medida sin contacto.
9. Nuevos materiales. Nuevos vidrios para Phímetros, cerámicas para celdas de presión, etc.

Sin embargo el desarrollo se ha personalizado según el fabricante creando un grave problema de compatibilidad.

LA GLOBALIZACION EN LA INSTRUMENTACION

El proceso de estandarización orientado a solventar este problema ha sido largo destacándose los siguientes hechos [2]:

1965	HP diseña el HP-IB bus
1975	HP-IB se convierte en IEEE 488
1987	IEEE 488 se transforma en IEEE 488.1 IEEE 488.2 es adoptado
1990	SCPI es introducido
1991	IEEE 488.2 es revisado

- IEEE-488.1 Estandarización del bus
 IEEE-488.2 Estructura de datos y sintaxis, comandos comunes.
 SCPI Modelo de instrumentos abstractos.

Sin embargo cuando parece que se está llegando al final del túnel, las nuevas tecnologías vuelven a crear divergencias: Se plantean nuevos buses que tratan de

aprovechar las velocidades y distancias de la fibra óptica; entra Internet en juego y nace el concepto de instrumentación virtual

ENTRA EN JUEGO LA INSTRUMENTACION VIRTUAL

El concepto de instrumentos virtuales fue introducido 1990 en el mercado. Su objetivo fundamental era proveer un soporte amigable para implementar y ejecutar el algoritmo de medición y poder utilizar los recursos del hardware.

El nombre de virtual se debe al aspecto realista y operaciones que se parecen al del instrumento real.

Sin embargo como se ha mencionado hay dos aspectos que se deben resolver. El soporte físico o la forma de interconectar los instrumentos, y el protocolo de comunicación.

En el primer caso, el alto costo de las redes desarrolladas ha abierto la puerta a la posibilidad de usar Ethernet.

IRRUMPE INTERNET - ETHERNET

La ventaja de Ethernet es ser un estándar abierto de conectividad [3]. Algunos fabricantes de PLC o sistemas distribuidos soportan solo su red preferida (profibus o fieldbus por ejemplo), pero Ethernet todos los soportan.

Es posible que sea el RS 232 del próximo milenio.

Ethernet fue desarrollado por Xerox en los 80 y fue tomado como estándar por la IEEE 802.3 en 1988. Desde entonces es el estándar dominante en las LAN.

Ethernet esta formada por dos partes: el nivel físico que define los cables, conectores y características eléctricas; el nivel data-link que define el formato de transmisión, chequeo de errores y direccionamiento.

Una desventaja es su carácter no determinístico. Sin embargo este no es grave si se reduce y controla la cantidad de conexiones a la red. Si hay mas conexiones habrá que usar bridge y router. Estudios realizados en los 80 han demostrado que para una red sin carga el retardo es lineal y menor a 2 ms. Si esta cargada será de 30 ms. Esto puede ser no importante para la mayoría de los procesos.

El interés sobre el uso de Ethernet en instrumentación es viejo. Ya ABB y Foxboro usaron Ethernet para comunicar sus equipos dándole a sus sistemas nombre comerciales (como para despistar) MasterBus 300 y Nodebus respectivamente.

Más recientemente Modicon, Opto 22 y otros vendedores de PLC han lanzado equipos con Ethernet.

Otro problema es estandarizar los conectores de campo a Ethernet. La más común variación de Ethernet (10 base-T y 100Base-T) usan jack RJ-45 parecido al de los teléfonos.

Del punto de vista de arquitectura, la Ethernet se ha reforzado utilizando el nombre de Ethernet industrial (<http://www.IndustrialEthernet.com>)

Ethernet industrial es similar al Ethernet normal aunque ha sido rediseñado para poder ser usado en el campo industrial.

Esta tiene redundancia incorporada y durabilidad lo cual es necesario para los equipos que permanecen conectados a pesar de las duras condiciones de la fabrica.

El termino «Ethernet Industrial» define el hardware. La red corre software para que los equipos puedan comunicarse con otros equipos.

El uso de Ethernet esta ganando adeptos por su velocidad, menor coste y ser realmente abierto. El problema de no ser determinístico está resuelto para la Ethernet Industrial: una aplicación de HP ha logrado realizar varias aplicaciones críticas, manteniendo una precisión mejor que 500 ns usando Ethernet en el control de redes. También la Fielbus lo ha adoptado como su red de control (H2).

En la figura 1 una aplicación práctica industrial.

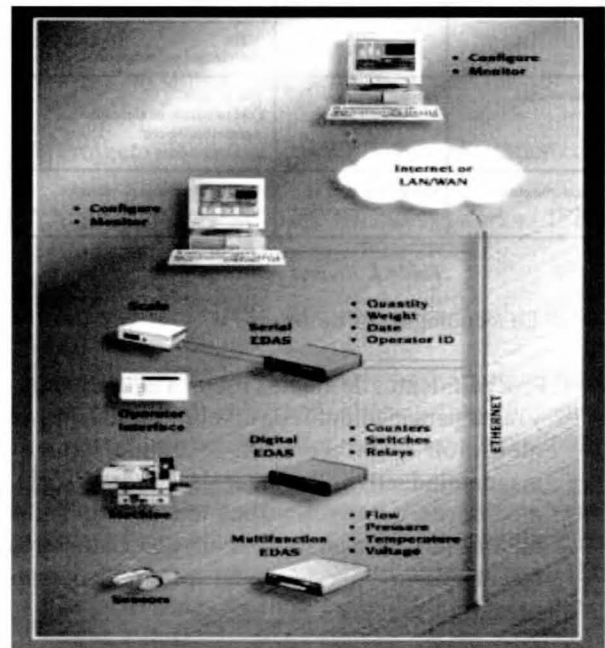


Figura 1. Conexión de diversos elementos de instrumentación y administración a la misma red Ethernet.

APLICACIÓN PRACTICA DE ETHERNET

Ya National instrument propuso una forma de usar Ethernet [4]. El diagrama de bloques de su propuesta se indica en la figura 2.

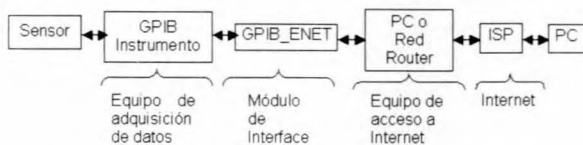


Figura 2. Esquema de la conexión de un instrumento a Internet vía Ethernet

En primer lugar hay que usar un sistema de adquisición de datos compatible con los protocolos de Internet, el cual incluye TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), y UDP (User Datagram Protocol).

Actualmente se envían los datos via GPIB (IEEE 488), 4-20 mA, o comunicación serial, ninguno de los cuales es compatible con Internet. Ya que Ethernet es utilizado por la mayoría de las empresas y este es compatible con Internet, se seleccionará un sistema de adquisición compatible con Ethernet. Para ello hará falta un módulo de interface que convierta GPIB a Ethernet: Ellos proponen su producto GPIB-ENET.

Algunas empresas como Keithley Instruments (Clavelant, OH) proponen el Smart-Link que miniaturiza instrumentos controlados por interface Ethernet.

El próximo paso es conectar el cable Ethernet a un equipo conectado a Internet. Una información en Ethernet permite ser accedido en cualquier parte de la empresa conectada a Ethernet. Para seleccionar el proveedor de Internet (ISP) debe determinarse primero el ancho de banda deseado. La conexión ISP varía en términos de los datos transmitidos en ancho de banda. Algunas de las opciones incluyen T1 line a 1544 Mbps, un ISDN Primer a 1544 Mbps, un ISDN line a 64 Kbps o 128 Kbps, o un model link a 56 Kbps.

Ahora se debe establecer una dirección IP. Esta dirección son disponibles desde Internet (www.internic.net). Esto puede costar 100 \$ por dos años.

Próximamente se debe adquirir un software que permita establecer la comunicación entre Internet y el adquisidor de datos (ejemplos son el Keithley Instruments' TestPoint y National Instruments' LabView). Algunos equipos permiten compatibilidad con protocolos de Internet, por lo que pueden tener la función de servidor de Web. Esto permite que un buscador de Web interactúe con la aplicación.

Ahora se debería programar los valores y especificaciones requeridas para operar la red (IP dirección, tipo de protocolo TCP/IP o UDP y el puerto).

Una aplicación realizada por la National Instruments consiste en el control de la temperatura de un tanque (figura 3).

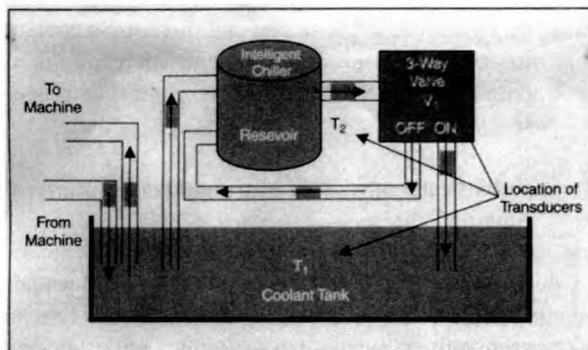


Figura 3. Proceso utilizado por National Instruments para demostrar la posibilidad de controlar un proceso por Internet.

La demostración fue realizada en la International Society for Measurement and Conference (ISA) Expo98 realizada en Houston, TX, OCT 98. Y puede ser vista en <http://motion.aptd.nist.gov/P1451/ISADemo.htm>, tal como se muestra en la figura 4.

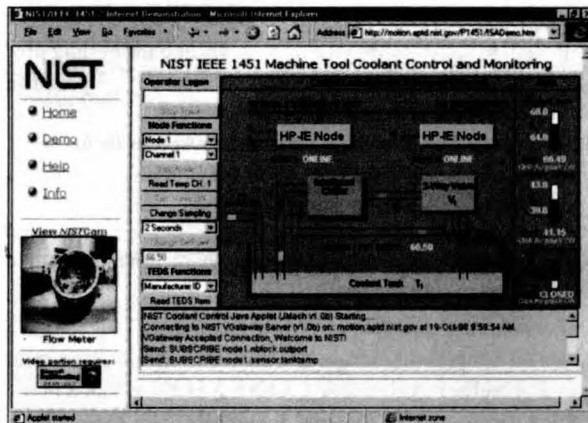


Figura 4. Página web de National Instruments donde se podía ver el proceso controlado.

TRATANDO DE CONECTAR DIRECTAMENTE EL INSTRUMENTO A INTERNET

Lamentablemente esta aplicación de National Instrument es costosa y tiene muchos intermediarios: La idea sería simplificar tratando de estandarizar un protocolo que conecte directamente el instrumento a Ethernet.

Pero a parte del protocolo propio de Internet, es decir, TCP/IP, existen otras propuestas para lograr esta simplificación:

1. Modbus/TCP propuesto por Schneider Automation, los cuales son soportados por la industria y son simples de implementar. Pero tiene la desventaja que no soporta las comunicaciones basada en objetos. Cuando lees un equipo Modbus, se consigue el dato pero no los detalles de su función y formato.
2. IEEE P1451.1 el cual garantiza ver el objeto como es. Es fácil de implementar en Ethernet. Su problema es si conseguirá el suficiente mercado como para transformarse en el líder en control de procesos.
3. Fielbus esta trabajando para amoldar su sistema al Ethernet.

La norma IEEE 1451 (comité TC-9) es el primer intento serio, no comercial de estandarizar la conexión de los instrumentos directamente a cualquier bus, en este caso a Ethernet.

En la figura 5 se muestra un resumen de la misma.

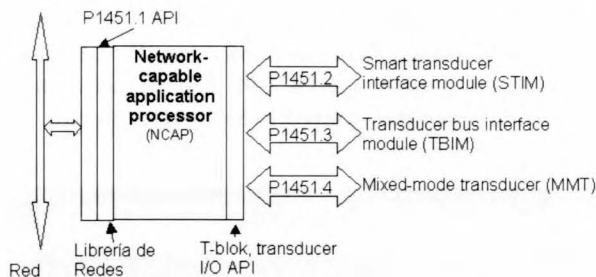


Figura 5. Resumen de todos los elementos de la norma P1451 de la IEEE.

Un procedimiento para usar esta norma junto a Ethernet es explicado por HP [5]:

PASOS PARA LA CONEXIÓN DE UN SENSOR A INTERNET DIRECTAMENTE

Paso 1: Se selecciona IEEE 1451.2 como la interface del dispositivo. Esta norma permite un sensor y actuador portable independiente de la red lo cual

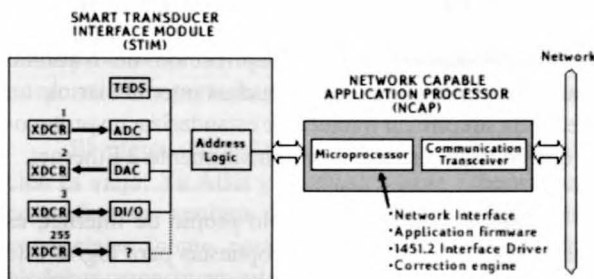


Figura 6. Esquema general para la conexión directa de un instrumento a Internet.

simplifica la instalación, integración y mantenimiento (figura 6).

Paso 2: Se selecciona Ethernet como la red de campo.

Paso 3: Se construye el transductor electrónico. Un kit desarrollado por Electronics Development Corporation ayuda a construir el STIM. El software incluido en el TEDS ayuda a crear un TEDS para el equipo. En la figura 7 se muestra un STIM para un acelerómetro construido por Electronics Development Corp (EDC).

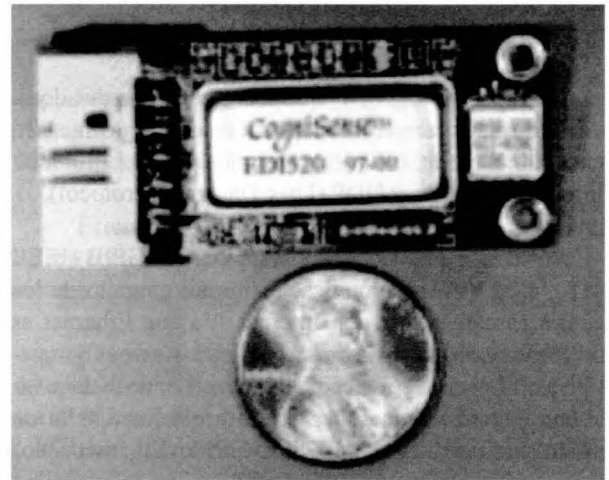


Figura 7. Tamaño de un STIM para un acelerómetro.

El módulo contiene un microprocesador y un acondicionador de señal ASIC.

Paso 4: Se construye el NCAP e interface. Este habilita el acceso a una amplia variedad de funciones y servicios con el nodo I/O. Los NCAP soportan una variedad de estándares de comunicación que son soportados por muchas aplicaciones, incluyendo HTTP, TCP y UDP multicast.

Technical Data Sheet

BFOOT-10501 Embedded Ethernet Controller (1MB Flash memory)

BFOOT-11501 Embedded Ethernet Controller (2MB Flash memory)

Distributed Measurement & Control Operations

Last updated: 19 June, 1999



- Customizable Web server
- Standard 10Base-T Ethernet interface
- Standard IEEE 1451.2 interface (255 channels)
- Serial interface / serial gateway
- HP Time Synchronization ($\pm 200\text{ ns}$)
- VxWorks real-time operating system
- Custom node applications

Figura 8. NCAP desarrollado por HP

Múltiples funciones incluyendo standard 10 Based-T Ethernet y IEEE 1451.2 interface, sincronismo y

microservidor web, son integrados en un ASIC. En la figura 8 el NCAP de HP.

El controlador BFOOT-66501 lleva soporte para Ethernet e incluye conector RJ-45 (figura 9).

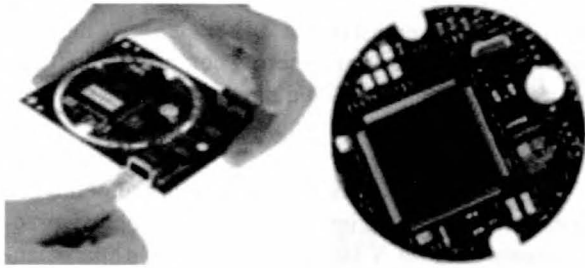


Figura 9. BFOOT-66501 de HP.

La aplicación completa desarrollada por Moore se indica en la figura 10

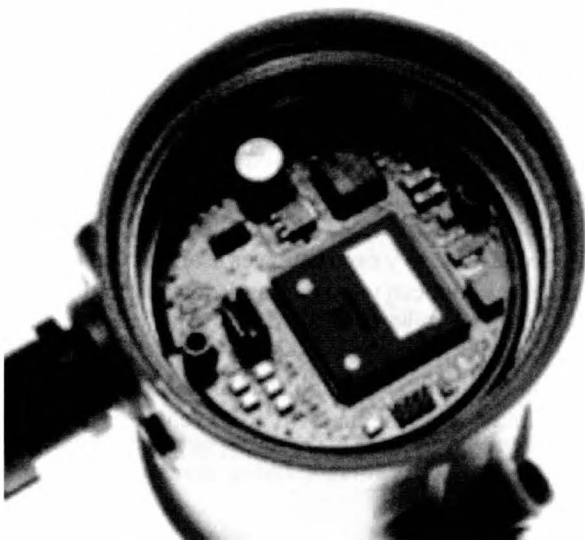


Figura 10. Transmisor de presión de Moore Process Automation demostrado en la Expo'98 de ISA.

IEEE P1451.1 link con ActiveX y DLL permitiendo el acceso inmediato con aplicaciones comunes como MS Excel, Access, MatLab, LabView, etc.

Paso 5: Use su buscador web favorito para ver el sistema implementado.

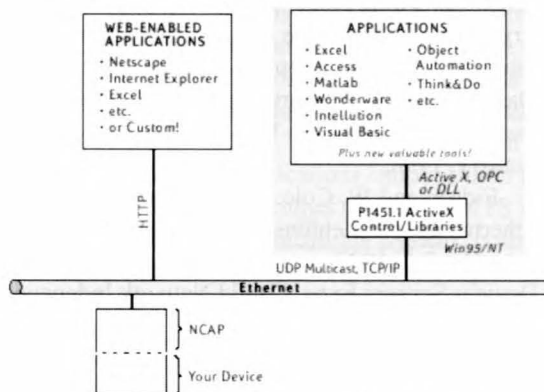


Figura 11. Sistema integrado a Ethernet.

Otras aplicaciones interesantes se muestran a continuación:

1. Comprobación del uso de IEEE 1451.2 contra otros protocolos como DeviceNet o LonWorks (figura 12)[6].

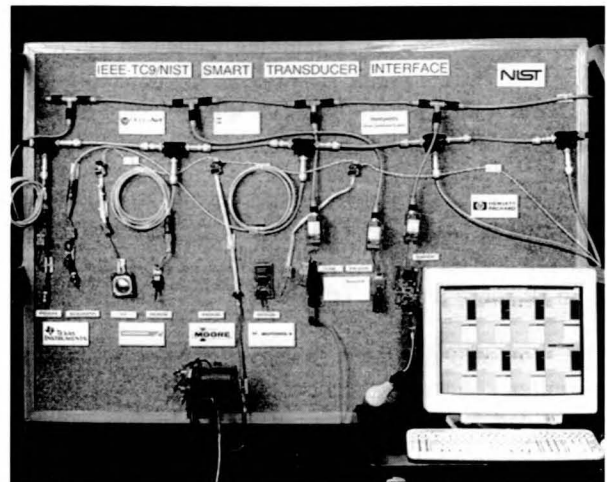


Figura 12. Comparación de IEEE1451 contra otros protocolos y redes.

2. El equipo de Moore muestra la aplicación más común propuesta. El instalador se acerca al instrumento y con un teclado descubre los nodos del equipos y su funcionamiento tal como muestra en la Figura 13. Un doble clic en el nodo (usando un PC conectado a Internet) abre el archivo del Teds de ese dispositivo (Moore Process Automation).

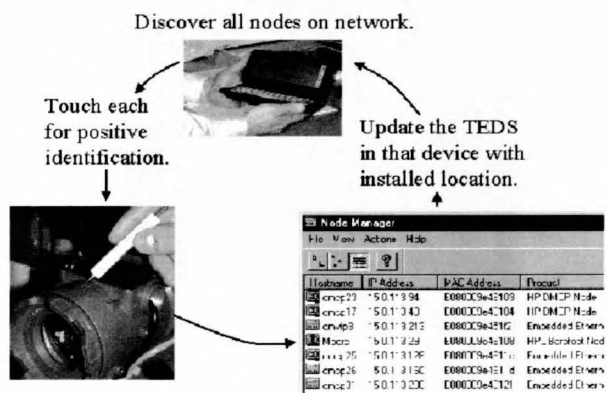


Figura 13. El acelerómetro de Moore.

¿PROSPERARA IEEE 1451?

IEEE 1451 es un protocolo nuevo y muchas empresas se han resistido a sustituir sus viejos sistemas. Incluso la fortaleza de FIELBUS está en toda la inversión que se ha realizado para fortalecer su plataforma. Por ello, la posibilidad de usar directamente el protocolo de Internet (TCP/IP) en el propio instrumento está ganando adeptos [7].

El TCP/IP protocolo lleva a que cada parte tenga una sola dirección IP. La comunicación puede ocurrir a través de una comunicación privada entre dos direcciones IP. Como cada PC tiene una única dirección y un número de puerto, puede ser identificado en la red. El concepto es similar al de otros puertos, solo que TCP/IP crea un puerto virtual. Windows 95 y NT soportan el protocolo. Y también viene con Telnet.

Lo malo actualmente es que no hay muchos equipos con conectores de red.

Algunos ejemplos de equipos que soportan esta posibilidad son los PLC de Allen Bradley y Siemens que pueden ser enganchado directamente a una dirección IP sobre una red TCP/IP.

Por otro lado se han desarrollado protocolos que permiten conectar RS-232 o RS-485 con TCP/IP, sin necesidad de usar ninguna red que medie (sin equipos de conexión), sin embargo este puede costar alrededor de 500 \$. Un ejemplo es el Model MSS1 de Lantronix (www.lantronix.com).

A nivel de software hay bastante. Directamente de Windows usando el WinSock, Usando Visual Basic VB5 con el control ActiveX llamado MSWinSck. Si no sabes programar puedes usar el TCPWedge de TAL Technology que mueve datos de cualquier equipo en TCP/IP a Windows 95 (Excel, Acces, etc.).

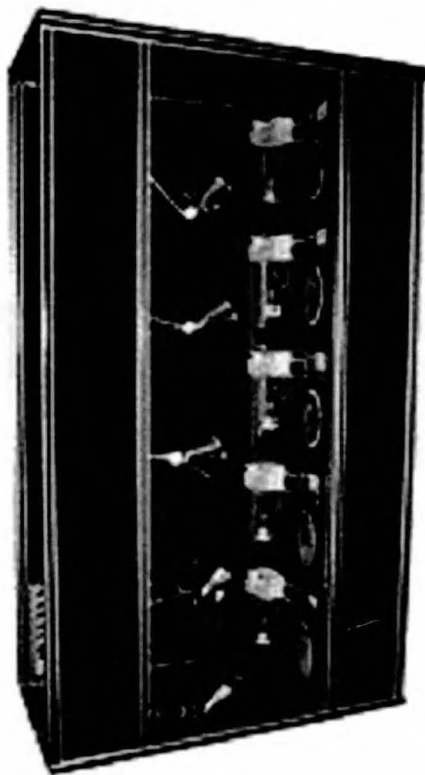


Figura 14. Banco de procesos que Opto22 ha desarrollado para demostrar la posibilidad de usar instrumentos directamente con Internet.

Un ejemplo real lo hayamos en el controlador Snap-B3000-Enet, desarrollado por Opto22 el cual ya lleva un servidor Web integrado. Una aplicación muy ilustrativa desarrollado por esta empresa la podemos ver en Internet, donde el usuario puede controlar el proceso directamente desde su casa (<http://www.internetio.com>)(figura 14). El acceso hasta el controlador se hace por Ethernet con protocolo TCP/IP. La misma empresa tenía planteado sacar una versión con una máquina virtual JAVA.

Por tanto, estamos hablando de un protocolo que ya está extendido, de implementación y soporte prácticamente gratuito. Y las aplicaciones están apareciendo.

CONCLUSIONES

La Instrumentación tiende a ser virtual, pero no desde el punto de vista de suprimir instrumentos, sino de introducir la "personalidad" del instrumento en Internet. El proceso siempre estará presente y los captadores y actuadores también. Lo que cambiará será la aproximación de la red al proceso de tal forma de que el proceso quede "embebido" en Internet. Para ello lo más lógico y económico es usar las redes que ya existen, se conocen y son fáciles de instalar (Ethernet), con protocolos extendidos y prácticamente estándares (TCP/IP). Por tanto, solo falta que el instrumento (sensor o actuador) ubicado en el proceso tenga acceso inmediato a este sistema: Allí podría entrar en juego la norma IEEE 1451 relativo al nivel físico con el instrumento.

La instrumentación siempre ha estado allí, y seguirá estando pero en donde nosotros queramos.

REFERENCIAS

- [1] Kenna Amos, "Sensor market goes global", Intech, Vo. 46, No. 6, pp. 40-43, June 1999.
- [2] H. Spoelder, "Virtual Instrumentation and Virtual Environments", IEEE Instrumentation and measurement magazine, Vo. 2, No. 3, pp. 14-17, sept. 1999.
- [3] Eric Byres, "Ethernet to link automation hierarchy", Intech, Vo. 46, No. 6, pp 44-47, June 1999.
- [4] David Howarth, "Performing Data Acquisition over the Internet", Sensors, Vol. 15 No. 1, pp. 49-51, January, 1998,
- [5] C. Eidson and W. Cole, "Closed-loop control using Ethernet as the fieldbus", ISA Tech/97, Anaheim, CA., Oct 7-9, 1997.
- [6] Devices Sensors Expo, "Build Network Independent Smart", Boston, abril 97.
- [7] Thomas Lutz, "Using TCP/IP as an instrument interface", Sensors, Vo. 15, No. 7, pp. 43-46, July 1998.