

Internet 0 en Entornos Residenciales

Pucheta Julián Antonio¹, Gallina Sergio Hilario¹, Villagrán Luis Daniel¹,
Beltramini Paola¹, Peretti Gaston², Felissia Sergio Francisco²

¹Departamento de Electrónica Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la
Universidad Nacional de Catamarca. Máximo Victorio 55- San Fernando del Valle
Catamarca – Catamarca (4700) Tel (03833) 435112 / e-mails:
sgallina@teco.unca.edu.ar, ldvillagran@hotmail.com

²Departamento de Electrónica de Facultad Regional San Francisco de la Universidad
Tecnológica Nacional. sergiofelissia@gmail.com

Resumen: En la actualidad se están desarrollando numerosos proyectos tendientes a conseguir “casas inteligentes” o viviendas domóticas. El desafío que se propone en este trabajo, consiste en desarrollar una propuesta de una red de módulos con las funcionalidades necesarias para el control automático e interoperabilidad de distintos equipos presentes en los hogares, sin la necesidad de un controlador central, tal cual es habitual encontrar en los sistemas domóticos ofrecidos en el mercado Argentino. Esto es dotar de mayor autonomía e inteligencia a cada nodo que forma parte de la red. Para la realización del proyecto se considera el concepto denominado “Internet de las cosas”, basados en nodos independientes, identificables y con el protocolo “Internet cero” embebido.

Palabras clave: Protocolo de comunicación - Domótica – Control – Automatización – Interoperabilidad – Sistemas embebidos

1. Introducción

Hasta hace algunos años atrás, pensar en un “hogar inteligente” en el cual las persianas se levanten a la mañana para que ingrese la luz solar, el aire se mantenga puro ni muy húmedo ni muy seco, el reloj nos recuerde la hora de tomar un medicamento, la heladera informe sobre la falta de algún alimento, era algo descabellado. En los últimos años, gracias al crecimiento tecnológico, esta concepción se ha modificado, y mediante la inclusión de Internet y la electrónica a nuestras vidas, como integradores de estas nuevas tecnologías, hacen factible el proyecto de la “casa inteligente” o “vivienda domótica”.

El mundo está siendo instrumentado e interconectado, a la vez que se vuelve más inteligente, por lo que pensar en esta realidad no resulta imposible. Sin embargo, este

cambio no esta asociado tan solo con el confort de manejar todo desde un control remoto, vía Internet o incluso desde el celular, sino además con la economía y la seguridad. Economía en cuanto al ahorro energético que se obtiene al evitar gastos innecesarios y en la seguridad que proporciona tanto a los bienes materiales como a las personas.

La Real Academia Española define Domótica como el “Conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda”. En la actualidad el concepto de domótica va mas allá de la simple automatización de las instalaciones, domótica, es el conjunto de sistemas interconectados, capaces de automatizar un inmueble, los cuales, deben estar integrados por medio de redes interiores y/o exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, cuyo control goza de cierta ubicuidad desde dentro y fuera del recinto [1]. La simple adición de TIC's en el hogar no puede ser considerada domótica, para que sea domótica, la condición necesaria es que además existan sistemas integrados que sean interactivos e independientes de las personas.

El gran problema a resolver es la comunicación o interfaz entre dispositivos, de forma tal de utilizar un mismo protocolo para todos los elementos, un mismo lenguaje que sea inteligible para todos los nodos sin importar el fabricante o medio físico por el que se interconecten. La actual demanda de dispositivos embebidos nos ha llevado a estudiar diferentes normas y protocolos, incluyendo X10 [2], HomePlug [3], LonWorks [4], CEBus [5], BatiBus [6], Modbus [7], JINI [8], OSGI [9], KNX [10], USB [11], Bluetooth [12], 802.11 [13], ZigBee [14], entre otros. Si bien cada uno de ellos ha sido optimizado para un dominio particular, todos se enfrentan a muchos problemas similares como son: la configuración de la red hogareña, la falta de conocimiento de los habitantes del hogar para configurar la red, la falta de estandarización de los equipos y las dificultades de escalabilidad.

Con una visión distinta, nuestro objetivo es trabajar para proponer implementaciones que ayuden a crear una instalación de base para toda vivienda u hogar, que aproveche la flexibilidad y la integración de sistemas que nos brindan las tecnologías aplicadas en la automatización y que no sólo considere aspectos de confort, sino que agregue elementos de interés social y comunitario.

Bajo esta concepción de los sistemas domoticos, basado en la integración de los sistemas del hogar, que liberen a las personas de “pensar” en el control de las instalaciones, debiendo dotarse a las mismas de la “inteligencia” necesarias para interactuar entre ellos, y del estudio de los diferentes protocolos utilizados en entornos residenciales que fueran mencionados anteriormente, nos centraremos en el denominado Internet 0.

2. Situación Actual De La Domótica

Un pequeño resumen de la situación en Estados Unidos de América, Europa, Asia y Argentina, se muestra a continuación:

EEUU: su orientación es hacia el hogar interactivo con servicios como tele-trabajo y tele-enseñanza. Ha sido el primer país en promover un estándar domótico el CEBus

(Consumer Electronic Bus) al que han adherido 17 fabricantes americanos. [15], [16]

Japón: en la actualidad la orientación es hacia la máxima automatización del hogar, la asociación más activa del Japón es la EIAJ (Electronic Industries Association of Japan) con su proyecto de bus 'Home Bus System'. [15], [16]

Europa: En Francia se han incorporado y suman sus esfuerzos las asociaciones de constructores, la industria eléctrica, electrónica e informática. En España la iniciativa más importante la están llevando a cabo empresas eléctricas. [15], [16]

Argentina: la oferta de la domótica en el mercado nacional ha ido evolucionando lentamente y se evidencia con la aparición de empresas (Trikom Ingeniería, Argon, i-House, Casa Robótica, Confort House, Elecei Domótica, Intelhome, Tecno Homes, Solimation) [17], conferencias, cursos ("Domótica mediante controlador programable LOGO", "Domótica a distancia") y páginas de internet referidas al tema.

No obstante, la oferta domótica actual en nuestro país está centrada principalmente en los aspectos de seguridad y control automático, y su aplicación se ha orientado a viviendas nuevas por las características de complejidad que se supone respecto de las instalaciones a realizar.

Respecto de preferencias de los consumidores de estas tecnologías en Argentina, y debido a la falta de información estadística confiable, adoptamos como válida la información recogida del mercado Español, donde queda en evidencia que el interés en los aspectos mencionados alcanza al 55% la seguridad y control automático, como se muestran en la figura 1.

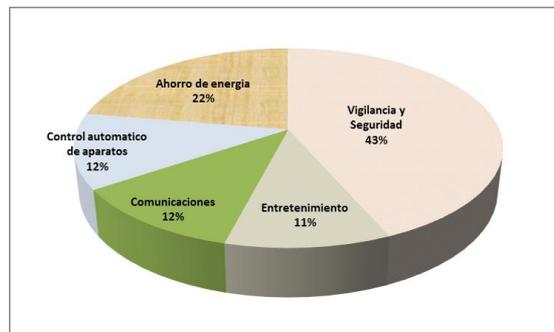


Fig. 1: Funciones requeridas para una vivienda domótica en Europa (Fuente: Consejo superior de investigaciones científicas – España) <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>

Esta concepción de la domótica por parte de Empresas que ofrecen este servicio ha llevado a que la mayoría de los equipos de un hogar tienen poca posibilidad de interconexión entre ellos, dependiendo de una central de control que debe ser operada por los residentes de la vivienda.

3. El Internet Cero (I0)

La expresión Internet 0 nace con el proyecto domótico “Media House” [18], llevado a cabo en Barcelona, y propone una reducción de las velocidades de la internet actual, y en una simplificación de las capas OSI como una forma de reducir el uso del canal de comunicaciones, simplificar el hardware y de ajustarse a los verdaderos requerimientos de los sistemas domóticos donde no se necesitan de alta definición de video ni de grandes bases de datos.

En los laboratorios del MIT (Massachusetts Institute of Technology), un grupo de investigadores del grupo Center for Bits and Atoms, entre ellos Niel Gershenfeld, propone reducir la Internet-1 (la actual) a sus protocolos básicos, para convertirla en un estándar para la comunicación entre dispositivos de uso cotidiano; la llaman “Internet-0”. [19], [20], [21]

El MIT identifica siete principios básicos o rectores del Internet 0 (I0), que son:

1) Llevar el protocolo de Internet a todos los dispositivos, 2) Todo el protocolo debe estar embebido en un microprocesador, 3) Permitir que los dispositivos se comuniquen entre sí directamente y eliminar la necesidad de servidores centralizados, 4) Que sea público e identificable, un dispositivo no sólo a la red virtual, sino también a la física, 5) Reducir la velocidades de las redes para simplificar el acceso a la misma, 6) Utilizar el mismo esquema de modulación a través de diferentes medios de comunicación para que los diseñadores de dispositivos queden libres de elegir su medio preferido, 7) Impulsar la política de ingeniería de estándares abiertos. [19], [20], [21], [22]

Para cumplir con los principios enunciados, la implementación del I0 se ha pensado como una capa física de poca velocidad diseñada para encaminar '*IP sobre cualquier medio*', poniendo énfasis en la simplicidad y responde a las siguientes consideraciones de diseño:

1* IP al nodo (IP tole af nodes): todos los dispositivos (actuadores y sensores) tienen que tener acceso a la red. Cada dispositivo será en sí un elemento de Internet.

2* Reducir la cantidad de capas del protocolo (Compiled standards): solamente tres capas del protocolo OSI son necesarias.

La utilización de un reducido código permite elegir una cantidad mínima de capas, lo cual posibilita disminuir los tiempos de procesamiento computacional.

Las capas más altas de una red de Internet 0 suelen ser: Serial Line Internet Protocol (SLIP), Internet Protocol (IP), descartando las capas User Datagram Protocol (UDP) y Transmission Control Protocol (TCP) que forman parte del Internet 1.

En la figura 2 se muestra el grafico comparativo del protocolo I0 versus Internet 1.

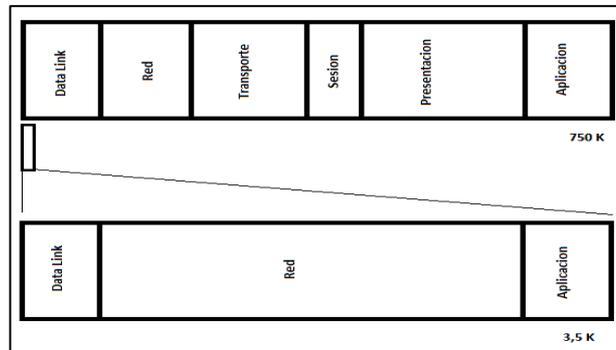


Fig. 2: Internet vs. Internet 0

3* No se necesitan servidores (Peers don't need servers): cada dispositivos del sistema tiene que tener la capacidad de comunicarse entre si, sin servidores, y no hacer uso de base de datos para poder funcionar. Un sistema que necesite para su funcionamiento un complejo sistema de servidores o centrales domóticas, no cumpliría con lo que se pretende para un "hogar inteligente".

4* Identificación de dispositivos (Physical identity): cada dispositivo tiene que estar unívocamente identificado en la red. I0 utiliza la llamada *zero configuration* para la obtención de una dirección IP y una cadena de 128 bit aleatoria para la dirección MAC.

5* Bits grande (Big bits): los bits de I0 son más grandes que los de la red de computadoras. El tamaño físico de los bits (que son pulsos eléctricos, de radio o de luz), es el tiempo que tarda en enviar un pulso, multiplicado por la velocidad a la que se desplaza (que es típicamente alrededor de la velocidad de la luz). Cuando los datos se transmiten lentamente, el tamaño de los pulsos es grande, lo que simplifica enormemente el funcionamiento de una red de computadoras, mientras que pulsos pequeños generan interferencias fuera de las interfaces. Por lo tanto, no requieren concentradores y otros equipos especiales. En la actualidad los pulsos son menores a 30 cm de largo para una taza de transmisión de datos de 1 Gigabit por segundo. Si la red es más grande que eso, los problemas surgen en las interfaces entre las piezas de la red, generando señales espurias.

Por otra parte, dos equipos que empiezan a transmitir al mismo tiempo no pueden descubrir la colisión hasta después de haber enviado muchos bits. Esa es la razón por la cual redes de alta velocidad requieren cables especiales, centros activos, transceptores rápidos, etc. Pero para una velocidad de 1 segundo por megabit, que es aproximadamente la velocidad de un módem por cable en casa típica o una conexión DSL (suficiente para la respuesta de una lamparita de luz), un bit es aproximadamente 300 metros de largo que puede abarcar un edificio completo de la red. Ahora ya no se generan ruidos en las interfaces.

6* Modulación punto a punto (End-to-end modulation): la información está asociada a la aparición de un evento (impulso), no es necesario tener en cuenta la frecuencia, la amplitud, ni la fase de la señal. Una de las principales ventajas de este

planteamiento es que los encaminadores (routers) llegan a ser muy sencillos. Sólo son necesarios un sensor, un reformateador de pulso y un transmisor.

Un paquete en I0 se envía en serie como caracteres ASCII convencionales. Por ejemplo, los códigos de carácter binarios para la letra I y el número 0 son 01001001 y 00110000, por lo tanto "I0" escrito como I0 impulsos es:

||| - - | | - | - - | | - | - - | | | | | | - | - - | | - | - | - | - | |

Fig. 3: "I0" en grafica de impulsos

7* Estándares abierto (Open standards): El Internet ha crecido tan rápido a causa de sus estándares abiertos. No se necesitan pagar licencias para desarrollar el hardware y el software en el Internet, mientras permanezcan compatibles con el protocolo de Internet, impulsando la política de la ingeniería de estándares abiertos para difundir el desarrollo de diferentes servicios de redes en lugar de diferentes arquitecturas de redes, por lo tanto cualquiera puede modificar el código para utilizarlo.

4. El I0 En Entornos Residenciales

4.1 Contenidos mínimos para domótica en Argentina

En la actualidad existe paulatino interés por estudios de arquitectura y centros de especialistas, para la incorporación de tecnología al hogar. La reducida cantidad de productos comerciales o su escasa difusión han hecho que hasta el momento solo algunos arquitectos y diseñadores hayan incorporado esta tecnología en sus proyectos de viviendas y no los ofrecen, sino es a solicitud del cliente.

No obstante, la Comisión Domótica del CIEC (Colegio de Ingenieros Especialistas de Córdoba) presentó en Octubre de 2011 la última actualización de la "Guía de contenidos mínimos para la Elaboración de un proyecto de domótica" [2], donde se detallan los aspectos básicos que se deben tener en cuenta al momento de encarar una instalación domótica (arquitectura, topología, tipo de enlaces, protocolos). Entre los aspectos generales destacados esta comisión aconseja:

- El proyecto en general debe encararse y diseñarse respetando los estándares internacionales de domótica.
- Los productos realizados por diferentes fabricantes deben poder ser combinados entre si.
- Se debe poder garantizar el mantenimiento y las ampliaciones futuras con la instalación de nuevos equipos.
- Se recomienda utilizar protocolos estandarizados a nivel mundial, de esta manera se evita cualquier tipo de incompatibilidad entre productos de diferentes fabricantes.

4.2 Caso de estudio

Para el desarrollo de una propuesta de instalación domótica para hogares digitales, se presenta el desafío de interoperabilidad y enrutamiento de subsistemas provistos por diferentes proveedores y marcas, liberando a los habitantes del hogar a “pensar” en el sistema.

Para dar solución a estos problemas se ha encarado el desarrollo de nodos autónomos, fiables, identificables y adaptables a una variada topología y medios de transmisión, sin perder de vista las compatibilidades logradas. El término nodo representa una unidad compuesta por procesadores que ejecutan una o más tareas relacionadas con la aplicación, incluyendo las funciones de comunicación. Cada uno de estos nodos se ha planteado con capacidad para:

- Eliminar interfaces mediante una representación única para todos los subsistemas.
- Eliminar el control maestro o central de operaciones.
- Software embebido libre de mantenimiento.
- Posibilidad de monitoreo mediante PC, Tablet o Smartphone.
- Protocolo de comunicación conocido por los fabricantes de equipos del hogar y de bajo costo en el uso de los recursos de la red.
- Estandarización del diseño con independencia de marcas y equipos.

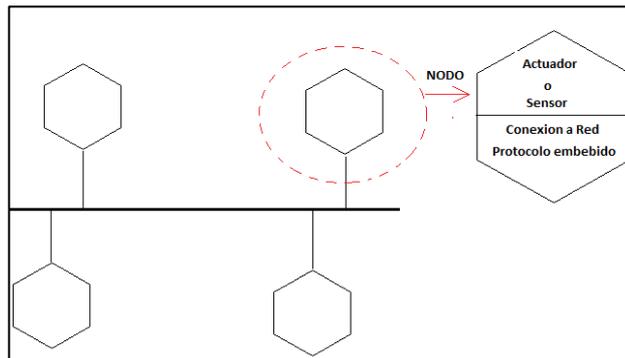


Fig. 4: Arquitectura de entornos residenciales

La adopción del protocolo Internet cero (I0) nos permitió ensayar una red que cumple con las premisas impuestas. La Figura 4 muestra la topología elegida para el estudio donde el bus está implementado sobre la línea de alimentación principal del sistema (48 Voltios) y la lógica se encuentra embebida en un microcontrolador y se basa en la codificación Manchester a muy baja velocidad (figura 5).

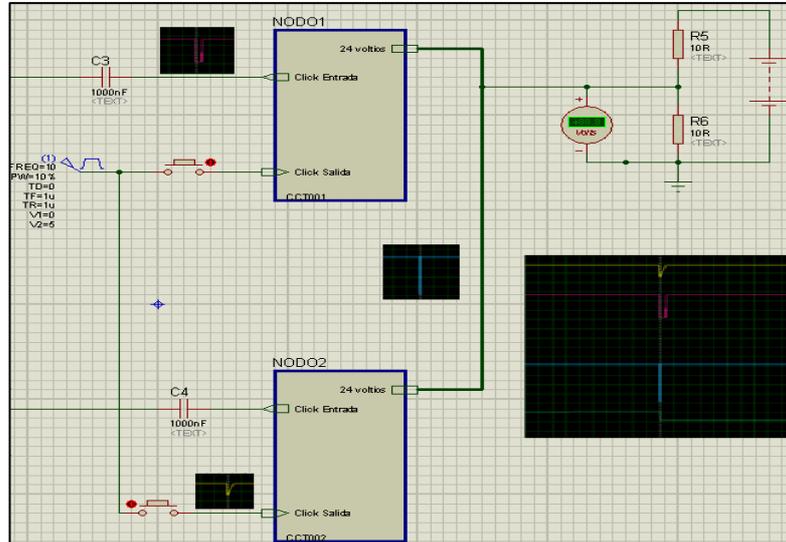


Fig. 5: Nodos de ensayo y señales encontradas (Azul: señal en el bus; Amarillo: señal generada; Rojo: señal detectada)

En cuanto a la Topología (forma en que está diseñada la red, bien físicamente o bien lógicamente) y Tipos de Enlace, el IO permite utilizar la conexión existente del Internet 1, por lo que se adapta a las distintas propuestas que el CIEC realiza en su guía.

5. Conclusiones

Basados en la situación descrita en el apartado 2 “Situación Actual de la Domótica”, podemos afirmar que la industria de la construcción está dispuesta a aceptar la vivienda domótica como una alternativa de negocio viable y el usuario está dispuesto a invertir en comodidad domótica, queda salvar la barrera burocrática de estándares para conseguir que todos los sistemas desarrollados por los fabricantes de equipamiento para el hogar, sean homogéneos.

Internet 0 es viable para los sistemas simples debido a que: La conexión en red de dispositivos simples es realmente factible; la reducción del costo por nodo es significativo; la visibilidad que un administrador de red puede tener con Internet 0 es mucho mayor que en otros protocolos de ambientes domóticos.

Debe explorarse el uso de Internet 0 en los dispositivos de mayor complejidad y dispositivos de interfaz máquina/personas.

6. Referencias

- 1 Comisión Domótica, Colegio de Ingenieros Especialistas de Córdoba, “Guía de contenidos mínimos para la Elaboración de un proyecto de domótica”, fecha de actualización 05/10/2011.
- 2 X10 Ltd, solidimation, <http://www.x10.com/homepage.htm>
- 3 Home Plug Powerline Alliance, www.homeplug.org
- 4 Lon works, <http://domotica.net/lon/>
- 5 Grayson Evans, “CEBus demystified”, Mc Graw Hill (2001)
- 6 Laura Tremosa, “Mundo de la domótica: nuevas tecnologías para el hogar, la oficina y la industria”, ISSN 1575-670X, N° 35, págs. 28-29. (2001)
- 7 Modbus Community. <http://modbus.control.com/>
- 8 JINI Community <http://www.jini.org/>
- 9 OSGI Alliance <http://www.osgi.org/> La OSGi Alliance es un consorcio mundial de innovadores en tecnología.
- 10 Asociación KNX, <http://www.knx.org/>
- 11 M. Cabeza, P. Cruz, A. Díaz, M. J. Fresneda, “Protocolo USB aplicado a placas con microcontroladores”
- 12 Bluetooth Consortium www.bluetooth.com
- 13 IEEE 802.11, Wi-Fi, www.wi-fi.org
- 14 Zigbee Alliance, www.zigbee.org
- 15 Junstrand S., Passaret X., Vazquez D. “Domótica y hogar digital”, Thomson. (2005)
- 16 Alfonso Recuero, “Estado actual y perspectivas de la domotica”, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC)
- 17 “Solidmation Argentina“ <http://www.solidmation.com/domotica-arquitectura.shtml>
- 18 “The Internet of Things” Gershenfeld N, Krikorian R and Cohen D, Scientific American. Octubre (2004)
- 19 Krikorian R., “Internet 0: Present”, en <http://cba.mit.edu/projects/I0/>
- 20 www.media.mit.edu/physics/publications/papers/04.10.sciam/ (2010)
- 21 “Ieee Circuits & Devices Magazine”, september/october 2006 Pág. 48/55
- 22 R. Krikorian & N. Gershenfeld. “Internet 0, interdevice internetworking” 278 BT Technology Journal • Vol. 22 n° 4 • Octubre de 2004