

Viviendas inteligentes (Domótica)

Smart (Domotic) houses

Luis Felipe Herrera Quintero¹

El que no intenta no tiene derecho a claudicar...

RESUMEN

En los últimos años el avance de las telecomunicaciones a través de internet permite hablar de integración a nivel de redes IP (Internet Protocol). Numerosas redes funcionan con éxito y han sido fundamentales para las diversas áreas en la medida en que la automatización de los datos permiten a investigadores y profesionales tener una visión más amplia de la producción en los más variados sectores. Desde hace mucho tiempo el control a distancia viene desarrollándose gracias a la innovación tecnológica con que se cuenta hoy en día, y con ello se van haciendo tangibles cada vez más entornos de interacción humana basados en sistemas de telecomunicaciones y control. Gracias a este desarrollo tecnológico que se presenta, se produce el solo hecho de pensar en controlar remotamente dispositivos, ya sea desde internet, con la voz humana, con el teclado de un teléfono celular o un teléfono normal, con una Palm o una Pocket PC, o con una computadora personal y con una infinidad de dispositivos que existen en nuestro diario vivir. Según estas nuevas actividades que pueden ser realizadas por el hombre dentro de una vivienda, como por ejemplo controlar la intensidad de iluminación desde una PDA (Asistente Personal Digital) son enmarcadas dentro de una nueva área del conocimiento denominada domótica. Cuando se menciona la palabra domótica se hace referencia a la integración de las diversas áreas del conocimiento como lo son las telecomunicaciones, la electrónica, la informática y la electricidad para mejorar la calidad de vida de los seres humanos, agregando con ello pautas para el acrecentar de la sociedad colombiana.

PALABRAS CLAVES: protocolo, microcontrolador, domótica, vivienda inteligente, sensórica, automatización.

ABSTRACT

The advance of telecommunications via the use of Internet has led to IP network integration. Many networks have been working successfully and have been fundamental for many areas in measuring the automation of data, thus allowing researchers and professionals to have a wider view of production in various sectors. Remote control has been developed through technological innovation making an environment consisting of human interaction based on telecommunications and control systems ever more tangible. Technological development has led to an infinite range of everyday devices being remotely controlled via Internet, the human voice, a cell-phone or normal phone keyboard or a palm, pocket PC or desk-top computer. Amongst the new activities which can be controlled in a person's house via a PDA (Personal Digital Assistant) would be the degree of illumination; such activities are defined as being domotic. The word domotic refers to integrating several areas of knowledge such as telecommunications, electronics, informatics and electricity to improve human beings' quality of life, thus aiding Colombian society's growth.

KEYWORD: protocol, microcontroller, domotic, intelligent housing, sensor, automation.

Recibido: diciembre 15 de 2003

Aceptado: junio 27 de 2005

Introducción

En la actualidad los escenarios donde los seres humanos interactúan son del tipo inteligente, lo que quiere decir que están dotados de un sinnúmero de funciones para su bienestar. Esta palabra, inteligente, ha llegado al hogar o vivienda transformando su simple definición según el Diccionario de la Real Academia Española: "Centro de ocio

en el que se reúnen personas que tienen en común una actividad, una situación personal o una procedencia", en escenarios vivos, donde el hombre es el principal actor. Estas nuevas viviendas están dotadas de un sistema nervioso donde la palabra inteligente se ha empezado a posar sobre todo lo que la constituye, desde los electrodomésticos más conocidos como los televisores, neveras, hornos microondas, hasta la arquitectura misma, tal es el

1. Ingeniero en instrumentación y control, M.Sc. (c) en Telecomunicaciones, Universidad Nacional de Colombia, CCNA(c) Cisco Systems, e-mail: lfhwerreraq@unal.edu.co

caso de las paredes, o por qué no, donde dormimos o el techo, todo esto con el único fin de integrar la nueva era tecnológica al hogar tradicional para convertirlo en el hogar inteligente donde el hombre puede telegestionar sus actividades y la de sus familiares.

La nueva área de la ingeniería conocida como domótica o como ciencia de la innovación, está creciendo a niveles exponenciales, y las principales empresas diseñadoras de electrodomésticos están dotándolos de inteligencia para aumentar las funciones que tiene cada uno de ellos y cada vez más suplir las necesidades que se presentan en el hogar.

Por otra parte, cabe señalar que a pesar de un desarrollo tecnológico acelerado, la comunicación por redes y automatización de procesos a nivel latinoamericano es incipiente sin embargo, las redes están interconectadas y han ido creciendo con la aparición de internet, y por tanto este desarrollo ha permitido el crecimiento de los procesos de domotización.

Una de las grandes características que se tiene en las redes de telecomunicaciones es que desde cualquiera de ellas es posible comunicarse con un *host* que posea el protocolo IP, que es el medio básico de conexión en el mundo de las telecomunicaciones electrónicas.

Así, mediante protocolos tales como IP, es posible implementar sistemas de comunicación para procesos domóticos, como por ejemplo los procesos telecontrolados.

Marco teórico

Desde el punto de vista de automatización, la domótica es un concepto interdisciplinario que se refiere a la integración de las distintas tecnologías en el hogar mediante el uso simultáneo de las telecomunicaciones, la electrónica, la informática y la electricidad. Además, su fin es mejorar la calidad de vida de los seres humanos.

Hoy en día, cuando se habla de domótica, se esboza inmediatamente el término control remoto que es muy utilizado para cualquier tipo de proceso, logrando con ello resultados muy satisfactorios en el manejo del dispositivo que se quiere controlar. En el caso de una vivienda inteligente basada en protocolos de comunicación en el ámbito doméstico, su habitante puede controlar desde una computadora o un PCS, un celular, una PDA, elementos como los sistemas de iluminación, la climatización, así como los distintos dispositivos (electrodomésticos); utilizar internet para la compra o incluso vigilar las actividades de los más pequeños en su habitación a través de una cámara *web*. La flexibilidad de este tipo de control permite a las personas un mejor desempeño en sus actividades cotidianas a niveles tanto familiar, como tecnológico, promoviendo con ello el bienestar social y técnico cuando se habla de automatización, área fundamental para mejorar la efectividad de los procesos.

La instalación de una vivienda domótica o vivienda inteligente, proporciona un sinnúmero de beneficios y ventajas inalcanzables con respecto a otra tradicional, fundamentalmente desde diversos puntos de vista como lo son: la seguridad, la comodidad, el ahorro energético, la protección al medio ambiente y el confort; pero sin duda estas cinco propiedades mencionadas se reducen a una sola que es común denominador en la sociedad: mejorar la calidad de vida. En las viviendas inteligentes, también conocidas con el nombre de "casas internet", existen dos tipos de arquitecturas que son básicas a la hora de la ubicación de los diversos dispositivos dentro del hogar inteligente:

Arquitectura centralizada

En este tipo de arquitectura se tiene una topología de interconexión tipo estrella. Así, el sistema domótico posee un elemento de control central que es el encargado de manejar todas las señales de control de los diversos dispositivos, y a su vez todos los dispositivos están conectados hacia él, por tanto si este elemento central falla o simplemente deja de funcionar, todo el sistema de control colapsa en su totalidad. Generalmente en este tipo de arquitectura el elemento central no es redundante.

Arquitectura distribuida

Para esta arquitectura, el sistema de control se sitúa próximo al elemento a controlar, dando al sistema domótico gran flexibilidad, porque si uno de los dispositivos no puede ser controlado no significa que los tampoco. Los factores más influyentes para la utilización de este tipo de arquitectura son los medios de transmisión, la velocidad en las comunicaciones, el tipo de protocolo; por lo tanto, estas son algunas características a tener en cuenta si se quiere implementar una arquitectura de esta índole.

Partiendo de estas arquitecturas que se presentan en los sistemas domóticos, se mostrarán a continuación los diversos protocolos de comunicaciones, que no es otra cosa que el "idioma" o formato de los mensajes que los diferentes elementos de control del sistema deben utilizar para entenderse unos con otros y que puedan intercambiar su información de una manera coherente. Algunos de los protocolos más importantes orientados hacia viviendas inteligentes son:

X-10

EIB

HOMEAPI

LONWORKS

JINI

UNPN

TCP/IP

Ahora continuación se dará una descripción sobre cada uno de los protocolos que son usados en la implementación de los sistemas domóticos y con ello se observa cómo es la interacción de los diversos dispositivos dentro de la vivienda inteligente.

Protocolos

X-10

El protocolo X-10 es aquel orientado hacia la utilización de la red eléctrica de las viviendas. Allí se utilizan corrientes portadoras para controlar cualquier dispositivo a través de la línea de corriente doméstica (120 ó 220 v. y 50 ó 60 hz), y se hace modulando impulsos de 120 khz, como se ve en la siguiente figura (ausencia de este impulso=0, presencia de este impulso=1).

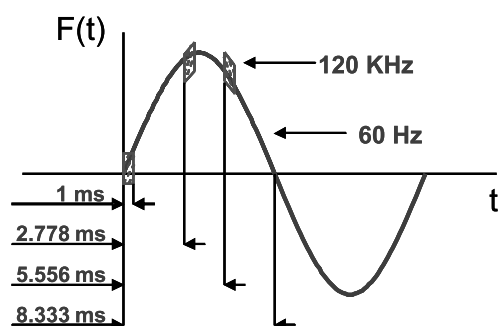


Figura 1. Sistema X-10 (Gil, 2000)

Con este protocolo se maneja un direccionamiento sencillo que se puede utilizar en la red para identificar cualquier elemento. El protocolo tiene un margen de acción que contempla 16 grupos de direcciones llamados *housecodes* y 16 direcciones individuales llamadas *unit codes*.

Este protocolo posee tramas de datos que son ceros y unos agrupados formando comandos; con esta agrupación se pueden formar hasta seis acciones para el dispositivo que son: encendido, apagado, reducir, aumentar, todo encendido, todo apagado.

Las señales que se envían son recibidas por todos los módulos, pero de acuerdo a la dirección sólo actúan sobre el dispositivo al que va dirigida la acción (los primeros bits de la señal son el identificador del módulo, de este modo se sabe dónde está el dispositivo a controlar).

Características principales de X10:

- Es estándar debido a las características de la corriente doméstica (120 ó 220 v. y 50 ó 60 hz).
- Es flexible y fácil de usar gracias a como está constituida la red en el hogar.
- No hay que configurar nada para que entre en funcionamiento (*Plug and Play*).

- Da como resultado confort y diversión.
- Es una tecnología que aprovecha la red eléctrica que ya está instalada en la vivienda.
- Modularidad y capacidad de crecimiento, con componentes fáciles de instalar y que no requieren cableados especiales.
- Capacidad de interfundionamiento entre productos.

El protocolo X-10 no es propietario, es decir, cualquier fabricante puede producir dispositivos X-10 y venderlos, pero está obligado a usar los circuitos de control que han sido diseñados por el fabricante de esta tecnología.

EIB (European Installation Bus)

European Installation Bus o EIB, es un sistema domótico desarrollado bajo el aval y supervisión de la Unión Europea con el objetivo de evitar las importaciones de productos similares que se estaban produciendo en los mercados japonés y el norteamericano donde esta clase de tecnología se ha desarrollado antes que en Europa.²

Es un estándar europeo que define una relación extremo a extremo entre los dispositivos, permitiendo distribuir la inteligencia entre los sensores y los actuadores instalados en la vivienda.

Una arquitectura EIB puede llegar a tener 11.520 componentes conectados al mismo Bus; para que funcione correctamente se divide en áreas o zonas, y dentro de estas zonas se subdividen en líneas. En un modelo EIB pueden llegar a existir 15 áreas o zonas, en cada una de ellas albergarse como máximo 12 líneas. Y cada línea puede contener hasta 64 componentes, por lo tanto:

$$15 \frac{\text{áreas}}{\text{Instalación}} * 12 \frac{\text{Líneas}}{\text{área}} * 64 \frac{\text{Componentes}}{\text{línea}} = 11520 \frac{\text{Componentes}}{\text{Instalación}}$$

El sistema EIB permite, mediante la instalación de algunos amplificadores o repetidores, optimizar su sistema hasta 256 dispositivos por línea, pero para evitar las colisiones entre telegramas enviados se utiliza la técnica CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access), garantizando el acceso libre de colisiones fortuitas en la línea Bus y sin ninguna pérdida de datos.

Es de agregar que el sistema utiliza una fuente de alimentación de 640mA por línea, y se estima un consumo medio de 10 mA por componente (para el sistema sin amplificadores), pero si el sistema es de 255 componentes la corriente utilizada aumenta considerablemente; en la siguiente figura se ejemplariza el modelo EIB.

² Extractado de http://www.casadomo.com/canal_domotica.asp?Textfype=1110

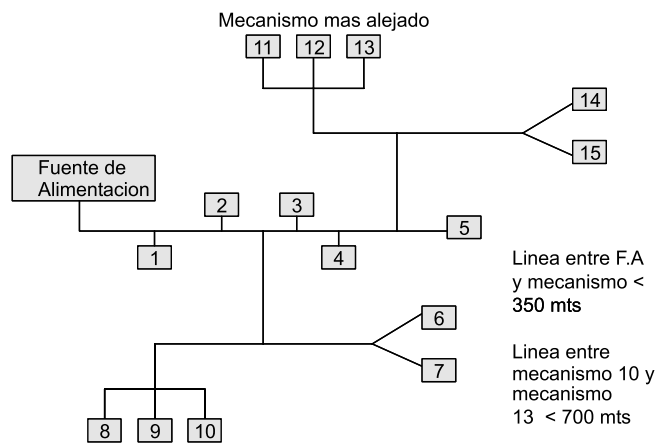


Figura 2. Arquitectura del sistema EIB (Gil, 2000)

La situación de los componentes dentro de la vivienda determina lo que se denomina la dirección física. Consta de tres números o en su defecto 16 bits y son respectivamente, el número de área o zona (4 bits), número línea (4 bits) y número de componentes (8 bits).

Konexx³

Esta es la iniciativa de tres asociaciones Europeas (EIBA, EHSA y BCI) con el objetivo de aunar los esfuerzos de muchos fabricantes de sistemas domóticos del mercado europeo. El modelo Konnex es el paso evolutivo lógico que trata de concentrar toda la experiencia y conocimientos de los principales estándares europeos EIB, EHS, BatiBus (modelo que de acuerdo a la convergencia está ya dentro de Konnex).

Este sistema es impulsado altamente para competir contra el mercado norteamericano, que se encuentra en dominios de Lonworks. El Cenelec (European Comité for Electrotechnical Standardization) lo ha aprobado con la norma EN-50090. En sí el modelo Konnex se basa en el modelo EIB y expande su funcionalidad añadiendo nuevos medios físicos y modos de configuración BatiBus y EHS.

Contempla tres modos de trabajo que pueden seleccionarse dependiendo del nivel de competencia de cada instalador:

- Modo S (Modo sistema): este modelos sigue la misma configuración que el EIB actual, esto es, los diversos dispositivos o nidos de la nueva instalación son instalados por profesionales con ayuda de *software*.
- Modo E (Modo fácil Easy): aquí los dispositivos son programados en fábrica para realizar una función concreta. También requieren alguna configuración por parte de un controlador central.
- Modo A (Modo automático): se sigue una filosofía *plug and play*, es decir, que no se tiene que configurar el dispositivo.

3. Extractado de www.konexx.org

Por otro lado, Konnex puede funcionar por cuatro medios físicos distintos:

- Par trenzado (TP1 y TP0)
- Corrientes portadoras (PL100 y PL132)
- Ethernet (IP)
- Radiofrecuencia (RF)

La posibilidad de utilizar medios físicos distintos permite a los instaladores adaptar la red a condiciones más favorables para el usuario final. Konnex está basado en el modelo de EIB, siendo compatible con los distintos productos elaborados por varias de las firmas productoras de componentes EIB.

Lonworks⁴

Es un sistema de control domótico propietario presentado por la firma Echelon en 1992. Debido a su costo los dispositivos Lonworks no han tenido una implantación masiva en los hogares. Lonworks es un sistema americano que está más implantado en Estados Unidos que en Europa.

Los fabricantes de dispositivos Lonworks deben emplear en cada uno de sellos un microcontrolador especial que le denominan neuron chip. Este circuito integrado, al igual que el *firmware* que implementa el protocolo Lontalk utilizado en los nodos Lonworks para comunicarse, fueron desarrollados por Echelon en 1990. Una ventaja importante de Lonworks respecto a otras tecnologías es que implementa el modelo de referencia OSI. De este modo, servicios tales como el reenvío automático tras una pérdida de trama o la autenticación del emisor de la trama, están completamente implementados en la solución Lonworks.

Jini

Esta tecnología de Sun Microsystems permite descubrir nuevos dispositivos que se van incorporando a la red del hogar mediante cualquier medio.

JINI permite utilizar servicios y dispositivos de red de manera tan fácil como utilizar una conexión telefónica, esto es, permite conectarse y participar por medio de un tono de marcado en red. La meta de JINI es simplificar interacción en la red.

JINI aprovecha la tecnología JAVA y consiste en una pequeña cantidad de este código en forma de librerías de clases y algunas convenciones para crear una «federación» de máquinas JAVA virtuales en la red, similar a la creación de una comunidad.

Los navegantes de la red, tales como usuarios, dispositivos, datos y aplicaciones, se conectan dinámicamente para compartir información y realizar tareas, convirtiéndose en una unidad lógica de información de red.

4. Extractado de *Domótica, viviendas inteligentes*, Huidobro, 2004.

Cada aparato de esta red tiene en principio dos conexiones: el enchufe a la red eléctrica, y una ficha de conexión del tipo RJ-45. Está pensado para ejecutarse en periféricos, pero puede hacerse en potentes ordenadores, cámaras, teléfonos, o cualquier dispositivo electrónico que se nos ocurra.

Tcp/ip

La mayoría de los protocolos domóticos han sido especialmente creados para implementar redes de control distribuidas (Lonworks, EIB, X-10), las tramas fueron diseñadas de forma que el espacio útil para datos de las aplicaciones fuera el máximo. Por ejemplo, para encender y apagar una luz basta con una orden codificada en un par de octetos. Por lo tanto, se trata de minimizar los campos de control que el protocolo necesita para transferir estos dos octetos al dispositivo destino.

TCP/IP está siendo usado en infinidad de computadoras y aplicaciones, de forma que ha conseguido un volumen de negocio tal que ha hecho de este protocolo la herramienta ideal para asegurar la interconectividad total entre máquinas en cualquier parte del mundo, y con esto se puede hablar cada vez más de viviendas inteligentes.

Luego de haber visto algunos de los protocolos que forman parte de la domótica, se entrará en los sistemas microprocesados de control que son usados para todos los dispositivos que hay en la vivienda inteligente.

Microcontroladores

Para el hogar inteligente es necesario contar con un dispositivo que se encargue del control de los distintos dispositivos que se hallen dentro del hogar; este dispositivo es llamado microcontrolador, que es el común denominador en cuanto a mando o accionamiento de los electrodomésticos. También es el encargado de recibir la información y procesarla de acuerdo a la petición que haga el usuario al encender o apagar un dispositivo en la vivienda.

Los microcontroladores son el nuevo orden mundial en cuanto a control. Estos chips reducidos están presentes en muchos campos de interacción humana como el trabajo, la casa, y en general, en muchas facetas de la vida. Se pueden encontrar controlando el funcionamiento de los ratones (*mouse*) y teclados de los computadores, en los teléfonos, en los hornos microondas y los televisores.

Pero la proliferación está en su apogeo, y en el siglo XXI se observará la conquista masiva de estos diminutos chips, que gobernarán la mayor parte de los aparatos que se fabrican y usan en la humanidad. En la actualidad es necesario tener pleno control sobre los procesos; para llegar a ello se usan los microcontroladores, que dependiendo de sus características permiten realizar múltiples actividades, por tal motivo es necesario conocer el manejo de los microcontroladores para el desarrollo y diseño de cualquier dispositivo digital moderno o, para este, caso un dispositivo domótico.

Para aclarar un poco, recibe el nombre de controlador el dispositivo que se emplea para el gobierno de uno o varios procesos. Por ejemplo, el controlador que regula el funcionamiento de un horno dispone de un sensor que mide constantemente su temperatura interna y, cuando sobrepasa los límites prefijados o *set point* (punto de referencia), genera las señales adecuadas que accionan los elementos finales de control que intentan llevar el valor de la temperatura dentro del rango deseado.

Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador.

Un microcontrolador dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para contener los datos. Sistemas digitales de mando y control Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, puertas serie y paralelo, CAD: convertidores analógico/digital, CDA: convertidores Digital/Analógico, etc.).
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

El microcontrolador es, en definitiva, un circuito integrado que incluye todos los componentes de un computador. Debido a su reducido tamaño es posible montar el controlador en el propio dispositivo al que gobierna.

Características de los microcontroladores

- Buena información, fácil de conseguir y económica.
- Poseen una elevada velocidad de funcionamiento gracias a su operatividad a alta frecuencia.
- Herramientas de desarrollo fáciles y baratas. Muchas herramientas *software* se pueden recoger libremente a través de internet desde microchip, Atmel, Motorola, Intel, etc.
- Existe una gran variedad de herramientas *hardware* que permiten grabar, depurar, borrar y comprobar el comportamiento de los microcontroladores.

Viviendas inteligentes

En la domótica las aplicaciones son muy variadas basadas en el concepto de vivienda inteligente, en ellas se pueden hallar dispositivos de autonomía general que realizan sus procedimientos sin la necesidad de la intervención humana, como por ejemplo refrigeradores inteligentes que avisan al usuario la ausencia de alimentos y/o toman la decisión de solicitarlos a domicilio

vía internet, acaso por el requerimiento del el horno microondas, que eligió preparar una receta especial para el almuerzo.

Así mismo sucede con los sistemas de control de acceso para la casa digital, donde gracias a procesos como digitalización de señales y dispositivos de análisis biométricos (identificación de huellas, retina), es posible administrar y gestionar procesos de vigilancia en cuanto a la seguridad del hogar, como por ejemplo realizar tareas de comparación y/o generación de bases de datos de las características fisiológicas fundamentales de las personas autorizadas para ingresar a áreas comunes restringidas o de la vivienda en general, logrando con ello un sistema inteligente de vigilancia. En la siguiente figura se muestra un sistema domótico centralizado para una vivienda inteligente en el cual se interconectan las distintas redes que hacen parte de los sistemas de telecomunicaciones.



Figura 3. Sistema domótico centralizado para vivienda inteligente (diseño propio)

Las principales aplicaciones de la domótica del hogar son:

- Control local y remoto de la iluminación en la vivienda.
- Iluminación por detección de presencia.
- Automatización de persianas y toldos.
- Control y gestión de la energía.
- Acceso electrónico al hogar porteros digitales (televigilancia) en seguridad; se pueden utilizar sistemas biométricos.
- Control y monitoreo de alarmas técnicas como detección de fugas de agua, gas, humo.
- Sistemas de mensajería si algo sucede en el hogar.
- Realización de acciones preventivas automáticas: cierre de persianas, corte de la energía, entre otros.
- Climatización.

- Control del aire acondicionado para regular la temperatura dentro de la vivienda.
- Control de riego.
- Control y diagnóstico de electrodomésticos y ahorro de energía.
- Encendido y apagado remoto de electrodomésticos.

Conclusiones

La domótica es una de las formas como la automatización busca mejorar el estado actual de la sociedad, aumentando la calidad de vida de la humanidad.

El acceso a internet de banda ancha (*always-on*) aporta la conexión permanente de la vivienda inteligente a las redes públicas de datos. Con este acceso, y con tarifas orientadas al tráfico de datos y no al tiempo de la llamada, los propietarios podrán telecontrolar las viviendas casi en tiempo real, podrán recibir correos electrónicos o mensajes en los móviles cuando sucedan eventos o alarmas, y todo ello a unos precios muy competitivos (tarifa plana).

Gracias a la domótica se integran las diversas áreas, como lo son las telecomunicaciones, la electrónica, la electricidad y la informática, para lograr la telegestión del hogar inteligente.

En las viviendas digitales es básico hablar de seguridad para discernir los términos de vigilancia y confiabilidad en los sistemas domóticos, que de acuerdo a la interacción humana con los dispositivos inteligentes, llega a ser bastante alta.

En los sistemas domóticos se tiene un sin fin de posibilidades, haciendo de la cotidianidad algo menos monótono, permitiendo la interacción remota con el hogar para optimizar la variable tiempo según la necesidad presentada en él, reduciendo así retardos en el cumplimiento de las labores familiares.

El área de domótica integra variados sectores de la economía mundial sin importar el tipo de mensaje y el precio de llamadas locales, orientando con ello la convergencia de los servicios de telecomunicaciones.

Bibliografía

Bolton, W., *Ingeniería de control*, segunda edición, Editorial Alfaomega, 2001.

Brey, Barry, *Los microprocesadores de Intel*, Prentice-Hall, 2002.

Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (CRT), Resolución 087/1997.

Couch Leon, *Sistemas de comunicación digitales y analógicos*, quinta edición, Person Education, 1997.

Elsentenper, Robert C., Velte Toby J., *Build your own smart home*, primera edición, Mc Graw-Hill, 2003.

Eronini, Umez, *Dinámica de sistemas y control*, primera edición, Editorial Thomson Learning, 2001.