CAMINO AL HOGAR INTELIGENTE

(PATH ON INTELLIGENT HOME)

Marco Ferreira Gili, Presidente de ARD
Asociación de Robótica y Domótica. Facultad de Informática.UPM

Fecha de recepción: 23-XI-04

ESPAÑA 106-12

RESUMEN

En la actualidad ya se conocen numerosos proyectos de casas inteligentes como Casa Internet en Madrid [1] o su homónimo británico en Watford [2] , y más actual el proyecto Solar Decathlon [3]. Gracias a estas propuestas, el mercado de la domótica, poco a poco, se abre paso para llegar a ser lo que un día podríamos llegar a llamar, el "hogar" inteligente. Si bien es cierto que en los últimos años el crecimiento y avances tecnológicos han dotado a los edificios de nuevos sentidos, queda lejos la visión de un confortable hogar donde la cafetera advierta nuestro despertar o la puerta de entrada sugiera su cierre tras nuestra marcha. Un camino por recorrer se abre ante nosotros, que no terminará hasta que todos los pasos se tomen en una misma dirección.

Existen muchas tendencias y posibilidades domóticas que desgranaremos en este artículo. Múltiples opciones para un mismo fin. El control, o, mejor dicho, la capacidad de decisión de pequeñas partes de nuestro hogar u oficina para una mejor habitabilidad o incremento en la productividad.

SUMMARY

Today there are many projects related to intelligent houses such as Casa Internet, Madrid 2001 or its british equivalent in Watford, and most recently the Solar Decathlon´s project. Thanks to these proposals the domotic market gently opens to one day become what we could call as the intelligent "home". Thought out the last few years, huge technological improvements have provided the buildings with brand new senses. However ,the idea of a comfortable home where the coffee maker would notice our awakening or the entrance door would suggest it's closure after we leave, is still far away. A new path is opening in front of us, one that won't end until all the necessary steps will be taken in the same direction, the merging of interfaces in the field of domotics.

There are many domotic tendencies and possibilities discussed in this article, many options for one very same goal, control. Or even better, the capability of decision of tiny parts or hour home or office for a better and richer living experience.

1. INTRODUCCIÓN

En los años 70, mientras en el mundo Sony, con su Betamax, se enfrentaba en duelo con VHS (inicialmente de JVC) por dominar el mercado de la *grabación en cinta* [4], aparecieron los primeros dispositivos dedicados a la automatización. Las guerras por los formatos de grabación durante los 70 y 80 entre Betamax y VHS pueden ayudarnos a comprender mejor lo que sucede en la actualidad con los estándares de interconexión Domótica.

El gran problema que subyace es la comunicación o interfaz (programa informático que permite a éste comunicarse con el usuario o con otras aplicaciones permitiendo el flujo de información) entre dispositivos, bien sean máquinas de café, tostadoras o complejos sistemas de climatización o control del edificio. La guerra de los formatos vuelve a aparecer. Pongamos que un usuario final compra un nuevo electrodoméstico y desea que sea controlado por una central domótica. Si el mismo usuario, meses más tarde, adquiere un nuevo dispositivo que también desea controlar, debe asegurarse que sea compatible con su actual sistema o bien contratar los costosos servicios de técnicos y dispositivos de traducción de interfaces. Esto no anima a los fabricantes a querer implantar dentro de sus aparatos la ya existente tecnología domótica, por miedo quizás a quedar fuera del formato más fuerte. Finalmente esto desemboca en una demanda nula por parte del consumidor que no desea tener que invertir grandes sumas en actualizar su *central domótica* cada vez que un nuevo electrodoméstico entra en su hogar. Esta incompatibilidad, unido al coste y a que se consideran dispositivos difíciles de usar, ha relegado estos artículos a la categoría de lujo, frenando el desarrollo del mercado domótico en España a un paso muy alejado del esperado.

Informes de la Construcción, Vol. 56, nº 494, noviembre-diciembre 2004

El reciente auge en los ordenadores personales así como mejora en la integración han hecho que la capacidad de proceso (para centralitas) y el espacio de los sensores/actuadores ya no sea un problema. Estos dos avances dejan sólo un obstáculo por salvar (al menos tecnológicamente hablando), el utilizar un mismo protocolo de control 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.

2. PROTOCOLOS DE CONTROL

A lo largo de los años han ido apareciendo una cantidad abrumadora de estándares destinados a la interconexión de aparatos domésticos; entre ellos X-10, LonWorks, EIB, CEBus, BACnet, ZigBee, Bluetooth, IrDA, etc. Recuerda a lo que sucedía hace 40 años, cuando Arpanet (Avanced Research Project Agency Network) efectuaba sus primeras conexiones entre equipos tropezando con el mayor de los obstáculos que tendría que salvar para convertirse en lo que hoy conocemos como Internet. Existían numerosos tipos de redes de datos, así como de ordenadores con especificaciones propias de cada fabricante. Uno de los grandes logros de Internet fue excluir de las especificaciones los parámetros que dependieran de la tecnología, de ese modo la evolución de los equipos físicos no obligaría a modificar la arquitectura básica de la red [5].

Este problema tiene hoy reflejo en las redes domésticas dedicadas al control de dispositivos; cientos de fabricantes, y numerosos protocolos de control, pero un coste asociado a la interconexión demasiado elevado. La solución bien podría heredarse de los protocolos y modos de comunicación de Internet, para conseguir que aunque un fabricante evolucione un electrodoméstico, siempre pueda formar parte de nuestra red domestica o HAN (Home Area Network).

A continuación resumiremos brevemente algunos de los protocolos más importantes, aunque no únicos, en cuanto buses domóticos.

X-10

Uno de los protocolos más antiguos. Capaz de transmitir datos por la red eléctrica de baja tensión a muy baja velocidad (Figura 1).

Entre sus ventajas podemos destacar las siguientes: al hacer uso de la red eléctrica de cada casa, no necesita de un cableado propio, ahorrando en obras e instalaciones. El coste de cada dispositivo es reducido y su sencillez de manejo hace que no se requiera ningún técnico para su instalación (un simple interruptor sirve para asignar las funciones). Esto hace de X-10 un medio ideal para instalaciones reducidas.

Figura 1.- Mando y actuadores, programados mediante ruedas de direccionamiento.

Como desventajas señalar que pueden existir casos de dispositivos que interfieran con otros X-10 de vecinos. El ruido e interferencias le afectan.

El protocolo X-10, puede ser utilizado por otros fabricantes previo pago de un royalty muy bajo de sus CI (Circuitos Integrados), lo cual permite que se hagan desarrollos tomando esta tecnología como protocolo de control.

X-10 ha evolucionado para ofrecer, además de sus característicos dispositivos sobre líneas de corriente, kits como el *ActiveHomePro* que, mediante módulos inalámbricos, pueden gestionar a través de un PC los diferentes actuadores X10 del domicilio.

KNX

Impulsado por la Konnex Association (BCI, EIBA y EHSA) es la iniciativa de creación de un único estándar europeo para la domótica. El estándar se basa en la tecnología EIB y modos de configuración de EHS y BatiBUS. Esta unión beneficiará a usuarios y fabricantes ya que se pretende que exista un único estándar abierto para toda la industria europea y con precios de dispositivos lo suficientemente competitivos.

El estándar KNX ha sido aprobado, bajo la EN 50090, como el primer sistema de control para viviendas y oficinas, sin royalties y con una plataforma de hardware independiente.

El estándar KNX es desarrollado por los miembros de la Asociación Konnex (Figura 2) [5].

Figura 2.- Logotipo de Konnex Association.

KNX tiene tres factores a su favor. El primero y probablemente más importante, la interoperabilidad. La Konnex Association representa a más de 200 compañías en el mundo (fabricantes electrónicos, operadoras eléctricas y de telecomunicación, instaladores de sistemas, etc.). En segundo lugar, la calidad, ya que los productos deben cumplir el ISO-9000 y EN 50090-2-2, y, por último, el hecho de que KNX se haya elaborado basándose en los tres sistemas más utilizados en Europa (EIB, EHS y BATIBus). KNX está pensado para utilizarse sobre diferentes tipos de medio físico. Líneas de corriente, par trenzado, Ethernet e inalámbricas. Aprovechando las normas EIB, BATIBUS y EHS equivalentes en cada caso.

El estándar KNX contempla tres modos de configuración (en función de la complejidad de la instalación):

a) Modo Automático o Modo A, donde no se requiere ningún tipo de configuración adicional. El usuario o instalador inserta el dispositivo en el BUS y éste se autoconfigura.

b) Modo Fácil o Modo E, donde los dispositivos vienen configurados de fabrica para desarrollar una función especifica y únicamente se deben asignar unos pocos parámetros básicos para su funcionamiento en el sistema.

c) Modo sistema o Modo S. Donde es necesario un plan de proyecto e ingeniería, así como la configuración del todos los dispositivos KNX/EIB con las herramientas de desarrollo ETS.

EIB (European Installation BUS)

El Bus de Instalación Europeo EIB es un completo sistema integrado de automatización y control de edificios y viviendas, destinado a la aplicación de soluciones gradualmente compatibles, flexibles y rentables. Debido a su versatilidad funcional, su uso no se reduce a las instalaciones simples y limitadas sino que también proporciona soluciones para el sector del edificio completo.

Las siglas EIB representan la tecnología de instalaciones de edificios más innovadora en Europa (European Installation BUS) promovida desde 1990 por el grupo de fabricantes que engloban la EIBA (Asociación EIB). Así, el EIB nació de las exigencias de mayor flexibilidad y comodidad en las instalaciones eléctricas, unidas al deseo de minimizar las necesidades de energía.

Las empresas participantes en EIBA garantizan que sus productos sean compatibles con el bus. Por ello se pueden emplear en una instalación EIB aparatos de distintos fabricantes con total interoperabilidad.

El bus de control (medio de transmisión por pares trenzados -"Twisted Pair"- TP) se tiende paralelo al cableado de 230 V. Esto implica:

a) Una reducción considerable de la cantidad total de cable instalada, en comparación con una instalación convencional (hasta un 60%);
b) Un incremento del número de funciones posibles del sistema;
c) Una mejora en la claridad de la instalación.

Este conductor:

I. conecta las cargas y los interruptores que las controlan ;
II. suministra alimentación a los componentes bus, en la mayoría de los casos.

Al disponer todos los componentes bus de su propia inteligencia, no resulta necesaria una unidad central de control (ordenador o centralita). Por lo tanto, el EIB puede ser utilizado tanto para pequeñas instalaciones (viviendas) como en proyectos mucho más grandes (hoteles, edificios administrativos).

Gracias a la flexibilidad de la tecnología EIB, cualquier instalación puede ser fácilmente adaptable a las necesidades cambiantes del usuario.

Igualmente, resulta posible implementar el sistema EIB en la red de 230 V existente ("Medio de transmisión Powerline" -EIB PL) y, en el futuro, vía radio (Medio de transmisión por "Radio Frecuencia"- EIB RF) [7] aunque el más extendido es el EIB.net sobre Ethernet.

Existe ya una amplia gama de electrodomésticos con interfaz EIB disponible que pueden ser gestionados y programados desde dentro de la casa, o remotamente a través de una pasarela residencial.

Uno de los factores de valor añadido que presenta EIB (así como KNX) es el software ETS (EIB Tool Software) para proyecto y puesta en servicio.

LONWORKS

Echelon presentó la tecnología LonWorks en el año 1992. Es una tecnología de control domótico propietaria. Es muy robusta y fiable, por lo que es muy apropiada para la automatización industrial. Ha tenido gran aceptación en el mercado americano, y aunque en el europeo presentarán el BJC basado en Lonworks, ha tenido menos aceptación.

Lonworks posee su mayor fuerza y flaqueza en un mismo punto, su Neuron Chip. Los sistemas Lonworks son denominados por Echelon como *arquitectura* abierta, aunque distan de serlo en la realidad ya que cualquier fabricante que desee desarrollar un dispositivo basado en esta tecnología, debe comprar un microcontrolador cerrado llamado Neuron Chip. El hecho de que Echelon controle la producción y firmware que implementa el protocolo

Informes de la Construcción, Vol. 56, nº 494, noviembre-diciembre 2004

Longtalk hace que los precios de los dispositivos para uso doméstico no se hayan rebajado de coste a lo largo del tiempo, haciendo que esta tecnología esté presente únicamente en desarrollos donde la fiabilidad prima por encima del coste, debido a su arquitectura descentralizada que permite distribuir la inteligencia del edificio entre sensores y actuadores, sin necesidad de una unidad central que controle el sistema.

Por otra parte, Lonworks es increíblemente fiable y su experiencia en el mercado hacen de este protocolo un sistema muy maduro. Una de sus grandes virtudes es que implementa el sistema OSI del modelo de referencia al completo, por lo que las retransmisiones, en caso de fallo de comunicación o sistemas de seguridad, están ya implementados en esta solución.

Dentro de las ventajas del Neuron Chip podemos destacar que:

a) Hace uso de un ID propio que le identifica dentro del sistema de forma única.
b) El modelo de comunicaciones es independiente del medio físico por el que se transmite.
c) El protocolo LonTalk, proporciona servicios de extremo-a-extremo [8-9].

BatiBUS

Ha estado muy presente en los antiguos sistemas de controles industriales franceses y en la actualidad está en proceso de convergencia con KNX.

El cable físico se puede instalar formando diferentes topologías, desde estrella o anillo a un simple bus. Se deben asignar direcciones únicas a cada nodo dentro de la misma subred.

Es un protocolo totalmente abierto, por lo que cualquier fabricante interesado en adoptarla podría hacer uso de ella.

El sistema de transmisión de datos recuerda al utilizado en los sistemas CAN (Controller Arean Network), muy extendidos dentro del mundo del automóvil, donde se permite que todos los dispositivos hablen simultáneamente, pero, en caso de colisión, sólo queda en el bus aquél con mayor prioridad.

Al igual que X-10, todos los dispositivos BatiBUS disponen de interruptores que permiten asignar una dirección física y lógica que identifican a cada dispositivo conectado al bus [8-9].

EHS

Al igual KNX o EIB, este protocolo ha sido otro intento por implantar en el mercado europeo un estándar de protocolo abierto de forma generalizada dentro del sector residencial y empresarial. En 1992 EHS cuyas siglas corresponden a *European Home System,* ofreció un protocolo bastante completo basado en niveles 1, 2, 3 y 7 de OSI. Dado su bajo coste comparado con otros protocolos como Lonworks o BatiBUS, EHS, así como la EHSA (Asociación de EHA), tiene como objetivo principal cubrir el espacio dejado por sistemas de alto coste y prestaciones (Lonworks) y los de menor coste pero funcionalidad limitada como X-10.

Actualmente se instala sobre diferentes modelos de par trenzado, ondas portadoras, radiofrecuencia e infrarrojo.
Su foco de acción comprende numerosas empresas del sector de línea marrón y blanca.

Recordemos que EHS converge en KNX junto con EIB y BatiBUS [8-9].

3. VOLVER LA VISTA A INTERNET. INTERNET-0

En la primera parte de este artículo hemos hablado de los estándares que actualmente pretenden dominar el mercado de la domótica. Fabricantes, distribuidores e instaladores unidos para conseguir *hablar el mismo lenguaje*.

En los últimos cuatro años otro grupo de investigación ha puesto sobre el tapete una propuesta ajena (al menos conceptualmente) a cualquier otra idea anterior. El famoso grupo del MIT *Center for Bits and Atoms* habla de una Internet nueva, o mejor dicho, de reducir a Internet-1 (la actual) a los huesos, para convertirla en un estándar para la comunicación entre dispositivos de uso cotidiano; la llaman Internet-0.

El proyecto Internet-0 nace bajo la demanda de integrar los sentidos e inteligencia de una vivienda no como si fuesen ocurrencias de ultima hora en la arquitectura (actualidad) sino como parte intrínseca de la estructura y mobiliario, y, por encima de todo, con la premisa de que cualquier tentativa que requiera a un ingeniero o experto en redes para cambiar una bombilla, esta condenada al fracaso.

Cuando John Romkey (Figura 3) en 1990 conectó su tostadora a Internet, proclamándolo como el primer dispositivo en Internet parecía evidente que, en pocos años, Internet entraría de lleno en los hogares del primer mundo.

Quince años más tarde, si a un experto en domótica se le solicitara un proyecto similar, los materiales que utilizaría

Figura 3.- Tostadora de Romkey [11].

serían similares. Una tostadora, un relé (interruptor electrónico) y un ordenador personal conectado a Internet. Si deseamos controlar dos tostadoras en diferentes edificios, el coste del sistema se duplicaría.

Pensemos por un momento, en una cantidad aproximada en la que presupuestamos este sistema de dos electrodomésticos. Únicamente con los dos ordenadores personales estaríamos alrededor de los 1500 •, sin contar conexiones a Internet, routers y/o switches, cableado y material electrónico adicional. Por otra parte, el consumo eléctrico de los dispositivos para hacer funcionar una simple bombilla o tostador no deberían llegar a aproximarse o superar el consumo de la propia bombilla (fuentes de alimentación de ordenadores, discos duros, pasarelas de Internet, etc.). Sería ridículo pagar más por el consumo del sistema domótico que por tener la bombilla 24 horas encendida.

Este ejemplo no hace más que mostrarnos la cruda realidad: Internet ha fallado en conseguir que los denominados dispositivos *pequeños* (bombillas, enchufes, etc.) se conecten y sean controlados desde la red de redes [5]. Pero es que conducir un Ferrari conlleva gastos asociados si pretendemos ir a comprar pan a la tienda de enfrente (gasolina, aceite, aparcamiento, etc.). Seamos prácticos.

La justificación de este elevado coste viene de Internet-1. Internet ha evolucionado para ofrecernos velocidades que hace años parecían lejos de nuestro alcance (a un coste razonable). Los sistemas de conexión, redes, routers, operadoras y servidores han evolucionado para ofrecernos sin pestañear velocidades de Gigabits a precios muy competitivos comparados con los servicios de llamada de hace 10 años. Luego, ¿por qué ofrecer a una simple máquina tostadora un ancho de banda suficiente para ver películas de vídeo?, conceptualmente, una bombilla o una tostadora no tiene por qué necesitar todo lo que Internet-1 ofrece al usuario. Este concepto llevado a la práctica se traduce en un interesante proyecto llamado I0 (Internet-0) donde se premian las bajas velocidades y la simplificación de las capas OSI. Básicamente buscan que dispositivos *tontos* hablen por un canal reducido de la Internet actual. Una bombilla con su propia Internet.

4. LAS SIETE VIAS DE INTERNET-0

1. IP al nodo

Esto quiere decir que cada pequeño nodo del extremo del sistema deberá poder entender el protocolo de Internet (IP). Cada dispositivo será en sí un elemento de Internet. De un modo exagerado (e imposible) podríamos *chatear* con una bombilla o un interruptor. El consumo de estos dispositivos es mínimo y su coste por microcontrolador es de apenas 0,70 •.

2. Quitar capas a la pila del protocolo de Red actual

Internet se basa en un sistema de comunicación tipo OSI donde múltiples capas van pasando mensajes de *arriba a abajo* para comunicarse de la misma manera que personas en un edificio de oficinas jerarquizada. El estrato superior pongamos que es el Navegador de Internet, mientras que el inferior es el impulso eléctrico que se transmite el dato a través del hilo de la línea telefónica. ¿Es necesario meter en cada interruptor toda la pila del protocolo?, la respuesta es NO.

3. Dos dispositivos I0 no necesitan de servidores

La tan de moda descentralización de la inteligencia. Sería inútil implantar un protocolo que necesitara obligatoriamente, para encender una luz, un complejo sistema de servidores o centralitas domóticas. Cada elemento del sistema debe tener la información mínima para ejercer su tarea sin la presencia de terceros. De la misma manera que si Google no funcionara, Internet seguiría existiendo, aunque con su presencia en la red, los usuarios obtenemos una serie de valiosos servicios.

4. Identificación de dispositivos

Cada nodo debe poder ser identificado unívocamente en la red. Está en una máxima dentro de las estructuras de redes. Existen múltiples soluciones, desde utilizar los actuales sistemas IP (más NAT), direcciones MAC (con su coste asociado) o el elegido por I0 donde se utiliza la llamada *zero configuration* para la obtención de una dirección IP y una cadena de 128bit aleatoria para la dirección MAC. La posibilidad de colisión es de 1 entre 10^{32}. Cada nodo es virtualmente único, a muy bajo coste.

5. Bits Mayores que la red

Para reducir el coste asociado a los elementos electrónicos que componen Internet-1 se debe de reducir la veloci-

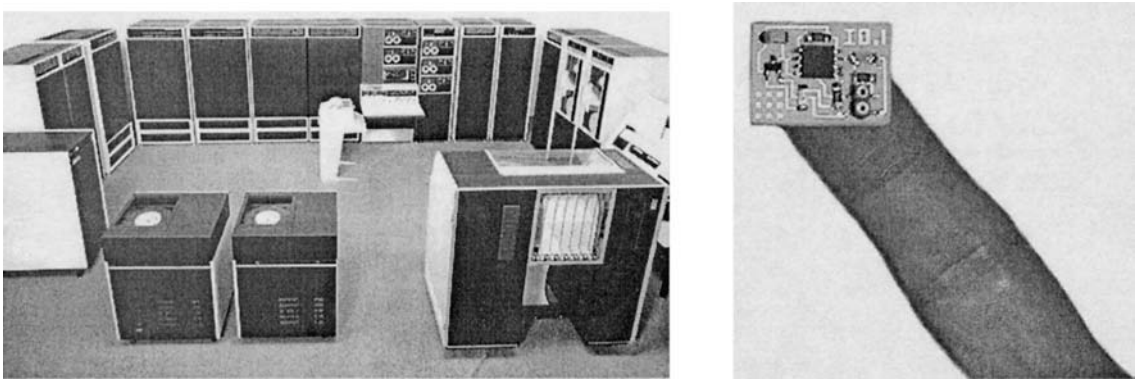

Figura 4.- Servidor Web 1974 (izquierda), Servidor Web 2004 (derecha).

dad. Es mucho más costoso un equipo que *entienda* velocidades de gigabytes que uno de centenas que Kb. Lento es mejor (para Internet-0 lo es).

6. Bits Grandes

Llamados así porque permiten con una misma modulación en origen y destino atravesar diferentes medios físicos. Es decir, son capaces de atravesar, sin traductores, cualquier medio por el que pasen. Líneas de baja tensión, pares de cobre, etc. No necesitan de costosos traductores.

7. Estándar Abierto

Basado en el mismo concepto bajo el que se desarrollo Internet, y que es en sí su mayor éxito. Cualquiera puede implementar sistemas para comunicarse con otras máquinas o personas [11].

En efecto, parece que la solución puede pasar por utilizar lo que tan buenos resultados ha dado en Internet. Reduciendo sus servicios hasta la mínima expresión para poder controlar cualquier dispositivo desde un microcontrolador que apenas ocupe unos pocos centímetros cuadrados.

El experto y uno de los impulsores del proyecto Internet-0 Dany Cohen prevé que en 2 años ''el uso de la red domótica se simplificará al máximo'' [12].

Y es que todo parece posible si miramos a lo que el Profesor Neil Gershenfeld nos muestra en su presentación de Internet-0 en el MIT [13]. La comparativa de lo que fue y lo que es en cuanto a servidores Web o gestores de protocolo IP (Figura 4).

5. CONCLUSIONES

Si bien parece que el mercado domótico está listo para despuntar y el usuario esta dispuesto a invertir en comodidad domótica, sólo queda salvar la barrera burocrática de estándares para conseguir que todos los sistemas desarrollados por los fabricantes sean homogéneos.

La tecnología esta presente y el usuario, aunque no muy convencido, está dispuesto a probar.

Pero al igual que otras *guerras* tecnológicas por estándares como VHS y BETA o ARPANET, el desenlace puede no estar relacionado con la superioridad tecnológica sino con el concepto de "producto en su totalidad". Es decir, aquél que, por un lado, más se aproxime al usuario por su simplicidad en uso, costes de instalación y vida del sistema e interconexión, así como al fabricante o cadenas de fabricantes para implantación masiva en sus dispositivos, sin duda, copará el mercado.

Todos los protocolos atendidos en este artículo (existen numerosos más) ofrecen características prometedoras, aunque, en teoría, sólo un sistema o BUS debería triunfar sobre los otros. Un interesante proceso que llegará en los próximos años, donde los cambios pueden llegar a optimizar nuestro tiempo de trabajo y ocio considerablemente, llevándonos a experimentar una nueva forma de vida que siempre hemos tenido presente y, en muchos casos, anhelado.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Casa Intenet. Vallermoso & Cisco Systems, 2001
[2] Laing Homes & Cisco Systems, 1999
[3] UPM Magic Box, Viviendas Autosuficientes. Mayo de 2005
[4] "The Format War" Video Magazine. Abril de 1988
[5] "The KNX Standard", http://www.konnex.org . Abril de 2003
[5] "The Internet of Things" Gershenfield N, Krikorian R and Cohen D, Scienfic American. Octubre 2004
[6] "Konnex Association and it´s Standard" en www.konnex.org
[7] "EIB, Informacion del sistema", en http://www.eiba-es.com
[8] "Domótica, Edificios Inteligentes", Huidobro J, Millan R. Creaciones Copyright 2004
[9] Biblioteca en www.casadomo.com (Lonworks/BatiBUS/EHS)
[10] "Internet 0: Present", Krikorian R., en http://cba.mit.edu/projects/I0/
[11] "Internet 0, Inter-Device Internetworking" Krikorian R, Gershenfeld N.
[12] "Tu nevera puede avisar de que falta leche", ARMORA.E, ABC, 8 de junio de 2005
[13] "Internet 0: The Past" Prof. Gershenfeld N., en http://cba.mit.edu/projects/I0/