

# HE

## REVISTA DIGITAL

# "INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN"

**NÚMERO 19**

**SEPTIEMBRE DE 2005**

**Volumen II**

**ISSN 1696-7208**

Domótica.  
El uso del PC.

**Ricardo Valerio Bautista Cuéllar**

*Las funcionalidades de una PLC hoy día se pueden realizar a un coste razonable con un PC, sin más que conectar unas simples tarjetas de adquisición de datos y otros elementos. Las ventajas que esta solución puede aportar a la gestión de una única vivienda puede que no justifique el coste si bien, para automatización de edificios o incluso en casos concretos por sus prestaciones y versatilidad, puede ser conveniente el elegir esta opción para la implantación del sistema.*

*En artículos anteriores hemos hablado de otros aspectos relacionados con la domótica pero en ningún momento hemos concretado cómo podríamos realizar la solución de control mediante un ordenador personal.*

*Son muchos los defensores de la implantación de sistemas de control en edificios utilizando ordenadores equipados con tarjetas de adquisición de datos. Realmente, es mucha la experiencia adquirida a lo largo de nuestra historia sobre el control de procesos industriales mediante equipos computadores. También es cierto la gran versatilidad y escalabilidad de estos sistemas. Pero tampoco podemos olvidar el coste que puede implicar no sólo en hardware si no en el desarrollo software de un proyecto concreto.*

*Desde mi punto de vista, no existe una única receta ni una solución óptima para todos los casos. Son muchos los aspectos a considerar (escalabilidad, coste, versatilidad...) a la hora de elegir la mejor solución para el control bien de un edificio bien de una vivienda. Será el conocimiento de las*

*posibilidades existentes lo que posibilite que realicemos la mejor elección para una determinada aplicación. De ahí que tratemos con este y todos los anteriores artículos escritos mostrar las opciones disponibles al lector y que sea él, con esta información, el que forme su propia idea sobre cada alternativa.*

Son varios los artículos que hemos estado publicando sobre domótica abarcando muchos y variados aspectos de esta ingeniería. En este artículo pretendemos centrarnos en la solución basada en un ordenador equipado con tarjetas de adquisición de datos. Pero no está de más que recordemos los artículos anteriores y la temática que hemos tratado en ellos para que el lector pueda entender las referencias que en este texto podamos hacer a los mismos.

En los artículos “Domótica. La vivienda de un futuro no tan lejano.” y “Domótica. ¿Cómo debe ser una casa domotizada?”, hemos tratado las necesidades tanto en infraestructuras como en los distintos servicios que se pretenden ofrecer en una vivienda domotizada. Se usó una vivienda tipo en el segundo caso para describir todos los elementos y servicios de los que se podría dotar la casa.

En el artículo “Domótica. Especificaciones técnicas y estándares” nos hemos centrado en los distintos tipos de estándares existentes en el mercado, basados en distintos tipos de sistemas de conexión con los que son compatibles los distintos dispositivos pertenecientes a cada uno de los estándares. Cada estándar de los estudiados tenía ciertas ventajas sobre los demás pero no existía ninguno claramente mejor que el resto.

En el artículo “Domótica. Automatas programables” vimos una alternativa de implementación técnica de un sistema de control de una vivienda. Ésta se basaba en el uso de automatas programables y vimos como, en la mayoría de los casos, por simplicidad recurriamos al uso de PLCs.

Ni que decir tiene, nos falta por mostrar la solución más obvia pero tal vez no la más óptima para el control de una vivienda particular, tal vez sí para un edificio. Se trata del uso de ordenadores equipados con tarjetas de adquisición de datos. Esta opción se está utilizando mucho en el control de procesos industriales por el abaratamiento cada vez mayor de los computadores, la versatilidad, lo escalable y lo intuitivo de estos sistemas. En este texto pretendemos mostrar como se puede implementar una solución basándonos en este tipo de sistemas.

## **Las tarjetas de adquisición de datos.**

Las tarjetas de adquisición de datos van conectadas directamente a un PC, en un rack de expansión determinado, con un software especializado mediante el cual se controla el funcionamiento de la tarjeta. Normalmente las señales necesitan un acondicionamiento antes de ser recogidas por la tarjeta. Este acondicionamiento puede ser en escala de tensión, traslación de señal, amplificación o aislamiento.

Los acondicionadores de señal pueden ser módulos para montar sobre un chasis. Esos módulos de chasis contienen buses tanto para señales analógicas como digitales y tienen la capacidad de multiplexar, aislar o mostrar las señales antes de ser enviadas a la tarjeta. Los módulos se configuran fácilmente para distintos tipos de señales o transductores, incluyendo termopares, RTD's, termistores, milivoltímetros y fuentes de tensión.

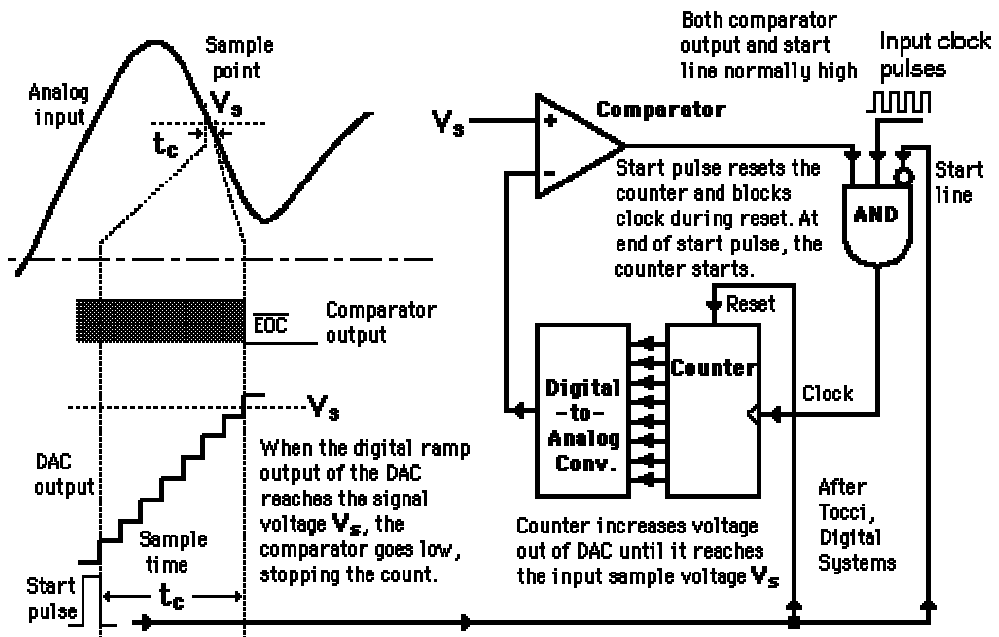
El análisis y presentación de los datos recogidos suele ser tarea de los diferentes programas de aplicación. Los datos adquiridos y analizados también pueden ser mostrados, grabados o impresos. Pero la calidad de los datos obtenidos va a depender de todo el sistema, esto es, del ordenador personal utilizado, de los transductores, de los acondicionadores de señal, del hardware de adquisición, del hardware de análisis y del software.

El PC utilizado determina la velocidad de procesamiento en conjunto, por lo que su elección dependerá de la aplicación en concreto. Por ejemplo, si las aplicaciones requieren procesamiento en tiempo real de señales de alta frecuencia, se necesitará una velocidad alta. Por el contrario, si la aplicación sólo demanda una o dos lecturas por segundo, un ordenador de bajas prestaciones puede ser suficiente.

Los transductores perciben diversas magnitudes físicas y proporcionan señales eléctricas que el hardware de adquisición pueda aceptar. Por ejemplo, los termopares, las resistencias de detectores de temperatura (RTD) o los termistores, convierten la temperatura en una señal analógica que un conversor A/D (ADC) puede medir. Otros ejemplos incluyen indicadores de deformación, transductores de flujo y presión respectivamente. En cada caso, las señales eléctricas producidas son proporcionales a los parámetros físicos que están supervisando.

Son muchos los tipos de conversores analógicos a digital existentes en el mercado. Son muchas las tecnologías

existentes (Rampa digital, aproximaciones sucesivas, flash...) muchas sus implementaciones mediante circuitos integrados comerciales, por lo el coste de este tipo dispositivos es cada más reducido.



y  
que  
de  
vez

### El acondicionamiento de señal.

Los transductores generan una señal eléctrica de salida que no tiene por qué ser compatible con los niveles de funcionamiento que la tarjeta de transmisión de datos puede manejar. De ahí la necesidad de un dispositivo capaz de manejar dichas señales procedentes de los transductores y convertirlas a los niveles adecuados. Los acondicionadores de señal tendrían que realizar, por tanto, diversas operaciones sobre la señal que el transductor le de, como puede ser la amplificación de la señal, el filtrado para la consecución de medidas más seguras, etc.

Los acondicionadores también se utilizan a veces como excitadores de determinados transductores. Como son muchas las funcionalidades que puede o tiene que llevar a cabo el acondicionador de señal, aquí detallamos las más comunes:

- Amplificación. Suele ser lo más habitual. La señal procedente del transductor puede tener unos niveles demasiado reducidos como para que la discretización realizada por el conversor analógico digital sea fiable. Imaginemonos, por ejemplo, un transductor cuyo rango de valores de salida vaya de  $-1V$  a  $1V$  y que disponemos de un ACD de tipo rampa digital (como el de la figura) cuyo rango de funcionamiento recomendado por el fabricante es de  $0$  a  $5 V$  (para una tensión de alimentación de

5V). Ni que decir tiene, si no hicieramos nada con la señal de salida procedente del sensor, perderíamos la información procedente de los valores negativos del sensor. Además, si el ACD discretiza en 256 niveles, estaríamos desaprovechando su capacidad de discretización del intervalo. Necesitaríamos un elemento que realizara las conversiones para que el  $-1V$  de salida del transductor equivaliera al 00000000 y el  $+1V$  equivaliera al 11111111. Otro aspecto a considerar es que, si colocamos el amplificador cerca del transductor, la interferencia debida al ruido de las líneas situadas entre el transductor y el ordenador queda minimizada, pues la señal ha sido ya amplificada antes de viajar por la línea hacia el ordenador.

- Aislamiento. Otra aplicación muy usual en este tipo de elementos es el aislamiento de las señales para proteger a los equipos de posibles transitorios. Otra necesidad de aislamiento es asegurar que la lectura que haga la tarjeta de adquisición de datos sea correcta y no se vea distorsionada por la existencia de diferencias de tensiones en modo común, cuando las señales de la tarjeta y de entrada están referidas a masa y, sin embargo, no es la misma tierra para los dos equipos.
- Muestreo y mantenimiento. Aunque existen multitud de ACD comerciales que ya poseen por defecto este tipo de bloque por defecto, no está de más recordar que a veces es necesario un bloque dentro del acondicionador de señal que realice el muestreo y mantenimiento de la señal. Esto se debe a que la conversión de analógico a digital requiere de un tiempo durante el cual la entrada al conversor no puede variar para que no afecte al correcto funcionamiento del conversor. Por tanto, es necesario que las señales analógicas que pretendemos manejar sean muestreadas correctamente y guardado su valor analógico (normalmente almacenando en forma de carga en un condensador esa información) para el posterior procesado.
- Filtrado. El ruido presente en el entorno de los equipos es la mayoría de las veces de alta frecuencia, por lo que amplificar la señal de salida de un sensor sin realizar un filtrado previo supone el amplificar no sólo la señal deseada si no también el ruido que exista en la línea. Esto puede falsear los resultados obtenidos por el conversor y, por tanto, es totalmente necesario el llevar acabo el filtrado paso de baja de la señal de salida del sensor para evitar lecturas incorrectas.
- Excitación. Los acondicionadores también generan excitación para algunos transductores. Los indicadores de deformación, termistores y RTD's, por ejemplo, necesitan señales externas de excitación (de corriente o tensión). Las medidas con RTD's suelen hacerse con fuentes de corriente; los indicadores de deformación suelen usarse en configuración de puente de Wheatstone con una fuente de excitación de tensión.

- Linealización. Muchos transductores, como los termopares, tienen una respuesta no lineal a los cambios de los fenómenos que han sido medidos. Para conseguir una medida significativa, el resultado debe ser linealizado en hardware, con módulos especializados, o en software con cálculos de aproximación.

## Hardware de adquisición

El hardware de adquisición de datos va a estar compuesto por un conjunto de bloques, cada uno con una funcionalidad determinada, estos bloques son:

- Bloque de entradas y salidas digitales. Los sistemas de control basados en PC requieren de este tipo de entradas y salidas digitales en su sistema de adquisición para permitir el correcto funcionamiento del sistema. Lo normal es que estas entradas y salidas digitales se empleen bien para testeo bien para comunicación con otros periféricos, si bien existen ocasiones en que se emplean para realizar una conversión Digital a Analógica basada en modulación de pulsos cuya complejidad no permite ser abordada aquí de forma breve. Las características que definen, por tanto, la tarjeta de adquisición incluirá una descripción del número de líneas digitales, cuántas son de entrada, cuántas de salida, la velocidad de trabajo de las línea (tanto en salida como entrada) y la capacidad de conducción de las líneas así como rango de valores de salida. Para aplicaciones como el control de viviendas (apagar o encender luces, aire acondicionado...) tendremos que tener en cuenta que las velocidades de transmisión de datos no son elevadas. Por otro lado, el número de líneas necesarias va a depender del número de procesos a controlar. Además, tendremos que tener en cuenta que la corriente suministrada por la tarjeta sea suficiente para accionar los circuitos necesarios para cada uno de los controles a realizar. Si no fuera así, deberíamos equipar con los circuitos necesarios aquellas líneas que lo necesiten.

Existen multitud de fabricantes y r...  
relativas a estos aspectos. Como eje...  
PDISO8A de Keithley Instruments, co



aciones técnicas  
032IOA y KPCI-

Si lo que necesitamos realmente es comunicar información del ordenador a cualquier periférico como pueda ser una impresora o un monitor, serán otras las características que nos deberemos fijar en las tarjetas, si bien, este caso tiene sencilla solución y no es del ámbito de la temática tratada en el artículo.

- Entradas analógicas. Cualquier tarjeta de adquisición de datos comercial, como la que hemos mostrado anteriormente, entre sus especificaciones tendrá el número de canales (p.e. 32 en el KPCI-PIO32IOA), el rango de muestreo (0 a 60 Vcc), la resolución (12 bits), el período de muestreo (p.e. hasta 400khz en KPCI-PIO32IOA), la precisión, ruido y la no linealidad. El número de canales analógicos de entrada vendrá especificado para las entradas simples y entradas diferenciales para las tarjetas que tienen ambos tipos de entrada. Las entradas simples están todas conectadas a un punto de masa común. Estas entradas se usan cuando las señales de entrada son de nivel elevado (mayores de 1V), los conductores desde la fuente de la señal hacia la entrada analógica del hardware son cortas y todas las señales de entrada comparten una referencia común a tierra. En el caso de que las anteriores condiciones no se cumplan, usaremos entradas diferenciales. Los errores de ruido, en este caso, quedan eliminados, porque el ruido en modo común, recogido por los conductores, queda anulado. La resolución y la ganancia útiles de una tarjeta determinan el más pequeño cambio detectable en la señal de entrada. Dividiendo la resolución de tensión por 2 elevado al número de bits y dividiendo también por la ganancia obtenemos dicho valor que coincide con un incremento del valor digital en una unidad.

La frecuencia de muestreo nos determina con qué periodicidad se realiza el muestreo de la señal de entrada y se llevan a cabo las conversiones. Cuanto mayor es la frecuencia de muestreo, mayor es el número de muestras y más fiel la representación de la señal de entrada pero mayor la carga computacional del sistema. En nuestro caso, la necesidad de velocidad no es tan elevada y deberemos adoptar un compromiso de forma que nuestro sistema no esté sobredimensionado.

Otro aspecto a tener muy en cuenta es el ruido procedente de las entradas analógicas, que puede ser una fuente de errores si no se toman las medidas adecuadas. Debido a que cualquier cable se comporta como una antena receptora, el propio cableado de las instalaciones son fuentes de ruido, por lo que cuanto más corta la longitud de los cables y más alejados de las posibles fuentes de ruido mejor. El ruido afecta a la resolución del conversor ya que puede significar en valor absoluto un incremento o decremento del bit menos significativo del conversor.

- Las salidas analógicas. Son las que van a permitir controlar los dispositivos actuadores y permiten suministrar estímulos al exterior. El conversor digital-analógico es el que marcará las características y número de salidas analógicas de las que disponga la tarjeta. La calidad de la señal de salida dependerá de las características del conversor, destacando el tiempo de estabilización, la proporción de conmutación y la resolución. El tiempo de estabilización y la proporción de conmutación determinan la velocidad con que la señal de salida puede variar en el tiempo. El tiempo de estabilización es el tiempo que debemos esperar para considerar correcta la salida dada por el conversor y la proporción de conmutación la máxima velocidad de cambio de la señal de salida del conversor.

La resolución de salida es similar a la resolución de entrada y se mide con el número de bits en el código digital que genera la salida analógica.

<b>Ejemplo de características de una tarjeta de adquisición de datos.</b>	<b>KPCI 3107/3108</b>	<b>KPCI 3140</b>	<b>KPCI 3110</b>	<b>KPCI 3116</b>
Bus	PCI 32 bit	PCI 32 bit	PCI 32 bit	PCI 32 bit
Entradas Analógicas Común/Diferencial	16 Y 8		32/16	32/16
Canales Expandidos	256 diferen		1024 diferen	1024 diferen
Velocidad máxima de muestreo	100KHz		1.25 MHz	250KHz
Ganancias programables por software	1; 2; 4; 8; 10; 20; 40; 80; 100; 200; 400; 800;		1; 2; 4; 8	1; 2; 4; 8
Resolución (bit)	16		12	16
Transferencia de datos	DMA Int		DMA Int	DMA Int
Memoria tipo FIFO	2048		1024	1024
Cola de ganancia	256		1024	1024
<b>Salidas analógicas</b>	0/2		2	2
Resolución (bit)	16		12	16
Velocidad máxima Muestreo	500 KHz		500KHz	200KHz
FIFO	2048		4096	4096
	± 10V			
Rangos de salida	± 5V 10V 5V		± 10V	± 10V
Corriente de salida	±5mA		±5mA	±5mA

<b>Entradas y salidas digitales</b>	32	32	16	16
Contadores / Temporizadores	3	8 de 16 bit 4; temporizadores de intervalos	4	4
<b>Software</b>	Si	Si	Si	Si
<b>Características Generales</b>	- Altas prestaciones - 12 ganancias	- Entradas y salidas digitales	- Alta velocidad	- Alta velocidad -16 bits

- Timing I/O. Los contadores-temporizadores (C/T) suelen utilizarse para muchas aplicaciones: aparición de sucesos, temporización de pulsos digitales, generación de ondas cuadradas y pulsos, etc. Las especificaciones más importantes de un C/T son la resolución y la frecuencia del reloj. La resolución es el número de bits que el contador usa para la cuenta. Una resolución mayor simplemente pretende que el contador pueda contar hasta un valor más alto. La frecuencia de reloj determina el ritmo de la fuente digital. Una frecuencia mayor lleva al contador a incrementarse más rápido y, por tanto, detectar mayores demandas de señal en la entrada, así como generar pulsos y ondas cuadradas de mayores frecuencias en la salida.

## Hardware de análisis

Cada vez es mayor la capacidad de análisis de los ordenadores personales, pues cada vez ha ido en aumento la competencia existente entre los distintos fabricantes, lo que ha posibilitado el tener unos equipos cada vez menos costosos y potentes. De hecho, son tantas las capacidades de cálculo y computacionales que tienen los nuevos ordenadores que raras veces existen programas que usen toda esa capacidad de cálculo o que, al menos, hayan tratado de optimizar la programación para no tener que desperdiciar recursos. Resultan ya olvidados aquellas limitaciones en las capacidades de almacenamiento o de memoria de los ordenadores y aquellos ingeniosos programas en ensamblador que trataban de aprovechar al máximo los recursos del sistema.

Hoy día los ordenadores personales pueden usarse sin ningún tipo de problema para la adquisición y tratamiento de datos. Sin embargo, en aplicaciones de alto desarrollo, los procesadores de los PCs no pueden

trabajar lo suficientemente rápido como para responder a ciertas señales. Otras aplicaciones conllevan cálculos numéricos intensivos que manipulan una gran cantidad de datos, retrasando la entrega de los resultados.

En estos casos es cuando se utilizan los procesadores de señales digitales, que pueden trabajar a velocidades mayores que los microprocesadores de propósito general de los PCs. Estos procesadores pueden encontrarse en una amplia variedad de exactitudes y formatos. Los campos típicos son la acústica, comunicaciones, instrumentación y procesamiento de imágenes, debido al gran número de computaciones (correlaciones principalmente) que deben realizarse en estos campos.

## **Software**

El software transforma al PC y al hardware de adquisición en un sistema completo de análisis, presentación y adquisición de datos. La programación de la tarjeta es el nivel más bajo de desarrollo del software de adquisición. En este nivel, se programan directamente los registros del hardware. El programador debe determinar los valores binarios apropiados que se escriben en estos registros. El lenguaje de programación que el diseñador utilice debe ser capaz de leer y escribir datos en la tarjeta conectada al ordenador. El software de adquisición, que manipula las complicaciones asociadas a la programación de este nivel de registros, se divide en dos áreas: driver y nivel de aplicación.

El driver simplifica la programación, pues cuida de todos los detalles de este nivel de programación, y entrega llamadas a funciones de alto nivel que pueden ser usadas con un lenguaje de programación convencional.

Los paquetes de software de aplicación añaden capacidad de análisis y presentación al driver. Estos programas también integran funciones de control de instrumentos.

## **Conexionado**

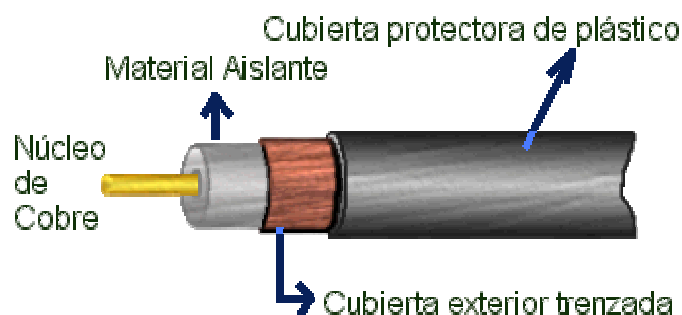
A la hora de conectar los distintos sensores con nuestro equipo de control debemos decidir qué medio físico debe ser el usado y qué protocolo emplear sobre dicho medio físico.

Existen innumerables tipos de medios físicos así como de protocolos por lo que aquí sólo mencionaremos los más empleados, algunas de sus características y sus ventajas y desventajas.

### *Medios físicos*

Los tipos principales de medios físicos son el cableado de cobre, el cableado de fibra óptica y la propia atmósfera, usada en transmisiones sin cable. Hace relativamente poco tiempo era impensable el conectar dispositivos en red usando como medio físico el aire, sin embargo, el desarrollo de nuevas tecnologías ha permitido que esto sea cada vez más posible y ventajoso. Sin embargo, todavía sigue siendo una solución eficaz el conectar los dispositivos mediante cable por algunas de las ventajas intrínsecas a este medio (ancho de banda, seguridad, privacidad) por lo que aquí describiremos los más usados en la actualidad.

- **Cable Coaxial.** Está constituido por un conductor cilíndrico externo hueco que rodea un solo alambre interno compuesto de dos elementos conductores. Uno de estos elementos (ubicado en el centro del cable) es un conductor de cobre. Está rodeado por una capa de aislamiento flexible. Sobre este material aislador hay una malla de cobre tejida o una hoja metálica que actúa como segundo alambre del circuito, y como blindaje del conductor interno. Esta segunda capa de blindaje ayuda a reducir la cantidad de interferencia externa, y se encuentra recubierto por la envoltura plástica externa del cable.



Para las redes de área local, el cable coaxial ofrece varias ventajas. Se pueden realizar tendidos entre nodos de red a mayores distancias que con los cables STP o UTP (unos 500 metros), sin que sea necesario utilizar tantos repetidores. El cable coaxial es más económico que el cable de fibra óptica y

la tecnología es sumamente conocida. Se ha usado durante muchos años para todo tipo de comunicaciones de datos.

El cable coaxial viene en distintos tamaños. El cable de mayor diámetro se especificó para su uso como cable de backbone de Ethernet porque históricamente siempre poseyó mejores características de longitud de transmisión y limitación del ruido. Este tipo de cable coaxial frecuentemente se denomina thicknet o red gruesa. Como su apodo lo indica, debido a su diámetro este tipo de cable puede ser demasiado rígido como para poder instalarse con facilidad en algunas situaciones. La regla práctica es: cuanto más difícil es instalar los medios de red, más cara resulta la instalación. El cable coaxial resulta más costoso de instalar que el cable de par trenzado. Hoy en día el cable thicknet no se usa casi nunca, salvo en instalaciones especiales.

En el pasado, el cable coaxial con un diámetro externo de solamente 0,35 cm (a veces denominado thinnet o red fina) se usaba para las redes Ethernet. Era particularmente útil para instalaciones de cable en las que era necesario que el cableado tuviera que hacer muchas vueltas. Como la instalación era más sencilla, también resultaba más económica. Por este motivo algunas personas lo llamaban cheapernet o red barata. Sin embargo, como el cobre exterior o trenzado metálico del cable coaxial comprende la mitad del circuito eléctrico, se debe tener especial cuidado para garantizar su correcta conexión a tierra. Esto se hace asegurándose de que haya una sólida conexión eléctrica en ambos extremos del cable. Sin embargo, a menudo, los instaladores omiten hacer esto. Como resultado, la mala conexión del blindaje resulta ser una de las fuentes principales de problemas de conexión en la instalación del cable coaxial. Estos problemas producen ruido eléctrico que interfiere con la transmisión de la señal a través de los medios de networking. Es por este motivo que, a pesar de su diámetro pequeño, thinnet ya no se utiliza con tanta frecuencia en las redes Ethernet. Para conectar cables coaxiales se utilizan los conectores BNC, simples y en T, y al final del cable principal de red hay que situar unas resistencias especiales, conocidas como resistores, para evitar la reflexión de las ondas de señal.

- **Par trenzado blindado (STP).** Está constituido por una capa exterior plástica aislante y una capa interior de papel metálico, dentro de la cual se sitúan normalmente cuatro pares de cables, trenzados par a par, con revestimientos plásticos de diferentes colores para su identificación. Combina las técnicas de blindaje, cancelación y trenzado de cables. Según las especificaciones de uso de las instalaciones de red Ethernet, STP proporciona resistencia contra la interferencia electromagnética y de la radiofrecuencia sin aumentar significativamente el peso o tamaño del cable. El cable de par

trenzado blindado tiene las mismas ventajas y desventajas que el cable de par trenzado no blindado. STP brinda mayor protección contra todos los tipos de interferencia externa, pero es más caro que el cable de par trenzado no blindado. A diferencia del cable coaxial, el blindaje en el STP no forma parte del circuito de datos y, por lo tanto, el cable debe estar conectado a tierra en ambos extremos. Normalmente, los instaladores conectan STP a tierra en el armario para el cableado y el hub, aunque esto no siempre es fácil de hacer, especialmente si los instaladores intentan usar paneles de conexión antiguos que no fueron diseñados para cable STP. Si la conexión a tierra no está bien realizada, el STP puede transformarse en una fuente de problemas, ya que permite que el blindaje actúe como si fuera una antena, absorbiendo las señales eléctricas de los demás hilos del cable y de las fuentes de ruido eléctrico que provienen del exterior del cable.

No es posible realizar tendidos de cable STP tan largos como con otros medios de networking (como, por ejemplo, cable coaxial) sin repetir la señal, siendo la longitud máxima de cable recomendada de unos 100 metros, y su rendimiento suele ser de 10-100 Mbps.

Se especifica otro tipo de STP para instalaciones Token Ring. En este tipo de cable, conocido como STP de 150 ohmios, el cable no sólo está totalmente blindado para reducir la interferencia electromagnética y de radiofrecuencia, sino que a su vez cada par de hilos trenzados se encuentra blindado con respecto a los demás para reducir la diafonía. Si bien el blindaje empleado en el cable de par trenzado blindado de 150 ohmios no forma parte del circuito, como sucede con el cable coaxial, aún así debe estar conectado a tierra en ambos extremos. Este tipo de cable STP requiere una cantidad mayor de aislamiento y de blindaje. Estos factores se combinan para aumentar de manera considerable el tamaño, peso y costo del cable. También requiere la instalación de grandes armarios y conductos para el cableado, lujos que en muchos edificios antiguos no pueden permitirse.

Para la conexión de los cables STP a los diferentes dispositivos de red se usan unos conectores específicos, denominados conectores STP, similares a los RJ-45.

- **Par trenzado no blindado (UTP).** Está compuesto por cuatro pares de hilos, trenzados par a par, y revestidos de un aislante plástico de colores para la identificación de los pares. Cada par de hilos se encuentra aislado de los demás. Este tipo de cable se basa sólo en el efecto de cancelación que producen los pares trenzados de hilos para limitar la degradación de la señal que causan la interferencia electromagnética. Para reducir aún más la diafonía entre los pares en el cable UTP, la cantidad de trenzados en los pares de hilos varía. Al igual que el cable STP, el cable UTP debe seguir especificaciones precisas con respecto a cuanto trenzado se permite por unidad de longitud del cable.

Cuando se usa como medio de networking, el cable UTP tiene cuatro pares de hilos de cobre de calibre 22 ó 24. El UTP que se usa como medio de networking tiene una impedancia de 100 ohmios. Esto lo diferencia de los otros tipos de cables de par trenzado, como, por ejemplo, los que se utilizan para los teléfonos. Como el UTP tiene un diámetro externo de aproximadamente 0,43 cm, el hecho de que su tamaño sea pequeño puede ser ventajoso durante la instalación. Como el UTP se puede usar con la mayoría de las arquitecturas de networking principales, su popularidad va en aumento.

El cable de par trenzado no blindado presenta muchas ventajas. Es de fácil instalación y es más económico que los demás tipos de medios de networking. De hecho, el cable UTP cuesta menos por metro que cualquier otro tipo de cableado de LAN, sin embargo, la ventaja real es su tamaño. Como su diámetro externo es tan pequeño, el cable UTP no llena los conductos para el cableado tan rápidamente como sucede con otros tipos de cables. Este puede ser un factor sumamente importante para tener en cuenta, en especial si se está instalando una red en un edificio antiguo. Además, si se está instalando el cable UTP con un conector RJ, las fuentes potenciales de ruido de la red se reducen enormemente y prácticamente se garantiza una conexión sólida y de buena calidad.

Sin embargo, el cableado de par trenzado también tiene una serie de desventajas. El cable UTP es más sensible al ruido eléctrico y la interferencia que otros tipos de medios de networking. Además, en una época el cable UTP era considerado más lento para transmitir datos que otros tipos de cables. Sin embargo, hoy en día ya no es así. De hecho, en la actualidad, se considera que el cable UTP es el más rápido entre los medios basados en cobre.

La distancia máxima recomendada entre repetidores es de 100 metros, y su rendimiento es de 10-100 Mbps.

Para conectar el cable UTP a los distintos dispositivos de red se usan unos conectores especiales, denominados RJ-45 (Registered Jack-45), muy parecidos a los típicos conectores del cableado telefónico casero.

Este conector reduce el ruido, la reflexión y los problemas de estabilidad mecánica y se asemeja al enchufe telefónico, con la diferencia de que tiene ocho conductores en lugar de cuatro. Se considera como un componente de networking pasivo ya que sólo sirve como un camino conductor entre los cuatro pares del cable trenzado de Categoría 5 y las patas de la toma RJ-45.

Los enchufes o conectores RJ-45 se insertan en jacks o receptáculos RJ-45. Los jacks RJ-45 tienen 8 conductores, que se ajustan a los del conector RJ-45. En el otro lado del jack RJ-45 hay un bloque de

inserción donde los hilos individuales se separan y se introducen en ranuras mediante una herramienta similar a un tenedor denominada herramienta de punción.

- **Fibra óptica.** Aunque suele ser muy rara su aplicación en domótica, sí se emplea en determinados casos para el control de edificios, siempre y cuando las condiciones ambientales (intenso ruido electromagnético procedente de motores, líneas de tensión...) lo requieran. Está constituido por fibras de vidrio rodeadas por plástico protector de varios tipos destinados a evitar daños a la fibra. Su coste es mucho más elevado que los medios físicos basados en cobre si bien su alta velocidad y su inmunidad a las interferencias electromagnéticas lo hace idóneo para determinadas aplicaciones, generalmente fuera de la domótica.

Ni que decir tiene, todos estos medios físicos son soporte de la comunicación (capa física del modelo OSI). Para explotar estos recursos, si bien podemos recurrir a medios propios, lo general es emplear protocolos ya disponibles y ampliamente aceptados, lo que permite, a un coste muy bajo, disponer de los dispositivos necesarios para facilitar las comunicaciones sobre estos medios. Por ser un gran número el de protocolos de comunicaciones que podemos emplear para comunicar el PC con los distintos sensores/actuadores de la casa sólo mencionaremos los más conocidos. En el artículo “Domótica. Especificaciones técnicas y estándares” ya vimos una serie de protocolos de aplicación directa a la domótica. Aquí veremos otros protocolos existentes y que pueden ser utilizados para cualquier fin, incluido este.

- **GPIB.** Es la abreviatura de "General Purpose Interface Bus", o lo que es lo mismo, interfaz de bus de propósito general. También se conoce como HPIB, IEEE-488, o IEC-625. GPIB es un estándar de cableado y protocolo para la conexión de dispositivos de medida con ordenadores. GPIB es el estándar industrial (IEEE-488) desde 1975. Hay varios miles de dispositivos que implementan este interfaz. GPIB proporciona una conexión de alta velocidad para un total de hasta 15 dispositivos en un único bus, conectados en serie a través de cables que van de un dispositivo al siguiente. Su uso habitual para la conexión de instrumentos electrónicos de medida lo hace potencialmente útil para el control.
- **RS232, RS422 y RS485.** RS232 es el estándar que describe el puerto de comunicaciones serie del computador. Al estar RS232 integrado en la mayoría de los computadores actuales, muchos instrumentos de medida y control incluyen la posibilidad de control remoto mediante RS232. RS422 es la variante eléctrica de RS232, diseñado para grandes longitudes de cable y una mejor inmunidad

al ruido. RS485 es también una variante de diseño que permite la existencia de varios dispositivos en el mismo cable.

- **WIFI.** La ventaja que tiene el empleo de una red inalámbrica son obvias. El coste de la instalación del cableado necesario para controlar un número relativamente elevado de dispositivos así como el impacto visual que puede ocasionar hacen que una red inalámbrica sea hoy día una solución bastante cómoda y rápida de instalar en la mayoría de los casos, sobre todo si estamos realizando un proyecto en un edificio ya construido donde las canalizaciones que debemos realizar pueden ser bastante engorrosas. El protocolo de comunicaciones 802.11a, b o g, conocido vulgarmente como wifi, requiere una serie de elementos para el correcto funcionamiento de una red, lo que hace más complejo técnicamente la puesta en servicio de este tipo de redes. Necesitamos de:
  - Punto de acceso. Es el elemento de la red al que se conectan los dispositivos y es el responsable del reparto de los paquetes. Es similar al HUB típico que se emplea en las redes de cable.
  - Tarjetas inalámbricas. Son tarjetas que implementan el protocolo y permiten la conexión con el punto de acceso.
  - Antenas.

### **En conclusión.**

Ni que decir tiene, existen infinidad de productos desarrollados para los protocolos ideados para la domótica (X-10, Batibus...) pero siempre es interesante el conocer la disponibilidad de otros tipos de alternativas, sobre todo las procedentes del mundo del control de equipos de medida (GPIB, VISA, VIX) pues nos permite el tener siempre la posibilidad de abarcar otros tipos de aplicaciones nuevas o más complejas técnicamente en nuestros proyectos.

Hemos estudiado la alternativa de usar el PC en conjunción con tarjetas de adquisición de datos ha sido más para mostrar otra alternativa más para la automatización de edificios que con el fin de hacerla prevalecer sobre cualquiera otra solución que ya hemos mostrado en artículos anteriores. Será el lector el que deba sacar sus propias conclusiones.

### **BIBLIOGRAFÍA:**

- “Domótica. La vivienda de un futuro no tan lejano.”, Ricardo Bautista. Artículo.

- “Domótica. ¿Cómo debe ser una casa domotizada?.”, Ricardo Bautista. Artículo.
- “Domótica. Especificaciones técnicas y estándares.”, Ricardo Bautista. Artículo.
- “Domótica : Edificios Inteligentes”. J.Manuel Huidobro Moya, Ramón Millán Tejedor. Editorial Cre.
- “La ingeniería en edificios de alta tecnología”. C.J. Díaz Olivares. McGraw Hill. 1999
- “Instalación eléctrica y electrónica integral en edificios inteligentes.” J. Feijó. Universidad de Valladolid, 1991
- “Introducción a la Domótica”. P.M. Angel L.B. Fraigi. Escuela Brasileño-Argentina de Informática, 1993
- “Instalaciones y servicios en la edificación”. Hassan G. Madrid Vicente Ediciones. 1997
- “Climatización”. Godoy F. Paraninfo. 1997
- “Dispositivos y sistemas para el ahorro de energía”. Esquerra P. Marcombo. 1988
- “Alarma y protección”. H. Swearer Ed. Paraninfo
- “Communications Network Management”. Terplan K Ed. Prentice Hall.
- “DOMOTICA E INMOTICA. Viviendas y edificios inteligentes”. Romero, C. / Vazquez, F. / De Castro, C.

*Links de interés sobre domótica o temas relacionados:*

- <http://www.cedom.org/> (asociación española de domótica)
- <http://www.itu.int/itu-news>
- <http://www.appinformatica.com/>
- <http://www.domotica.net/>
- <http://www.domotique-news.com>
- <http://www.interdomo.org>
- <http://www.automatedliving.com>
- <http://www.tech-living.com/>