

DISEÑO PARA EL CONTROL DE UN HOGAR INTELIGENTE MEDIANTE EL USO DEL SISTEMA DOMOTICO (X-10) POR MEDIO DE LA RED ELECTRICA.

Luis Delgado Hidalgo⁽¹⁾, Walter Moreno Demera⁽²⁾, Ninfa Véliz Velástegui⁽³⁾, Edgar Leyton⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica 2007; email: ldelgado@fiec.espol.edu.ec

⁽²⁾ Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica 2007; email: wmoreno@fiec.espol.edu.ec

⁽³⁾ Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica 2007; email: nveliz@fiec.espol.edu.ec

⁽⁴⁾ Director de Tópico, Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica 1972; email: edleyton@yahoo.com

Resumen. El objetivo del trabajo consiste en dar a conocer la domótica en el Ecuador así como el diseño de un sistema domótico en un hogar mediante el uso de la tecnología X-10. Se comenzará con una breve reseña de lo que significa domótica, el significado de la palabra, los componentes de un sistema domótico. Luego se hablará de la Tecnología X-10, sus inicios, conceptos profundos sobre como funciona, su estructura, las diferentes aplicaciones que tiene y los equipos que se encuentran disponibles en el mercado.

Summary. The objective of this project is give to know about domótica in Ecuador as soon as the design of a domótica system in a house through the technology X-10. It will begin with a brief review about the domótica and its concepts, the real meaning of this word, the components in a domótica system. Next we are going to talk about the technology X-10, their beginnings and deep concepts about how this work, the structure and differents applications that it does and the equipments that we can find available in the department store.

1. Introducción.

El auge de la domótica en los últimos años en los países desarrollados ha tenido un gran impacto en la economía y estilo de vida de los habitantes. Esto ha influenciado a que ciertas empresas incursionen en este nuevo negocio con la finalidad de crear nuevos equipos que satisfagan en mayor escala las necesidades de los clientes. Países en vías de desarrollo como el nuestro no han sido pioneros en este campo, sin embargo la domótica ha llegado a implementarse en ciertos sectores de la sociedad.

Durante el desarrollo de la investigación su pudo demostrar que la implementación de un sistema domótico tanto general como parcial no esta destinada para un sector limitado de nuestra sociedad, sino que puede ser demandado por habitantes que tengan un estatus social medio, medio alto y alto.

2. Contenido.

En Francia, muy amantes de adaptar términos propios a las nuevas disciplinas, se acuñó la palabra "Domotique", contracción de las palabras "domo" e "informatique". De hecho, la enciclopedia Larousse define el término domótica como: "el concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía, comunicaciones, etc.". Es decir, el objetivo es asegurar al usuario de la vivienda un aumento del confort, de la seguridad, del ahorro energético y de las facilidades de comunicación.

2.1. Concepto de Domótica.

Domótica es el término "científico" que se utiliza para denominar la parte de la tecnología (electrónica e informática), que integra el control y supervisión de los elementos existentes en un edificio de oficinas o en uno de viviendas o simplemente en cualquier hogar. También, un término muy familiar para todos es el de "edificio inteligente" que aunque viene a referirse a la misma cosa, normalmente tendemos a aplicarlo más al ámbito de los grandes bloques de oficinas, bancos, universidades y edificios industriales.

2.2. Dispositivos de un Sistema Domótico.

Los dispositivos de un sistema domótico se clasifican en controlador, sensor y actuador, los conceptos acerca de los dispositivos mencionados se los detallara a continuación:

2.2.1. Controlador.

Para el envío de las señales de control, el sistema “X-10” dispone de una gran variedad de elementos. Si la aplicación requiere que determinados aparatos se activen de forma automática a determinadas horas, utilizaremos los elementos X-10 denominados como: “controladores”.

Estos “controladores” van conectados a la red eléctrica y se ocupan de enviar señales de control, a través de la misma, para controlar los distintos “módulos de activación” de la aplicación requerida. Estas señales de control pueden transmitirse por radiofrecuencia (RF) o por medio de la línea eléctrica hasta llegar al módulo ejecutor o actuador encargado de realizar la acción.



Figura 1. Funcionamiento del Controlador

2.2.2. Sensor.

Los sensores X-10 son los encargados de monitorear y dar a conocer al controlador u ordenador el estado de las zonas en las que se encuentran instalados ó en su defecto realizar la acción correspondiente por medio de algún actuador.

Como ejemplo citemos el caso del control de regulación térmica de un A/C o calefacción; de acuerdo a la zona en la que se halle el sensor de temperatura, procederá a monitorear una baja o alta temperatura, y como resultado emitirá una orden de regulación, ya sea incrementando o decrementando el nivel de temperatura en el aparato, de acuerdo al caso.

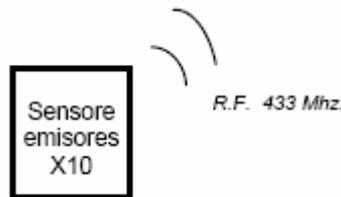


Figura 2. Funcionamiento del Sensor Inalámbrico

2.2.3. Actuador.

El actuador es el dispositivo que recibe órdenes y las transforman en señales de aviso, regulación o conmutación. Son los encargados de ejecutar acciones sobre elementos a controlar en el hogar. Se conectan a la red eléctrica y al elemento que queremos controlar: lámpara, radio.

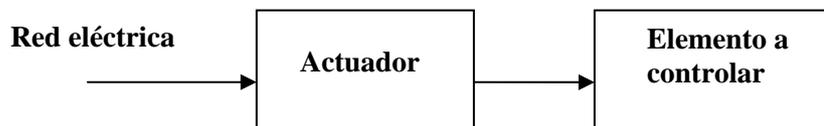


Figura 3. Funcionamiento del Actuador

2.3. Gestión de la Domótica

La domótica se encarga de gestionar principalmente los siguientes cuatro aspectos del hogar:

2.3.1. Energía Eléctrica.

En este campo, la domótica se encarga de gestionar el consumo de energía, mediante temporizadores, relojes programadores, termostatos, etc. También se aprovecha de la tarifa nocturna, mediante acumuladores de carga.

2.3.2. Confort.

La domótica nos proporciona una serie de comodidades, como pueden ser el control automático de los servicios de: Calefacción, Agua caliente, Refrigeración, Iluminación y la gestión de elementos como accesos, persianas, toldos, ventanas, riego automático, etc.

2.3.3. Seguridad.

La seguridad que nos proporciona un sistema domótico es más amplia que la que nos puede proporcionar cualquier otro sistema, pues integra tres campos de la seguridad que normalmente están controlados por sistemas distintos:

- Seguridad de los bienes: Gestión del control de acceso y control de presencia, así como la simulación de presencia. Alarmas ante intrusiones.
- Seguridad de las personas: Especialmente, para las personas mayores y los enfermos. Mediante el nodo telefónico, se puede tener acceso (mediante un pulsador radiofrecuencia que se lleve encima, por ejemplo) a los servicios de ambulancias, policía, etc.
- Incidentes y averías: Mediante sensores, se pueden detectar los incendios y las fugas de gas y agua y mediante el nodo telefónico, desviar la alarma hacia los bomberos, por ejemplo.

También se pueden detectar averías en los accesos, en los ascensores, etc.

2.3.4. Comunicaciones.

Este aspecto es imprescindible para acceder a multitud de servicios ofrecidos por los operadores de telecomunicaciones. La domótica tiene una característica fundamental, que es la integración de sistemas, por eso hay nodos (pasarela residencial) que interconectan la red domótica con diferentes dispositivos, como Internet, la red telefónica, etc.

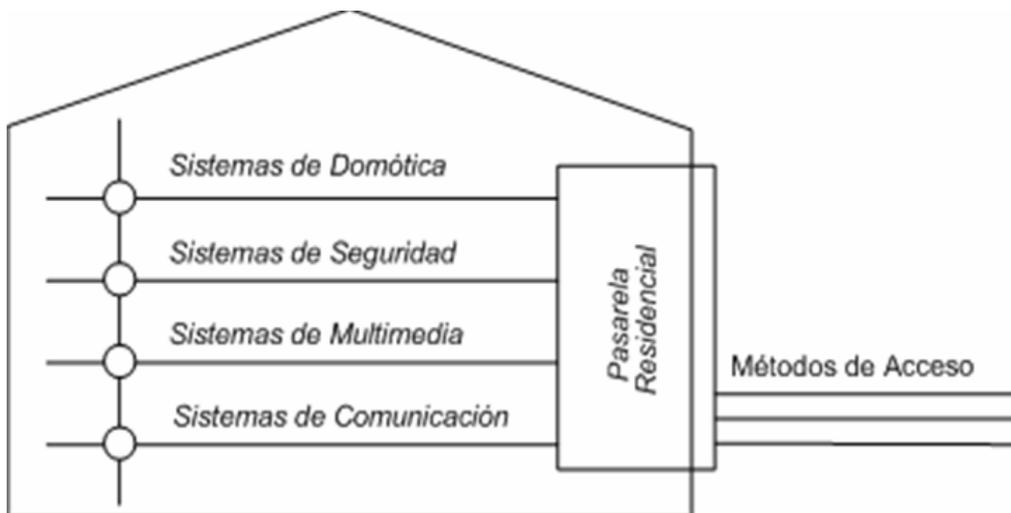


Figura 4. La Pasarela Residencial comunica equipos de distintos sistemas para un mejor funcionamiento

2.4. Conceptos Básicos de la Tecnología X-10.

El protocolo X-10 es un estándar para la transmisión de información por corrientes portadoras. Utiliza modulación de ondas, siendo la señal de red de 220 VAC la onda portadora. Como moduladora se utiliza una señal de muy bajo voltaje a 120 KHz. El resultado es una onda modulada como la de la figura:

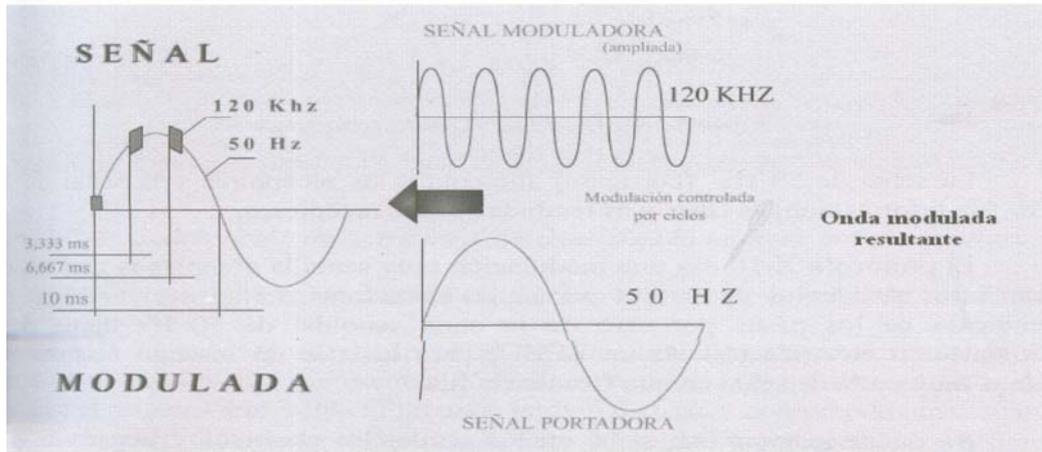


Figura 5. Proceso de Modulación.

La onda modulada actúa a lo largo de los ciclos como generadora de código digital. El protocolo X-10 se sirve de 11 ciclos de tensión alterna de 220 VAC, la misma de red, para insertar o no en cada ciclo la señal de 120 KHz. En general, la existencia de esta señal representa un uno y su ausencia un cero. Los primeros cuatro bits representan el código de inicio. Son especiales en el sentido de que la ausencia de señal de 120 KHz en un semiciclo representa un cero y lo contrario un uno. Casi todos los protocolos tienen unos bits en su comienzo, que se utilizan para la sincronización y el alineamiento del transceptor, con un número codificado en binario que define al protocolo y lo mismo ocurre en el X-10.

Para una mayor claridad, las señales de la Figura 6 se muestran, tal como se verían a través de un filtro paso-alto. La forma de la curva de 50 Hz sólo se muestra como referencia.

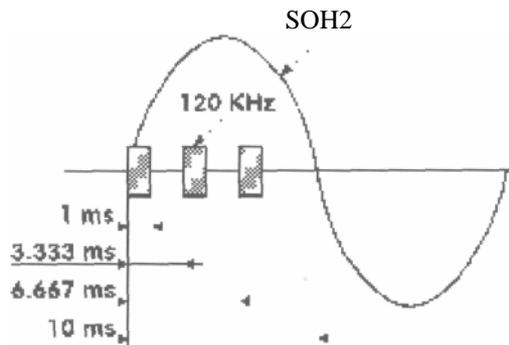


Figura 6. Onda modulada resultante.

La señal de 50 Hz (corriente) alimenta a los receptores y el serial de 120 KHz (de información) se filtra y es recibida por los receptores.

El protocolo X-10 usa una modulación muy sencilla comparada con las que usan otros protocolos de control por ondas portadoras. El transceiver X-10 está pendiente de los pasos por cero de la onda senoidal de 50 Hz típica de la alimentación eléctrica (60 Hz en EEUU) para insertar un instante después una ráfaga muy corta de señal en una frecuencia fija.

Se puede insertar esta señal en los semiciclos positivos y negativos de la onda senoidal. La codificación de un bit 1 o de un bit 0, depende de cómo se inyecte esta señal en los dos semiciclos. Un 1 binario se representa por un pulso de 120 KHz durante 1 ms y el 0 binario se representa por la ausencia de ese pulso de 120 KHz. En un sistema trifásico el pulso de 1 ms se transmite tres veces para que coincida con el paso por el cero en cada una de las tres fases.

Por lo tanto, el Tiempo de Bit coincide con los 20 ms que dura el ciclo de la señal, de forma que la velocidad binaria de 50 bps (bits por segundo) viene impuesta por la frecuencia de la red eléctrica que se tiene en Europa (50 Hz). En Estados Unidos la velocidad binaria son 60 bps (bits por segundo), ya que su frecuencia de la red eléctrica es de 60 Hz.

La transmisión completa de una orden X-10 necesita once ciclos de corriente. Esta trama se divide en tres campos de información:

- Dos ciclos representan el código de inicio.
- Cuatro ciclos representan el código de casa (letras A-P).
- Cinco ciclos representan o bien el código numérico (1-16) o bien el código de función (encender, apagar, aumento de intensidad, etc.).

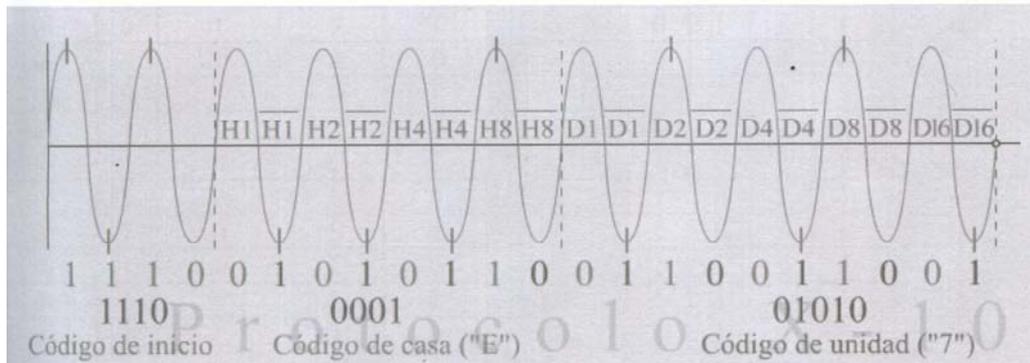


Figura 7. Codificación de la trama X-10 dentro de la corriente alterna

En la figura, la línea vertical en cada cresta representa la señal de 120 KHz.

En la Figura 7, se puede observar que inmediatamente después de los primeros dos ciclos que representan el código de inicio, cuatro bits, se tiene dos bloques: el primero representa el llamado código de casa y comprende otros cuatro bits y el segundo representa el llamado código de unidad y comprende los últimos cinco bits del protocolo.

La forma de extraer la codificación en estos dos últimos bloques es ligeramente distinta a como se hace en el primero. Mientras en el código de inicio se toman en cuenta los semiciclos, en el código de casa y en el de unidad sólo se extrae la información del primer semiciclo de cada ciclo, aprovechando el segundo semiciclo para transmitir la señal del primero pero complementada. Esto se hace por seguridad. Así, en un ciclo de cualquiera de estos dos últimos bloques no puede haber dos ceros o dos unos seguidos, sí entre ciclos distintos.

Para aumentar la fiabilidad del sistema, esta trama (código de inicio, código de casa y código de función o numérico) se transmite siempre dos veces, separándolas por tres ciclos completos de corriente. Hay una excepción, en funciones de regulación de intensidad se transmiten de forma continuada (por lo menos dos veces) sin separación entre tramas.

La nomenclatura Hn-Dn corresponde, respectivamente, al código de casa y al código de unidad y todas las combinaciones posibles se indican en la tabla inferior:

Códigos de casa					Códigos de unidad o dispositivo (número)					
	H1	H2	H4	H8		D1	D2	D4	D8	D16
A	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
B	1	0	1	0	2	1	1	1	0	0
C	0	1	1	0	3	0	1	1	0	0
D	1	1	1	0	4	1	0	1	0	0
E	0	0	0	1	5	0	0	0	1	0
R	1	0	0	1	6	1	0	0	1	0
G	0	1	0	1	7	0	1	0	1	0
H	1	1	0	1	8	1	1	0	1	0
I	0	0	1	1	9	0	1	1	1	0
J	1	0	1	1	10	1	1	1	1	0
K	0	1	1	1	11	0	0	1	1	0
L	1	1	1	1	12	1	0	1	1	0
M	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
N	1	0	0	0	14	1	0	0	0	0
O	0	1	0	0	15	0	1	0	0	0
P	1	1	0	0	16	1	1	0	0	0
Funciones: Apagar todas las unidades						0	0	0	0	1
Encender todas las luces.						0	0	0	1	1
Encender.						0	0	1	0	1
Apagar						0	0	1	1	1
Atenuar intensidad.						0	1	0	0	1
Aumentar intensidad.						0	1	0	1	1
Códigos de función para controladores OEM (Original Equipment Manufacturer)										
Apagar todas las luces.						0	1	1	0	1
Código extendido.						0	1	1	1	1
Petición de saludo.(1)						1	0	0	0	1
Aceptación de saludo.						1	0	0	1	1
Atenuación preestablecida.(2)						1	0	1	X	1
Datos extendidos (analógicos) (3)						1	1	0	0	1
Estado = on.						1	1	0	1	1
Estado = off.						1	1	1	0	1
Petición de estado.						1	1	1	1	1

Tabla I. Posibles combinaciones en un hogar.

- A petición de saludo se transmite para comprobar si existen otros transmisores X-10 dentro del rango de escucha. Esto permite al OEM asignar un código de casa diferente si se recibe un mensaje de aceptación de saludo.
- En una instrucción de atenuación preestablecida, el bit D8 representa el bit más significativo del nivel. H1, H2, H4 y H8 representan los bits menos significativos.
- El código de datos extendidos se sigue de bytes que pueden representar información analógica (después de una conversión A/D). No debe existir separación entre los bytes de datos, ni entre el código de datos extendidos y de datos reales.

2.5. Aplicaciones del Sistema X-10.

El Sistema X-10 brinda varias formas de comodidades hacia los usuarios entre las cuales encontramos las siguientes:

- Ahorro de energía mediante detección de ocupación.
- Facilita la vida a Ancianos y Discapacitados.
- El cine en Casa.
- Control de apertura con alarma.
- Control Centralizado de Luces.
- Control Centralizado de Persianas.
- Cuida de su Negocio.
- Disuasión de los intrusos.
- Seguridad Externa de la Casa.

3. Conclusiones y Recomendaciones.

Mediante la finalización del presente trabajo de tópico, se ha llegado a distintas conclusiones y a su vez con cada conclusión se dirá alguna recomendación.

1. En la actualidad el mercado de la domótica en el Ecuador se encuentra en las primeras etapas de desarrollo, las empresas que en la actualidad se dedican a esta actividad son muy pocas y carecen de difusión y capital en lo que respecta a ventas e instalación de estos equipos. Las empresas que comienzan a incursionar en el mercado domótico ecuatoriano deberían crear convenios que permitan su afiliación y certificación de patentes que minimicen los costos de importación y les provean una mayor variedad de equipos.
2. A lo largo de nuestra investigación, nos dimos cuenta que la tecnología X-10 al ser un sistema de código abierto nos brindó muchas facilidades, como es el caso de que equipos de distintos fabricantes interactúen en un mismo sistema, con la condición de que dichos equipos trabajen al mismo voltaje y frecuencia. Adicionalmente muchas empresas domóticas han incursionado en la fabricación de equipos X-10, debido a que es una de las primeras tecnologías en salir y a que el mecanismo utilizado es sencillo de elaborar.

4. Referencias Bibliográficas.

a. Tesis.

1. **L. DELGADO, W. MORENO, N VELIZ**, “Diseño para el control de un hogar inteligente mediante el uso del sistema domótico X-10 por medio de la red eléctrica”(Tesis, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2007)

b. Libro.

2. **CRISTÓBAL ROMERO MORALES**. “Domótica e Inmótica. Viviendas y Edificios Inteligentes” (2006), pp.144-161

c. Referencia de Internet.

3. **HOME SYSTEM; 2005**, DOMOTICA / <http://www.homesystems.es/>
4. **Marwest Access Controls Inc; 2006**, X-10 / <http://www.aaaremotos.com/>

5. Visto bueno del Director de Tesis.

**Ing. Edgar Leyton
Director de Tesis**