

EDIFICIOS INTELIGENTES: VERDADERAS "JOYAS EN BRUTO"

Milton César Bolaños Salazar*
Docente Facultad Tecnológica

Los edificios inteligentes materializan los antiguos sueños del hombre de disfrutar de espacios más agradables para la realización de todas sus actividades. Conceptos de arquitectura, ingeniería, informática y electrónica se mezclan armónicamente para satisfacer cualquier expectativa humana en cuanto a comodidad, seguridad, confiabilidad, flexibilidad y administración óptima de recursos. El papel fundamental de la red de comunicaciones necesaria para el funcionamiento del sistema, además de las características de los elementos que la constituyen, son también ilustrados en este artículo.



Desde tiempos prehistóricos, cuando las hordas de hombres vagaban por las sabanas, mesetas, montañas y demás sitios que les ofrecía la naturaleza para sobrevivir, existía la urgente necesidad de poseer un sitio seguro, caliente, seco y de carácter fijo para la migración en épocas de invierno, esto para sobrevivir a las duras condiciones climáticas a las que se veían expuestos. Contar con condiciones favorables de habitat redundaba en desarrollo y bienestar para las comunidades; por eso las grandes ciudades son polo de crecimiento económico, tecnológico y social en el ámbito mundial.

A las puertas del siglo XXI, los espacios en los cuales puede desenvolverse el hombre han cambiado radicalmente, debido a los altos precios que implica la compra y adaptación de terrenos dedicados de manera exclusiva para vivienda, recreación, estudio, trabajo, etc. Gracias a tecnologías de punta como la electrónica y la informática, a mediados de la década de los setenta, surge una solución alternativa al problema del espacio y la administración eficaz del mismo; es así, como se implementan las primeras construcciones denominadas "**edificios inteligentes**", en las grandes capitales de los países industrializados. Ellas cumplen con el viejo sueño del hombre de ser tratados, por personas o incluso por "robots", de manera eficiente y consentidora, disfrutando de espacios cómodos y agradables. **¿Que son edificios inteligentes?**

* Tecnólogo en Electrónica Universidad Distrital E.J.C,
Docente Adscrito a la Facultad Tecnológica de esta
Universidad

Son construcciones pensadas para el habitat del hombre en campos como la vivienda, recreación, trabajo, etc., diseñadas exclusivamente para mejorar de manera sustancial las condiciones de existencia en aspectos como la comodidad, organización y administración de recursos, seguridad particular y convivencia con otras personas. A la vez, son reflejo de la tendencia post-modernista de incorporar en un solo espacio físico las características y servicios de diversas edificaciones separadas. Así, podría trabajarse en el día, y en la noche ir a relajarse un poco en una piscina climatizada controlada por computador, todo con buenos índices de seguridad.

Se podría pensar en un sistema de edificio inteligente bajo



Figura 1. Parámetros para el Diseño de Sistemas de Edificios Inteligentes

De acuerdo con lo anterior, podría pensarse en un edificio inteligente como una construcción dotada de "habilidades", la cual es el fruto de la combinación tecnológica entre la ingeniería (en su sentido de diseño e implementación), la arquitectura, la informática y la electrónica (sensórica, automatización, control, telecomunicaciones). Otra característica fundamental en edificios de este tipo es que son de diseño modular, en contraposición a las construcciones tradicionales o monolíticas; esta característica es una necesidad, dado que la construcción debe ser capaz de responder a los avances tecnológicos incorporando nuevos recursos y campos de acción.

Para analizar un sistema de edificio inteligente debemos tener en cuenta, como se había mencionado anteriormente, las siguientes características:

- **Comodidad:** consistente en el manejo de iluminación de áreas comunes como pasillos, canchas de juego, baños, etc., calefacción adecuada, ascensores, escaleras eléctricas, entre otras. Los métodos utilizados en el control de iluminación constan básicamente de

sensores de tipo óptico, colocados pertinentemente en áreas críticas con el fin de obtener una señal que después de ser estudiada y traducida por un sistema **IPC** (*Industrial Personal Computer*) o simplemente por un microcontrolador, hacen que desvanecedores o "dimmers" aumenten o disminuyan la intensidad de brillo de una lámpara o la velocidad de un motor, en el caso de calefacción de piscinas comunales, saunas y demás.

Otra de las posibilidades de los sistemas controlados por IPC es la interacción con el operario en un lenguaje de alto nivel, para que éste pueda detectar con exactitud y rapidez cualquier situación anormal dentro del sistema. De esta manera se pueden hacer diagnósticos de procesos casi en tiempo real.

- **Seguridad:** cuando se habla de seguridad, directa o indirectamente se involucra el patrimonio económico y la salud de las personas; en este aspecto, una instalación de este tipo debe contar con un sistema de control de ingreso y estacionamiento de vehículos en sus parqueaderos, de tal forma que el usuario pueda acceder a un cupo por medio de pantallas que le indiquen en dónde existe espacio, así como la información acerca de espacios dedicados a vigilancia (VIP), personal nocturno, etc., detección, alarma y actuación ante calamidades naturales y/o intencionadas (incendios, temblores, inundaciones, etc.); detección y control de intrusos por medio de monitoreo con alarmas y sistemas de seguridad electrónicos; además, monitoreo de imágenes con sistemas de televisión privada con el fin de controlar el acceso de personas.

Para este fin existen actualmente recursos como tarjetas de identificación de tecnología magnética (ej. Tarjeta débito), o más recientemente las IntelliCards o tarjetas inteligentes, construidas con base en memorias EEPROM (memorias no volátiles o que no pierden la información con la falta de alimentación) y que se pueden trabajar Stand-Alone, es decir, que no requieren de terminales de recepción de datos comunicados permanentemente entre sí (On-line), pues cada tarjeta posee mecanismos de codificación y decodificación de procesos (microcontroladores) para el intercambio de información con otras tarjetas y centros de manipulación de información.

- **Confiabilidad:** es un factor importante el contar con los servicios sanitarios básicos (agua, luz, alcantarillado, gas, teléfono), con sistemas de almacenamiento y distribución con los controles de

calidad necesarios para garantizar al usuario final la ausencia de escapes a través de la infraestructura respectiva. Generalmente estos sistemas de control son manejados por Controladores Lógicos Programables (PLCs) conectados a redes independientes de alimentación, los cuales, previa programación y ayudados por sensores y actuadores (entradas y salidas), permiten la correcta manipulación de sustancias peligrosas al organismo humano como aguas residuales, gases tóxicos, etc. El sistema también puede ser conectado a una Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), aprovechando de esta manera la red pública de telefonía y permitiendo el aviso a los bomberos en caso de incendio o inundación.

- **Flexibilidad:** la construcción modular no significa de manera alguna Independencia entre los bloques constitutivos de la edificación, sino por el contrario, la incorporación de nuevos recursos tecnológicos, equipos, sistemas y funciones para que la construcción aprenda nuevas "*habilidades*". Para ello la infraestructura sobre la cual se monten las redes de comunicación y de tuberías de distribución, debe tener movilidad y recursos técnicos de planeación que permitan la adaptación de nuevas variables por controlar.
- **Administración:** para la implementación de unidades de gestión técnica y administrativa como restaurantes, droguerías, parqueaderos, control de servicios sanitarios, etc., un edificio inteligente debe considerar básicamente cinco puntos: la automatización del edificio y de las oficinas, telecomunicaciones, arquitectura e ingeniería. Este último punto hace referencia a la incorporación de características de ergonomía, planeación de espacio, aprovechamiento de la luz/agua, cableado, etc.

La arquitectura de los edificios inteligentes

La idea de modularización puede implicar la imagen de "pérdida" de espacio, dado que se requiere, por ejemplo, que entre cada piso exista un espacio encargado de permitir el paso de cableado y tuberías de servicios. Sin embargo, el fácil acceso a este espacio hace que el mantenimiento de la infraestructura sea de bajos costos, pues no hay necesidad de romper paredes. Esta característica permite además, el permanecer actualizados, al contar con el espacio físico para implementar nuevas tecnologías.

Algunos de los objetivos relacionados con la automatización de un edificio son:

- Reducir los costos relacionados con el uso de energía eléctrica y el mantenimiento de las instalaciones técnicas
- Aumentar el tiempo de vida útil de las instalaciones
- Ejercer mayor control sobre las edificaciones
- Proporcionar mayores condiciones de comodidad y seguridad
- Permitir la valorización de los predios
- Aumentar la productividad en el mantenimiento de los edificios
- Crear una red única, digital, para la transmisión y recepción de datos, voz e imagen
- Ampliar continuamente los recursos a través del montaje modular, incorporando nuevas tecnologías y mejorando los actuales.

Protocolos de comunicación empleados

El entrepiso es una de las características más importantes de estas edificaciones; generalmente en él se albergan una red RS-485, RS-422 ó PC, protocolos Token-Ring, colectores de datos, microcontroladores, controladores lógicos programables, computadores personales industriales, computadoras de escritorio, una red digital de servicios integrados (RDSI) y, en fin, todo un sistema informático y de soporte en hardware novedoso.

A continuación se realizará una breve explicación de las características de algunas de estas interfaces:

- **Interfaces seriales RS-422, RS-485:** se diseñaron inicialmente para comunicar físicamente computadores y terminales (microprocesadores, microcontroladores, PLC's, etc.); poseen grandes ventajas sobre las RS-232, como la longitud entre terminales (que puede llegar a los 1200 metros con tasas de velocidad de 10 Mbytes/ segundo), además del número de elementos conectados, denominados nodos, que van entre 10 transmisores/receptores en las RS-422, hasta cerca de 40 para las RS-485.

Otra ventaja radica en el uso de fuentes sencillas, a diferencia de las duales requeridas con el protocolo RS-232, el cual necesita como mínimo niveles comprendidos entre +3 y -3 voltios para la interpretación de los niveles lógicos necesarios (1 y 0) de la electrónica digital, previa conversión a lógica de 5 voltios con ayuda de circuitos

integrados como el MAX 232 ó MAX 233, por ejemplo, los cuales se han vuelto circuitos integrados muy populares para este tipo de aplicaciones. Las interfaces RS-422 y la RS-485 utilizan como medio de transmisión/recepción el par trenzado ó *twisted-pair*, el cual consiste básicamente en dos hilos conductores retorcidos entre sí, con el que se consigue buen aislamiento al ruido electromagnético. Este cable es del mismo tipo que el utilizado en las líneas telefónicas, esto representa un menor costo que el resultante en una transmisión con cable coaxial.

La diferencia más importante entre la RS-485 y la RS-422 radica en que la segunda establece una *comunicación full-duplex* con cuatro conductores, mientras que la RS-485 establece la comunicación *half-duplex* con solo dos hilos. Otra diferencia consiste en que en la RS-422 sólo puede existir un administrador por cada 10 receptores, por lo que se piensa en una red de maestros/esclavos, mientras que en la RS-485 pueden estar presentes hasta 32 administradores/receptores, por lo que cualquiera de los nodos puede ser el administrador de las comunicaciones, al encontrarse al mismo nivel.

La Figura 2 muestra las conexiones necesarias para establecer una comunicación *full-duplex* con un computador en una interface DB-9 para puerto serial y RS-422, utilizando un cable anulador de modem (*null-modem*), el cual provee la posibilidad de comunicarse sin protocolo si la distancia es menor a 15 metros; también es denominada como *zero-modem*.

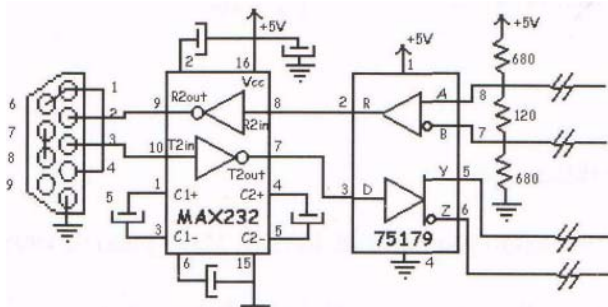


Figura 2. Conexiones Necesarias Para Establecer una Comunicación Full Dúplex

Para que la transmisión no tenga pérdidas considerables de información, el *twisted-pair* debe considerarse como una línea de transmisión, por lo que, para el caso del alambre AWG24, debe tenerse en cuenta una impedancia característica de 120 ohmios, dado que en una línea de transmisión, la carga debe tener la misma

impedancia de la línea; esa es la razón de la resistencia a la entrada de cada receptor.

Si la idea es el uso de microcontroladores, existen familias como las 8052 de Intel o la PIC 16C65 de Microchip que tienen puertos seriales con UART incorporadas, facilitando un poco el proceso, pues estos dispositivos utilizan lógica de 5 voltios. En la Figura 3 se muestra la forma de aplicación de microcontrolador PC con interface RS-485.

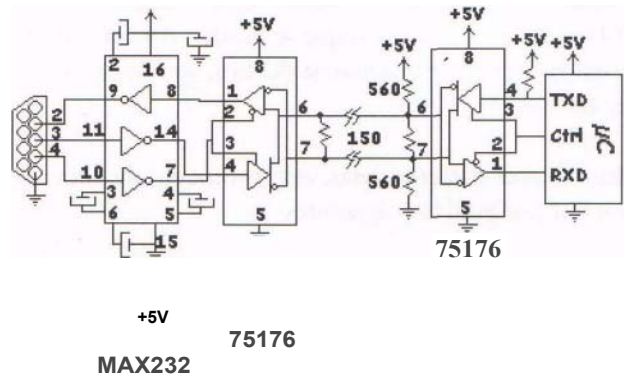


Figura 3. Aplicación de un Microcontrolador PC con Interface RS-485

Las ventajas de estas nuevas interfaces son indudables, pues resuelven problemas de pérdidas de datos en las líneas de transmisión, utilización de fuentes duales, circuitos integrados costosos y uso de protocolos difíciles de mantener. En aplicaciones de edificios inteligentes, son los PLC's y microcontroladores los encargados de enviar y recibir la información con ayuda de este tipo de interfaces.

Bus I²C. Existen básicamente dos formas de conectar equipos digitales para intercambiar información: la **serial**, en la cual los bits van secuencialmente uno detrás del otro, y la forma **paralela**, en la cual los bits se dirigen en grupos de 4, 8, 16, etc. Aunque típicamente se establece la comunicación por bytes (8 bits), la primera forma es más económica, pues implica solamente dos hilos, uno para recepción y otro para transmisión, además de una tierra común para establecer los voltajes de las señales que intervienen en el proceso. Sin embargo, la forma paralela es mucho más rápida, pues no necesita de ningún tipo de sincronismo, ya que actúa directamente sobre el byte o el nibble; obviamente resulta más costosa pues requiere mínimo de 9 hilos conductores (8 de datos y una tierra), además de presentar capacitancias debido a la existencia de muchas señales en cada una de líneas de transmisión,

por lo que es limitada a una distancia máxima de 15 pies, salvo colocación de repetidores de señal.

Phillips desarrolló hace algunos años un protocolo de comunicación llamado **PC**, el cual necesita solamente de dos señales y por ende solo dos líneas, la **SDA** (*Serial Data Une*) y la **SCL** (*Serial Clock Une*), las cuales son de carácter bidireccional. Ambas líneas son conectadas a resistencias de pull-up, con lo cual cuando están libres permanecen en estados lógicos altos; su velocidad de transmisión de datos es de 100 Kbits/seg. En el modo Standard, y de 400 Kbits/seg en el modo rápido. El número de elementos que se pueden conectar al bus está dado por la capacitancia del bus, aproximadamente de 400 pF.

Entre otras características, este protocolo de comunicación presenta las siguientes:

- Muy bajo consumo de potencia
- Alta inmunidad al ruido
- Amplio rango de voltajes de operación
- Amplio rango de temperaturas de operación.

La configuración típica de estas conexiones se presenta en la Figura 4.

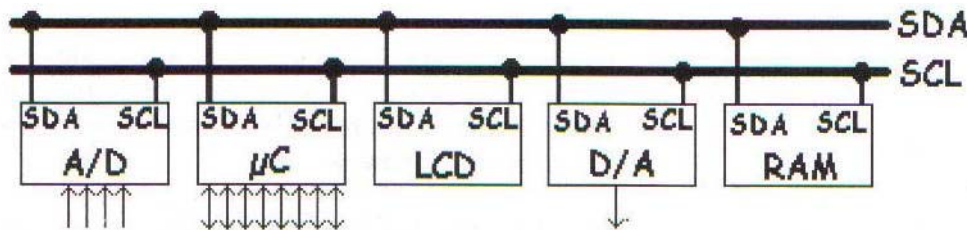


Figura 4. Configuración Típica de Protocolos de Comunicación I²C

Dentro de los términos manejados en el protocolo de comunicación PC se tienen:

- **Transmisor:** dispositivo que coloca datos dentro del bus
- **Receptor:** elemento que lee los datos del bus
- **Maestro:** dispositivo que inicia una transferencia, genera la señal de SCL y termina la transferencia
- **Esclavo:** elemento direccionado por un esclavo
- **Multimaestro:** sistema en el que pueden existir varios administradores de información sin que exista pérdida de información
- **Arbitración:** procedimiento en el cual, si dos maestros intervienen simultáneamente, sólo uno de ellos

logra su cometido sin que haya pérdida de la información

- **Sincronización:** procedimiento para igualar las frecuencias de reloj que intervienen en el proceso de comunicación de dos o más dispositivos.

El proceso de comunicación está dado por una dirección para cada dispositivo la cual es impuesta por el maestro; esta dirección es de 8 bits, pues el número máximo de dispositivos está dado por 2ⁿ bits, dando como resultado 256 circuitos integrados, pantallas LCD, memorias seriales, conversores Análogo/Digital, expansores de puertos de entrada salida del tipo PPI (conversores paralelo PC y viceversa), etc.; actualmente la misma Phillips tiene un catálogo de cerca de 150 circuitos integrados con protocolo PC.

Conclusión

Los procesos de incorporación de tecnología deben ser valorados como la inversión más importante. La necesidad de mejores condiciones de vida, comodidad, eficiencia en el trabajo y, sobre todo, la optimización de costos exigen ser los mejores para sobrevivir. Los edificios inteligentes, sin lugar a dudas, son uno de los elementos característicos de la modernidad, y tarde o temprano serán parte del entorno que nos rodea.

Bibliografía

Protección y seguridad. Revista. Mayo-Junio de 1995

Dyna. Revista. No. 3. Abril de 1995

Microcomputer Journal. Revista. Julio-Agosto de 1995

80C51 Based Microcontroller Data Book. Philips. 1995

CARBALLAR, José A. El Libro de las Comunicaciones con PC. Editorial Computec Ra-Ma, 1997