



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE RESIDENCIAS, UTILIZANDO
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y SISTEMAS EXPERTOS**

Astrid Guisela Méndez Meza

Asesorado por el Ingeniero Sergio Cárcamo Guzmán

Guatemala, septiembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE RESIDENCIAS, UTILIZANDO
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y SISTEMAS EXPERTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ASTRID GUISELA MÉNDEZ MEZA

ASESORADO POR EL INGENIERO SERGIO CÁRCAMO GUZMÁN
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Virginia Victoria Tala Ayerdi
EXAMINADOR	Ing. Edgar Estuardo Santos
EXAMINADOR	Ing. Álvaro Díaz Ardavín
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

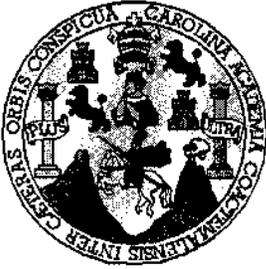
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE RESIDENCIAS, UTILIZANDO
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y SISTEMAS EXPERTOS,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, en marzo de 2007.


Astrid Guisela Méndez Meza



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS

Ref: ASESOR 02-02

Guatemala 17 de Junio de 2008

Señores
Comisión de Revisión de Tesis
Carrera de Ciencias y Sistemas
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Guatemala, Ciudad

Respetables Señores:

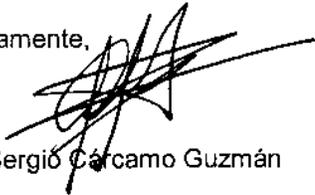
El motivo de la presente es informarles que como asesor del estudiante **Astrid Guisela Méndez Meza** he procedido a revisar el trabajo de tesis titulado **AUTOMATIZACION Y CONTROL DE RESIDENCIAS UTILIZANDO TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y SISTEMAS EXPERTOS** y que de acuerdo a mi criterio el mismo se encuentra concluido y cumple con los objetivos definidos al inicio.

He tenido reuniones periódicas con el estudiante y luego de haber revisado cuidadosamente el trabajo, considero que cumple con los requisitos de calidad y profesionalismo que deben caracterizar a un futuro profesional de la Informática.

Aprovecho para informarle que he leído detenidamente el documento Ref: ASESOR 01-02 y aplicando las recomendaciones que se dan en el mismo procedo a firmar de revisado el trabajo de tesis.

Sin otro particular me suscribo de ustedes,

Atentamente,


Ing. Sergio Cárcamo Guzmán



Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 01 de Septiembre de 2008

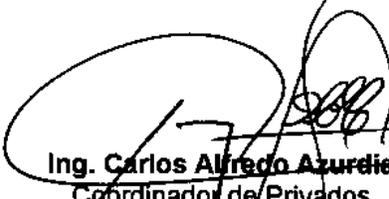
Ingeniero
Marlon Antonio Pérez Turk
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación del estudiante **ASTRID GUISELA MÉNDEZ MEZA** titulado: **“AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE RESIDENCIAS UTILIZANDO TECNOLOGIAS DE INFORMACIÓN Y SISTEMAS EXPERTOS”**, y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,


Ing. Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados
y Revisión de Trabajos de Graduación



E
S
C
U
E
L
A

D
E

C
I
E
N
C
I
A
S

Y

S
I
S
T
E
M
A
S

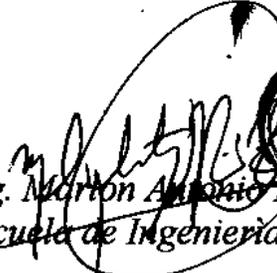
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS
TEL: 24767644

*El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, de trabajo de graduación titulado **“AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE RESIDENCIAS UTILIZANDO TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y SISTEMAS EXPERTOS”**, presentado por la estudiante **ASTRID GUISELA MÉNDEZ MEZA**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Martín Antonio Pérez Turk
Director, Escuela de Ingeniería Ciencias y Sistemas



Guatemala, 18 de septiembre 2008

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.299.08

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de graduación titulado: **AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE RESIDENCIAS, UTILIZANDO TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y SISTEMAS EXPERTOS**, presentado por la estudiante universitaria **Astrid Guisela Méndez Meza**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read 'Murphy Olymipo Paiz Recinos', is written over the printed name and title.
Ing. Murphy Olymipo Paiz Recinos
DECANO

A circular official stamp from the University of San Carlos, Faculty of Engineering. The text inside the stamp reads: 'UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA', 'DECANO', 'FACULTAD DE INGENIERIA', and a small star at the bottom.

Guatemala, Septiembre de 2008

/cc
c.c. archivo.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios, por darme la sabiduría necesaria, la fortaleza y la capacidad para cumplir mis mayores anhelos.

Mis padres, porque me han guiado y enseñado a luchar en la vida y no dejarme vencer por ningún obstáculo. Sus oraciones y su amor me han ayudado a seguir adelante.

Mi hijo Samuel, que mi esfuerzo y perseverancia sea un ejemplo a seguir.

Juan Carlos Herrera, por haber estado conmigo en todo momento y por brindarme su apoyo incondicional.

Mis hermanos Ligia, Leslie, Débora y Aurelio, quienes no han dejado de creer en mí y han estado en cada paso de mi vida.

El Ingeniero Sergio Cárcamo y la Ingeniera Sonia Castañeda, por aportar su conocimiento y experiencia conmigo en este trabajo de graduación.

Mis amigos y la comunidad “El Adonai”.

Mis compañeros de estudio, por los momentos inmemorables que compartimos en la universidad.

La Universidad de San Carlos, quien me abrió las puertas para llevar a cabo esta carrera y obtener los conocimientos necesarios para ser una profesional con valores firmes y así, lograr ser un orgullo para mi país.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XVII
HIPÓTESIS	XIX
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. CASA INTELIGENTE	1
1.1. Historia de la Domótica y la casa inteligente	3
1.2. Mercado	5
1.3. La oferta	6
1.4. La demanda	7
1.5. Actores	8
1.5.1. Fabricantes	8
1.5.2. Proveedores de sistemas	8
1.5.3. Distribuidores	9
1.5.4. Promotores inmobiliarios	9
1.5.5. Arquitectos e ingenieros	10
1.5.6. Integradores de sistemas	10
1.5.7. Instaladores	11
1.5.8. Puntos de venta	11
1.5.9. Proveedores de servicios	12
1.5.10. Usuarios	12

1.6. Vías de comercialización	13
1.6.1. Vía de comercialización promoción inmobiliaria	13
1.6.2. Vía de comercialización canal gran consumo.	14
1.6.3. Vía de comercialización integrador de sistemas	15
1.7. Pasarela Residencial OSGi (<i>Open Services Gateway Initiative</i>)	15
1.7.1. Características principales	18
1.8. Interfaces de usuario	19
1.8.1. Utilidad y usabilidad	19
1.8.2. Factores tecnológicos del desarrollo	19
1.8.3. Interfaces tradicionales de la casa inteligente	20
1.8.4. Nuevos interfaces de la casa inteligente	20
2. DOMÓTICA	23
2.1. Elementos del sistema	23
2.2. Arquitectura	24
2.3. Centrales cableadas y centrales inalámbricas	25
2.4. Aplicaciones de Domótica	26
2.4.1. Iluminación	26
2.4.2. Climatización	27
2.4.3. Puertas y ventanas	30
2.4.4. Persianas y toldos	31
2.4.5. Riego	31
2.4.6. Gestión eléctrica	32
2.4.7. Electrodomésticos	33
2.4.8. Seguridad	34
2.4.9. Entretenimiento/Multimedia	39
2.4.10. Telecomunicaciones/Internet	49
3. HARDWARE Y SOFTWARE DE UN SISTEMA DE DOMÓTICA	55
3.1. Banda ancha	55

3.1.1. Tecnologías cableadas	57
3.1.2. Sistemas Inalámbricos	57
3.1.3. Equipos CPE	59
3.1.4. ATM (Redes de Modo de Transferencia Asíncrono)	59
3.1.5. Métodos de acceso xDSL	60
3.2. Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT)	61
3.3. Tecnologías para implementación de Redes de Control	61
3.3.1. Bluetooth	61
3.3.2. Ethernet	64
3.3.3. GPRS	65
3.3.4. Ondas portadoras / PLC	66
3.3.5. RDSI	66
3.3.6. Redes de televisión por cable	66
3.3.7. Satélite	67
3.3.8. USB	67
3.3.9. WiFi	68
3.4. Sistemas expertos y protocolos para redes de control y automatización	70
3.4.1. Bacnet	71
3.4.2. BatiBUS	72
3.4.3. BUSing	73
3.4.4. CAN (<i>Control Area Network</i>)	74
3.4.5. CEBus	76
3.4.6. CIC	77
3.4.7. EHS	78
3.4.8. EIB (<i>European Installation Bus</i>)	79
3.4.9. HAPI	79
3.4.10. HAVi	80
3.4.11. Home RF	81
3.4.12. HomePlug	82

3.4.13. HomePNA	83
3.4.14. Jini	84
3.4.15. LonWorks/LonTalk	85
3.4.16. SCP	86
3.4.17. TCP/IP	87
3.4.18. UMTS	89
3.4.19. UpnP	90
3.4.20. X-10	91
3.4.21. xDSL	92
3.4.22. ZigBee	93
3.5. Sensores	94
4. SITUACIÓN DE LA DOMÓTICA A NIVEL MUNDIAL	97
4.1. Estados Unidos	97
4.2. Japón	98
4.3. Europa	99
4.4. Guatemala	100
4.4.1. Punto de Vista empresarial	100
4.4.2. Punto de Vista de Usuarios	102
5. SISTEMA EXPERTO	105
5.1. Características generales	106
5.2. Estructura del sistema	107
5.2.1. Sistema de gestión del confort	107
5.2.2. Sistema de gestión de la seguridad	109
5.2.3. Sistema de gestión de ahorro de energía	111
5.3. Implementación	112
5.4. Diseño propuesto	113
5.5. Interfaz de usuario y centro de mando	116
5.6. Diagrama y reglas del sistema experto	117

5.6.1. Reglas del sistema experto	117
5.6.2 Diagramas de flujo	124
CONCLUSIONES	127
RECOMENDACIONES	129
BIBLIOGRAFÍA	131
APÉNDICES	133

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Modelo conceptual de una "casa inteligente"	1
2. Esquema conceptual de la casa inteligente	3
3. Modelo de actores relacionados con la casa inteligente	13
4. Modelo de actores canal gran consumo	14
5. Modelo de actores canal "Integrador de sistemas".	15
6. Marco de trabajo OSGi	16
7. Arquitecturas de Domótica	24
8. Centrales cableadas e inalámbricas	25
9. Iluminación administrada con Domótica	27
10. Formato de pantallas	40
11. Angulo de visualización	42
12. Audio/Video multiroom	45
13. <i>Set top box</i>	46
14. Tecnologías de redes domésticas	54
15. Organización de la arquitectura de Bluetooth, (a) Pictonet con un solo esclavo, (b) con múltiples esclavos, (c) scatternet.	63
16. Vista del garage con dispositivos de Domótica	113
17. Vista del garage con dispositivos de Domótica	114
18. Vista general de la automatización en el garage.	114
19. Interfaz de usuario en el control inalámbrico	116
20. Centro de mando	116
21. Diagrama de flujo gestión de confort	124
22. Diagrama de flujo gestión de seguridad	125
23. Diagrama de flujo gestión de ahorro de energía	126
24. Encuesta electrónica realizada a usuarios	135

25. Pregunta uno de la encuesta	137
26. Pregunta tres de la encuesta	137
27. Pregunta cuatro de la encuesta	138
28. Pregunta cinco de la encuesta	138
29. Pregunta seis de la encuesta	139
30. Pregunta siete de la encuesta	139
31. Primer nivel de la residencia automatizada	140
32. Segundo nivel de la residencia automatizada	141
33. Tercer nivel de la residencia automatizada	142
34. Cuarto nivel de la residencia automatizada	143

TABLAS

I. Prestaciones de las redes de datos	52
II. Características principales de los métodos de acceso de banda ancha	56
III. Tecnologías para la interconexión de dispositivos	58
IV. Familias xDSL	60
V. Protocolos para aplicaciones de Domótica	71
VI. Resultados de la encuesta realizada en Guatemala, Jul 2007.	102

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
\$	Dólar estadounidense
Q	Quetzales
€	EUROS (EUR) Dólar Europeo.

GLOSARIO

ADSL	Acrónimo de <i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i> . Consiste en una línea digital de alta velocidad, apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional.
Bluetooth	Nombre común de la especificación industrial IEEE 802.15.1, que define un estándar global de comunicación inalámbrica que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia segura, globalmente y sin licencia de corto rango.
DVD	También conocido como " <i>Digital Versatile Disc</i> " es un formato de almacenamiento óptico que puede ser usado para guardar datos, incluyendo películas con alta calidad de vídeo y audio.
EEPROM	Son las siglas de <i>electrically-erasable programmable read-only memory</i> . Es un tipo de memoria ROM que puede ser programado, borrado y reprogramado eléctricamente, a diferencia de la EPROM que ha de borrarse mediante rayos ultravioletas.
Equipo / Dispositivo	Es el material (mecánico, eléctrico, electrónico) que realiza una actividad física o lógica determinada.
Ethernet	Nombre de una tecnología de redes de computadoras de área local (LANs) basada en tramas de datos.

<i>E-mail</i>	Es un servicio de red para permitir a los usuarios enviar y recibir mensajes rápidamente mediante sistemas de comunicación electrónicos.
<i>E-service</i>	Herramienta <i>online</i> para crear y dar seguimiento vía Web a las solicitudes de servicio de soporte técnico.
<i>Firewall</i>	Elemento de hardware o software utilizado en una red de computadoras para controlar las comunicaciones, permitiéndolas o prohibiéndolas según las políticas de red que haya definido la organización responsable de la red.
<i>Firmware</i>	Bloque de instrucciones de programa para propósitos específicos, grabado en una memoria tipo ROM, que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo.
Función	Es una acción que se pueden implementar con un determinado equipo o un sistema.
<i>Hacker</i>	Experto en varias o alguna rama técnica relacionada con las tecnologías de la información y las telecomunicaciones.
Http	Significa protocolo de transferencia de hipertexto (<i>HyperText Transfer Protocol</i>) es el protocolo usado en cada transacción de la Web (WWW).
<i>Hub</i>	Dispositivo que permite centralizar el cableado de una red. También conocido con el nombre de concentrador o repetidor. Opera a nivel de capa física del modelo OSI.
Kappa-pc	Software que genera sistemas expertos.

Magnetotérmico	El interruptor magnetotérmico es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas, con el fin de protegerlas frente a las intensidades excesivas producidas como consecuencia de cortocircuitos o por el excesivo número elementos de consumo conectados a ellas.
Mbps	Significa Megabit por segundo, también Mbit/s. Es una unidad que se usa para cuantificar la velocidad de transmisión de información.
<i>Middleware</i>	Software de conectividad que ofrece un conjunto de servicios que hacen posible el funcionamiento de aplicaciones distribuidas sobre plataformas heterogéneas.
Modelo OSI	Lineamiento funcional para tareas de comunicaciones y, por consiguiente, no especifica un estándar de comunicación para dichas tareas. Sin embargo, muchos estándares y protocolos cumplen con los lineamientos del Modelo OSI.
Modem	Equipo electrónico que sirve para transmitir y recibir información digital a distancia, mediante la modulación y desmodulación de la señal digital.
Mp3	MPEG-1 <i>Audio Layer 3</i> , es un formato de audio digital comprimido con pérdida desarrollado por el <i>Moving Picture Experts Group</i> (MPEG).
Mp4	Formato de archivo contenedor definido en el estándar MPEG-4 <i>Part 14</i> , esto significa que encapsula distintos

tipos de pistas, ya sea audio, vídeo, imágenes, subtítulos, etc.

Multiplexación

Combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión usando un dispositivo llamado multiplexor.

On-line

Se dice en línea, *on-line* u *online* cuando un dispositivo o está conectado a una red o sistema mayor.

PLC

Power Line Communications (Comunicaciones mediante línea de energía). Describe diferentes tecnologías que utilizan las líneas de energía eléctrica convencionales para transmitir señales de radio para propósitos de comunicación.

Plug and play

Conocida también por su abreviatura PNP, es la tecnología que permite a un dispositivo informático ser conectado a un ordenador sin tener que con jumpers ni proporcionar parámetros a sus controladores.

Producto

Incluye cualquier elemento que se comercializa y puede ser un dispositivo, equipo, mecanismo, aparato, maquina, etc.

Protocolo

Conjunto de reglas que controlan la secuencia de mensajes que ocurren durante una comunicación entre entidades que forman una red. Nos referimos a entidades como programas de computadora o automatismos de otro tipo, tales como dispositivos electrónicos capaces de interactuar en una red.

<i>Router</i>	Un <i>router</i> (enrutador o encaminador) es un dispositivo de interconexión de redes de ordenadores/computadoras que opera en la capa 3 (nivel de red) del modelo OSI.
<i>Router ADSL</i>	Dispositivo que permite conectar uno o varios equipos o incluso una red de área local a Internet a través de una línea telefónica con un servicio ADSL.
Servicio	Que demanda la entrada en juego de un tercer actor, esto es, una empresa que permita el acceso, mantenimiento o gestión de la función.
Sistema	Que es un conjunto de redes, controladores, equipos o dispositivos que, una vez instalados y puestos en marcha de forma coordinada, es capaz de implementar un conjunto de funciones o servicios útiles para el usuario.
<i>Set-top box</i>	Nombre con el que se conoce el dispositivo encargado de la recepción y decodificación del señal de televisión digital (DTV), para luego ser mostrada en un dispositivo de televisión (analógico).
<i>Smart card</i>	También llamada tarjeta inteligente o tarjeta con circuito integrado (TCI), es cualquier tarjeta del tamaño de un bolsillo con circuitos integrados incluidos.
USB	<i>Universal Serial Bus</i> , interfaz estándar que facilita la conexión de periféricos a un ordenador. Los dispositivos conectados son reconocidos automáticamente gracias a <i>Plug&Play</i> .

- VPN** *Virtual Private Network* (Red Privada Virtual), es una tecnología que permite la transmisión de información privada sobre redes de uso público de manera segura, utilizando conexiones virtuales.
- Wap** *Wireless Application Protocol* (protocolo de aplicaciones inalámbricas) es un estándar abierto internacional para aplicaciones que utilizan las comunicaciones inalámbricas.
- Webcam** Es una pequeña cámara digital conectada a una computadora, la cual puede capturar imágenes y transmitir las a través de Internet en directo.
- Wi-fi** Conjunto de estándares para redes inalámbricas basados en las especificaciones 802.11. Creado para ser utilizado en redes locales inalámbricas; es frecuente que se utilice para acceder a Internet.

RESUMEN

Este trabajo de graduación denominado “Automatización y Control de Residencias, utilizando Tecnologías de Información y Sistemas Expertos” es básicamente el estudio del software y hardware disponibles en el mercado y que utiliza la Domótica para la automatización de las residencias; este estudio no solo realiza el análisis el mercado, sino que también propone un sistema ideal para un hogar en Guatemala, determinando la tecnología que se podría utilizar para cumplir los objetivos de la automatización.

Así también, se incluye el estudio que demuestra que pocos guatemaltecos tienen idea de lo que significa una casa inteligente y lo que esta conlleva.

Además, se muestra la visualización de las empresas que trabajan en la automatización de residencias y lo opinión que estas tienen ante la situación guatemalteca. La razón principal de este trabajo de graduación, es dar a conocer la tecnología disponible en el mercado y que los guatemaltecos desconocen de su existencia en Guatemala.

HIPÓTESIS

Demostrar que el mercado de la Domótica en Guatemala no se ha dado a conocer lo suficiente, como para que los guatemaltecos se sientan involucrados con la tecnología existente; tecnología que ya es parte de la vida diaria en Europa y Estados Unidos.

OBJETIVOS

General

Explorar y mostrar sistemas de información y sistemas expertos enfocados a la Domótica, es decir, automatización y sistematización de unidades habitacionales en Guatemala.

Específicos

1. Definir las características técnicas de un sistema experto capaz de administrar la automatización de una residencia.
2. La consideración de los accesorios y equipos tecnológicos necesarios para implantar un sistema de automatización del hogar.
3. Analizar las limitaciones y ventajas de la utilización de sistemas de información en un proyecto de Domótica.
4. Explorar las aplicaciones de la Domótica (ahorro de energía, monitoreo y mantenimiento del entorno del hábitat, seguridad, comunicaciones).

INTRODUCCIÓN

El limitado acceso de la población guatemalteca a la tecnología de la información ha impedido que el país alcance el nivel de desarrollo que otras naciones han logrado.

Los guatemaltecos se han convertido en simples espectadores de los avances tecnológicos, conformándose con observar por televisión las comodidades que otros han alcanzado, mediante Domótica, sin saber que toda esta tecnología existe localmente, y aunque es onerosa, es posible acceder a ella. Aunque la economía de Guatemala no les da la libertad de tomarse ciertos lujos de la tecnología.

Las observaciones anteriores justifican este trabajo investigación, que busca encontrar un modo de introducir a la población en la tecnología de automatización habitacional.

La Domótica como tal, automatización de hábitats, resulta por demás un tema muy interesante debido a las implicaciones vanguardistas en comodidad, seguridad y automatización de tareas cotidianas. Por ejemplo: el pago de la luz es extremadamente caro si no sabe utilizar adecuadamente, entonces este sistema medirá que tanta intensidad de luz se necesita para tener iluminada la habitación o que se tenga una planta que consuma energía durante las horas de poco consumo y sea utilizada durante el día y de esta forma no se desperdiciará toda la energía y economizará el consumo. Otro ejemplo, es el sistema de riego, si la tierra está muy seca de activará el riego y utilizará únicamente el agua necesaria. Lo que buscamos es que este sistema utilice únicamente los recursos necesarios de la residencia y asimismo ahorrar los gastos en el hogar.

Actualmente, existen menos de un 1% de hogares automatizados en Guatemala, se ha visto básicamente que los hogares que se creen que son casas inteligentes, lo único que estas contienen son componentes de automatización, no se les puede nombrar casas

inteligentes si se someten al concepto de la Domótica; con esto no quiero decir que no sean automatizadas. Existen varios niveles de automatización, pero en este trabajo de graduación se considera un nivel de automatización medio, nivel que, a consideración personal, se hace económicamente accesible para el mercado guatemalteco.

Se debe tomar en cuenta, que existen un limitado grupo de empresas que trabajan en la automatización en Guatemala, y algunas solo trabajan ciertos aspectos de la Domótica, pero no en su totalidad, muchos guatemaltecos creen que las casas inteligentes están lejos de su alcance, cuando en realidad sí existe la posibilidad de crear su propia automatización, ya sea en una casa construida o bien en una casa por construir, aunque la recomendación es que se automatice el hogar desde la creación de los planos de construcción. Esta recomendación se debe a que la automatización de residencias tiene que ver con la infraestructura de la vivienda y la forma en que está diseñada, aunque, como ya mencioné anteriormente, depende del nivel de automatización que se desee realizar.

En el primer capítulo, se presenta un poco de cómo se fue formando el hogar digital, la forma en como son involucrados los actores en este mercado, vías de comercialización y que tipos de interfaces de usuario existen en la actualidad. Luego se muestran elementos del sistema, la arquitectura y los dispositivos existentes que colaboran en la automatización, disponibles en el mercado mundial. En el siguiente capítulo, muestra lo que ya es el hardware y software que un sistema de Domótica puede utilizar de forma inherente. Así también, se muestra los protocolos y estándares de estas tecnologías.

Después de esto, se realizará un panorama general de la situación de Domótica en el mundo y especialmente hablaremos de la situación en Guatemala. En esta sección, se considera las entrevistas realizadas a diferentes empresas que se dedican a la automatización y se muestra el punto de vista que tienen respecto al mercado guatemalteco.

Después de esta vista panorámica, se propondrá un sistema experto capaz de controlar los diferentes dispositivos y tecnologías de la residencia automatizada. En este sistema propuesto, se mostrará el diseño de una residencia ideal, tomando en cuenta los aspectos definidos por la Domótica.

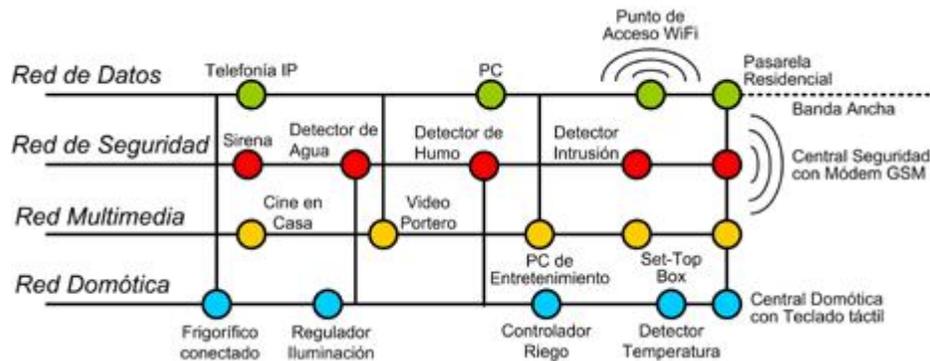
Al final, se concluye tomando en cuenta las encuestas realizadas a ciudadanos, y el análisis de las respuestas que nos proporcionaron, demostrando el nivel de conocimiento de la automatización de residencias.

Todo esto se expone en este trabajo de investigación, con el objetivo principal de mostrar una mejor actitud hacia los avances tecnológicos que surgen diariamente en todo el mundo.

1. CASA INTELIGENTE

La tendencia de la modernización de las viviendas de hoy en día predispone a la adquisición de un gran número de equipos y sistemas, tales como telefonía, televisión, redes de datos, electrodomésticos y sistemas de seguridad. En la figura 1, se muestra el diseño de una casa inteligente.

Figura 1. Modelo conceptual de una "casa inteligente"



Fuente: Pau Tornero. **Tecnología WiFi en la Domótica.** Disponible: http://www.gii.upv.es/perso_nal/gbenet/IIN/treballs%200607/WiFi%20en%20domotica-pau%20tornero.doc

Eventualmente, el proceso de integración de estos equipos mediante redes y sistemas integrados se denominó inicialmente “Integración de Sistemas” y a las mismas viviendas, “Viviendas Inteligentes”. Todo ello en combinación con la capacidad de las redes de banda ancha, ha permitido sustituir el concepto original por el de “Casa inteligente”. Además de los sectores de la Domótica, electrodomésticos y seguridad, un gran número de fabricantes también ha llegado a utilizar el concepto “Casa inteligente” para sus productos o familias de productos principalmente relacionados con redes de datos o productos multimedia de entretenimiento. Es posible definir entonces un “Casa inteligente” de la siguiente forma:

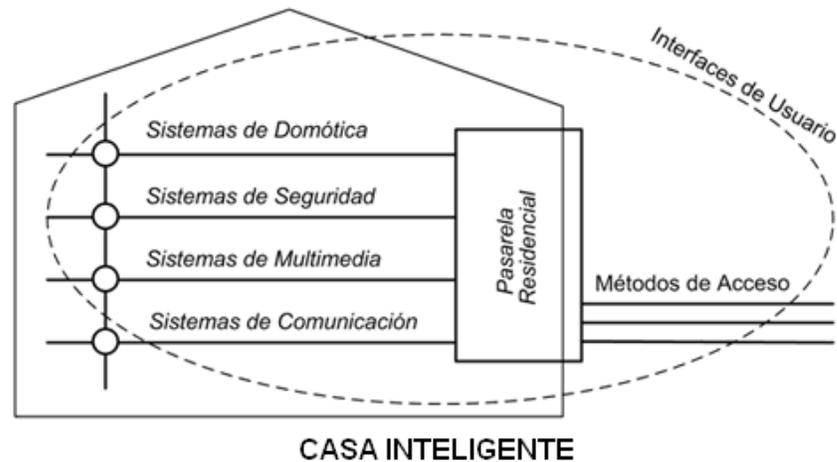
“La casa inteligente es una vivienda que a través de equipos y sistemas, y la integración tecnológica entre ellos, ofrece a sus habitantes funciones y servicios que facilitan la gestión y el mantenimiento del hogar, aumentan la seguridad; incrementan el confort; mejoran las telecomunicaciones; ahorran energía, costes y tiempo, y ofrecen nuevas formas de entretenimiento, ocio y otros servicios dentro de la misma y su entorno.”¹

Los productos y sistemas relacionados con la Casa Inteligente pueden ser agrupados en las siguientes áreas:

- Domótica. Es la automatización y control local y remoto de aplicaciones y dispositivos domésticos, con instalaciones, sistemas y funciones para iluminación, climatización, persianas y toldos, puertas y ventanas, cerraduras, riego, electrodomésticos, control de suministro de agua, gas, y electricidad.
- Multimedia. Son los contenidos de información y entretenimiento, relacionados con la captura, tratamiento y distribución de imágenes y sonido dentro y fuera de la vivienda, con instalaciones, sistemas y funciones como radio, televisión, audio / vídeo, cine en casa, pantallas LCD y plasma, videojuegos, y video porteros.
- Seguridad y Alarmas. Son sistemas para administrar alarmas de intrusión, cámaras de vigilancia, alarmas personales y alarmas técnicas tales como incendio, humo, agua, gas, fallo de suministro eléctrico y fallo de línea telefónica.
- Telecomunicaciones. Permiten la distribución de archivos de textos, imágenes y sonidos, compartiendo recursos entre dispositivos, el acceso a Internet y a nuevos servicios, con instalaciones, sistemas y funciones tales como red de telefonía, telefonía sobre IP, red local de datos, pasarelas residenciales y *routers*.

¹ Instrumentación Industrial, **Tecnología Wi-Fi en la Domótica**. Disponible: <http://www.gii.upv.es/personal/gbenet/IIN/treballs%200607/WiFi%20en%20domotica-pau%20tornero.doc>

Figura 2. Esquema conceptual de la casa inteligente



Fuente: Pau Tornero. **Tecnología WiFi en la Domótica**. Disponible:

<http://www.gii.upv.es/personal/gbenet/IIN/treballs%20607/WiFi%20en%20domotica-pau%20tornero.doc>

Por ejemplo, un sistema de riego automático está constituido por equipos como tubos, juntas, electro válvulas y un programador. Toda la instalación del riego, en su conjunto, forma el sistema. La apertura/regulación/cierre de la electroválvula de agua, sin embargo, es una función. Si en paralelo una empresa de jardinería ofrece la monitorización de la humedad del césped y control remoto del correcto funcionamiento del programador, esto se define como un servicio.

1.1. Historia de la Domótica y la casa inteligente

Realmente no se empezó a considerar la integración de sistemas al nivel comercial hasta en la década de 1980. En ese entonces se trataba principalmente de edificios denominados “edificios inteligentes”. Ahora, en el sector doméstico la integración de sistemas a escala comercial se ha desarrollado coincidiendo con la evolución y despliegue de Internet. Empezó en la década de 1990 en Japón, Estados

Unidos y varios países en el norte de Europa. Los distintos sistemas autónomos como la Domótica, la Seguridad, la Multimedia y las Comunicaciones, sin embargo, tienen cada una, una historia más larga. En esta década también empezó el desarrollo de las Pasarelas Residenciales.

Durante mucho tiempo, la inclusión de tecnología en el hogar, sin embargo, se ha venido realizando a través de un aumento de las prestaciones o funciones propias de los equipos domésticos. Ésta ha sido habitualmente consecuencia de la voluntad de aumentar el valor añadido en sí mismo de dichos equipos domésticos, pero de forma aislada, es decir, sin considerar otras posibilidades de mejora relacionadas con el control y la comunicación. Por ejemplo, en la capacidad de comunicación con otros dispositivos de la vivienda.

Esta situación supuso el desarrollo de un mercado puramente vertical, donde los equipos domésticos que se desarrollaban eran totalmente independientes, es decir, que funcionan de forma autónoma, sin necesidad de comunicarse con otros dispositivos del hogar. Esta forma de concebir los productos ha dificultado la definición y el desarrollo de servicios susceptibles de ser prestados al hogar y al propio usuario.

La introducción de la tecnología Domótica en el mercado tampoco rompió con esta realidad. La automatización de equipos domésticos se realizaba mediante un control de su alimentación eléctrica, siendo una manera muy sencilla de gestión, y de poco atractivo tecnológico. Los equipos domésticos no tenían ningún tipo de comunicación eficiente con el sistema domótico. Por ello, la Domótica estaba relegada a un mercado muy reducido, comparado con la totalidad del mercado de productos domésticos, y limitándose, por tanto, a dar respuesta a necesidades de control en la vivienda. Por ejemplo, las posibilidades de comunicación con el exterior se reducían a sencillas transmisiones de señales o avisos de alarma o al control remoto de un número reducido de sistemas o equipos.

Recientemente, con la plena irrupción de Internet en el hogar y, en general, las denominadas TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), se ha forjado una nueva forma de entender la aplicación de tecnología en la vivienda, mucho más positivista y realista, donde lo único importante es el propio usuario y no ésta. Es decir, de la tecnología por la tecnología se ha pasado a asegurar la consecución de las necesidades o deseos de los usuarios a través de servicios, donde evidentemente la tecnología adquiere un papel de soporte muy importante a dichos servicios.

1.2. Mercado

En la caracterización de un mercado aparecen siempre tres elementos clave: la oferta disponible, la demanda real, y entorno, entendido éste último como las condiciones externas que afectan a este mercado, tales como:

- Cambios en los grupos de convivencia que ocupan las viviendas, como respuesta a nuevos modelos de familia o lo que también se denomina “unidades familiares”.
- Evolución de los hábitos de convivencia y de utilización de la vivienda, como consecuencia del trabajo y ocio y en gran dependencia con la tipología de grupo de convivencia.
- Colectivos con necesidades específicas, aumentando según la evolución socio-demográfica de la sociedad.
- Situación del entorno económico financiero, especialmente frente al incremento del precio de venta de las viviendas y su implicación en la economía familiar.
- Situación de la demanda de vivienda, muy asociada a los colectivos de usuarios, y también influenciada por otros aspectos externos (por ejemplo, la inmigración de personas)

1.3. La oferta

En la evolución del mercado se destaca, entre todos los aspectos posibles, los siguientes:

- Una evolución de la oferta de sistemas, de forma que algunos sistemas de Domótica, seguridad, multimedia y comunicaciones han desaparecido del mercado al no responder a las propias necesidades de los usuarios o al no haber sido concebidos con cuidado (oferta poco madura, tanto desde el punto de vista funcional, técnico como estético).
- Los costes de los sistemas disponibles en el mercado se han venido reduciendo, disponiendo en la actualidad de sistemas sencillos de coste bajo o moderado, aunque se continua encontrándose sistemas de altas prestaciones y coste elevado, muy enfocados a nichos concretos del mercado residencial de segmento alto.
- El avance en la formación del sector también por parte de terceros, que no son los mismos fabricantes.

Por otra parte, la oferta se ha caracterizado por el diseño y lanzamiento en el mercado de productos destinados principalmente para viviendas de nueva construcción.

En estudios recientes se ha podido comprobar que la tipología de usuario prevalece frente a la tipología de vivienda. Las necesidades de los usuarios son distintas, incluso dentro de una misma promoción inmobiliaria, y la solución implantada en la vivienda debe dar respuesta a necesidades distintas. Por ejemplo, en pisos donde viven personas mayores de edad es crucial la inclusión de prestaciones de seguridad y de automatización que facilite la vida cotidiana (por ejemplo, la motorización de persianas). En cambio, la puesta en marcha remota de algún sistema de la vivienda resulta prácticamente innecesaria, a diferencia de lo que puede ocurrir en pisos para jóvenes donde la comunicación de la vivienda con el exterior adquiere una trascendencia importante.

Para la integración de sistemas en la casa inteligente (de hardware y software), hay diversidad de sistemas *middleware* que están diseñados para integrar diversidad de protocolos y tecnologías bajo un mismo entorno, pudiendo así ofrecer al usuario un mismo interfaz para el control de los sistemas de seguridad, de automatización, de equipos de consumo, de entretenimiento y de acceso.

1.4. La demanda

La inexistencia de grandes estudios sobre la casa inteligente evidentemente dificulta la valoración de ésta. Parece que el mercado directamente dirigido al sector de consumo está creciendo. En el mercado de consumo hay mucha nueva oferta y un creciente demanda de sencillas sistemas autónomos con posibilidad de integración (tipo *Plug & Play* con instalaciones inalámbricas). La demanda de soluciones para la nueva construcción por parte de usuario final está también experimentado un fuerte crecimiento. Cuando la nueva generación de usuarios, con una alto nivel de conocimiento y uso de tecnologías se construyen sus viviendas demandan una solución integrada de las tecnologías.

El interés de los usuarios finales entorno a la disponibilidad de un Casa inteligente en su vivienda sigue basándose en la necesidad de cubrir las expectativas habituales de éstos, que se reducen básicamente a la seguridad (tanto personal como patrimonial), la educación, el ocio, las comunicaciones y el confort, todo ello considerando una gestión óptima de la energía consumida en la vivienda.²

² Casadomo Soluciones S.L., **Mercado**. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=11&m=15&idm=17&pat=14&n2=14>

1.5. Actores

Existen distintos roles durante el proceso de comercialización de productos, sistemas y servicios. Los principales actores, sus actividades, puntos fuertes y débiles de cada uno serán descritos a continuación.

1.5.1. Fabricantes

Diseña y fabrica productos y sistemas. Para esto se deben tomar en cuenta el precio, la funcionalidad, así también, el diseño y la compatibilidad con otros productos y sistemas.

Los puntos fuertes son:

- Se puede utilizar una red existente de comercialización.
- Es propietario de su “marca”.

Los puntos débiles son:

- Requiere de grandes inversiones para desarrollar los productos y sistemas.
- Falta de estándares.
- Es necesario crear una nueva red de comercialización.
- Su modelo de negocio de la casa inteligente puede entrar en conflicto con la existente red de comercialización.

1.5.2. Proveedores de sistemas

Se basa en desarrollar sistemas completos, tanto hardware como software.

Los puntos fuertes son:

- Integrar productos existentes de hardware y desarrollar únicamente el software.
- Utilizar la misma infraestructura tecnológica.

- Alcanzar un gran número de usuarios finales.

Los puntos débiles son:

- Importantes inversiones infraestructura tecnológica.
- Se tiene un número relativamente reducido de clientes.

1.5.3. Distribuidores

Se basa en comprar productos para su distribución.

Los puntos fuertes son:

- Rapidez para empezar con el negocio.
- La posibilidad de alcanzar grandes volúmenes.
- La posibilidad de utilizar una red existente de comercialización.

Los puntos débiles son:

- La necesidad de captar y mantener clientes.
- La necesidad de adaptar, traducir y homologar según el producto.
- Tiene costos de mantenimiento del stock.
- Debe aportar el soporte técnico y las garantías.

1.5.4. Promotores inmobiliarios

Vende viviendas donde incluyen sistemas y productos de una Casa inteligente.

Los puntos fuertes son:

- Facilitan la comercialización y la promoción.
- Se pueden diferenciar de la competencia.
- Pueden vender más rápido.

- Tiene nuevas posibilidades de negocio con ingresos adicionales.
- Tiene posibilidades de seguir manteniendo una relación comercial con el cliente.

Los puntos débiles son:

- Depende de la calidad de servicios de terceros.
- Falta de estándar que dificulta la elección de productos y sistemas.

1.5.5. Arquitectos e ingenieros

Se basa en desarrollar y diseñar proyectos de viviendas, sus sistemas y productos correspondientes.

Los puntos fuertes son:

- Puede satisfacer necesidades específicas de los clientes y los usuarios finales.
- Puede diferenciarse de la competencia.
- Pueden desarrollar su propio diseño con nuevas soluciones arquitectónicas.

Los puntos débiles son:

- Falta de conocimiento en el campo.
- Falta de estándar que dificulta la elección de productos y sistemas.

1.5.6. Integradores de sistemas

Su aportación es la integración de sistemas tecnológicos desarrollando el proyecto y la programación.

Los puntos fuertes son:

- Beneficio económico.
- Flexibilidad en la elección y uso de sistemas y proveedores.

Los puntos débiles son:

- La dificultad de captación de clientes.
- Ningún producto propio.
- Falta de estructura empresarial, capacidad organizativa y conocimiento.

1.5.7. Instaladores

Instala y mantiene productos y sistemas.

Los puntos fuertes son:

- Crecimiento del negocio existente con nuevos productos.
- Ofrecer nuevos servicios.

Los puntos débiles son:

- Tienen que ofrecer un buen servicio de mantenimiento y atención al cliente.
- Existen volúmenes críticos de nuevos productos y sistemas.
- Falta de estándar obliga al conocimiento de muchas tecnologías y sistemas.

1.5.8. Puntos de venta

Pueden ser de diferentes tipos: Tiendas especializadas, Grandes superficies, Tiendas *On-Line*.

Los puntos fuertes son:

- Posibilidad de demostración y “*Show-Rooms*” completos.

Los puntos débiles son:

- No tener suficiente stock.

1.5.9. Proveedores de servicios

Ofrecen distintos servicios a usuarios finales.

Los puntos fuertes son:

- Llegar a grandes volúmenes con rapidez.
- Gran capacidad de negociación con proveedores.
- Requiere pocas inversiones.

Los puntos débiles son:

- No son propietarios de la tecnología de los sistemas ni del equipamiento.

1.5.10. Usuarios

Compra y utiliza el equipamiento y los sistemas.

Los puntos fuertes son:

- Existe gran oferta en el mercado.
- Hace inversiones escaladas.
- Se puede invertir en equipamiento adicional.

Los puntos débiles son:

- Falta de servicios y mantenimiento de equipamiento y sistemas.
- Falta de estándares.
- El equipamiento se hace obsoleto rápidamente.³

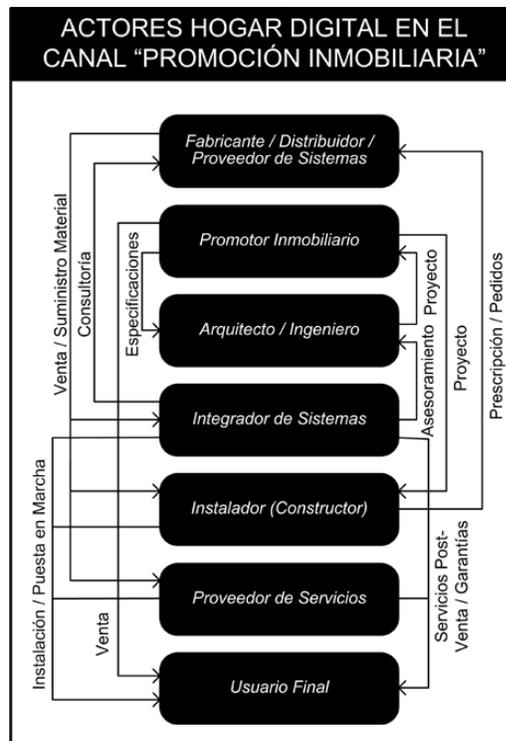
³ Casadomo Soluciones S.L., **Actores**. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=12&m=15&idm=18&pat=14&n2=14>

1.6. Vías de comercialización

Los productos, sistemas y servicios de la casa inteligente se canalizan a través de diferentes vías de comercialización.

1.6.1. Vía de comercialización promoción inmobiliaria

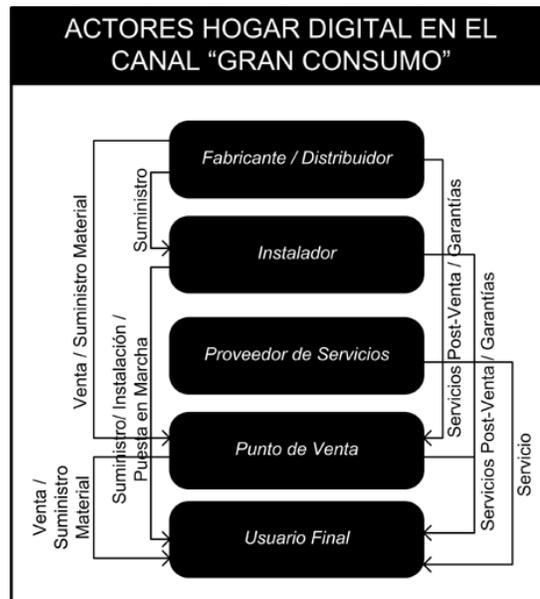
Figura 3. Modelo de actores relacionados con la casa inteligente



Fuente: Casadomo Soluciones S.L., **Actores**. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticias-Detalle.aspx?c=12&m=15&idm=18&pat=14&n2=14>

1.6.2. Vía de comercialización canal gran consumo.

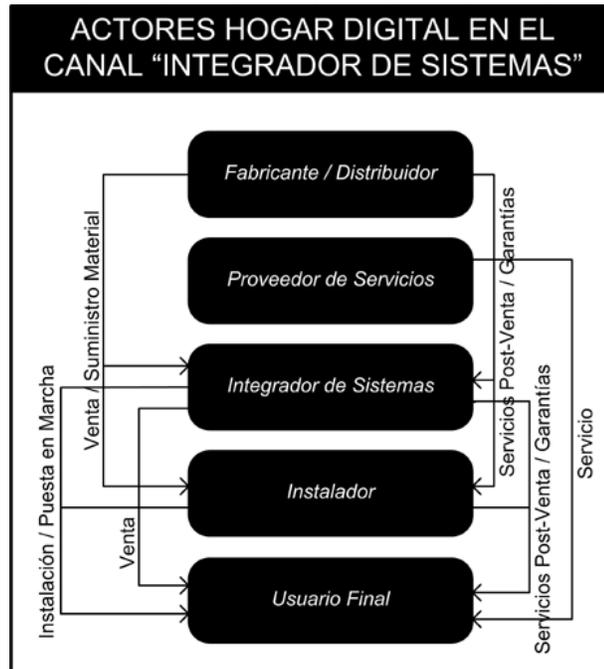
Figura 4. Modelo de actores canal gran consumo



Fuente: Casadomo Soluciones S.L., **Actores**. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=12&m=15&idm=18&pat=14&n2=14>

1.6.3. Vía de comercialización integrador de sistemas

Figura 5. Modelo de actores canal "Integrador de sistemas".



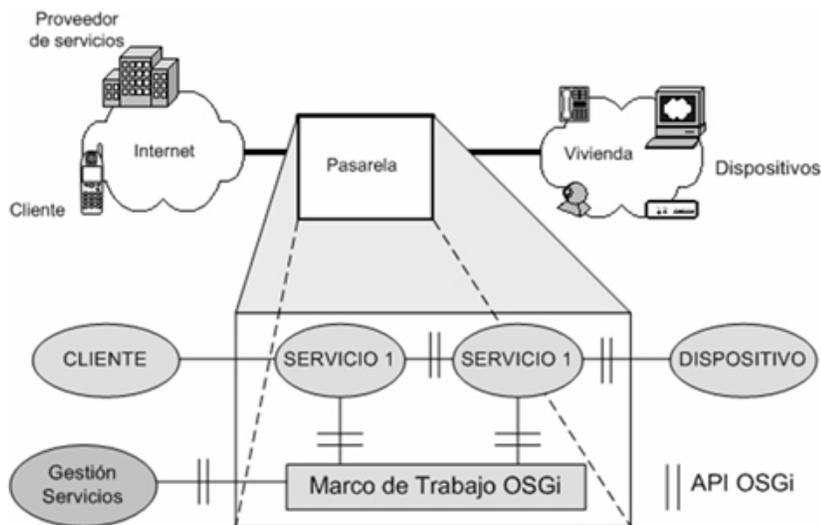
Fuente: Casadomo Soluciones S.L., **Actores**. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticias/Detalle.aspx?c=12&m=15&idm=18&pat=14&n2=14>

1.7. Pasarela Residencial OSGi (*Open Services Gateway Initiative*)

La asociación *Open Services Gateway Initiative* (OSGi) fue creada en marzo de 1999 con el objetivo de crear una especificación de software abierta, que permita diseñar y construir plataformas compatibles capaces de proporcionar múltiples servicios en el mercado residencial y automovilístico. Para ello, aprovecha las múltiples tecnologías que han surgido en el ámbito de los métodos de acceso, en el ámbito de la redes de datos y control de las viviendas o automóviles.

OSGi pretende ofrecer una arquitectura completa que cubra todas las necesidades del proveedor de servicios, del cliente y de cualquier dispositivo instalado en las viviendas.

Figura 6. Marco de trabajo OSGi



Fuente: Casadomo Soluciones S.L., **Pasarela Residencial**. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=49&m=15&idm=60&pat=14&n2=14>

Inicialmente fueron 15 compañías que fundaron esta asociación, destacan: Sun Microsystems, IBM, Lucent Technologies, Motorola, Ericsson, Toshiba, Nortel Networks, Oracle, Philips, Sybase, Toshiba, entre otras. Ahora son más de 80 las empresas que pertenecen a esta asociación. Hay fabricantes de hardware, empresas de software, empresas de sistemas de gestión corporativos, operadores de telecomunicaciones, hasta varias compañías eléctricas. Cabe comentar que en Guatemala, Unión Fenosa es la única empresa miembro del OSGi.

Las áreas del OSGi son:

- Servicios, pretende crear una plataforma que sea capaz de procesar y tratar de forma correcta toda la información necesaria para proporcionar servicios de

comunicaciones, de entretenimiento, de telecontrol o teleDomótica, y de seguridad.

- Métodos de acceso, pretende que la pasarela OSGi sea capaz de acceder al mundo exterior (redes de datos tipo Internet) usando cualquiera de las tecnologías disponibles actualmente.
- Redes de datos y control de las viviendas, teniendo en cuenta la variedad de hogares y edificios en donde este tipo de pasarelas debe ser instaladas, esta iniciativa no se escoge una única tecnología de conexión en red los múltiples electrodomésticos o dispositivos de las viviendas. Su objetivo es definir un interfaz común para todas ellas, dejando la responsabilidad a los fabricantes de construir los controladores adecuados para cada una de ellas.

Siendo la parte más importante de su especificación, la Pasarela Residencial OSGi actuará como servidor de aplicaciones fuertemente ligadas con el mercado de las comunicaciones. Podrá gestionar llamadas telefónicas de Voz sobre IP (VoIP), hacer de *hub/router* de múltiples equipos para el acceso a Internet, correr aplicaciones multimedia distribuidas (video/audio *streaming*). Por otro lado, también funcionará como servidor de aplicaciones relacionadas con la gestión energética, el telecontrol y la seguridad y custodia, además de aplicaciones de telemedicina, comercio electrónico o mantenimiento remoto de electrodomésticos.

Con las Pasarelas Residenciales cualquier equipo o electrodoméstico instalado en la vivienda podrá avisar directamente al servicio técnico autorizado de esa marca del fallo de alguno de sus componentes o, simplemente del estado actual. El servicio técnico se pondrá en contacto con el propietario para indicarle las acciones correctoras o acordar la visita de alguno de sus técnicos. Resumiendo, la Pasarela Residencial OSGi será la puerta de acceso de una multitud de empresas que residen en las viviendas.

1.7.1. Características principales

La especificación del OSGi define un núcleo de APIs (*Application Program Interfaces*) que son el principal soporte de los *e-services*. Las características principales de la especificación son las siguientes:

- Estandarizada. Para que los fabricantes de equipos y los proveedores de servicios tengan una plataforma común.
- Independiente del hardware. La tecnología tiene que ser independiente de la plataforma hardware de forma que pueda funcionar con soluciones múltiples en el ámbito de los procesadores, las comunicaciones, los electrodomésticos, las soluciones Domóticas, etc.
- Abierta. No define ninguna arquitectura de red Domótica ni obliga al uso de una tecnología concreta, ni ningún protocolo.
- Segura. Una arquitectura software que proporcione alta seguridad e integridad para que los proveedores puedan ofrecer múltiples servicios sobre la misma plataforma sin interferir unos con otros.
- Fiable. La pasarela debe funcionar 24 horas al día, sin caídas del sistema por descuidos o provocadas malintencionadamente.
- Escalable. La administración y operación de la pasarela debe ser flexible, personalizable y escalable, acorde a las nuevas necesidades del proveedor del sistema.⁴

⁴ Casadomo Soluciones S.L., **Pasarela Residencial**. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=49&m=15&idm=60&pat=14&n2=14>

1.8. Interfaces de usuario

Interfaz de Usuario es toda la presentación y la posible interacción de las personas con los sistemas y servicios de la casa inteligente.

1.8.1. Utilidad y usabilidad

La utilidad de un producto se puede dividir en utilidad funcional, utilidad social y utilidad estética. La utilidad funcional es lo que se puede hacer con el producto, por ejemplo encender una televisión con un mando a distancia. La utilidad social es el valor que tiene un producto en la vida social, por ejemplo un PDA en la pista de golf, como estatus o símbolo de pertenencia a un grupo. La utilidad estética es el diseño que tiene un producto referente a forma, material y color.

1.8.2. Factores tecnológicos del desarrollo

Algunas tendencias tecnológicas principales que están empujando las nuevas interfaces en la Domótica son:

- El desarrollo de Internet y el protocolo TCP/IP como estándar que permite la interacción desde cualquier sitio en el mundo.
- El desarrollo del uso del teléfono móvil como aparato personalizado.
- El desarrollo de los sistemas inalámbricos dentro del hogar como Bluetooth y WiFi.

Estos desarrollos permiten que los usuarios tengan un acceso y control mucho más flexible del hogar.

El uso de Internet en los hogares es relativamente bajo en una comparación internacional. Pocos hogares tienen computadora y mucho menos tienen acceso a Internet y/o Banda Ancha. El uso de los teléfonos móviles está tan extendido y en estos días se puede dar casi por hecho que prácticamente cualquier usuario lo tiene. Y estas

tendencias esta empujando para que más y más usuarios acepten controlar y acceder a su vivienda remotamente sin miedo y con confianza.

1.8.3. Interfaces tradicionales de la casa inteligente

Las principales áreas de sistemas y sus interfaces tradicionales son:

- **Sistemas de Domótica:** con botones e interruptores tradicionales de cualquier marca o especiales de los mismos sistemas; teclados especiales del sistema; mandos a distancia; software de computadoras; y por teléfono con tonos para el control. Y para avisos de forma local a través de mensajes y sonidos desde la central o sirenas del mismo sistema y/o remotamente a través del teléfono a números preprogramados. Pantallas táctiles, o pantallas con botones laterales incrustadas en la pared.
- **Sistemas de Seguridad:** con mandos de llavero; teclados de pared; y por teléfono con tonos para armar y desarmar. Y para avisos de forma local a través de mensajes y sonidos desde la central o sirenas del mismo sistema y/o remotamente a través del teléfono a números preprogramados.
- **Sistemas Multimedia** con mandos a distancia; los mismos botones de los aparatos y en algunos casos para sistemas de *multi-room* con teclados especiales para la selección de canales y volumen en cada habitación.
- **Sistemas de Comunicación:** con el mismo teléfono para programar los servicios telefónicos y software para los componentes de la red de Datos como los *Routers, Hubs* y computadoras.

1.8.4. Nuevos interfaces de la casa inteligente

- **Interfaces Web de PC** permite un control de la casa inteligente desde cualquier PC tanto desde dentro como desde fuera de la casa a través de PCs tradicionales.
- **Web Pads y Tablet PCs** son dos pequeñas pizarras con pantalla táctil. Los *Web Pad* básicamente tienen aplicaciones como acceso a servicios de Internet,

contenidos Web y correo electrónico, procesadores de texto, calculadora, agenda, calendario, etc.

- *Countertop Stations* es un interfaz muy similar a los *Web Pads* y *Tablet PCs*. Esencialmente se crearon para ser instalados en la vivienda de forma fija, normalmente debajo los muebles superiores de la cocina.
- Pocket PCs o PDAs (*Personal Digital Assistant*) son otros interfaces inalámbricos para la casa inteligente. Normalmente se utiliza Windows *Pocket PC* como sistema operativo, para los PDAs se utiliza muchas aplicaciones propietarios.
- El Teléfono móvil, es idóneo gracias a su gran extensión entre usuarios y su flexibilidad ya que permite múltiples formas de interacción. Con el teléfono móvil se puede hacer control por tonos; control por voz, control con SMS, recibir MMS, e-mails, mensajes instantáneos, y muchas otras formas dependiendo del modelo y del tipo (GSM, GPRS, UMTS etc.).
- Mandos a Distancia Programables Multi-Media. Nacen de la idea de sustituir la multitud de mandos y controladores de los equipos de audio/video.
- La televisión es un interfaz que se ha utilizado durante mucho tiempo pero que ha tenido una pequeña revolución en los últimos años ya que son muchas empresas con importantes proyectos que optan por esta solución. La televisión esta presente en prácticamente todos los hogares y es un interfaz conocido y aceptado.
- Llaves Digitales y tarjetas de acceso son aplicación que se han utilizado durante mucho tiempo en edificios de uso profesional. Especialmente las llaves digitales que es un emisor digital que se puede colgar en el llavero normal y se acerca al lector para abrir la puerta.
- Voz y Gestos son ejemplos de otros nuevos interfaces para la interacción con la casa inteligente que todavía están poco desarrollados. Las aplicaciones son todavía relativamente inmaduros y son difíciles de implementar en el contexto

del hogar excepto para situaciones muy concretas como el sitio de teletrabajo o equivalente.⁵

Existen más nuevos posibles interfaces, la lista anterior solo pretende destacar unos ejemplos. Obviamente, se están desarrollando nuevas interfaces, cada vez que van surgiendo nuevas necesidades del residente en el hogar digital.

⁵ Casadomo Soluciones S.L., **Interfaces de Usuario**. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=13&m=15&idm=19&pat=14&n2=14>

2. DOMÓTICA

El concepto Domótica se refiere a la “Automatización y Control” (encender/apagar, abrir/cerrar y regular) de los sistemas domésticos tales como la iluminación, climatización, persianas y toldos, puertas y ventanas, cerraduras, riego, electrodomésticos, suministro de agua, suministro de gas, suministro de electricidad y seguridad.

2.1. Elementos del sistema

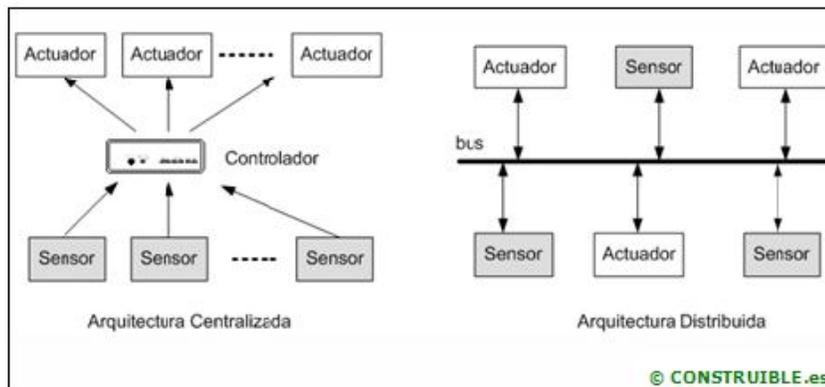
Un sistema de Domótica se caracteriza por los siguientes elementos:

- Controlador: en instalaciones centralizadas, es la central que gestiona el sistema. En este reside toda la inteligencia del sistema y suele tener los interfaces de usuario necesarios para presentar la información.
- Actuador: es el dispositivo de salida capaz de recibir una orden del controlador y realizar una acción (por ejemplo encendido/apagado de luces, subida/bajada de persiana, apertura/cierre de válvula de riego).
- Sensor: es el dispositivo que está, de forma, permanente monitorizando el entorno con objeto de generar un evento que será procesado por el controlador. Por ejemplo, la activación de un interruptor, los sensores son de temperatura, viento, humedad, humo, escape de agua o gas.

Dependiendo de cada solución o fabricante, hay equipos que son controladores/sensores/actuadores al mismo tiempo, ya que en un único equipo se dispone de toda la inteligencia necesaria para medir una variable física, procesarla y actuar en consecuencia (por ejemplo, un termostato). Pero la mayoría de las soluciones del mercado, sean propietarias o no, se construyen diferenciando los sensores de los

actuadores con objeto de aportar mayor flexibilidad y menor precio de cara a la instalación e integración en una vivienda.

Figura 7. Arquitecturas de Domótica



2.2. Arquitectura

Desde el punto de vista de donde reside la inteligencia del sistema domótico, hay dos arquitecturas diferentes:

- **Arquitectura Centralizada:** un controlador centralizado recibe información de múltiples sensores y, una vez procesada, genera las órdenes oportunas para los actuadores.
- **Arquitectura Distribuida:** en este caso, no existe el controlador centralizado, sino que toda la inteligencia del sistema está distribuida por todos los módulos sean sensores o actuadores. Suele ser típico de los sistemas de cableado en bus.

Hay que destacar que algunos sistemas usan un enfoque mixto, esto es, son sistemas con arquitectura descentralizada en cuanto a que disponen de varios pequeños dispositivos capaces de adquirir y procesar la información de múltiples sensores y transmitirlos al resto de dispositivos distribuidos por la vivienda. Hoy en día hay buenos sistemas centralizados y distribuidos, todos ellos con elevadas prestaciones. Ambas

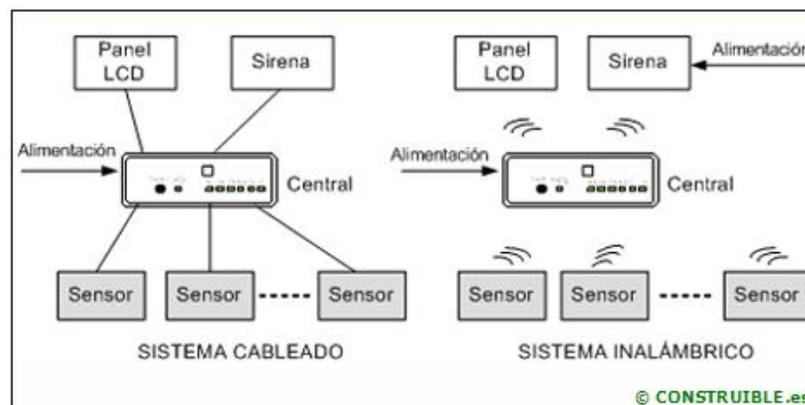
arquitecturas tienen sus ventajas y sus inconvenientes, lo cual a priori no ayuda a decidir cual es la mejor solución para una vivienda.⁶

2.3. Centrales cableadas y centrales inalámbricas

Se pueden clasificar las centrales en dos tipos a nivel tecnológico:

- Centrales cableadas: todos los sensores y actuadores (por ejemplo sirenas), están cableados a la central, la cual es el controlador principal de todo el sistema. Esta tiene normalmente una batería de respaldo, para en caso de fallo del suministro eléctrico, poder alimentar a todos sus sensores y actuadores y así seguir funcionando normalmente durante unas horas.
- Centrales inalámbricas: en este caso usan sensores inalámbricos alimentados por baterías y transmiten vía radio la información de los eventos a la central, la cual está alimentada por red eléctrica y tiene sus baterías de respaldo.
- Centrales mixtos: combinan el cableado con el inalámbrico.

Figura 8. Centrales cableadas e inalámbricas



⁶ Construable.es, **Introducción**. Disponible: <http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=50&m=61&idm=61&pat=59&n2=59>

2.4. Aplicaciones de Domótica

2.4.1. Iluminación

La forma de encender y apagar la iluminación de la vivienda puede ser automatizada y controlada de formas complementarias al control tradicional a través del interruptor clásico. Se puede en esta manera conseguir un incremento del confort y ahorro energético.

La luz puede ser regulada en función del nivel de luminosidad ambiente, evitando su encendido innecesario o adaptándola a las necesidades del usuario. La activación de ésta se realiza siempre cuando el nivel de luminosidad pasa un determinado umbral, ajustable por parte del usuario. Esto garantiza un nivel de iluminación óptima, que puede ser especialmente útil para, por ejemplo, un pasillo o la iluminación exterior.

La iluminación puede ser activada en función de la presencia de personas en la estancia. Se activa la iluminación cuando un sensor detecta presencia. Esto garantiza una buena iluminación para, por ejemplo, zonas de parqueo subterráneo. Asegura que las luces no se queden encendidas en habitaciones cuando no hace falta.

También puede ser activada por otros eventos. Por ejemplo, al pulsar el mando a distancia del garage la iluminación exterior y la del garaje puede encenderse por un tiempo limitado para poder tener un acceso seguro y confortable. También, si se activa la alarma de seguridad de la vivienda se puede encender toda la iluminación exterior.⁷

⁷ José Pérez y Karenh Reyes. **Domótica**. Disponible: <http://www.monografias.com/trabajos35/domotica/domotica.shtml>

Figura 9. Iluminación administrada con Domótica



El encendido o apagado de una luminaria puede temporizarse a voluntad del usuario, permitiendo su actuación al cabo de determinado tiempo. Su uso puede ser variado, estando sujeto a sus necesidades y deseos. Por ejemplo, que se encienda la luz del dormitorio en forma graduada a cierta hora de la mañana, o que se apaga toda la iluminación del jardín a cierta hora por la noche.

La iluminación también puede realizarse a través de mandos a distancia, con independencia del tradicional mecanismo de mando eléctrico. Un mismo mando a distancia puede controlar distintas luminarias a la vez.

Es preciso indicar que un sistema domótico debería garantizar siempre la posibilidad de encender y apagar la iluminación de forma tradicional, es decir, de forma voluntaria y manual.

2.4.2. Climatización

La forma más básica de controlar la climatización de una vivienda es la conexión o desconexión de todo el sistema de climatización. Se puede realizar esto según una

programación horaria, según presencia de personas en el hogar o de forma manual. Con estos modos de funcionamiento el sistema sólo garantiza el establecimiento de una temperatura de consigna única para toda la vivienda, de forma parecida a la existencia de un termostato de ambiente convencional. Sin embargo se puede hacer muchísimo más para alcanzar un alto nivel de confort y ahorrar energía.

2.4.2.1. Zonificación

Cada zona definida en la vivienda puede tener requisitos de uso o condiciones térmicas distintas, que hacen conveniente ser gestionadas de forma independiente. Esta gestión por zonas puede realizarse siguiendo una misma programación para cada una de ellas, o bien ser controlarlas de forma independiente, incrementando, con ello, las posibilidades de uso y confort para el usuario.

Es importante resaltar que en instalaciones de climatización sin zonificación, algunas estancias de la vivienda pueden climatizarse por exceso como consecuencia de su tamaño, orientación y uso, creando una reducción del confort para el usuario. Así mismo, otras estancias de la vivienda pueden climatizarse por defecto, es decir, sin alcanzar la temperatura deseada, creando una misma situación.

Los criterios seguidos para definir una zonificación de la vivienda pueden ser variados. De entre las posibles, los más habituales son los dos siguientes:

- el uso dado a las dependencias, creando lo que se denomina como zona día (uso habitual durante el día como el comedor, el salón, etc.) y zona noche (habitualmente limitada a las habitaciones); y
- la orientación de la vivienda, considerando los aportes energéticos solares, creando las dos zonas siguientes: la zona norte (estancias no expuestas a la radiación solar) y la zona sur (con incidencia solar).

Esta zonificación produce un incremento del grado de confort al asegurar la temperatura deseada por el usuario en cada una de las zonas disponibles. Además, esta aplicación permite también reducir el consumo de energía al incrementar la eficiencia global de la instalación. Sólo se climatizan aquellas zonas de la vivienda que son necesarias.

2.4.2.2 Niveles de temperatura

El número y tipo de niveles de temperatura más comúnmente utilizados son los siguientes:

- Nivel de temperatura de confort. Es el estado habitual de funcionamiento de la climatización, que se da, por lo general, cuando los usuarios se encuentran en la vivienda (por ejemplo, una temperatura de consigna de 21°C para calefacción).
- Nivel de temperatura de economía. Estado de funcionamiento que se da cuando los usuarios salen de casa por un corto período de tiempo, o bien durante aquellos períodos en los cuales no se requiere un nivel de temperatura tan elevado (si se considera la calefacción) o tan bajo (si se considera el aire acondicionado). Un ejemplo de ello sería el uso de calefacción durante la noche al acostarse, con una temperatura de economía, por ejemplo, 18°C).
- Nivel de temperatura antihelada. Con el objeto de evitar que el agua contenida en las conducciones de agua de la vivienda se hiele en invierno y produzca roturas en las mismas, el sistema de calefacción se puede poner en marcha para alcanzar una temperatura mínima establecida por el sistema (por ejemplo, una temperatura de 5°C).

Los beneficios son el aumento del confort doméstico y optimización del consumo energético al asegurar que solamente se mantiene la temperatura necesaria durante un período concreto. Con el nivel antihelada se evita, además, la rotura de conducciones de agua por el efecto de la temperatura.

2.4.2.3. Derogación de niveles de temperatura

El sistema domótico gestiona el funcionamiento de la climatización siguiendo el programa introducido en el sistema domótico, es decir, acorde con el perfil de temperatura. Este seguimiento supone un determinado número de cambios entre los niveles de confort y economía. Sin embargo, el usuario puede modificar en cualquier momento el nivel de temperatura existente (de confort a economía, o viceversa), por diversos motivos, forzando un cambio puntual en el perfil de temperatura. A este cambio puntual se le conoce como derogar el nivel de temperatura existente.

Es preciso indicar que este cambio puntual no afecta al desarrollo del perfil de temperatura ni lo modifica. El sistema domótico seguirá el perfil de temperatura una vez se restablezca el nivel programado.

2.4.3. Puertas y ventanas

En el caso de tener Puertas y Ventanas motorizadas estos pueden ser integradas al sistema de Domótica.

Un área de aplicación principal es para gente con discapacidades físicas. La automatización puede ayudar al usuario tanto a abrir como cerrar las puertas y ventanas a través del sistema. Cada puerta o ventana puede ser controlado de forma individual y por zonas.

Además las puertas de acceso pueden ser abiertas por el sistema integrado en combinación de otras actuaciones, como el encendido de la iluminación o como consecuencia de la desconexión del sistema de seguridad.

Las puertas y ventanas pueden ser controladas para temas climatológicos. Es decir se pueden abrir y cerrar para crear corrientes de aire para la ventilación natural. Las puertas y ventanas también pueden programados para ser controlados de forma

automática para el tema de seguridad si se detecta fuego, humo o gas, es decir cerrarse o abrirse automáticamente.

Pero no sólo pueden ser controlados los motores para abrir y cerrar las ventanas y puertas. También pueden ser controladas las cerraduras electrónicas mediante las cuales se puede abrir y cerrar las puertas de forma local y remota.

2.4.4. Persianas y toldos

Las persianas y toldos pueden ser controlados según la temperatura interior o la situación climatológica del exterior. Si se desea que entre la luz del sol para calentar el interior de la vivienda a través de las ventanas, las persianas pueden de forma automática abrirse según una programación horaria o según los datos de sensores de luz. De la misma manera se puede asegurar que estén bajadas para que la luz solar no dañe el interior. Los sensores de lluvia y viento pueden obligar a los toldos a recogerse para que no sean dañados.

Las persianas pueden ser controladas de forma automática según una programación horaria o un escenario por el tema del confort y el ahorro energético, para minimizar el uso de la iluminación artificial. Pueden subirse de forma automática por la mañana y bajarse por la noche para efectos de confort y de seguridad. En la misma manera pueden tener una actuación programada si se detecta humo, fuego, gas o una intrusión.⁸

2.4.5. Riego

El riego puede ser gestionado por un controlador que normalmente se limita a regar según la programación horaria, pero el sistema puede ser más desarrollado y avanzado que eso, ya que también se puede activar según la humedad en el césped, el

⁸ Domótica en Uruguay. **Uruguay Construcciones**. Disponible: <http://inmotica.domotica.iespana.es/defini.html>

día de la semana o cualquier otro valor. Además, si el riego está integrado en el sistema de Domótica telecontrolada, se puede controlar el riego de forma remota o según otros eventos como incendios o robos. Además existe la posibilidad de realizar actuaciones puntuales y personalizadas.

2.4.6. Gestión eléctrica

La gestión eléctrica del hogar es uno de los argumentos más antiguos para la implementación de la Domótica. Varias de estas funciones son de gran importancia para la administración pública, los proveedores de servicio y el usuario final.

2.4.6.1 Racionalización de cargas eléctricas

Cuando la demanda de energía eléctrica es, en un momento determinado, superior a la potencia contratada, el sistema domótico puede desconectar una o varias líneas o circuitos eléctricos (en los que se encuentran conectados equipos de uso no prioritario y de significativo consumo eléctrico) con la finalidad de evitar que se interrumpa el suministro a la vivienda por actuación de las protecciones, en concreto, por actuación del interruptor de control de potencia y magnetotérmico (ICPM).

Esta aplicación es especialmente interesante cuando existe una electrificación importante en la vivienda, por ejemplo, cuando se dispone de calefacción eléctrica por suelo radiante y techo de apoyo y termo eléctrico para agua caliente.

Aparte del beneficio descrito con anterioridad, esta aplicación permite también reducir la potencia contratada por el usuario, reduciendo, a su vez, el término fijo de potencia y el coste mensual de la factura eléctrica, y el proveedor de energía puede evitar los principales picos en las redes de suministro.

2.4.6.2. Gestión de tarifas

Existen ciertos equipos domésticos cuyo uso puede derivarse a horas distintas a las habituales, sin afectar al ritmo de vida de los usuarios. En la actualidad y para el sector doméstico, sólo existen distintas tarifas en el suministro de energía eléctrica, a través de la conocida Tarifa Social. Sin embargo, conociendo que la hora pico de la demanda de energía se da entre las 18:00 y 20:00 horas, y es cuando los precios de energía aumentan al entrar máquinas costosas de generación adicionales, se puede programar la desactivación de ciertos enseres de poca prioridad para ahorrar energía.

Así pues, acumuladores eléctricos para generación de agua caliente sanitaria, lavadora o lavavajillas y sistemas de calefacción eléctrica son algunos ejemplos de equipos cuyo funcionamiento puede cambiarse a horas avanzadas de la noche, en la madrugada por ejemplo, aprovechando las condiciones económicas de esta tarifa eléctrica.

2.4.6.3 Telemida del contador de luz

Actualmente no es viable económicamente colocar un contador telemido en cada suministro doméstico, sin embargo, empresas como Unión Fenosa tienen implantado el sistema de telemida en puntos de entrega y clientes de gran consumo de energía.

2.4.7. Electrodomésticos

Una forma básica para controlar algunos electrodomésticos es a través de la conexión y desconexión de la alimentación eléctrica. Esto podría valer con electrodomésticos más antiguos donde la interrupción de la alimentación simplemente significaba que se paraba el programa actual y al volver a conectar la alimentación se ponían en marcha otra vez. Esta actuación la puede realizar la mayoría de los sistemas

domóticos pero no siempre es muy aconsejable debido a que por un lado no es bueno conectar y desconectar la alimentación de un electrodoméstico.

Por otro lado, no es seguro que un electrodoméstico se vuelva a poner en marcha en el estado en que se encontraba al ser desconectado. Para las calderas de calefacción y sistemas de aire acondicionado es mejor controlar la entrada del termostato para su activación/desactivación. Los aparatos de aire acondicionados tipo *split* pueden ser controlados a través de señales de infrarrojo. Aparatos como hornos y lavadoras ya incluyen sistemas avanzadas para poder realizar la programación directamente en ellas.

Algunos electrodomésticos empiezan ya a ser controlables a través de un sistema más complejo. En esos tipos de electrodomésticos no solo es posible controlar el encendido y apagado de forma remota o automática, sino también permiten funciones como avisos remotos de un malfuncionamiento, como una puerta abierta del refrigerador, o un filtro sucio, telegestión para poder diagnosticar de forma remota un malfuncionamiento de un aparato o cargar de forma remota un nuevo software.

2.4.8. Seguridad

Lo que más le preocupa a un usuario respecto a la seguridad de su hogar es, que al momento de estar vacía la casa, lleguen intrusos a robar sus pertenencias.

Por ello, se necesita que en el sistema exista la opción donde el vigilante pueda ver la situación en la casa por medio de las cámaras instaladas dentro de la residencia. Así también que pueda detectar movimientos, violación de cerraduras, apertura de puertas y ventanas y reportar cualquier anomalía a los encargados de seguridad mediante mensajes de texto y correos electrónicos.

El sistema debe ser capaz de evitar ser violado en sus directivas por un usuario no autorizado.

El sector de seguridad y alarmas es muy maduro. Esto significa que la tecnología normalmente tiene una buena relación de calidad/precio. Además existe una amplia oferta de servicios dentro del sector. Se puede identificar cuatro áreas de funciones y servicios que realizan los sistemas de seguridad:

- Alarmas de Intrusión,
- Alarmas Técnicas (incendio, humo, agua, gas, fallo de suministro eléctrico, fallo de línea telefónica, etc.),
- Alarmas Personal (SOS y asistencia),
- Video Vigilancia.

Los sistemas de seguridad pueden ser conectados a una Central Receptora de Alarmas (CRA) o ser manejado por el mismo usuario.

2.4.8.1. Sistema conectado a CRA

Si el usuario desea que su sistema sea mantenido y en casos de alarmas avise a una Central Receptora de Alarmas (CRA) el sistema debe cumplir con:

- El equipo y los dispositivos deben estar homologados para tal fin.
- El sistema de seguridad debe ser instalado por una empresa certificada.
- La empresa que presta el servicio de CRA cumple un conjunto de requisitos técnicos y legales acorde a la legislación. Este tipo de sistemas, en caso que se produzca un evento de intrusión, alarmas técnicas o pánico, siempre se conectan a la CRA para avisar del evento. Según el procedimiento acordado, el personal de la CRA confirma la alarma y avisan a la policía y/o al usuario, y acuden al sitio, según el tipo de contrato y evento.

2.4.8.2. Sistema de monitoreo personal

Cualquier sistema de seguridad, esté o no homologado, puede ser instalado en una vivienda y condicionado para que avise directamente al usuario o propietario de la misma. En este caso es el propio usuario quien gestiona que hacer en caso de que se produzca un evento en la vivienda.

El usuario podrá instalar cualquier tipo de sistema de seguridad y control para que le avise a él directamente, siempre y cuando no instale sirenas exteriores que perjudiquen a sus vecinos. Cada vez más están saliendo al mercado productos o sistemas que pueden ser condicionados para avisar directamente al usuario final. Además suelen incorporar la opción de darse alta en una CRA y según el tipo de evento, avisar a uno o a ambos.

Si fallare el suministro eléctrico, el sistema seguirá funcionando unas horas, pero además suelen informar a la Central Receptora de Alarmas (CRA) o al usuario de dicho evento. Por otro lado, los sistemas de seguridad han empezado a incluir más funcionalidades, principalmente son para el control de la iluminación, climatización y accesos, pero también de video vigilancia. Estas funcionalidades de actuar según eventos, o realizar eventos de Domótica, convierte cada vez más los sistemas de seguridad en una parte central e imprescindible en la casa inteligente.⁹

2.4.8.3. Alarmas de intrusión

Existen principalmente dos tipos de seguridad en el tema de protección contra la intrusión:

- Protección perimetral, protege de accesos no autorizados a la propiedad. Principalmente se utiliza barreras infrarrojas de exterior en vallas, el jardín y

⁹ Hitec Solutions. **Seguridad y Alarmas**. Disponible: <http://www.seguridadcostarica.com>

ventanas y puertas; y sensores de contacto magnético de puerta/ventana y sensores de rotura de cristal.

- Protección de interior, protege de intrusión dentro de la misma vivienda. Se utiliza normalmente sensores de detección de movimiento con tecnologías infrarroja y ultrasónica.

Los sistemas de seguridad pueden ser conectados a una Central Receptora de Alarmas (CRA) o ser manejado por el mismo usuario.

2.4.8.4. Alarmas técnicas

En la casa puede haber posibles errores en la instalación, accidentes, o mal uso involuntario de los sistemas. Las alarmas técnicas avisan de todo tipo de situación anormal como escape de agua, fuga de gas, humo o incendio. El aviso se puede realizar de las siguientes formas:

- Local, con sirenas, alarmas y luces.
- Remotamente a los Centrales Receptoras de Alarmas, y/o al usuario final directamente, a través del teléfono convencional, móvil, correo electrónico o similar.

Además, la casa puede estar preparada para actuar automáticamente según la alarma, adicionalmente del aviso, como por ejemplo:

- Si hay un escape de agua corta el suministro de agua con la electroválvula de agua.
- Si hay un escape de gas corta el suministro de gas con la electroválvula de gas.
- Si hay humo puede subir o bajar persianas según necesidad preprogramada.

También pueden avisar de fallo de suministro eléctrico y fallo de línea telefónica. Y con algunos sistemas modernos se puede realizar rearme automático para volver a activar algunos sistemas.

2.4.8.5. Alarmas personales

Existen básicamente dos tipos de alarmas personales para el hogar:

- Aviso SOS o pánico, que se utiliza en casos de emergencias graves tipo en casos que hay intrusos, de robo o ataques personales realizados dentro o justo fuera de la vivienda.
- Avisos de asistencia, que se utiliza para llamar la atención de necesidad de asistencia personal principalmente para personas de tercera edad o gente discapacitada.

Las alarmas personales pueden avisar de forma:

- Local, con sirenas, alarmas, luces y mensajes hablados.
- Remotamente, a los Centrales Receptoras de Alarmas, una empresa de asistencia médica, y/o al usuario final directamente, a través del teléfono convencional, móvil, correo electrónico o similar, o en caso de malos tratos, directamente a la policía.

Los interfaces suelen ser botones en los mismos centrales de seguridad o botones en los llaveros, o para avisos de asistencia hay pulsadores de forma reloj o collar que manda una señal vía radio en caso de caída o al encontrarse mal. Las centrales muchas veces tienen sistemas de habla escucha que permite realizar una conversación con el que ha avisado o por lo menos escuchar lo que pasa en la vivienda. Adicionalmente, la instalación de cámaras pueden ayudar a el que se conecta remotamente a identificar el estado del que ha avisado.

2.4.8.6. Videovigilancia

En las familias modernas normalmente ya no hay una persona con la responsabilidad global del hogar en la casa todo el día. Y muchas veces es deseable saber lo que está sucediendo en casa. Estructurados es posible definir estas “alarmas emocionales” como ejemplo:

- Avisos de actividades, como la llegada o salida de personas.
- Avisos de ausencia de actividad, si se queda alguien en la vivienda (niños o ancianos) sin realizar ninguna actividad en un determinado intervalo de tiempo, algo que puede ser una indicación de que ha pasado algo, como una caída o similar, o que una persona mayor no se ha levantado por la mañana.

El tipo de aviso se puede estructurar en dos tipos:

- Mensajes de texto o hablados, guardados en la misma central, o avisos en tiempo real a teléfonos fijos, móviles y e-mails que avisan de la conexión o desconexión del alarma y accesos a zonas específicas.
- Mensajes con imágenes enviados como MMS, o con *streaming*, al móvil o por e-mail, o vídeos grabados según programación horaria o según los eventos dentro de la casa.

Adicionalmente es posible monitorear la vivienda en tiempo real de forma local a través de la televisión o la computadora personal, o remotamente a través de Internet para ver las actividades que ocurren dentro del hogar con cámaras distribuidas por distintas zonas y habitaciones de la casa.

2.4.9. Entretenimiento/Multimedia

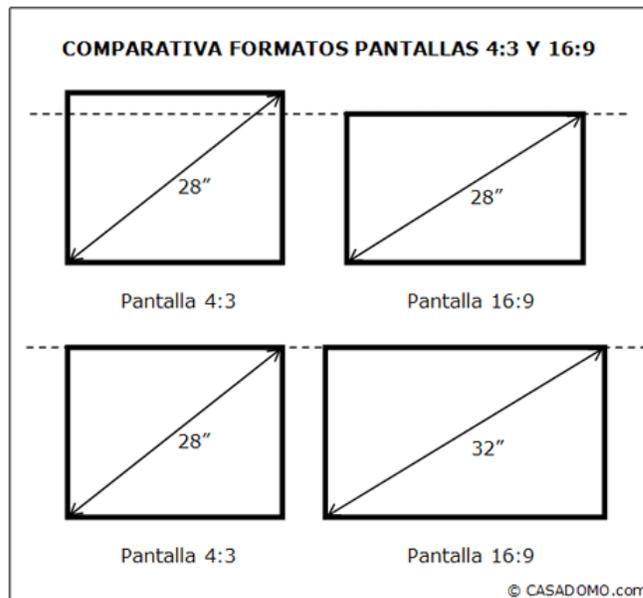
La recreación es un punto importante, debido a que el hogar debe tener un ambiente agradable en donde el habitante pueda sentir confort. Por lo tanto, es

importante contar con un sistema un sistema de sonido de alta definición y video de alta resolución, en general, con equipo multimedia de última generación.

2.4.9.1 Pantallas casa inteligente

La oferta de pantallas para ver contenido digital en el hogar ofrece una gran variedad de tecnologías y sistemas. Principalmente hay dos tipos de formatos, el 4:3 y el 16:9. Estas cifras hacen referencia a las medidas de proporción entre el ancho y la altura de la pantalla.

Figura 10. Formato de pantallas



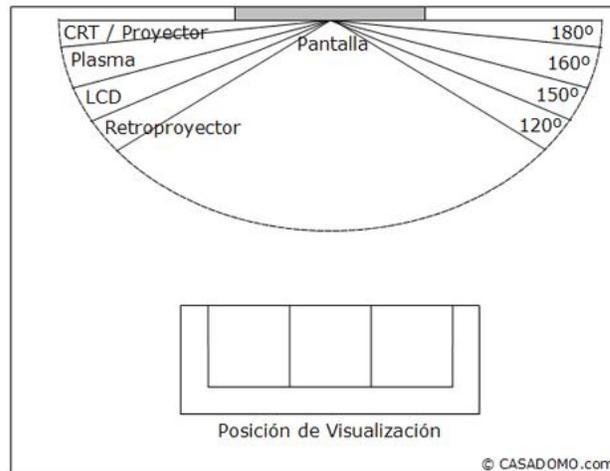
Mucha de la televisión tradicional se emite en el formato 4:3. Algunas emisiones y la nueva HDTV (*High Definition TV*) de alta resolución se va emite en el formato 16:9. Otros formatos de películas son 15:9 (película ancha, común en Europa), 17:9 (película ancha, común en EE.UU.) y 21:9 (Cinemascope). Por esta razón las televisiones tienen funciones para el control automático y manual para adaptar el contenido de la mejor manera posible al formato de la pantalla.

La resolución de una pantalla digital (LCD o Plasma) o los sistemas con proyectores, se definen por pixels, es decir la cantidad de pixels (puntos) que la pantalla tiene de ancho y de alto. Con el tiempo la resolución se ha ido aumentando. Para las pantallas digitales del formato 16:9 hay distintas resoluciones. Hay un nuevo formato denominado HD o HDTV (*High Definition TV*) de resolución 1920x1080 pixels. En el mercado se comercializan normalmente pantallas con menor resolución como 850x480 1024x576 y 1280x720 pixels aunque varios fabricantes ya ofrecen pantallas de 1920x1080 pixels.

Se suele decir referente a las pantallas que la regla básica es: "Cuanto más grande, mejor". Pero eso no siempre resulta cierto. Es verdad que la sensación de "cine" aumenta con el tamaño de la pantalla, pero a la vez, el sistema de visión humano no permite ver bien imágenes demasiado grandes, simplemente porque no caben dentro de nuestro campo de visualización.

Otro tema clave para la elección de la pantalla es el ángulo de visión. En algunas situaciones el ángulo necesario puede ser bastante limitado. Con la televisión tradicional (CRT) esto no supone un problema ya que el ángulo de visión es de prácticamente 180°, y lo mismo pasa con los proyectores, pero esto no ocurre con algunas nuevas tecnologías como por ejemplo el LCD cuyo ángulo de visión, para ver la imagen con calidad, es bastante menor ya que se pierde en color, nitidez y brillo. La tecnología con el menor ángulo de visión es el retroproyector que tiene un límite de alrededor de 120° para una visión de calidad adecuada.

Figura 11. Angulo de visualización



Las diferentes características de las tecnologías de pantallas se muestran a continuación.

a) CRT (*Cathodic ray tube*):

Ventajas:

- Excelente calidad de imagen (definición, contraste, luminosidad).
- Económico.

Desventajas:

- Tamaño de pantalla limitado.
- Tamaño (fondo) y peso.
- Parpadeo en imágenes fijas.
- Sin conexiones multimedia.

b) PLASMA

Ventajas:

- Calidad de imagen.
- Tamaño de pantalla elevado.

Desventajas:

- Vida útil corta
- Sensibles a las imágenes estáticas
- Consumo energético y emisión de calor elevada.

c) LCD (Liquid Cristal Display)

Ventajas:

- Buena calidad de imagen.
- Conectividad multimedia.
- Consumo y peso reducido.

Desventajas:

- Alto precio.
- Angulo de visión reducido.
- Tamaños regulares.

d) PROYECTORES LCD y DLP (*Digital Light Processing*).

Ventajas:

- Tamaños muy grandes.
- Buena calidad de imagen.

Desventajas:

- Necesitan ambientes oscuros.
- Emiten ruido.
- Alto precio lámpara de repuesto.
- Complicados de montar e instalar.

e) RETROPROYECTOR

Ventajas:

- Tamaños grandes.
- Buena relación tamaño/precio.

Desventajas:

- Mala calidad de imagen.
- Ángulo de visión reducido.
- Muy grande y pesado.

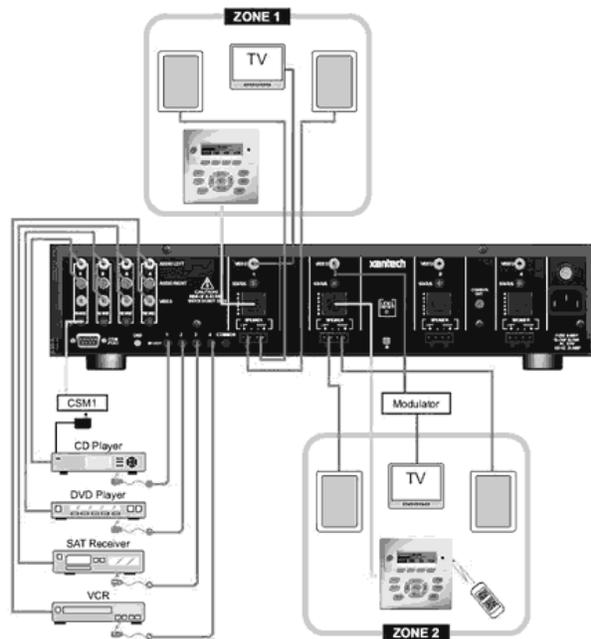
2.4.9.2. Audio/Video *Multiroom*

Los sistemas de audio, video o audio/video *multiroom* son aplicaciones que permiten distribuir la señal de diversas fuentes digitales hasta múltiples partes de la vivienda. Hay varios tipos de soluciones pero prácticamente todos consisten de en un controlador central que recibe las señales de las distintas fuentes (CD, DVD, video, televisión y MP3) y los distribuye. La distribución puede ser general, por ejemplo, las señales mezcladas en el controlador son simplemente enchufadas a la red de televisión, o en formato estrella, es decir que cada salida del equipo central va directamente a cada habitación.

Los equipos con distribución en estrella son mucho más completos, potentes y flexibles que los mezcladores. Estos equipos también muchas veces permite dar distintas prioridades y permisos a distintas salidas, algo útil para padres que quiere dar prioridad a la televisión de su habitación o limitar los canales de la televisión de cable que pueden ver los niños en sus habitaciones.

Los más avanzados permiten elegir cualquier fuente en cualquier sitio en cualquier momento. De esta forma un usuario puede estar viendo el DVD en la sala, mientras que otro escucha música en su habitación y un tercero está viendo los contenidos del decodificador de satélite en otro punto de la vivienda. Todo ello gestionado de forma centralizada por un único equipo y a través de diversos teclados, uno por zona.

Figura 12. Audio/Video multiroom



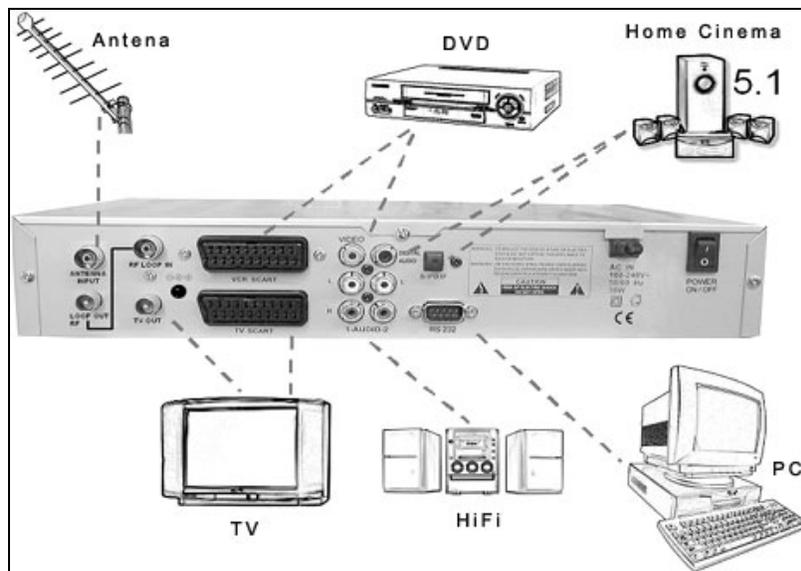
2.4.9.3. Teatro en casa

El concepto de Teatro en Casa acerca al usuario al mundo del cine, aportándole un sonido más nítido y envolvente. Un sistema completo consta de un amplificador y un sistema de altavoces satélites, normalmente 5.1 a 7.1. La imagen puede ser de un proyector, con pantalla o un televisor, normalmente un plasma o un televisor grande. Aunque hay sistemas inalámbricos la mayoría de los sistemas exigen un cableado a todos los altavoces en forma de estrella desde el amplificador central.

2.4.9.4. Televisión interactiva

Los *Set Top Boxes* tienen acceso a Internet y pueden decodificar las señales de televisión digital, ya sea por satélite o por cable. Para la televisión los *Set Top Boxes* permiten nuevos servicios de interactividad, como acceso a contenidos adicionales de la programación, programación remota de los equipos, apuestas, votación y correo electrónico.

Figura 13. *Set top box*



Para ello necesitan incluir, respecto a decodificador de TV convencional, recursos adicionales como un procesador más potente, un teclado, un módem o conexión de red así como sistema operativo y aplicaciones como navegador Web y gestor de correo electrónico. Como ejemplos de esta televisión interactiva es posible mencionar:

2.4.9.4.1 Televisión digital terrestre (TDT)

La televisión digital terrestre supone un cambio total que abarca desde la producción de programas televisivos hasta la forma de entender dicha programación. Por lo tanto, la TDT tiene una serie de características particulares y trae aparejada multitud de ventajas, de las que cabe destacar las siguientes:

- Empleo de la modulación COFDM (*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) que dota a la señal de una robustez y calidad muy superiores a la tradicional televisión analógica.
- Posibilidad de recepción de señal en medios en movimiento eliminando las reflexiones en la transmisión.
- Señal mucho más estable que la analógica. La señal digital se puede regenerar en el *set top box* si llega con las características adecuadas.
- Eliminación de los efectos típicos de la TV analógica: doble imagen, "nieve" en la pantalla y rayas que se desplazan por el televisor. La TDT garantiza una visión perfecta de la imagen si la potencia y calidad son correctas, incluso si llegan a la antena señales reflejadas.
- Recepción de una mayor cantidad de programas. En un canal analógico de 8 MHz se puede incluir un solo programa televisivo, mientras que en el mismo espacio digital se puede recibir un paquete –llamado *multiplex*– con un máximo de 6 programas además de información adicional.
- Mayor calidad audio y vídeo, con posibilidad de recibir la imagen en formato panorámico (16:9), sonido surround multicanal y audio multilingüe.

- Servicios interactivos de valor añadido desarrollados con el estándar MHP (*Multimedia Home Plattform*)

2.4.9.4.2 Estándar interactivo MHP (*Multimedia Home Plattform*)

El estándar MHP permite al usuario final disfrutar de un nuevo concepto de televisión. A diferencia de la TV actual meramente pasiva, la nueva TDT se convierte en un sistema bidireccional en el que el espectador puede interactuar con los programas que recibe, todo ello a través del *set top box* siempre que éste disponga a bordo del *firmware* MHP.

MHP es un *middleware* abierto que permite desarrollar y ofrecer aplicaciones interactivas dentro de los paquetes digitales terrestres, añadiendo esta información adicional a la estrictamente televisiva. A través del mando a distancia del receptor, es posible acceder a la parte interactiva que llega junto a la imagen tradicional. Entre otros servicios, es posible acceder a una guía de programación, participar desde casa con los programas de las diferentes cadenas de televisión, disfrutar de publicidad interactiva, aplicaciones de Internet como *e-commerce*, *e-banking* y un sinnúmero de servicios *pay-per-view* (Pago Por Ver).

Toda esta información llega al decodificador a través del cable de antena, mientras que las respuestas del usuario se transmiten a través del canal de retorno conectado a Internet.

2.4.9.5 Grabador de video personal PVR

Personal Video Recorder (PVR) o Grabador de video personal, también conocidos como *Digital Video Recorders* (DVR), son unos videograbadoras con sintonizador de televisión que en vez de usar cintas de video, graban sobre un disco duro gran cantidad de horas en formato digital de alta calidad (normalmente MPEG-2). Esto le permite al usuario un mayor control de la visión de programas de TV (pausas en

directo y programación autoconfigurable). Están evolucionando a tener reproductor DVD y receptor de TV digital.

2.4.9.6 Video bajo demanda

Gracias a unos decodificadores especiales, normalmente conectados a la banda ancha o a la plataforma de satélite, los usuarios pueden acceder a una cartelera de películas y escoger una película o programa y bajarlo para verla directamente, o en el momento que se desee.

2.4.9.7 Juegos en red

Las consolas de videojuegos tienen una gran penetración y cubren un área muy grande del mercado de entretenimiento. Es posible mencionar a la poderosa consola PlayStation 3 de Sony, la X-Box 360 de Microsoft y Nintendo Wii de Nintendo que se convierten en centros de entretenimiento de costo moderado y de gran rendimiento, los cuales entregan al usuario una nueva experiencia virtual, especialmente con la posibilidad de interactuar con otros jugadores alrededor del mundo gracias a la conectividad a Internet.

2.4.10. Telecomunicaciones/Internet

La instalación de puntos de red en cada ambiente de la casa, así como también antenas para WLAN permitirá que todos los ambientes se puedan conectar a la red. Esta red privada debe contar con la seguridad informática necesaria para evitar el acceso de intrusos. Este tema se abordó ampliamente en el apartado de Pasarelas Residenciales OSGi. Las aplicaciones de telecomunicaciones contemplan el intercambio de información, tanto entre personas, entre éstas y equipos domésticos y entre equipos y equipos, ya sea dentro de la propia vivienda como desde ésta con el exterior. En este grupo se incluyen todas las infraestructuras necesarias para la comunicación de voz y de datos que nos permiten disfrutar de los servicios de telefonía o de las funciones de

distribución de ficheros de texto o multimedia, compartir recursos entre dispositivos y acceder a Internet varios usuarios simultáneamente.

2.4.10.1. Telefonía IP

Las comunicaciones de voz por Internet utiliza la conexión a Internet como red de transporte de los datos, para realizar una comunicación VoIP (*Voice Over IP*). Se puede realizar las llamadas desde el ordenador personal hasta otro remoto o bien hasta cualquier tipo de teléfono, basta con disponer de una computadora personal, conexión a Internet, un equipo multimedia (altavoces y micrófono) y los programas de software necesarios para ello. Pero también existe la posibilidad de integrar, o hasta sustituir, la telefonía tradicional con la telefonía IP de la siguiente manera:

- Con la computadora, aprovechando los altavoces y micrófono.
- Con la computadora y un teléfono especial conectado al puerto USB (Universal Serial Bus).
- Con un teléfono normal conectado a un *hub* que está conectado al router.
- Con un Teléfono o *SmartPhone* WiFi que directamente integra el software de telefonía IP.

VoIP permite tanto establecer la comunicación entre dos ordenadores como la conexión entre una computadora y un teléfono fijo o un fax tradicional, e incluso consiente el envío de mensajes de voz a una dirección de correo electrónico entre otros múltiples servicios.

Tal vez la ventaja más tangible para los usuarios finales radique en el método de facturación de estas llamadas. Mientras que las operadoras telefónicas tradicionales suelen poner tarifas a las comunicaciones según la distancia y el tiempo de conexión, el coste de una llamada por Internet puede no depender de la lejanía del interlocutor. Pero aun siendo dependiente de su destino, la comunicación tendrá siempre un valor

considerablemente más reducido que el de una llamada telefónica habitual, pudiendo en algunos casos ser gratis.¹⁰

2.4.10.2. Red de datos

La era Internet está cambiando la forma en que la gente usa sus computadoras y demás dispositivos electrónicos. Una Red de Área Local (*Local Area Network*, LAN) permite la interconexión y uso compartido de dispositivos y recursos como impresoras, scanners, servidores, computadoras portátiles, DVDs, cámaras Web, y el acceso simultáneo a Internet para todos los usuarios de la vivienda.¹¹

En el ámbito de las redes residenciales se definen los términos:

- LAN: red de área local, por ejemplo Ethernet.
- WLAN: red de área local inalámbrica, por ejemplo, WiFi o IEEE 802.11b.
- PAN: red de área personal.
- WPAN: red de área personal inalámbrica, por ejemplo Bluetooth.

¹⁰ Casas y Edificios Inteligentes, **Gestión Digital del Hogar**. Disponible: <http://www.tu.hogardigital.com/Soluciones.htm>

¹¹ Casadomo Soluciones S.L., **Red de Datos**. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=156&m=51&idm=169&pat=50&n2=50>

Tabla I. Prestaciones de las redes de datos

Tecnología	Medio de Transmisión	Velocidad de Transmisión	Distancia máxima al dispositivo
IEEE 1394	UTP / FO	<ul style="list-style-type: none"> • 400 Mbps (v.a) • 3.2Gbps (v.b) 	<ul style="list-style-type: none"> • 4.5 m / 70 m
USB	USB	<ul style="list-style-type: none"> • 12 Mbps (v. 1.1) • 480 Mb/s (v.2) 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 m
Bluetooth	<ul style="list-style-type: none"> • Inalámbrico 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Mbps (v. 1) • 10 Mbps (v. 2) 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 m (v.1) • 100 m (v.2)
IRDA	<ul style="list-style-type: none"> • Inalámbrico 	<ul style="list-style-type: none"> • 9600 bps - 4 Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 m

REDES DE DATOS (LAN)			
Tecnología	Medio de Transmisión	Velocidad de Transmisión	Distancia máxima al dispositivo
Ethernet	<ul style="list-style-type: none"> • UTP / FO 	<ul style="list-style-type: none"> • 100Mbps / 1 Gbps 	<ul style="list-style-type: none"> • 100 m / 15 Km
HomePlug	<ul style="list-style-type: none"> • Cable eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> • 14 Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> • 650 m²
HomePNA	<ul style="list-style-type: none"> • Línea telefónica 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> • 304.8 m • 929 m²
IEEE 802.11	<ul style="list-style-type: none"> • Inalámbrico 	<ul style="list-style-type: none"> • 54 Mbps (v.a y v.g) • 11 Mbps (v.b) 	<ul style="list-style-type: none"> • 33 m (v.a) • 100 m (v.b)
HiperLAN/2	<ul style="list-style-type: none"> • Inalámbrico 	<ul style="list-style-type: none"> • 54 Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> • 100 m
Home RF	<ul style="list-style-type: none"> • Inalámbrico 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> • 38 m

REDES DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN			
Tecnología	Medio de Transmisión	Velocidad de Transmisión	Distancia máxima al dispositivo
Konnex	<ol style="list-style-type: none"> 1. TP0 2. TP1 3. PL100 4. PL132 5. Ethernet 6. Radio 	<ol style="list-style-type: none"> 2. 9600 bps 3. 1200/2400 bps 4. 2.4 Kbps 	<ol style="list-style-type: none"> 2. 1000 m 3. 600 m
Lonworks	<ol style="list-style-type: none"> 1. TP 2. Cable eléctrico 3. Radio 4. Coaxial 5. FO 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 78 Kbps - 1.28Mbps 2. 5.4 Kbps 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 500 - 2700.m
X10	Cable eléctrico	<ol style="list-style-type: none"> 60 bps en EEUU 50 bps en Europa 	185 m ²
BacNet	<ul style="list-style-type: none"> • Cable Coaxial • TP • FO 	1 Mbps - 100 Mbps	Con Ethernet sobre TP: 100 m
EIB	<ol style="list-style-type: none"> 1. TP 2. Cable eléctrico 3. RF 4. Infrarrojos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 9600 bps 2. 1200/2400 bps 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1000 m 2. 600 m 3. 300 m
EHS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cable eléctrico 2. TP 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2.4 Kbps 2. 48 Kbps 	
Batibus	TP	4800 bps	200 m a 1.500 m en función de la sección de cable
Cebus	<ul style="list-style-type: none"> • TP • Cable eléctrico • Radio • Coaxial • Infrarrojos 	10.000 bit/s	En función de las características del medio
DALI	Par de cable	-----	200 m
Metasys	N2 Bus	9600 bps	1219 m
SCP	Cable eléctrico	<10 Kbps	-----
ZigBee	Inalámbrico	20 Kbps-250Kbps	10 m - 75 m

La red de área personal inalámbrica constituye el paso siguiente y último en la escala de redes en términos de extensión, después de las LAN. La conectividad en distancias cortas con tecnología radio o WPAN no compite en estos momentos, tal como aparece el estado de la tecnología en el mercado, con el ámbito de las WLAN, pues cada una de ellas tiene claramente especificado su ámbito de aplicación y sus propias características.

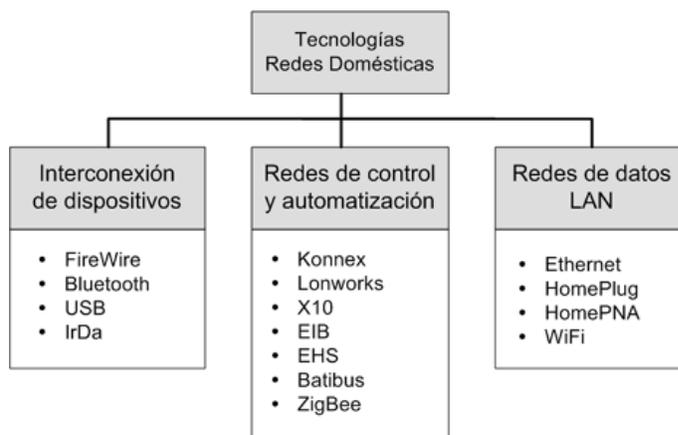
El problema entre WLAN y WPAN se plantea en términos de coexistencia. Las WPAN, al igual que las WLAN, funcionan en la banda de 2.4 GHz. En este contexto, aparece con claridad la necesidad de desarrollar normas de amplia aplicabilidad que traten los temas de coexistencia e interoperatividad con otras soluciones de red, tanto inalámbricas como cableadas; para ello, el IEEE 802.15 está desarrollando una intensa actividad en este campo.

Atendiendo a la necesidad de instalar nuevos cables o no, se puede clasificar en 3 categorías:

- Nuevos cables: son aquellas que obligan a instalar una infraestructura cableada en las viviendas, destacan Ethernet (IEEE 802.3), IEEE 1394 (*FireWire*), USB 2.0 (Universal Serial Bus) o incluso las redes de fibra óptica. Aunque el coste de instalación es elevado por contra son las que necesitan menos inversión en equipamiento y accesorios (tarjetas de acceso o *drivers*), de hecho muchas computadoras y dispositivos vienen por defecto equipados con esos interfaces.
- Sin nuevos cables: son aquellas que usan la infraestructura actual de la vivienda para crear la red de área local. Destacan la HomePNA, la cual usa el par telefónico instalado para proporcionar una toma de datos allí donde hay una toma telefónica, y la HomePlug, la cual usa la red de baja tensión de la vivienda para que cada enchufe sea, potencialmente, una toma de red.
- Inalámbricas o vía radio: destacan Bluetooth (PAN), HomeRF y las diferentes versiones del estándar IEEE-802.11 (el más conocido es el 802.11b conocido

como WiFi). Proporcionan movilidad total en la vivienda pero su ancho de banda está limitado en proporción al coste de las mismas. Las nuevas versiones del IEEE 802.11 son capaces de llegar a los 54 Mbps o incluso más. HomeRF está enfocado para la transmisión inalámbrica de voz y datos dentro de la vivienda.

Figura 14. Tecnologías de redes domésticas



Fuente: Pau Tornero. **Tecnología WiFi en la Domótica.** Disponible: http://www.gii.upv.es/perso_nal/gbenet/IIN/treballs%200607/WiFi%20en%20domotica-pau%20tornero.doc

Para las redes inalámbricas es seguro que el WiFi es la tecnología dominante. Para el ámbito de las redes personales son el Bluetooth y el IrDA que son las tecnologías ideales por precio y prestaciones. Armar/Desarmar la alarma desde el propio teléfono celular cuando el usuario entre o salga de casa, auriculares inalámbricos para escuchar el HiFi o la TV, manos libres para el celular o el teléfono fijo, intercambio de datos entre agendas y celulares, cámaras digitales que envían las fotografías recién tomadas...en definitiva, usar los celulares o las agendas electrónicas como controles remotos universales para todos los dispositivos de la vivienda e intercambiar datos entre dispositivos de forma rápida y sencilla.

3. HARDWARE Y SOFTWARE DE UN SISTEMA DE DOMÓTICA

En esta sección, se muestra los dispositivos de hardware para diseñar una residencia inteligente, y el software que se utiliza para controlarlos.

3.1. Banda ancha

Se han establecido un conjunto de características que debe tener una conexión de banda ancha, estas son:

1. Conexión permanente (“*Always-On Connection*”): la tecnología debe proporcionar una conexión permanente a Internet.
 2. Velocidad ascendente/descendente: Hay veces que son simétricas, pero la mayoría, tienden a ser asimétricas, debido a que la mayoría de los usuarios son “consumidores” de datos (se descargan mucha información y envían poca). Por ejemplo, las ofertas mínimas de ADSL son 256 Kbps descendentes y 128 Kbps ascendentes.
 3. Precio: Garantizando una paga fija mensual independientemente de los octetos recibidos o enviados.
- Calidad de Servicio (QoS): Son aquellas tecnologías capaces de mantener un flujo sostenido de transferencia de la información. Con esto se garantiza que determinados servicios, como el video bajo demanda (en tiempo real) o *streaming* de audio, se pueda disfrutar sin cortes o ruidos esporádicos, provocados por la ausencia de datos en el receptor.
 - Retardo o Latencia: La latencia, a bajo nivel, se define como el tiempo que transcurre desde un dato es generado por una fuente de información, y el instante en que llega al equipo receptor de la misma.

La oferta disponible de redes de acceso de banda ancha es muy completa y variada, tanto las basadas en sistemas cableados como en sistemas inalámbricos.¹²

Todos los sistemas tienen sus ventajas e inconvenientes, por lo que se demuestra que ninguno de los sistemas de acceso existentes es el ideal para todo tipo de situaciones, depende de los servicios que se quieran ofrecer y del tipo de entorno.

Tabla II. Características principales de los métodos de acceso de banda ancha

	ADSL	Cable	PLC	Satélite	LMDS	WiFi (802.11b)	FTTH
Velocidad Típica (rango)	300 Kbps 9 Mbps	100 Kbps 1,5 Mbps	150 Kbps 40 Mbps	100 Kbps 8 Mbps	15 Mbps 155 Mbps	100 Kbps 8 Mbps	1,5 Mbps+
Coste Despliegue	Medio	Alto	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Muy Alto
Siempre Conectado	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si
Ancho de Banda compartido en el Medio	No	Si	Si	Si	Si	Si	No
Independiente de la distancia	No	Si	No	Si	No	Si	No
Independiente del clima	Si	Si	Si	No	No	No	Si
Seguridad	Alta	Media	Media	Media	Media	Baja	Alta
Necesidad de licencia Radio	No	No	No	Si	Si	No	No
Ubicuidad	Media	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Media

Fuente: Casadomo Soluciones S.L., **Banda Ancha**. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=155&m=51&idm=170&pat=50&n2=50>

¹² Belén Carro (Universidad de Valladolid), Antonio Sánchez (Telefónica I+D). **Distintas Tecnologías de Ancho de Banda: Pros y Contras**. Disponible: <http://www.34t.com/box-docs.asp?area=78&suba=1&doc=471>

3.1.1. Tecnologías cableadas

Se pueden enumerar en:

- Familia xDSL (ADSL, VDSL, etc.).
- Redes de Cable HFC (Cable MODEM).
- Acceso por Ondas Portadoras (PLC de banda ancha).

Hoy en día, son las tecnologías como el ADSL (Bucle de Abonado Digital Asimétrico) y las redes de cable HFC (híbridas fibra-coaxial) las que están acaparando la mayoría del mercado de las conexiones de banda ancha en las viviendas. En paralelo, hay que destacar las diferentes iniciativas, a nivel mundial, para que las tecnologías de acceso por PLC (*Powerline Communications*) desde los centros de transformación de las empresas eléctricas lleguen a alcanzar la madurez tecnológica y masa crítica suficiente como para poder ser una alternativa real al ADSL y al cable MODEM. Independientemente de los despliegues de ADSL, HFC o PLC, en algunos años quizás comiencen los operadores a desplegar soluciones FTTH (*Fiber To The Home*), con este tipo de redes se podrán ofrecer velocidades muy elevadas para cada cliente.

3.1.2. Sistemas Inalámbricos

La opción inalámbrica que puede competir en prestaciones con las tecnologías mencionadas en el apartado anterior es el bucle de abonado vía radio (WLL, *Wireless Local Loop*), también conocido con las siglas LMDS (*Local Multipoint Distribution System*). Esta tecnología usa las bandas de 3.5 GHz y 26 GHz, ofrece anchos de banda muy elevados (decenas de MB/s), pero debido a que su precio es más elevado que las tecnologías ADSL o Cable, no está consiguiendo una gran penetración en el mercado residencial. Donde si ha tenido cierto éxito es en el mercado empresarial donde, muchas veces, se necesitan grandes anchos de banda para las aplicaciones corporativas.

Pero en este ámbito de redes o redes WMAN (*Wireless Metropolitan-Area Network*) hay que destacar que está arrancado con gran fuerza la tecnología WiMax, como parte del estándar IEEE 802.16, la cual aplica la filosofía de las redes inalámbricas WiFi.

Tabla III. Tecnologías para la interconexión de dispositivos

INTERCONEXIÓN DE DISPOSITIVOS		
Tecnología	Pros	Contras
IEEE 1394	Amplio soporte en los Sistemas Operativos de última generación. Gran ancho de banda Ideal para aplicaciones de video digital Peer to peer	Necesita un cable por dispositivo Tecnología cara en relación a sus prestaciones
USB	Montaje y configuración sencillo Ideal para la conexión de todo tipo de dispositivos a un PC o similar Tecnología asequible en cuanto a precio	Necesita un host que controle la conexión Distancia entre dispositivos limitada
Bluetooth	Inexistencia de cables Consumo de corriente bajo Posible comunicación activa	Configuración y puesta en marcha Coste
IRDA	Tecnología muy extendida Fácil implantación y uso	Punto de acceso por estancia Velocidad baja

Fuente: Pau Tornero. **Tecnología WiFi en la Domótica**. Disponible: http://www.gii.upv.es/perso_nal/gbenet/IIN/treballs%200607/WiFi%20en%20domotica-pau%20tornero.doc

Respecto a otras opciones como el acceso por Satélite o mediante GPRS/UMTS, hay que comentar que por prestaciones o precio, no pueden conseguir grandes penetraciones en el mercado del acceso a Internet desde las viviendas.

El UMTS, o telefonía de 3ª generación (3G), le ocurre lo mismo que al GPRS.

3.1.3. Equipos CPE

En todas las tecnologías de acceso a Internet el usuario debe instalar un equipo (o varios) que codifique/decodifique los datos a enviar o recibir, además de otras funciones de red. Este, conocido en inglés como CPE “*Customer Premise Equipment*”, puede tomar muchas formas dependiendo de la tecnología de acceso o el tipo de interfaz que desea el cliente.

Principalmente hay dos grandes categorías, el MODEM Router o Cable MODEM, y por último, el MODEM interno o de conexión USB. Sin lugar a dudas, la opción más recomendable es la primera. Un router con 4 puertos Ethernet es la opción más flexible y estándar para crear una pequeña red de área local en la vivienda, permitiéndonos conectar a Internet no sólo computadoras, sino que también consolas de videojuegos para jugar en red, reproductores DVDs de nueva generación que se descargan películas DIVx de Internet, *Home Media Centres* y cámaras IP de videovigilancia con servidor Web incluido. Todos ellos podrán compartir el acceso simultáneo a Internet. Además, el usuario podrá acceder a todos ellos desde dentro de la vivienda o desde fuera indistintamente, al estar todos conectados en una red de área local, similar a las que hay en las oficinas.

3.1.4. ATM (Redes de Modo de Transferencia Asíncrono)

La tecnología ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) es una técnica de conmutación y transmisión de paquetes, o células de longitud fija, a alta velocidad para la transferencia rápida de información binaria de cualquier naturaleza (video, audio, datos). De carácter asíncrono, el flujo de células ATM puede ser transportado de forma transparente con un formato de paquete estandarizado. Antes de enviar una célula se establece una conexión virtual punto-a-punto, la cual puede ser rechazada, en función del grado de servicio solicitado y otros parámetros definidos por el usuario.

3.1.5. Métodos de acceso xDSL

Las tecnologías xDSL (*Digital Subscriber Loop*) aprovechan el ancho de banda de los cables telefónicos convencionales para transferir datos entre la vivienda y la central telefónica.

Ofrecen conexión permanente con velocidades que van desde los 100 Kbps hasta los 30 Mbps. Pero su aplicación en un punto determinado está limitada por la distancia entre la central telefónica y la vivienda. En el extremo del cliente ofrecen conectividad TCP/IP mientras que en la central se conectan a sistemas ATM de alta velocidad. El canal vocal telefónico ocupa un ancho de banda por debajo de los 4 KHz, estas tecnologías aprovechan las frecuencias más elevadas (hasta 30 MHz) y modulaciones avanzadas para lograr importantes tasas de transmisión.¹³

Tabla IV. Familias xDSL

Nombre	Nombre	Velocidades máximas	Distancia máxima
ADSL	Asymmetric DSL	Descendente 9 Mbps Ascendente 640 Kbps Asimétrico	5500 metros
DSL	Digital Subscriber Line	160 Kbps Simétrico	5400 metros
HDSL	High Bit Rate DSL	2 Mbps Simétrico	4600 metros
SDSL	Symmetric Single Line DSL	2 Mbps Simétrico	3500 metros
VDSL	Very High Bit Rate DSL	Descendente hasta 52 Mbps Ascendente hasta 30 Mbps Asimétrico	1500 metros

Fuente: Casadomo Soluciones S.L., **Banda Ancha**. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=155&m=51&idm=170&pat=50&n2=50>

¹³ Casadomo Soluciones S.L., **Banda Ancha**. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=155&m=51&idm=170&pat=50&n2=50>

3.2. Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT)

La ICT especifica y regula las redes de distribución de servicios de telecomunicaciones que son compartidas por los propietarios de las viviendas. El objetivo es facilitar el alta y conexión a los residentes o propietarios de las viviendas a los servicios de:

- Telefonía RTC o RDSI, además de sus conexiones a Internet con xDSL.
- Televisión analógica y digital terrestre, además de radio FM.
- Televisión por satélite
- Redes HFC de TV por cable y de conexión a Internet vía cable MODEM.
- A las redes de acceso inalámbrico WMAN (LMDS o WiMax).

En las dos s siguientes se muestra la topología de ICTs en un edificio de viviendas y en un conjunto de viviendas unifamiliares. Para el caso de conjuntos de viviendas unifamiliares, como consecuencia del tipo de construcción, la red de dispersión y de distribución se simplifica de manera notable. Los servicios de telecomunicación se introducen a partir de un único recinto común de instalaciones de telecomunicaciones, como se puede ver a continuación.¹⁴

3.3. Tecnologías para implementación de Redes de Control

3.3.1. Bluetooth

Bluetooth es un enlace radio de corto alcance que aparece asociado a las Redes de Área Personal Inalámbricas, o sus siglas en ingles WPAN (*Wireless Personal Area Network*). Este concepto hace referencia a una red sin cables que se extiende a un

¹⁴ Casadomo Soluciones S.L., ICT. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=154&m=51&idm=171&pat=50>

espacio de funcionamiento personal o POS (*personal operating space*) con un radio de hasta 10 metros.

Las WPAN constituyen un esquema de red de bajo coste que permite conectar entre sí equipos informáticos y de comunicación portátil y móvil, como ordenadores, PDA, impresoras, ratones, micrófonos, auriculares, lectores de código de barras, sensores, monitores, teléfonos celulares y otros dispositivos de electrónica de consumo. El objetivo es que todos estos equipos se puedan comunicar e interoperar entre sí sin interferencias.

Desde su nacimiento el Bluetooth se concibió como un sustituto del RS-232 o del puerto IrDA ya que mejora las prestaciones de estos porque evita el uso de cables, aumenta la velocidad binaria y aporta movilidad dentro de un rango de hasta 10 metros (o 100 metros dependiendo de la versión y/o país).

Desde el punto de vista de la Domótica, el Bluetooth proporciona el acceso inalámbrico, por ejemplo, a los menús de la centralita de alarma, la pasarela residencial o similar desde el teléfono celular o la agenda de mano PDA.

Muchos dispositivos y equipos de las viviendas podrán usar el Bluetooth sin apenas incrementar su precio final. Destacan teclados y ratones de computador, hornos microondas, termostatos de pared, pequeños televisores y equipos de música, controles remotos universales, auriculares inalámbricos ya sean para el computador, como para ver la televisión o mantener una conversación telefónica usando el teléfono fijo como base.

3.3.1.1. Origen

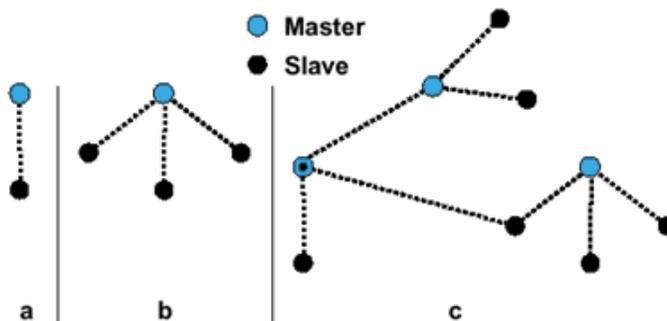
Aunque la idea y tecnología fue desarrollada inicialmente por ingenieros suecos de la empresa Ericsson ("diente azul" fue un vikingo sueco que presumiblemente pisó tierra norteamericana un cuantos siglos antes que Cristóbal Colón) realmente se empezó

a conocer como resultado de la unión de esfuerzos en 1999 de 9 importantes compañías del sector de la información y las telecomunicaciones: 3Com (Palm), Ericsson, Intel, IBM, Lucent, Microsoft, Motorola, Nokia y Toshiba. Hoy por hoy existen cerca de 1400 fabricantes de todo el mundo y de diferentes áreas de negocio que han adoptado este estándar para alguno de sus productos.

3.3.1.2. Cómo funciona

La arquitectura bluetooth se organiza en "piconets", formadas por dos o más dispositivos compartiendo un canal; uno de los terminales actúa como el "maestro" de la piconet, mientras que el resto actúan como esclavos. Varias piconet con áreas de cobertura superpuestas forman una "scatternet".

Figura 15. Organización de la arquitectura de Bluetooth, (a) Piconet con un solo esclavo, (b) con múltiples esclavos, (c) scatternet.



Fuente: Casadomo Soluciones S.L., **Bluetooth**. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticias/Detalle.aspx?c=46&idm=56&m=164&n2=148&pat=148>

3.3.1.3. Resumen de Especificaciones

Las especificaciones técnicas de este estándar son las siguientes:

- Banda de Frecuencia: 2.4 GHz (banda libre ICM).

- Potencia del transmisor: 1 mW para 10 metros, y 100 mW para 100 metros.
- Modulación: Espectro Expandido, Secuencia Directa Híbrida y Saltos en Frecuencia.
- Canales máximos de voz: 3 por piconet (64 Kbps bidireccional).
- Canales máximos de datos: 7 por piconet.
- Velocidad de datos: hasta 721 kbit/s asimétrico (hasta 57.6 Kbps de retorno) o 433.9 Kbps simétrico. Se espera doblar en la siguiente generación.
- Rango esperado del sistema: 10 metros.
- Número de dispositivos: 8 por piconet y hasta 10 piconets.
- Seguridad: Sí, en la capa de enlace.
- Consumo de potencia: desde 30 uA en "stand-by" hasta 8-30 mA (a 2,7 v) transmitiendo
- Interferencia: Bluetooth minimiza la interferencia potencial al emplear saltos rápidos en frecuencia (1600 veces por segundo).

Llegado este punto hay que añadir que gracias a la arquitectura de sistema seguida por Bluetooth, es posible diseñar soluciones de este tipo sobre conexiones basadas en infrarrojo. Esto es posible gracias al uso por parte de la tecnología Bluetooth del protocolo de nivel de sesión IrOBEX (*Infrared Data Association, IrDA Object Exchange Protocol*). Este es el punto de intersección que hace posible que una aplicación funcione sobre tecnología radio o sobre tecnología infrarroja. La implantación de este tipo de tecnología quiere suponer un avance en la convergencia de dispositivos.

3.3.2. Ethernet

Es, sin lugar a dudas, la tecnología más extendida y de mayor difusión en todo el mundo para la implementación de redes de área local. Ethernet gestiona el intercambio de datos entre ordenadores pudiendo usar diferentes protocolos como TCP/IP, *Netware* y *AppleTalk*, pero el más extendido es la pila de protocolos TCP/IP (*Transport Control Protocol/Internet Protocol*). Se trata de un modelo práctico, implementado en la

actualidad a nivel mundial, siendo el soporte no sólo para la intercomunicación de todo tipo de redes, si no también la base sobre la que se ha desarrollado esa gran red mundial de comunicaciones: Internet.

El modelo de referencia TCP/IP y la pila de protocolo TCP/IP hacen que sea posible la comunicación entre dos computadores, desde cualquier parte del mundo, a casi la velocidad de la luz. TCP/IP es compatible con cualquier sistema operativo y con cualquier tipo de hardware, proporcionando una abstracción total del medio.

El modelo TCP/IP está basado en el tipo de red *packet-switched* (de conmutación de paquetes), y tiene cuatro capas: la capa de aplicación, la capa de transporte, la capa de Internet y la capa de red. Las redes de área local con Ethernet pueden ser implementadas de diversas formas. Con tecnología en bus usando cables coaxiales (versiones: grueso y fino) y velocidades de 10 Mbps (normas 10Base5 y 10Base2, respectivamente).

Pero la opción más difundida en edificios de oficinas es la del cableado estructurado con cables de pares trenzados de bajo coste. Con el nombre de 10Base-T, define una topología en estrella y usa dispositivos intermedios como *hubs* o *switches* para unir dos o más computadoras.

3.3.3. GPRS

GPRS (*Global Packet Radio Service*) es una evolución de la red GSM, puede combinar hasta 8 canales para transferir datos, y cada canal puede transferir a una velocidad de 10 Kbps, aproximadamente. El uso de GPRS no se limita sólo a los teléfonos celulares sino en tarjetas PCMCIA GPRS para conectar portátiles a Internet de todo, lo más importante es, sin duda, poder disponer de todos esos servicios. La evolución natural de GPRS es UMTS (*Universal Mobile Telephony System*).

3.3.4. Ondas portadoras / PLC

Existen en este momento varios proyectos en diversas compañías eléctricas (Iberdrola, Endesa, Unión Fenosa) destinados a estudiar la viabilidad de usar las redes de distribución de baja tensión para ofrecer servicios de datos y Voz sobre IP. A este tipo de tecnologías se las conoce como ondas portadoras o corrientes portadoras (*Powerline Communications*, PLC).

La idea es dotar a los centros de transformación de los equipos de comunicaciones necesarios para acoplar sistemas de ondas portadoras capaces de ofrecer ahora 2 Mbps compartidos entre todos los abonados de esa línea (en una ciudad pueden superar los 100 o 200), pero ya se están probando las tecnologías que logran ofrecer 10 Mbps.

3.3.5. RDSI

El RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), al igual que el RTC, exige marcado y establecimiento de la conexión con el proveedor de acceso, pero en este caso este tiempo es de apenas unos 3 segundos. La velocidad descendente y la ascendente pueden llegar a los 64 Kbps o 128 Kbps dependiendo del contrato. Aunque con mayores prestaciones que la conexión RTC, los precios de los módems y de las tarifas son mucho mayores, e igualmente no se garantiza una conexión permanente a la red.

3.3.6. Redes de televisión por cable

Las redes híbridas fibra-coaxial (HFC) han sido las grandes protagonistas en los últimos años. Los operadores de cable han ido desplegando con una sensible rapidez grandes tramos de red, de manera que el número de hogares pasados en nuestro país crece constantemente, principalmente en las áreas urbanas y empresariales. Son redes de muy alta capacidad, por lo que prestan todo tipo de servicios, y con las ventajas propias de un sistema cableado, como la seguridad, la resistencia a interferencias de radio y no

ser necesario compartir el espectro de frecuencias con otros operadores; y todo ello a través de un único cable.

Los Modems de Cable son los equipos encargados de modular/demodular los datos, proporcionando un canal descendente con velocidades que van desde los 384 Kbps hasta los 4 Mbps y un canal ascendente de 128 Kbps a los 4 Mbps, dependiendo de la tarifa contratada.

3.3.7. Satélite

Estos sistemas presentan como principal ventaja su cobertura global. Aún no tienen rival para cubrir extensas zonas de carácter desértico, selvático u oceánico, e incluso en regiones con muy bajo nivel de infraestructuras de telecomunicaciones -pues la infraestructura terrestre requerida es mínima, máxime si los satélites cuentan con procesamiento a bordo o enlaces intersatelitales ISL-, utilizados principalmente para difusión de televisión a gran escala, a nivel nacional o continental. Apenas existen zonas de sombra y en algunos casos permiten movilidad.

3.3.8. USB

El USB es un estándar que permite conectar hasta 127 dispositivos partiendo de un único conector como el de los ordenadores. Con una velocidad de 480 Mbps (Versión 2.0), el objetivo del USB es paliar las carencias del puerto serie RS-232 (setenta veces más lento (115 Kbps)) y del puerto paralelo, además ambos puertos sólo permiten conectar un dispositivo al mismo tiempo. El USB, consigue velocidades muy por encima de las que se pueden transmitir con ambos tipos de puertos.

El USB tiene un gran ancho de banda, es fácil de usar y conectar, lo cual es ideal para reemplazar a los tradicionales puertos serie y paralelo. Además permite añadir dispositivos "en caliente", esto es, sin apagar el ordenador o el dispositivo que se va a conectar.

La mayoría de computadoras vienen con dos puertos USB y los portátiles con al menos uno. Si se necesitan conectar varias líneas USB a una misma máquina, se han creado divisores USB o "*hubs*" que pueden llegar a tener varias tomas USB.

3.3.9. WiFi

La norma del IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) 802.11 representa el primer estándar (aparece en 1990) para productos WLAN de una organización independiente reconocida a nivel internacional, que además ha definido las principales normas en redes LAN cableadas. La definición de este estándar supone un hito importante en el desarrollo de esta tecnología, puesto que los usuarios pueden contar con una gama mayor de productos compatibles.

Este estándar no especifica una tecnología o implementación concretas, sino simplemente el nivel físico y el subnivel de control de acceso al medio (MAC), siguiendo la arquitectura de sistemas abiertos OSI/ISO.

Actualmente la versión más conocida es la 802.11b que proporciona 11 Mbps de ancho de banda. La mayoría de los productos del mercado 802 son de esta versión y se conoce con el nombre comercial de WiFi (*Wireless Fidelity*). Diversas empresas ya están trabajando en el desarrollo de la versión 802.11a capaz de llegar a los 54 Mbps.

El nivel físico en cualquier red define la modulación y características de la señal para la transmisión de datos. La norma especifica las dos posibilidades para la transmisión en radiofrecuencia comentadas anteriormente, *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS) y *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS). Ambas arquitecturas están definidas para operar en la banda 2.4 GHz, ocupando típicamente 83 MHz. Para DSSS se utiliza una modulación DBPSK (*Differential Binary Phase Shift Keying*) o DQPSK (*Differential Quadrature Phase Shift Keying*); para FHSS se utiliza FSK (*Frequency Shift Keying*) Gaussiana de 2 o 4 niveles.

La potencia máxima radiada está limitada a 10 mW por cada megahercio en Europa. FHSS está definido para tasas de bit de hasta 1Mbps, mientras que DCSS puede llegar hasta 11Mbps, con distancias del orden de centenares de metros.

La norma 802.11 no ha desarrollado en profundidad la transmisión sobre infrarrojo y solo menciona las características principales de la misma: transmisión infrarroja difusa; el receptor y el transmisor no tienen que estar dirigidos uno contra el otro y no necesitan una línea de vista (*line-of-sight*) limpia; rango de unos 10 metros (solo en edificios); 1 y 2 Mbps de transmisión; 16-PPM (*Pulse Positioning Modulation*) y 4-PPM; 850 a 950 nanómetros de rango (frente al 850 a 900 nm que establece IrDA); potencia de pico de 2W.

El estándar incluye una característica adicional que permite aumentar la seguridad frente a escuchas no autorizadas: Esta técnica es conocida como WEP (*Wired Equivalent Privacy Algorithm*), basado en proteger los datos transmitidos vía radio, principalmente DSSS, usando una encriptación con 64 y hasta 128 bits.

Pero las WLAN basadas en IEEE 802.11 no son perfectas, ya que presentan algunos problemas como la dificultad que entraña su gestión, o las interferencias creadas por aparatos como los hornos microondas; sin embargo las últimas versiones del estándar solucionan estos problemas, y la mayoría de las soluciones móviles de entorno local se basarán en esta tecnología por su sencillez, su capacidad y su reducido coste.

El término WiFi (*Wireless Fidelity*) es el nombre comercial del 802.11b y el logo con que ya se están vendiendo dispositivos que usan esta tecnología. Esta tecnología es el instrumento ideal para crear redes de área local en las viviendas o cuando es imposible instalar nuevos cables o se necesita movilidad total dentro de estos entornos.¹⁵

¹⁵ Casadomo Soluciones S.L., **WiFi**. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=47&m=164&idm=57&pat=148&n2=148>

3.4. Sistemas expertos y protocolos para redes de control y automatización

Se engloban dentro de este grupo aquellas tecnologías o estándares que permiten el intercambio de paquetes de datos de pequeño tamaño y con bajas latencias. Estas tecnologías han nacido y madurado en los últimos 25 años, y han alcanzado, gracias al empuje de la automatización industrial y del control de edificios, unas prestaciones, robustez y flexibilidad que aseguran el éxito de cualquier implantación profesional. Por el contrario, dentro del mundo de la Domótica, a pesar de la estandarización que se persigue con muchas de ellas, los precios siguen siendo una de las barreras más importantes para su implantación.

Sólo la tecnología X-10, que nació especialmente pensada para el mercado doméstico y mucho más limitada en cuanto a prestaciones que las otras, es la única que ha conseguido alcanzar unas cifras importantes de penetración en este mercado, sobretodo en el estadounidense.

Con la llegada de Internet, aparecen nuevas iniciativas en el ámbito doméstico que pretenden dar solución a los problemas que se han venido dando en los últimos años, a la vez que se empieza a desarrollar protocolos específicos para el entorno doméstico. En este sentido, es preciso recordar que muchos de los protocolos utilizados inicialmente en el ámbito domótico eran iniciativas desarrolladas en entornos terciarios o pequeño terciario que se aprovecharon para el ámbito doméstico. En la tabla siguiente se especifican las características de comportamiento en red de los protocolos citados.

Tabla V. Protocolos para aplicaciones de Domótica

Iniciativa	Procedencia		Ámbito de aplicación
	Promotor	País	
Batibus	Merlin Gerin (Schneider Electric)	Francia	Europa
EIB	Siemens	Alemania	Europa
EHS	Comisión Europea	Unión Europea	Europa
X-10	Pico Electronics Ltd	UK	Mundial
LonWorks	Echelon	EE.UU.	Mundial
CEBus	Asociación de Industrias Electrónicas de EE.UU.	EE.UU.	EE.UU.
HBS		Japón	Japón

Fuente: Pau Tornero. **Tecnología WiFi en la Domótica**. Disponible: <http://www.gii.upv.es/personal/gbenet/IIN/treballs%200607/WiFi%20en%20domotica-pau%20tornero.doc>

3.4.1. Bacnet

El BACnet es un protocolo norteamericano para la automatización de viviendas y redes de control que fue desarrollado bajo el patrocinio de una asociación norteamericana de fabricantes e instaladores de equipos de calefacción y aire acondicionado.

El principal objetivo, a finales de los años ochenta, era la de crear un protocolo abierto (no propietario) que permitiera interconectar los sistemas de aire acondicionado y calefacción de las viviendas y edificios con el único propósito de realizar una gestión energética inteligente de la vivienda.

Se definió un protocolo que implementaba la arquitectura OSI de niveles y se decidió empezar usando, como soporte de nivel físico, la tecnología RS-485 (similar al RS-232 pero sobre un par trenzado y transmisión diferencial de la señal, para hacer más inmune esta a las interferencias electromagnéticas).

La parte más interesante de este protocolo es el esfuerzo que han realizado para definir un conjunto de reglas de hardware y software que permiten comunicarse a dos dispositivos independientes.

El BACnet no quiere cerrarse a un nivel físico o a un protocolo de nivel 3 concretos, realmente lo que pretende definir es la forma en que se representan las funciones que puede hacer cada dispositivo, llamadas "objetos" cada una con sus propiedades concretas. Existen objetos como entradas/salidas analógicas, digitales, bucles de control entre otros. Algunas propiedades son obligatorias otras son opcionales, pero la que siempre se debe considerar es la dirección o identificador de dispositivo el cual permite localizar a este, dentro de una instalación compleja BACnet.

3.4.2. BatiBUS

Este protocolo de Domótica está totalmente abierto, esto es, lo puede implementar cualquier empresa interesada en introducirlo en su cartera de productos.

A nivel de acceso, este protocolo usa la técnica CSMA-CA, (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*) similar a Ethernet pero con resolución positiva de las colisiones. Esto es, si dos dispositivos intentan acceder al mismo tiempo al bus ambos detectan que se está produciendo una colisión, pero sólo el que tiene más prioridad continúa transmitiendo mientras el otro deja de poner señal en el bus. La filosofía es que todos los dispositivos BatiBUS escuchen lo que han enviado cualquier otro, todos procesan la información recibida, pero sólo aquellos que hayan sido programados para ello, filtrarán la trama y la subirán a la aplicación empotrada en cada dispositivo.

Al igual que los dispositivos X-10, todos los dispositivos BatiBUS disponen de micro-interruptores circulares o miniteclados que permiten asignar una dirección física y lógica que identifican unívocamente a cada dispositivo conectado al bus.

La velocidad binaria es única (4800 bps), la cual es mas que suficiente para la mayoría de las aplicaciones de control distribuido.

La instalación de este cable se puede hacer en diversas topologías: bus, estrella, anillo, árbol o cualquier combinación de estas. Lo único que hay que respetar es no asignar direcciones idénticas a dos dispositivos de la misma instalación.

Debe destacarse, que el BatiBUS está convergiendo, junto con el EIB y el EHS, en un único estándar para la automatización de oficinas y viviendas.

3.4.3. BUSing

BUSing es una tecnología de Domótica distribuido, donde cada uno de los dispositivos conectados tiene autonomía propia. Los dispositivos pueden clasificarse en actuadores (actúan sobre los diferentes dispositivos de la vivienda o edificio) e interfase de usuario (facilitan la integración con el sistema al usuario de una forma siempre intuitiva).

Para los fabricantes, uno de los puntos fuertes de BUSing es que se trata de un sistema abierto, es decir, cualquier fabricante puede desarrollar equipos siguiendo el protocolo. Para los integradores, uno de los puntos fuertes de BUSing es el Sistema de Desarrollo. Es el primer sistema de comunicaciones distribuido diseñado íntegramente desde sus inicios para las aplicaciones Domóticas.

Es por tanto un sistema de control completo que se adapta, por un lado en prestaciones y por otro en coste, tanto a sencillas viviendas como a complejos edificios pasando por todo un abanico intermedio de infinitas posibilidades. La capacidad de control de este sistema abarca desde las típicas aplicaciones Domóticas de iluminación, gestión de toldos y persianas, gestión de alarmas técnicas, control de temperatura o riego, hasta el control de otros sistemas como cámaras IP, sistemas de seguridad o sistemas audiovisuales.

Es software totalmente intuitivo que permite la programación-configuración de cualquier tipo de instalación Domótica, tanto de los actuadores como de los equipos de interfase de usuario, incluido el control desde computadora con planos en 3D de la instalación, así como los equipos siguientes:

- Actuadores todo/nada
- Actuadores proporcionales
- Entrada de sensores digitales
- Entrada de sensores analógicos
- Pantallas táctiles gráficas
- Servidor WEB gráfico
- Adaptadores de mecanismos convencionales
- Dimmers para incandescencia/halógenos
- Dimmers para fluorescencia
- Iluminación de Emergencia
- Control de accesos
- Integración con videoporteros
- Termostatos (control de clima)
- Mandos a distancia (receptores IR)
- Emisores IR
- Detectores de presencia

3.4.4. CAN (*Control Area Network*)

El CAN (*Controller Area Network*) es un protocolo de comunicación para la automatización de vehículos, edificios, ascensores y maquinaria industrial. El CAN fue desarrollado por el grupo Roberto Bosch de Alemania en 1986 como respuesta a un problema del sector automovilístico. Las entonces comunicaciones punto a punto en un automóvil resultaba en un cableado pesado, complejo y caro. Por lo tanto, Bosch inventaron un protocolo de bus de 2 hilos basado en comunicaciones *broadcast*, donde

además cada nodo sería capaz de conectarse y desconectarse sin afectar a los demás nodos (sistema descentralizado/distribuido). Además, el bus ofrece altas prestaciones contra errores de transmisión, ruidos electromagnéticos y fallos internos en los dispositivos conectados al bus, características imprescindibles para sistemas críticos y soluciones con altos requisitos de fiabilidad.

En vez de direcciones, el protocolo CAN está basado en mensajes, donde el identificador de cada mensaje define el contenido y prioridad de la información transmitida. El arbitraje del bus CAN está basado en la no-destrucción de mensajes, donde el mensaje de más alta prioridad gana la contención del bus en caso de conflicto. Esto da un grado de determinismo más alto que sus competidores como Ethernet que tiene un arbitraje basado en la destrucción (y la retransmisión) de tramas conflictivas. Actualmente el CAN está estandarizado bajo el ISO-11898 y gestionado por la Asociación de Fabricantes y Usuarios *CAN-in-Automation* (CiA) basada en Alemania. Por encima de CAN (OSI Nivel 1 y 2) existen varios protocolos de alto nivel, específicamente diseñados para sectores diferentes.

Las principales características de CAN son:

- Su alta fiabilidad en entornos ruidosos gracias al control de errores y la retransmisión automática de tramas erróneas (el ruido en un coche pueden llegar a +/- 400V).
- Su jerarquía Multi-Master facilita la redundancia y tolerancia contra nodos defectuosos. Los nodos pueden conectarse y desconectarse sin afectar al sistema.
- Comunicaciones basadas en prioridades de mensajes en vez de direcciones. Esto garantiza la integridad de datos y es especialmente útil para entornos críticos e industriales.
- Longitud máxima de 1000m (a 40Kbps). 5. Velocidad máxima de 1Mbps (con una longitud de 40m).

Las principales ventajas de CAN desde un punto de vista comercial son:

- Hay más de 15 fabricantes de chips CAN (incluye Philips, Freescale (Motorola), NEC, Intel, Infineon (Siemens) y Microchip), por lo tanto soluciones basadas en CAN son muy económicas por la competitividad del sector.
- La CiA está apoyada por más de 400 empresas y más de 200 millones de chips CAN son vendidos cada año, sobre todo para el sector automovilístico. Esto significa una alta demanda del mercado, una alta inversión por cada fabricante y por lo tanto un alta presencia en el mercado de bus de campo para el futuro.
- CAN es una tecnología probada durante los últimos 15 años en entornos difíciles y ruidosos, por lo tanto otros sectores como el industrial, la construcción y la automatización de edificios pueden ver la tecnología CAN como una solución altamente fiable, probada y económica.
- Existen implantaciones en sectores como la automatización de fábricas, edificios, ascensores, sector ferroviario, automoción, sector marítimo, aviones, aeronaves, maquinaria agrícola y procesos industriales, por lo tanto CAN es muy extendido y probado en entornos muy diversos.

3.4.5. CEBus

En 1984 varios miembros de la EIA norteamericana (*Electronics Industry Association*) llegaron a la conclusión de la necesidad de un bus doméstico que aportara más funciones que las que aportaban sistemas de aquella época. Especificaron y desarrollaron un estándar llamado CEBus (*Consumer Electronic Bus*).

En 1992 fue presentada la primera especificación. Se trata de un protocolo, para entornos distribuidos de control, que está definido en un conjunto de documentos (en total unas 1000 páginas).

Se contemplan diversos protocolos para que los electrodomésticos y equipos eléctricos puedan comunicarse usando ondas portadoras por las líneas de baja tensión,

par trenzado con telealimentación, cable coaxial, infrarrojo, radiofrecuencia y fibra óptica.

Para la transmisión de datos por corrientes portadoras, el CEBus usa una modulación en espectro expandido; estos se transmite uno o varios bits dentro de una ráfaga de señal que comienza en 100 kHz y termina en 400 kHz (barrido) de duración 100 microsegundos. La velocidad media de transmisión es de 7500 bps. Las tramas definidas en CEBus pueden tener longitud variable en función de la cantidad de datos que se necesitan transmitir. El tamaño mínimo es 8 octetos y el máximo casi 100 octetos.

Al igual que los dispositivos EIB, los nodos CEBus tienen grabado una dirección física prefijada en fábrica, que los identifican de forma unívoca en una instalación Domótica. Hay más de 4.000 millones de posibilidades. Como parte de la especificación CEBus se ha definido un lenguaje común para el diseño y especificación de la funcionalidad de un nodo, a este lenguaje lo han llamado CAL (*Common Application Language*) y esta orientado a objetos (estándar EIA-600).¹⁶

3.4.6. CIC

La CIC (*CEBus Industry Council*) es una asociación de diferentes fabricantes de software y hardware que certifican que los nuevos productos CEBus que se lancen al mercado cumplan toda la especificación. Una vez que el producto pase todos los ensayos, el fabricante paga una tasa y es autorizado a poner el logo CEBus en ese producto.¹⁷

¹⁶ Jesús Díaz-Alejo y Francisco Malavia, **Comunicación red Domótica**. Disponible: [http://www.info-ab.uclm.es/labelec/solar/Otros/Domotica\(2005\)/indexprotocolos.htm](http://www.info-ab.uclm.es/labelec/solar/Otros/Domotica(2005)/indexprotocolos.htm)

¹⁷ Ibid.

3.4.7. EHS

El estándar EHS (*European Home System*) ha sido otro de los intentos que la industria europea (año 1984), auspiciada por la Comisión Europea, de crear una tecnología que permitiera la implantación de la Domótica en el mercado residencial de forma masiva. El resultado fue la especificación del EHS en el año 1992. Esta basada en una topología de niveles OSI (*Open Standard Interconnection*), y se especifican los niveles: físico, de enlace de datos, de red y de aplicación.

El EHS viene a cubrir, por prestaciones y objetivos, la parcela que tienen el CEBus norteamericano y el HBS japonés y rebasa las prestaciones del X-10 que tanta difusión ha conseguido en EEUU.

Durante los años 1992 al 1995 la EHS auspició el desarrollo de componentes electrónicos que implementaran la primera especificación. Como resultado nació un circuito integrado de ST-Microelectronics (ST7537HS1) que permitía transmitir datos por una canal serie asíncrono a través de las líneas de baja tensión de las viviendas (ondas portadoras o "*powerline communications*"). Esta tecnología, basada en modulación FSK, consigue velocidades de hasta 2400 bps y además también puede utilizar cables de pares trenzados como soporte de la señal.

Este protocolo está totalmente abierto, esto es, cualquier fabricante asociado a la EHS puede desarrollar sus propios productos y dispositivos que implementen el EHS.

Con una filosofía Plug&Play, se pretende aportar las siguientes ventajas a los usuarios finales:

- Compatibilidad total entre dispositivos EHS.
- Conexión automática de los dispositivos, movilidad de los mismos (poder conectarlo en diferentes emplazamientos) y ampliación sencilla de las instalaciones.

- Compartir un mismo medio físico entre diferentes aplicaciones sin interferirse entre ellas.

Cada dispositivo EHS tiene asociada una subdirección única dentro del mismo segmento de red que además de identificar unívocamente a un nodo también lleva asociada información para el enrutado de los telegramas por diferentes segmentos de red EHS.

3.4.8. EIB (*European Installation Bus*)

El *European Installation Bus* o EIB es un sistema domótico desarrollado bajo los auspicios de la Unión Europea con el objetivo de contrarrestar las importaciones de productos similares que se estaban produciendo desde el mercado japonés y el norteamericano donde estas tecnologías se han desarrollado antes que en Europa.

El objetivo era crear un estándar europeo, con el suficiente número de fabricantes, instaladores y usuarios, que permita comunicarse a todos los dispositivos de una instalación eléctrica como: contadores, equipos de climatización, de custodia y seguridad, de gestión energética y los electrodomésticos.

El EIB está basado en la estructura de niveles OSI y tiene una arquitectura descentralizada. Este estándar europeo define una relación extremo-a-extremo entre dispositivos que permite distribuir la inteligencia entre los sensores y los actuadores instalados en la vivienda.

3.4.9. HAPI

El grupo de trabajo *Home API* (HAPI) es una iniciativa de diferentes empresas cuyo objetivo es la especificación y desarrollo de un conjunto de servicios e interfaces de programación (*Application Program Interface* (API)) orientados hacia la automatización y control de las viviendas.

Es una iniciativa puramente orientada al software y que probablemente permitirá que diversas aplicaciones de control puedan funcionar sobre diferentes protocolos e incluso las redes de área local basadas en Ethernet y TCP/IP.

El HAPI está auspiciado por diversos fabricantes de computadoras y por Microsoft para integrarlo en sus sistemas operativos Windows. Por lo tanto, el HAPI facilitará la labor de los programadores de aplicaciones Domóticas o de gestión de la vivienda, creando un conjunto de primitivas o APIs comunes para todos ellos que permitirán aumentar la portabilidad de las aplicaciones y reusabilidad de un código que ha sido especialmente diseñado para el control de dispositivos en la vivienda.

3.4.10. HAVi

El HAVi es una iniciativa de los fabricantes más importantes de equipos de entretenimiento (Hitachi, Panasonic, Philips, Sharp, Sony y Toshiba) para crear un estándar que permita compartir recursos y servicios entre los televisores, los equipos HiFi y los vídeos. El HAVi es una especificación software que permite la interoperabilidad total entre estos.

Con el HAVi los usuarios podrán usar la pantalla del televisor para gobernar el equipo de música, la videocámara, la consola de juegos, a su vez, la TV o el equipo HiFi. Podrán escuchar la música del reproductor de CDs de la sala en el minicomponente de la habitación, o usar una computadora, situado en otra habitación, como reproductor de películas DVD mientras cena en el comedor. Por otro lado, todos estos equipos podrán bajar automáticamente el volumen cuando suene el teléfono o llamen a la puerta. El sistema de alarma de la vivienda podrá usar la TV como pantalla y el vídeo como sistema de almacenamiento.

El HAVi ha sido desarrollado para cubrir las demandas de intercambio de información entre los equipos de audio y vídeo digitales de las viviendas actuales. Es independiente del *firmware* usado en cada uno de los equipos, de hecho, el HAVi tiene

su propio sistema operativo (independiente del hardware y de la función del equipo) que ha sido especialmente diseñado para el intercambio rápido y eficaz de grandes paquetes de datos de audio y vídeo (*streaming*).

La interoperabilidad será total, cualquier otro dispositivo HAVi podrá gobernar al nuevo y viceversa. La compatibilidad entre dispositivos de fabricantes diferentes está asegurada con Plug&Play inmediato. Una vez conectado el bus IEEE 1394 al nuevo dispositivo este se anunciará al resto de equipos HAVi instalados en la vivienda y ofrecerá sus funciones y servicios a los demás. No será necesario estudiarse ningún manual de conexión o de instalación en red del nuevo equipo.

Las nuevas versiones de software y controladores que actualizarán las prestaciones del equipo adecuándolo así a las necesidades de cada usuario o a su entorno de equipos HAVi que tenga instalados en su vivienda podrán descargarse de la Internet.

El HAVi ha escogido al estándar IEEE 1394 (llamado "i.Link" o "FireWire") como soporte físico de los paquetes de datos. Este estándar, que alcanza velocidades de hasta 500 Mbps, es capaz de distribuir al mismo tiempo diversos paquetes de datos de audio y vídeo entre diferentes equipos de una vivienda, además de todos los paquetes de control necesarios para la correcta distribución y gestión de todos los servicios.

3.4.11. HomeRF

El *HomeRF Working Group* fue una iniciativa de varias empresas que se unieron en el año 1998 para crear una tecnología de transmisión digital inalámbrica abierta. El objetivo es que computadoras, impresoras, teléfonos, modems y cualquier otro dispositivo digital pudiera intercambiar datos sin necesidad de usar cables.

Una de las aplicaciones más interesantes es la capacidad de distribuir vídeo y audio (aplicaciones de *streaming*) en dispositivos con escasos recursos hardware, como los equipos HiFi, y los que además son móviles por diseño como las agendas personales o

tablets electrónicos. La idea es que las computadoras o las pasarelas residenciales sean los centros de descarga de música o películas vía Internet y que la tecnología HomeRF sea el soporte que distribuya estas a los dispositivos finales que las reproducirán.

Bajo el nombre de *SWAP (Shared Wireless Access Protocol)* se definió esta arquitectura que soporta comunicaciones de datos y voz en tiempo real. Alcanza y una velocidad de 10 Mbps aunque se puede reducir a 5 Mbps o menos si se necesita aumentar el rango de cobertura.

La mayor ventaja del HomeRF, gracias al diseño de su nivel de acceso al medio, es que puede garantizar al acceso simultáneo por voz de diversos usuarios a una centralita o teléfono digital inalámbrico. Al igual que Bluetooth y WiFi, la HomeRF usa la banda de frecuencia de 2,4 GHz para colocar su señal modulada.

3.4.12. HomePlug

HomePlug es una alianza de varias empresas que trabajan en el desarrollo de una tecnología que permita implementar redes de área local usando la instalación eléctrica de baja tensión de las viviendas, oficinas o industrias, evitando así la instalación de nuevos cables.

Con velocidades que, en su primera versión llega a los 14 Mbps el usuario podrá conectarse a Internet desde cualquier zona de la vivienda en donde disponga de una toma eléctrica estándar, consiguiendo así la movilidad y flexibilidad que necesitan la mayoría de los usuarios en sus aplicaciones cotidianas.

La alianza HomePlug está formada por más de 80 empresas líderes sectores como el de electrónica de consumo y tecnologías de la información, destacan: Intel, Cisco, Motorola, Panasonic, 3Com, entre otras.

Al igual que las recientes tecnologías inalámbricas, el HomePlug ofrece al cliente del producto final la posibilidad de conectar en red varios dispositivos sin necesidad de instalar nuevos cables en las viviendas u oficinas.

3.4.13. HomePNA

HomePNA (*Home Phoneline Networking Alliance*) es una alianza de varias empresas que trabajan en el desarrollo de una tecnología que permita implementar redes de área local usando la instalación telefónica de una vivienda.

Históricamente, el HomePNA y la tecnología inalámbrica 802.11 han seguido los mismos pasos. Ambas nacieron con el objetivo de ofrecer 2-3 Mbps de ancho de banda (HomePNA 1.0 y 802.11) y fallaron al intentar captar la atención del mercado. Posteriormente, fueron mejoradas para alcanzar los 10 Mbps (HomePNA 2.0 y 802.11b/WiFi) cifra similar a la que los usuarios están acostumbrados con el Ethernet cableado.

El objetivo es construir una red de área local sin nuevos cables ni obras que permita unir ordenadores, impresoras y otros recursos como *hubs* específicos, routers ADSL o pasarelas residenciales.

Al igual que la tecnología de bucle de acceso xDSL, la HomePNA usa el ancho de banda libre de los cables telefónicos de la vivienda para inyectar su señal modulada por encima de los 2 MHz. La voz usa la banda comprendida entre 100 Hz y 3,4 kHz, los sistemas xDSL ocupan las frecuencias comprendidas entre 25 kHz y 1,1 MHz. Gracias a unos filtros en las propias tarjetas de acceso o en las tomas telefónicas, se puede usar simultáneamente el teléfono, el acceso xDSL y la red de área local HomePNA.

HomePNA es una iniciativa desarrollada para el mercado norteamericano, donde la mayoría de las viviendas tienen una toma telefónica en cada habitación.

3.4.14. Jini

El Jini es una tecnología, desarrollada por Sun Microsystems, que proporciona un mecanismo sencillo para que diversos dispositivos conectados a una red puedan colaborar y compartir recursos sin necesidad de que el usuario final tenga que planificar y conectar dicha red. En esta red de equipos, llamada "comunidad", cada uno proporciona a los demás los servicios, controladores e interfaces necesarios para distribuirse de forma óptima la carga de trabajo o las tareas que deben realizar.

Al igual que el UPnP de Microsoft, el Jini tiene un procedimiento, llamado "*discovery*" para que cualquier dispositivo recién conectado a la red sea capaz de ofrecer sus recursos a los demás, informando de su capacidad de procesamiento y de memoria además de las funciones que es capaz de hacer (tostar el pan, sacar una foto digital, imprimir). Una vez ejecutado el *discovery*, se ejecutará el procedimiento "*join*", asignándole una dirección fija, una posición en la red.

La arquitectura está totalmente distribuida, ningún dispositivo hace el papel de controlador central o maestro de la red, todos pueden hablar con todos y ofrecer sus servicios a los demás. No es necesario el uso de un PC central que controle a los dispositivos conectados a la red. Igualmente, el Jini puede funcionar en entornos dinámicos donde la aparición o desconexión de dispositivos sea constante.

Jini ha sido desarrollado por Sun Microsystems, aprovechando la experiencia y muchos de los conceptos en los que está inspirado el lenguaje Java y, sobretodo, en la filosofía de la Máquina Virtual Java (JVM). Por lo tanto, el Jini puede funcionar sobre potentes estaciones de trabajo, en PCs, en pequeños dispositivos (PDAs, cámaras de fotos, móviles, reproductores mp3) o en electrodomésticos de línea marrón o blanca

(HiFi, TV, Vídeos, *set-top boxes*, refrigeradoras, lavadoras). Gracias al Java la compatibilidad y la seguridad están garantizadas.¹⁸

3.4.15. LonWorks/LonTalk

Echelon presentó la tecnología LonWorks en el año 1992, desde entonces multitud de empresas viene usando esta tecnología para implementar redes de control distribuidas y automatización. Aunque está diseñada para cubrir los requisitos de la mayoría de las aplicaciones de control, sólo ha tenido éxito de implantación en edificios de oficinas, hoteles o industrias.

Pero, debido a su coste, los dispositivos Lonworks no han tenido una implantación masiva en los hogares, sobretodo porque existían otras tecnologías de prestaciones similares mucho más baratas.

Cualquier dispositivo Lonworks, o nodo, está basado en un microcontrolador especial llamado Neuron Chip que tiene un identificador único, el Neuron ID, que permite direccionar cualquier nodo de forma unívoca dentro de una red de control Lonworks. Este identificador, con 48 bits de ancho, se graba en la memoria EEPROM durante la fabricación del circuito.

Tiene un modelo de comunicaciones que es independiente del medio físico sobre el que funciona, esto es, los datos pueden transmitirse sobre cables de par trenzado, ondas portadoras, fibra óptica, radiofrecuencia y cable coaxial, entre otros. Estos circuitos se comunican entre sí enviándose telegramas que contienen la dirección de destino, información para el *routing*, datos de control así como los datos de la aplicación del usuario y un *checksum* como código detector de errores. Todos los intercambios de datos se inician en un Neuron Chip y se supervisan en el resto de los circuitos de la red.

¹⁸ Casadomo Soluciones S.L., **Jini** Disponible: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=24&m=164&idm=31&pat=148&n2=148>

Un telegrama puede tener hasta 229 octetos de información neta para la aplicación distribuida.

Los datos pueden tener dos formatos, desde un mensaje explícito o una variable de red. Los mensajes explícitos son la forma más sencilla de intercambiar datos entre dos aplicaciones residentes en dos Neuron Chips del mismo segmento Lonworks. Por el contrario, las variables de red proporcionan un modelo estructurado para el intercambio automático de datos distribuidos en un segmento Lonworks. Aunque son menos flexibles que los mensajes explícitos, las variables de red evitan que el programador de la aplicación distribuida esté pendiente de los detalles de las comunicaciones.

Los objetos LonMark forman las variables que se intercambia la red de control a nivel de aplicación (nivel 7 de la pila OSI). Estos objetos describen los formatos de los datos que se intercambian los nodos y la semántica que se usa para relacionarlos con otros objetos de la aplicación distribuida. Hay tres objetos que son básicos, el actuador, el sensor y el controlador.

Para no limitar el conjunto de funciones u objetos que un fabricante puede embarcar en un nodo Lonworks, los perfiles funcionales se especifican con un conjunto de objetos o funciones obligatorias además de un conjunto opcional de las mismas. En este punto se debe indicar que aunque existen cientos de productos Lonworks no todos tienen la certificación LonMark.¹⁹

3.4.16. SCP

El *Simple Control Protocol* (SCP) es un intento de Microsoft, y de General Electric, de crear un protocolo para redes de control que consiga afianzarse como la solución, de facto, en todas las aplicaciones de automatización de edificios y viviendas.

¹⁹ Jesús Díaz-Alejo y Francisco Malavia, **Comunicación red Domótica**. Disponible: [http://www.info-ab.uclm.es/labelec/solar/Otros/Domotica\(2005\)/indexprotocolos.htm](http://www.info-ab.uclm.es/labelec/solar/Otros/Domotica(2005)/indexprotocolos.htm)

Se trata de poner un poco de orden en la oferta que hay ahora mismo en EEUU para estos temas (X-10, CEBus y Lonworks) y auspiciar la convergencia de todos estos hacia un protocolo abierto, además de desarrollar un conjunto de productos que cubran todos los requisitos de automatización de las viviendas.

A nivel físico el SCP ha escogido una solución basada la transmisión de datos por las líneas de baja tensión (ondas portadoras) que ya estaba desarrollada, el CEBus. Gracias a esto, el estándar CEBus está disfrutando de una segunda oportunidad después de varios años de existencia con una implantación escasa.

El SCP esta optimizado para su uso en dispositivos de eléctricos y electrónicos que tienen una memoria y una capacidad de proceso muy limitadas. Al igual que otros buses o protocolos de control distribuido, el SCP está diseñado para funcionar sobre redes de control con un ancho de banda muy pequeño (< 10 Kbps) y optimizado para las condiciones de ruido características de las líneas de baja tensión (Ondas Portadoras o "*Powerline Communications*").

Los dispositivos SCP usarán un modelos definidos por el UPnP que serán conectados mediante el acceso a un conjunto de primitivas o APIs (*Application Program Interface*). Se trata de asegurar la conexión punto-a-punto entre dispositivos y definir un conjunto de funciones distribuidas extremo-a-extremo que permita el desarrollo de múltiples servicios en las viviendas con un bajo coste y de manera segura.

3.4.17. TCP/IP

El *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) es un conjunto de protocolos que definen una serie de reglas y primitivas que permiten a máquinas muy heterogéneas intercambiarse información mediante el uso de redes. Por ejemplo, Internet en sí mismo está construido sobre el protocolo TCP/IP.

La arquitectura de TCP/IP tiene cinco niveles, estos son:

- Nivel Físico: define los tipos de medio físico (cable de pares, coaxial, fibra, etc.) y los niveles de señal que se aplicarán a este medio físico.
- Nivel de Enlace: prepara los paquetes de datos para su envío por el medio físico, resuelve las colisiones, corrige errores de paquetes o solicita el reenvío de los mismos.
- Nivel de Red (IP): los *hosts* pueden introducir paquetes en la red, los cuales llegan al destinatario de forma independiente. No hay garantías de entrega ni de orden (IP no está orientado a la conexión), gestiona las rutas de los paquetes y controla la congestión.
- Nivel de Transporte: es el nivel que realmente permite que dos máquinas conectadas TCP/IP puedan conversar entre sí. En este nivel pueden funcionar dos tipos de protocolos:
 - *Transmission Control Protocol* (TCP).
 - *User Datagram Protocol* (UDP).
- Nivel de aplicación: Son las aplicaciones finales en las que destacan: el correo electrónico, el navegador Web, el intercambio de archivos FTP.

3.4.17.1. TCP/IP no está optimizado para la Domótica

La mayoría de los protocolos han sido creados especialmente para implementar redes de control distribuidas (Lonworks, EIB, EHS, X-10), las tramas fueron diseñadas de forma que el espacio útil para datos de las aplicaciones fuera el máximo.

Los especialistas suelen usar dos formas para medir este factor de mérito:

- Ancho de Banda Neto, medido en bits por segundo (bps).
- *Overhead* o tara, medido en tanto por ciento (%).

Ambos parámetros representan lo mismo: cuantos bits puedo transferir por el medio físico en un instante dado y cuantos bits son realmente útiles para la aplicación.

El protocolo TCP/IP, que fue diseñado para transferir ingentes cantidades de datos entre dos máquinas, cuando se usa para transferir 2 ó 3 octetos de información el coste en ancho de banda es muy alto. Por este motivo, el protocolo TCP/IP no está optimizado para su uso en redes de control distribuido en aplicaciones de automatización de viviendas u oficinas.²⁰

3.4.18. UMTS

UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) requiere una nueva tecnología de radio (grandes inversiones en infraestructuras), una red de mayor capacidad (debido a que las velocidades de transferencia varían de 384 Kbps a 2 Mbps) y nuevos terminales. Estos factores hacen prever que UMTS tardará un cierto tiempo en establecerse y que GPRS, dada su mayor cobertura, mantendrá un uso elevado. Hay que ambas tecnologías no son excluyentes entre sí, de hecho las operadoras piensan ofrecer UMTS en los núcleos urbanos y dejar el GPRS para el resto de zonas (carreteras, grandes áreas rurales, etc.).

Las últimas noticias confirman que, en Alemania, los operadores con licencia UMTS, y con objeto de ahorrar costes en gran parte disparados por los elevados precios que han tenido que pagar por las licencias obtenidas en las subastas, han decidido compartir sus infraestructuras de red.

UMTS presenta, una limitación en la tasa de datos, que se eleva hasta un máximo de 2 Mbps cuando el terminal está fijo y a cierta distancia de la estación base. Esta velocidad impide la transmisión de vídeo de alta calidad, pero resulta suficiente para un servicio de videoconferencia con calidad limitada.

²⁰ Casadomo Soluciones S.L., **TCP/IP**. Disponible: <http://www.casadomo.com/noticias/Detalle.aspx?c=27&m=164&idm=34&pat=148&n2=148>

Actualmente, el desarrollo y despliegue de UMTS avanza lentamente, debido en parte al temprano estado de definición de la tecnología y al endeudamiento de los operadores por los elevados desembolsos que han tenido que afrontar para adquirir las licencias concedidas mediante el procedimiento de subasta en Europa, lo que está repercutiendo negativamente en las empresas del sector.

3.4.19. UpnP

Universal Plug&Play (UPnP) es una arquitectura software abierta y distribuida que permite a las aplicaciones de los dispositivos conectados a una red intercambien información y datos de forma sencilla y transparente para el usuario final, sin necesidad de que este tenga que ser un experto en la conexión de redes, dispositivos o sistemas operativos. Esta arquitectura software está por encima de protocolos como el TCP, el UDP y el IP, y es independiente de estos.

El UPnP se encarga de todos los procesos necesarios para que un dispositivo u ordenador conectado a una red pueda intercambiar información con el resto. El UPnP ha sido diseñado de forma que sea independiente del fabricante, sistema operativo, del lenguaje de programación de cada dispositivo u ordenador, y del medio físico usado para implementar la red.

Este protocolo es capaz de descubrir cuando se conecta un nuevo equipo o dispositivo a la red, asignándole una dirección IP, un nombre lógico, informando a los demás de sus funciones y capacidad de procesamiento, e informarle, a su vez, de las funciones y prestaciones de los demás. De esta forma, el usuario no tiene que preocuparse de conectar la red ni de perder el tiempo instalando *drivers* o controladores de dispositivos, el UPnP se encarga todos estos procesos cada vez que se conecta o se desconecta un equipo. Y además optimiza en todo momento la conexión de los equipos.

Hay que destacar que el UPnP, que ha sido auspiciado por Microsoft, persigue los mismos objetivos que el Jini de Sun Microsystems. Se trata de facilitar la vida al

usuario final o al administrador de red de una empresa. Por ejemplo, al conectar una nueva impresora, con el logo UPnP o Jini, a una red de ordenadores la impresora proporciona todos los controladores a los demás dispositivos que lo necesiten. Lo mismo sucedería con un escáner, una cámara de fotos digital y una consola de videojuegos.²¹

3.4.20. X-10

X-10 es uno de los protocolos más antiguos que se están usando en aplicaciones Domóticas. Fue diseñado en Escocia entre los años 1976 y 1978 con el objetivo de transmitir datos por las líneas de baja tensión a muy baja velocidad (60 bps en EEUU y 50 bps en Europa) y costes muy bajos. Al usar las líneas de eléctricas de la vivienda, no es necesario tender nuevos cables para conectar dispositivos.

El protocolo X-10, en sí, no es propietario, es decir, cualquier fabricante puede producir dispositivos X-10 y ofrecerlos en su catálogo, eso sí, está obligado a usar los circuitos del fabricante escocés que diseño esta tecnología. Aunque, al contrario de lo que sucede con la firma Echelon y su NeuronChip que implementa Lonworks, los circuitos integrados que implementan el X-10 tienen un royalty muy bajo (casi simbólico).

Gracias a su madurez (más de 20 años en el mercado) y a la tecnología empleada los productos X-10 tienen un precio muy competitivo de forma que es líder en el mercado norteamericano residencial y de pequeñas empresas (realizadas por los usuarios finales o electricistas sin conocimientos de automatización). Se puede afirmar que el X-10 es ahora mismo la tecnología más asequible para realizar una instalación Domótica no muy compleja. Habrá que esperar a que aparezcan los primeros productos E.mode (*easy mode*) del protocolo KNX (Konnex) en Europa para comprobar si el X-10 tendrá competencia real, por precio y prestaciones, en el mercado europeo.

²¹ Casadomo Soluciones S.L., **UpnP**. Disponible: <http://casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?id=2197&c=25>

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

1. dos ciclos representan el Código de Inicio.
2. cuatro ciclos representan el Código de Casa (letras A-P),
3. cinco ciclos representan o bien el Código Numérico (1-16) o bien el Código de Función (Encender, Apagar, Aumento de Intensidad).

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.

Los transmisores pueden direccionar hasta 256 receptores. Los receptores vienen dotados de dos pequeños conmutadores giratorios, uno con 16 letras y el otro con 16 números) que permiten asignar una dirección de las 256 posibles. En una misma instalación puede haber varios receptores conectados con la misma dirección, todos realizarán la función preasignada cuando un transmisor envíe una trama con esa dirección. Evidentemente cualquier dispositivo receptor puede recibir órdenes de diferentes transmisores.

Los dispositivos bidireccionales, tienen la capacidad de responder y confirmar la correcta realización de una orden, lo cual puede ser muy útil cuando el sistema X-10 está conectado a un programa de ordenador que muestre los estados en que se encuentra la instalación Domótica de la vivienda.

3.4.21. xDSL

Las tecnologías de línea de abonado digital o DSL la (xDSL significa *Digital Subscriber Line* y cubre todas las categorías posible de tecnologías DSL como ADSL,

SDSL, VDSL, etc.) se centran prácticamente en ADSL, el servicio asimétrico. Con velocidad descendente de 256 Kbps y ascendente de 128 Kbps, para el contrato más básico y 2 Mbps para los contratos de gama alta, el ADSL proporciona conexión permanente. Gracias a las ofertas con alta y MODEM gratuitos, esta tecnología se está convirtiendo en el caballo de Troya de la banda ancha en las viviendas.

3.4.22. ZigBee

ZigBee es una alianza, sin ánimo de lucro, de 25 empresas, la mayoría de ellas fabricantes de semiconductores, con el objetivo de auspiciar el desarrollo e implantación de una tecnología inalámbrica de bajo coste.

Destacan empresas como Invensys, Mitsubishi, Philips y Motorola que trabajan para crear un sistema estándar de comunicaciones, vía radio y bidireccional, para usarlo dentro de dispositivos de Domótica, automatización de edificios (inmótica), control industrial, periféricos de PC y sensores médicos. Los miembros de esta alianza justifican el desarrollo de este estándar para cubrir el vacío que se produce por debajo del Bluetooth.

ZigBee, conocido con otros nombres como "HomeRF Lite", es una tecnología inalámbrica con velocidades comprendidas entre 20 kB/s y 250 kB/s y rangos de 10 m a 75 m. Puede usar las bandas libres ISM de 2,4 GHz, 868 MHz (Europa) y 915 MHz (EEUU). Una red ZigBee puede estar formada por hasta 255 nodos los cuales tienen la mayor parte del tiempo el *transceiver* ZigBee dormido con objeto de consumir menos que otras tecnologías inalámbricas. El objetivo es que un sensor equipado con un *transceiver* ZigBee pueda ser alimentado con dos pilas AA durante al menos 6 meses y hasta 2 años. Como comparativa la tecnología Bluetooth es capaz de llegar a 1 MB/s en distancias de hasta 10 m operando en la misma banda de 2,4 GHz, sólo puede tener 8 nodos por celda y está diseñado para mantener sesiones de voz de forma continuada.

Los módulos ZigBee serán los transmisores inalámbricos más baratos jamás producidos de forma masiva. Con un coste estimado alrededor de los 2 euros dispondrán de una antena integrada, control de frecuencia y una pequeña batería. Al igual que Bluetooth, el origen del nombre es oscuro, pero la idea vino de una colmena de abejas pululando alrededor de su panal y comunicándose entre ellas.²²

3.5. Sensores

Un sensor es un dispositivo que detecta, o *sensa* manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos, como la energía, velocidad, aceleración, tamaño, cantidad, etc. Podemos decir también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro elemento. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Muchos de los sensores son eléctricos o electrónicos, aunque existen otros tipos. Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa (e.g. un termómetro de mercurio) o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a digital, un computador y un display) de modo que los valores sensados puedan ser leídos por un humano.

A continuación se indican algunos tipos y ejemplos de sensores electrónicos:

- Sensores de temperatura: Termopar, Termistor
- Sensores de deformación: Galga extensiométrico
- Sensores de acidez: IsFET

²² Domodesk S.L., **A Fondo: Zigbee**. Disponible: <http://www.domodesk.com/content.aspx?co=97&t=146&c=43>

- Sensores de luz: fotodiodo, fotorresistencia, fototransistor
- Sensores de sonido: micrófono
- Sensores de contacto: final de carrera
- Sensores de imagen digital (fotografía): CCD o CMOS
- Sensores de proximidad: sensor de proximidad

Por lo general, la señal de salida de estos sensores no es apta para su procesamiento, por lo que se usa un circuito de acondicionamiento, como por ejemplo, un puente de Wheatstone, y amplificadores que adaptan la señal a los niveles apropiados para el resto de la circuitería.

4. SITUACIÓN DE LA DOMÓTICA A NIVEL MUNDIAL

A continuación se realiza un análisis de cómo la Domótica se ha desarrollado la Domótica alrededor del mundo.

Se ha tomado como referencia un artículo publicado en la página de Internet <http://www.domotica.net> llamado “**Estado Actual**”, en el cual habla un poco de las aportaciones a la Domótica que ha realizado cada país, como una mirada a nivel mundial de la situación actual de esta ciencia. Posteriormente, hablaremos de Guatemala y las aportaciones que esta ha logrado.

4.1. Estados Unidos

Su orientación es hacia el hogar interactivo, con servicios como teletrabajo y teleenseñanza.

Ha sido el primer país en promover y realizar un estándar para el hogar demótico: el CEBus (*Consumer Electronic Bus*), al que se han adherido más de 17 fabricantes americanos tales como AT&T, Tandy y Panasonic.

En 1984 se lanza el Proyecto “*Smart House*”, originado por la Asociación Nacional de Constructores (NAHB: *National Association of Home Builders*). El principio esencial del “*Smart House*” es la utilización de un cable unificado que sustituye a los distintos sistemas que pueden existir en una vivienda actual: electricidad, antenas, periféricos de audio/video, teléfono, informática y alarmas.

La estrategia de *marketing* de la Domótica se ha desarrollado en varias fases: inicialmente, las Casas-Laboratorio (2 en la ciudad de Washington), con posterioridad las Casas-Prototipo (15 en distintos estados) y, en último término, las Casas de

Demostración (100, repartidas por todo el país). El precio medio de la Domótica incorporada a estas viviendas representaba alrededor del 2% del coste total de la casa.

4.2. Japón

En Japón, los estudios oficiales hablan de un mercado domótico de 140 mil millones de pesetas en la actualidad, cifra que se eleva a 540 mil millones dentro de 10 años.

Según datos de 1990, se estima que las instalaciones Domóticas sobrepasan la cifra de 600.000, y para fin de siglo, se prevé que funcionen en el país ocho millones de instalaciones Domóticas.

En la actualidad la orientación japonesa no es hacia el hogar interactivo (como Estados Unidos), sino hacia el hogar automatizado.

La tendencia es incorporar al máximo de aparatos electrónicos de consumo (equipos de audio/vídeo, TV y fax, pero sin conexión exterior).

La asociación más activa, en Japón, es la EIAJ (*Electronic Industries Association of Japan*) con su proyecto de bus (*Home Bus System*).

En el principal proyecto de demostración, se realizó, una proyección sociológica, en el tiempo, es decir, que la casa fue preparada para simular el modo de vida de la próxima generación. Esto produjo cierto rechazo popular en un país con evoluciones sociológicas tan lentas.

4.3. Europa

En Europa, las iniciativas Domóticas empezaron en el año 1984. Dentro del programa Eureka, seis empresas europeas iniciaron el primer proyecto IHS (*Integrated Home System*) que fue desarrollado, con intensidad en los años 1987 y 1988 y que dio lugar al programa actual ESPRIT (*European Scientific Programme for Research & Development in Information Technology*), con el objetivo de continuar los trabajos iniciados bajo el Eureka.

El objetivo final es definir una norma de integración de los sistemas electrónicos domésticos y analizar cuales son los campos de aplicación de un sistema de estas características. De este modo se pretende obtener un estándar que permita una evolución hacia las aplicaciones integradas de la vivienda.

El programa Esprit, patrocinado por la Comunidad Económica Europea ha pasado ya por las fases I (1989-1990), II (1991-1992) y se encuentra actualmente, en la fase III.

A cada nueva fase del proyecto se han ido incorporando nuevas empresas y en este momento podemos decir que se encuentran representados todos los países de la CEE.

El desarrollo de la Domótica en Francia ha alcanzado un nivel realmente satisfactorio. Además de los esfuerzos llevados a cabo en materia de normalización, se han conseguido involucrar en este tema a asociaciones de constructores, industria eléctrica y electrónica, informática y compañías suministradoras de energía.

Hay que hacer constar que la plena comercialización de un sistema de videotexto interactivo (como es el caso del Minitel), ha permitido el desarrollo y adaptación de muchos componentes a los sistemas demóticos.

En Francia, se han ido realizando importantes aportaciones prácticas como la Casa Lyon Panorama y el proyecto HD2000.

En España, la iniciativa más importante la están realizando las empresas eléctricas, que vienen participando en acciones de investigación, promoción y desarrollo de las viviendas Domóticas y, que tiene como finalidad dar a conocer las características y el modo de funcionamiento de los elementos que conforman un sistema domótico.

La empresa INMOTICA de España publicó el siguiente artículo refiriéndose a Domótica como una gran demanda actualmente, así también se presentan una serie de fotografías y descripciones de como se aplica la Domótica en el hogar:

“Cada día es mayor la demanda de sistemas domóticos tanto por los promotores como por los particulares. A su vez la Domótica ofrece un abanico de funcionalidades y posibilidades impensables hace unos años. El avance de la tecnología en este campo permite no solo diseñar sistemas a medida de cada usuario sino adaptarlos a sus gustos y al estilo de sus viviendas.”

4.4. Guatemala

4.4.1. Punto de Vista empresarial

Una entrevista realizada al Ingeniero Sergio Iván Galindo, Gerente de la empresa VosMedia, la cual se dedica a la construcción de residencias inteligentes en Guatemala indica que el concepto de Domótica en Guatemala ha sido distorsionado.

Cuando habla de “distorsionar”, se refiere a que los tecnólogos en la actualidad han realizado su concepto de casa inteligente pero no han visualizado lo que los consumidores desean como futuro de su propio hogar. Y es que basado en la información que se publica en los periódicos, se puede deducir que la casa digital “se

convierte en una realidad, más es poco práctica” y no presenta ningún valor agregado para el consumidor.

Después de haber leído dichos artículos, Galindo agrega: “Pues entonces esta versión de la casa inteligente, resulta en el anuncio poco práctica y a nivel de consumidor, él esta más confundido todavía. Digamos que en esta versión del futuro, los tecnólogos visualizan como sería la casa según sus ambiciones, según sus aspiraciones; cosas electrónicas, cosas tecnológicas, un ‘programita’ que haga esto. Pero no están tomando en cuenta a la persona, al usuario, quienes son los que utilizarán la casa. “

Según Galindo, esta es la razón por la que no se ha propagado la idea de automatizar un hogar o una organización empresarial, debido a que han tomado el concepto que es poco práctica.

En una entrevista realizada a Alfredo Villalba, Director General y Fundador de INMOTICA (España), habla que Guatemala esta en la etapa inicial de la implementación de la Domótica, refiriéndose de la siguiente manera: “La veo como a otros países de Latinoamérica, está en una primera etapa en la que solo algunas viviendas de nivel alto están incorporando sistemas de seguridad y sistemas de *home theatre*. Pero no podemos hablar de que exista una Domótica integrada.”

La Inga. Sussette Rottmann de Valls, Gerente de Negocios Especiales de la Empresa TAS – Guatemala, indica, como Ing. Galindo lo menciona, que se ha distorsionado el concepto de Domótica: “Se ha mal interpretado el sistema de Domótica, mucha gente le llama la casa inteligente o la casa interconectada. Ya hay varias empresas ofreciendo estos sistemas en Guatemala. Sin embargo algunas hacen solo parte del trabajo, porque no manejan todos los sistemas. Por ejemplo en TAS solamente manejamos el cableado estructurado (teléfono, Internet y TV) alarmas y cctv. El usuario debe contratar por separado el sistema a de iluminación, audio, teatro en casa, riego, etc.”

Es claro entonces, que las empresas tienen bien definida la situación guatemalteca, por que le que están esperando que el mercado de Domótica y el consumo de este, vaya siguiendo su curso hasta el punto en que vaya formado parte de la vida cotidiana de los guatemaltecos.

4.4.2. Punto de Vista de Usuarios

Los usuarios guatemaltecos no han considerado que una residencia inteligente puede ayudarles a facilitar su vida cotidiana, no solo por comodidad, sino también por los efectos positivos en la economía al reducir ciertos gastos en el hogar, como se muestra en la encuesta realizada. (Ver resultados de la encuesta en la tabla VI).

Tabla VI. Resultados de la encuesta realizada en Guatemala, julio 2007.

No.	Pregunta	Respuestas	%
1	¿Sabe usted qué es una casa inteligente?	SI NO	48 52
2	¿Ha visto en persona una casa inteligente?	SI NO	8 92
3	¿Qué servicios de una casa inteligente tendrían más valor para usted?	Seguridad Ahorro de Energía Control del medio ambiente Control de calidad de vida para discapacitados Comunicaciones/Internet Entretenimiento Otro	94 73 52 33 58 47 6
4	¿Cuánto cree usted que es el valor de una casa inteligente?	Menos de Q.100,000.00 Entre Q.100,000.00 - Q.500,000.00 Entre Q.500,000.00 - Q.1,000,000.00 Más de Q.1,000,000.00	3 14 36 47

Continúa...

5	¿Cuáles son sus ingresos mensuales?	Menos de Q.1,000.00	18
		Entre Q.1,001.00 - Q.3,000.00	21
		Entre Q.3,001.00 - Q.5,000.00	19
		Entre Q.5,001.00 - Q.8,000.00	17
		Más de Q.8,000.00	25
6	Al comprar o alquilar una casa ¿Sería importante que fuese inteligente?	SI	32
		NO	68

Galindo menciona también que: -“Los usuarios o los posibles usuarios de las casas inteligentes, están más confundidos de lo que en realidad va a ser para ellos su futuro. Cuando se habla de inteligente, en nuestro contexto por alguna razón hace que algunas personas se sientan discriminadas, o no sé bien si decir discriminada, porque llegará a pensar: ‘bueno, no sé si algún día llegaré a vivir en esa casa’ y cuando uno platica con una persona así en general sobre su idea de una casa electrónica, lo primero que piensa es que por ejemplo, luces que con aplaudir se enciende, bueno, esta idea es desde hace unas tres décadas, cuando estaba en la Universidad, ese era el concepto de una casa inteligente y aún en la actualidad de habla de una casa inteligente, pero no es posible, ni práctico ni funcional tratando de hacer que la luz se encienda con aplaudir en toda la casa, no es factible que se sustituya el switch que ha sido utilizado durante años por la humanidad”

Es evidente que existe mucha tecnología que las personas no desean adquirir, porque no les resulta factible o sienten que no vale la pena sustituirlas.

En la encuesta realizada, se les preguntó si para ellos es importante adquirir una casa inteligente. Las personas que respondieron que NO, fue porque no consideran necesaria la automatización, ya que para ellos es suficiente tener un techo donde vivir. Ellos creen que el hecho que esté automatizada es solo un valor agregado.

En el ejemplo de encender la luz con el sonido del aplauso, observamos que es más costosa esa tecnología que crear las conexiones necesarias para instalar un switch.

En realidad lo que el usuario quiere es facilitar la estancia en su hogar y a la vez que el costo de adquirirlo sea relativamente económico.

Es por eso que diseñar una residencia que se adecue a la población general en Guatemala es un reto que se debe asumir para que los usuarios de Guatemala se den cuenta que es factible adquirir una residencia a un costo accesible. Se trata de romper el paradigma que la Domótica solo existe en los países extranjeros, lejanos del país, que es inaccesible y que seguramente pasarán muchas décadas antes de que se logre introducir en Guatemala.

La idea es crear en los guatemaltecos el deseo de interesarse más en la Domótica, hasta el punto de querer implementar en sus hogares la automatización recomendada en este proyecto de investigación.

Entre los factores que se toman en cuenta para realizar una automatización de residencias en Guatemala, según la encuesta realizada, se pueden considerar:

- Seguridad
- Ahorro de Energía
- Control del Medio Ambiente
- Comunicación e Internet
- Entretenimiento

5. SISTEMA EXPERTO

Un sistema experto, es un sistema capaz de aprender por sí solo el comportamiento del sistema del hogar y proseguir con tal comportamiento hasta que aprenda una nueva instrucción.

En un trabajo publicado por la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Camahue, Argentina indica:

“El rápido desarrollo de las tecnologías digitales ha contribuido a que la industria de la edificación adopte cada vez más estrategias de automatización sofisticadas para el control de las variables ambientales presentes en las diferentes partes de un edificio provisto de elevadas prestaciones desde el punto de vista tanto del confort humano como en los aspectos energético y ambiental. Dichas estrategias de control pueden expresarse mediante reglas que podrán ser ingresadas en el motor de inferencias de un sistema experto. Las reglas de automatización presentes en este sistema permitirán una mejor integración de dispositivos y facilitará su interacción con los elementos que definen las prestaciones de un edificio inteligente. Según el paradigma distribuido vigente actualmente en automatización de edificios, el sistema experto residente en el computador de supervisión ejercerá funciones específicas de cooperación y coordinación inteligente, reservando las estrategias de control propias de cada sector del edificio a los controladores locales. El empleo de tecnologías basadas en sistemas inteligentes para modelar y controlar el comportamiento de los sistemas involucrados en la automatización de edificios contribuye a optimizar significativamente sus prestaciones en cuanto a confort, seguridad y ahorro de energía.”

Es por ello, que un sistema experto se considera parte esencial para la automatización de residencias. Ya se han mencionado en los capítulos anteriores las tecnologías existentes, protocolos, marcas, estándares, etc. En este capítulo, mostraré las

características que un sistema experto debe ser capaz de controlar, para que cumpla con las necesidades de un hogar automatizado en Guatemala.

5.1. Características generales

En el capítulo anterior hice mención de las características esenciales que debe tener una residencia automatizada en Guatemala (Seguridad, Control de la Temperatura, Control de la Iluminación, Control de Puertas y Ventanas, Recreación, Riego, Internet), por lo tanto, el sistema experto debe ser capaz de manipular todas estas características y la interacción entre estas.

El sistema experto desarrollado se basa en reglas de producción orientadas a modelar estrategias de control. En un sistema basado en reglas, la base de conocimientos contiene el conocimiento del dominio necesario para resolver los problemas codificado en forma de reglas.

Una solución basada en reglas de producción para modelar el conocimiento de un dominio intentará representar mediante las mismas tanto los conocimientos de hechos y procedimientos, como las búsquedas heurísticas empleadas por los expertos en la resolución de problemas, en este caso el de automatizar adecuadamente la operación de un hogar a efectos de optimizar la calidad de sus prestaciones en términos de confort y eficiencia energética.

5.2. Estructura del sistema

5.2.1. Sistema de gestión del confort

Además, se colocará en cada en cada habitación equipo de sonido y lo que se considere necesario para la recreación de cada miembro de la familia. Así también, este sistema está constituido por un sistema de control de la iluminación y por el sistema de control de temperatura del edificio.

El sistema de control de iluminación está a su vez compuesto por dos sensores de iluminación; uno es un sensor de iluminación natural colocado cerca de las ventanas en los diferentes ambientes, el cual determina cuál es el nivel de iluminación proveniente del exterior, y el otro es un sensor de iluminación artificial colocado en el techo aproximadamente en el centro del ambiente para determinar cual es el nivel de iluminación proveniente de las lámparas de cada ambiente o habitación considerada.

El otro componente del sistema de control de iluminación es un sensor de presencia que determina si hay personas presentes en la habitación.

El sistema primero determina si hay personas en la habitación y si las hay luego toma el valor del sensor de iluminación natural y determina cuantas lámparas de la habitación hay que activar para tener un cierto nivel de iluminación dentro de la habitación.

Por ejemplo, si es de noche el sensor de iluminación natural acusará que no hay radiación proveniente del exterior y el sistema prendera todas las lámparas. Si es de día, y el nivel de radiación proveniente de la luz solar cae dentro de los rangos de confortabilidad de una persona, entonces el sistema de control de iluminación determinará que no es necesario encender ninguna lámpara. En cualquiera de los casos

mencionados, es el sistema experto el encargado de encender o no las cantidades de luces que determine el programa.

En general, excepto ligeras variantes, en un ambiente dado, el sistema de control de temperatura está compuesto por un termostato, un indicador de temperatura, una válvula de agua caliente, una la válvula de agua fría y un damper o cortina de aire exterior. El sistema toma el valor del sensor de temperatura y de acuerdo a este valor abre o no el damper de aire exterior, la válvula de agua fría o caliente. Lo que caracteriza a Guatemala respecto a la temperatura, es que el clima es muy variado y todo depende de la temporada en la que se encuentra. Por ello es necesario para el guatemalteco poder controlar la temperatura dentro de su residencia. Para ello se instalarán aparatos en cada ambiente de la casa el cual se encargará de emitir calor o frío, dependiendo de la necesidad del usuario.

Por ejemplo, si la temperatura en la habitación es de 10 grados centígrados, la válvula de agua caliente estará medio abierta, el damper de aire exterior estará abierto y la válvula de agua fría estará totalmente cerrada.

Otro ejemplo es que el sensor este marcando que la temperatura es de 35 grados centígrados; en este caso se abre el damper de aire exterior, se cierra totalmente la válvula de agua caliente y la válvula de agua fría estará abierta en una posición intermedia.

La recreación es un punto importante, debido a que el hogar debe tener un ambiente de relajación en donde uno pueda sentir confort. Por lo tanto, se instalará en el sistema un sistema de sonido y video de alta resolución.

5.2.2. Sistema de gestión de la seguridad

Lo que más le preocupa a un guatemalteco respecto a su hogar es, que al salir de viaje y no estar nadie en casa, lleguen intrusos a robar sus pertenencias. Por ello se necesita que en el sistema exista la opción donde el dueño pueda ver su hogar por medio de las cámaras instaladas dentro de la residencia. Así también que pueda detectar movimientos y reportar cualquier anomalía por medio de la red también.

Cuando hablamos de seguridad también estamos hablando de que el acceso a los controles del sistema de Domótica sea restringido, para que solo tenga acceso a ellas personas autorizadas. Se busca que el sistema impida el paso de intrusos ya sea a nivel de digital o físico.

El sistema de gestión de la seguridad se compone de un sistema de control de presencia y de un sistema de gestión de seguridad.

El sistema de control de presencia está compuesto por:

- Sensor de apertura de la puerta de acceso
- Sensor de apertura de ventana
- Sensor de rotura de cristales
- MODEM
- Cámaras de Video
- Alarma

Este sistema determina si alguien quiso forzar una puerta para ingresar a un determinado ambiente del edificio o si alguien quiere abrir una ventana con el mismo fin.

Del mismo modo determina si alguien rompió una ventana para ingresar o si la persona que está ingresando a una habitación no esta habilitada para poder hacerlo.

El sistema de control de presencia actúa de la siguiente manera: si alguien forzara una ventana, el sensor correspondiente se activará y enviará una señal que hará sonar una alarma y activará un MODEM que estará conectado con la estación de policía más cercana. Lo mismo ocurriría si alguien fuerza una puerta de acceso o rompe una ventana.

El sistema de gestión de seguridad está compuesto por:

- Sensor de nivel de agua
- Sensor humo
- Sensor de llama
- Sensor de gas
- Llave térmica
- Electroválvula de gas
- Controlador de aire acondicionado
- Electroválvula de agua
- Sistema de extinción de incendio
- MODEM

El sistema de gestión de la seguridad actúa de la siguiente manera:

Si en una determinada habitación se genera un incendio, el sensor de llama y el de humo se activarán y enviarán una señal para que se cierre la electroválvula de gas, se desactive la llave térmica para cortar el suministro de energía, se apague el aire acondicionado para evitar propagar el incendio y se active el MODEM para que realice una llamada a la estación de bomberos.

Si existe una fuga de gas, el sensor que mide la composición del aire se activará y enviará una señal para que el sistema cierre la electroválvula de gas, abra las ventanas y puertas y desconecte la llave térmica.

Si existe una fuga de agua en la residencia, se activará el sensor que mide el nivel de agua, lo que provocará que se cierre la electroválvula de agua y se desconecte la llave térmica.

5.2.3. Sistema de gestión de ahorro de energía

Muchas veces las personas se quejan de la cantidad de luz que consumen y cuando les costará tal consumo. Muchas veces es porque no se sabe aprovechar la energía que utilizan. Por lo que el sistema de Domótica debe subir o bajar la intensidad de la luz, dependiendo de la cantidad de iluminación en cada ambiente del hogar.

Así también utilizar luz de color y se utilizará dependiendo de la actividad que se esté realizando en el ambiente.

El sistema de gestión de ahorro energético se compone de:

- Sensor de presencia
- Reloj
- Sistema de acumulación
- Controlador del sistema de iluminación
- Conmutador de llave térmica
- Conmutador del sistema de calefacción

El sistema de gestión de ahorro energético funciona de la siguiente manera:

El sistema de acumulación se compone de un banco de baterías que se cargan entre las 11:00 p.m. y 5:00 a.m. cuando la tarifa de la compañía eléctrica guatemalteca es más económica.

El resto del día el sistema de acumulación se utiliza para activar el sistema eléctrico y para calentar el tanque de agua caliente que provee de agua caliente a toda la

residencia. Mientras el sistema de acumulación se está cargando el hogar, se encuentra conectado a la red eléctrica para suministrar energía.

De la misma forma se ahorrará energía, al apagar las luces innecesarias y calcular el nivel de iluminación que necesita determinado ambiente.

5.3. Implementación

El programa de control inteligente para una residencia ha sido diseñado empleando la herramienta de ingeniería de software KAPPA-PC, especialmente orientada al desarrollo de sistemas expertos. Según mis investigaciones, muchas compañías que se dedican a realizar este tipo de sistemas, utilizan este software. Por lo tanto, sugiero que para realizar un sistema experto para el manejo y control de la casa automatizada sea KAPPA-PC, por ser el más conocido en el mercado hasta ahora.

El sistema inteligente que se propone trata de contribuir en el campo de la optimización de casas inteligentes, transformándolas en un espacio dinámico, con elevados estándares de confort y de satisfacción para los habitantes del hogar. Las habilidades inherentes de los sistemas inteligentes que son capaces de capturar el conocimiento de expertos y aprender de su entorno juegan un rol muy importante en el logro de una alta optimización de los objetivos. Esto se debe a que el sistema experto basado en reglas, captura adecuadamente las dependencias e interacciones entre componentes ubicados en distintos sectores, facilitando de este modo la gestión de los procesos propios de la automatización.

5.4. Diseño propuesto

Hemos hablado que el sistema experto controla los dispositivos de la residencia. Pero creemos que por ser dispositivos de tecnología avanzada van a afectar nuestra forma de vida cotidiana, y no es así, en realidad estos dispositivos, generalmente pequeños, son instalados alrededor de la vivienda de manera que funcione correctamente considerando también la estética que debe contener y el desempeño que debe cumplir.

A continuación se muestran los dispositivos (sensores de movimiento, sensores de luz, etc.). El objetivo de mostrar las siguientes ilustraciones es para dar una idea general de cómo los dispositivos son instalados en la residencia

Figura 16. Vista del garage con dispositivos de Domótica

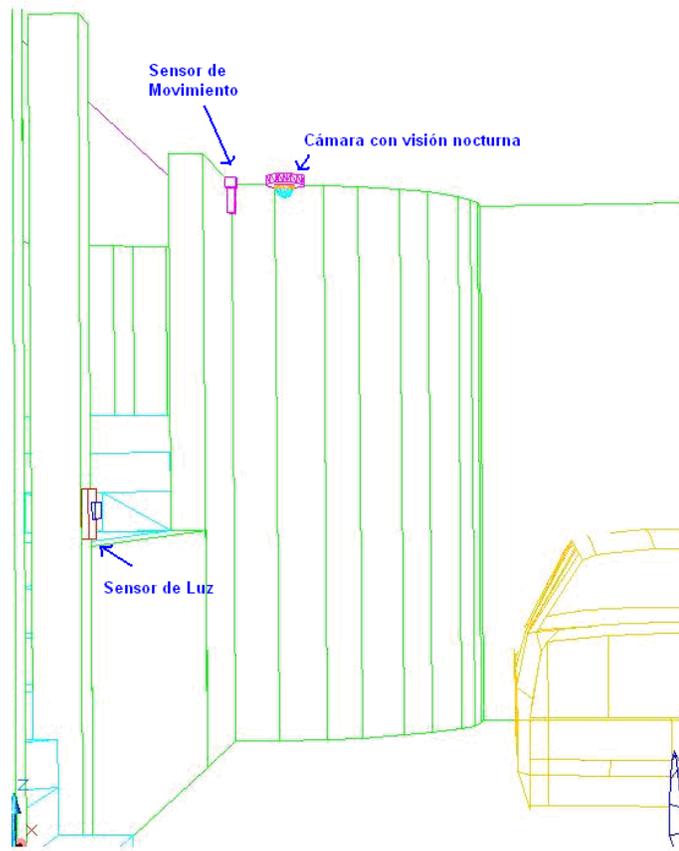


Figura 17. Vista del garage con dispositivos de Domótica

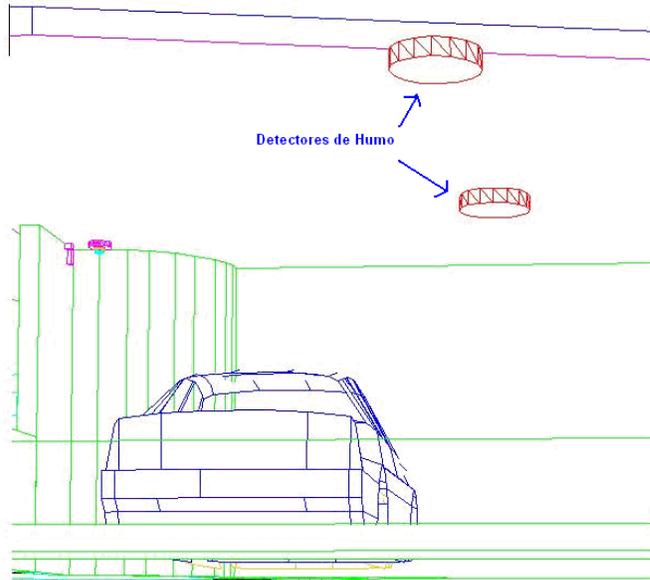
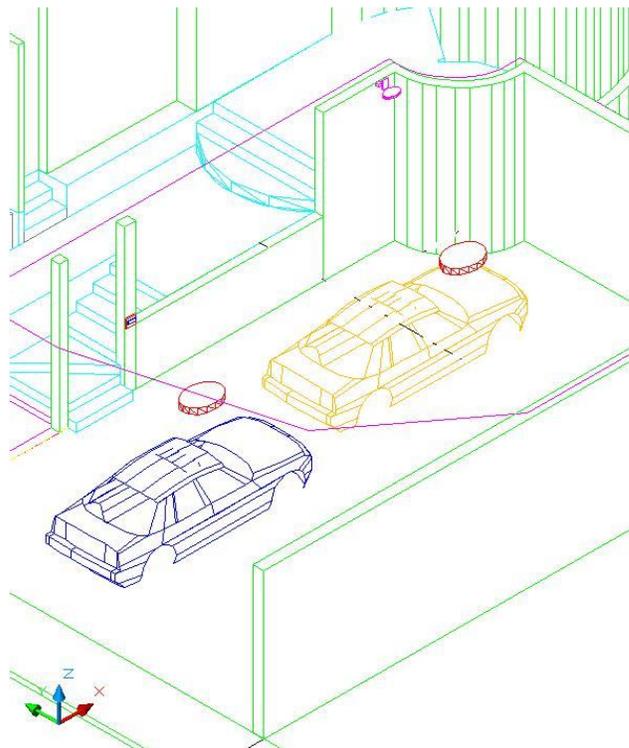


Figura 18. Vista general de la automatización en el garage.



Estas ilustraciones son solamente del garage de una residencia que está automatizado, este garage contiene detectores de humo, detectores de movimiento, cámara con vista nocturna y sensor de luz.

En el Apéndice B, muestra los planos de una residencia de cuatro niveles, esta puede ser reducida a 2 niveles, descartando el primer nivel y el cuarto.

Se diseña para una residencia de cuatro niveles, debido a que muchas veces las personas que adquieren la automatización de residencias, desean tener amplios ambientes habitacionales. Pero también se toma en cuenta a las personas con reducido nivel económico que desea construir una casa de dos niveles.

En estos planos, se muestran los dispositivos que serán instalados en cada ambiente del hogar. Al momento de automatizar una residencia, se debe contar con la asesoría de especialistas en Domótica que nos ayudará a colocar las instalaciones de una forma correcta y adecuada.

El sistema experto que estamos proponiendo, es capaz de manejar cada dispositivo instalado en la residencia, tales dispositivos fueron considerados dentro del diseño de los planos. Existen dispositivos que el sistema experto puede controlar, pero no están incluidos dentro de los planos, debido a que, que no están a simple vista de la residencia.

Básicamente, los dispositivos a utilizar son: sensores de luz, sensores de temperatura, detector de humo, detector de gas, cámaras (interior y exterior) con vista nocturna, retroproyectores para multimedia, color de luces, puntos de red.

Los dispositivos que están dentro del sistema automatizado, pero que no pueden verse entro de los planos son: electroválvulas (gas y agua), sensor de humedad, detectores perimetrales (contactos magnéticos), control de persianas, control remoto de mando, entre otros.

5.5. Interfaz de usuario y centro de mando

La interfaz de usuario, se mostrará en el control de mando, este será de forma inalámbrica y tendrá acceso al centro de mando. Este dispositivo tiene el control del todo el sistema de Domótica en la residencia.

Figura 19. Interfaz de usuario en el control inalámbrico



Fuente: VosMedia – Guatemala

Figura 20. Centro de mando



Fuente: VosMedia – Guatemala

En las figuras 22 y 23 mostramos un ejemplo de la interfaz de usuario, capaz de controlar todo el sistema automatizado y el centro de mando que es donde se encuentran todas las conexiones (eléctricas, telefónicas, de red, etc.) del sistema. Este centro de mando es colocado en el estudio o en un lugar donde no contenga humedad y se mantenga limpio, ya que este es el que permite la comunicación en toda la residencia y es indispensable que solo personas autorizadas tengan acceso a esta.

5.6. Diagrama y reglas del sistema experto

Como se mencionó anteriormente, el programa sugerido para desarrollar el sistema experto es Kappa-PC. Por lo que en esta sección, se muestran las reglas del sistema experto que se deben considerar en cada área para el funcionamiento mínimo requerido del sistema automatizado y también se muestran los diseños de los diagramas de flujo en las tres áreas (confort, seguridad, energía).

5.6.1. Reglas del sistema experto

A continuación se mostrará la programación del sistema realizado en Kappa-PC, con los objetos, clases, métodos y reglas mínimas para la automatización de la residencia.

Los métodos únicamente están declarados, el contenido del mismo debe ser programado de acuerdo al modo de funcionamiento de cada elemento electrónico que conforma la residencia automatizada.

La sintaxis utilizada en esta sección fueron básicamente 3:

- `MakeClass(Nombre_Clase, Clase_Padre);` - Declara una clase
- `MakeMethod(Clase_Perteneciente, Nombre_metodo, Parametros, {Contenido});`
- Declara un método para la clase
- `MakeRule(Nombre_Regla, [], Condicion, Evento);` - Declara una regla

5.6.1.1. Confort

```

/*****/
/**      ALL CLASSES ARE SAVED BELOW      **/
/*****/

MakeClass( Lampara, Root );
MakeMethod( Lampara, encender, [slot newvalue ], { } );
MakeMethod( Lampara, apagar, [slot nextvalue ], { } );
MakeClass( Termostato, Root );
MakeMethod( Termostato, encender, [slot newvalue ], { } );
MakeMethod( Termostato, apagar, [slot newvalue ], { } );
MakeClass( Televisor, Root );
MakeMethod( Televisor, encender, [slot newvalue ], { } );
MakeMethod( Televisor, apagar, [slot newvalue ], { } );
MakeClass( Internet, Root );
MakeMethod( Internet, encender, [slot newvalue ], { } );
MakeMethod( Internet, apagar, [slot newvalue ], { } );
MakeClass( Telefono, Root );
MakeMethod( Telefono, encender, [slot newvalue ], { } );
MakeMethod( Telefono, apagar, [slot newvalue ], { } );
MakeClass( Equipo_Sonido, Root );
MakeMethod( Equipo_Sonido, encender, [slot newvalue ], { } );

```

```

MakeMethod( Equipo_Sonido, apagar, [slot newvalue ], {} );
MakeClass( Ventana, Root );
MakeMethod( Ventana, encender, [slot newvalue ], {} );
MakeMethod( Ventana, apagar, [slot newvalue ], {} );
MakeClass( Riego, Root );
MakeMethod( Riego, encender, [slot newvalue ], {} );
MakeMethod( Riego, apagar, [slot newvalue ], {} );
MakeClass( Damper, Root );
MakeMethod( Damper, abrir, [slot newvalue ], {} );
MakeMethod( Damper, cerrar, [slot newvalue ], {} );
MakeClass( Valvula_aguafria, Root );
MakeMethod( Valvula_aguafria, abrir, [slot newvalue ], {} );
MakeMethod( Valvula_aguafria, cerrar, [slot newvalue ], {} );
MakeClass( Valvula_aguacaliente, Root );
MakeMethod( Valvula_aguacaliente, abrir, [slot newvalue ], {} );
MakeMethod( Valvula_aguacaliente, cerrar, [slot newvalue ], {} );

/*****/
/**      ALL RULES ARE SAVED BELOW      **/
/*****/

MakeRule( modo_manual, [], modo_manual, verificar_switch );
MakeRule( modo_automatico, [], modo_automatico, revisar_valores );
MakeRule( iluminacion, [], iluminacion_baja, lampara:encender );
MakeRule( temperatura_ambiental, [], temperatura_alta, damper:abrir );
MakeRule( temperatura_ambiental_2, [], temperatura_alta, valvula_aguafria:cerrar );
MakeRule( riego, [], hora_de_riego, riego:encender );

```

5.6.1.2. Seguridad

```
/*
*****
**      ALL CLASSES ARE SAVED BELOW      **
*****
*/

MakeClass( Alarma, Root );
MakeMethod( Alarma, activar, [slot newvalue ],{ } );
MakeMethod( Alarma, desactivar, [slot nextvalue ],{ } );
MakeClass( Puertas, Root );
MakeMethod( Puertas, abrir, [slot newvalue ],{ } );
MakeMethod( Puertas, cerrar, [slot newvalue ],{ } );
MakeClass( Ventanas, Root );
MakeMethod( Ventanas, abrir, [slot newvalue ],{ } );
MakeMethod( Ventanas, cerrar, [slot newvalue ],{ } );
MakeClass( Camaras, Root );
MakeMethod( Camaras, encender, [slot newvalue ],{ } );
MakeMethod( Camaras, apagar, [slot newvalue ],{ } );
MakeMethod( Camaras, guardar_video, [slot newvalue ], { } );
MakeClass( Telefono, Root );
MakeMethod( Telefono, llamar, [slot newvalue ], { } );
MakeMethod( Telefono, colgar, [slot newvalue ], { } );
MakeClass( Electrovalvula_agua, Root );
MakeMethod( Electrovalvula_agua, abrir, [slot newvalue ], { } );
MakeMethod( Electrovalvula_agua, cerrar, [slot newvalue ],{ } );
MakeClass( Electrovalvula_gas, Root );
MakeMethod( Electrovalvula_gas, abrir, [slot newvalue ],{ } );
MakeMethod( Electrovalvula_gas, cerrar, [slot newvalue ],{ } );
MakeClass( Detector_humo, Root );
MakeMethod( Detector_humo, encender, [slot newvalue ],{ } );
```

```

MakeMethod( Detector_humo, apagar, [slot newvalue ],{ } );
MakeClass( Sistema_extincion, Root );
MakeMethod( Sistema_extincion, activar, [slot newvalue ],{ } );
MakeMethod( Sistema_extincion, desactivar, [slot newvalue ],{ } );

/*****
**      ALL RULES ARE SAVED BELOW      **
*****/

MakeRule( modo, [], modo_manual, verificar_switch );
MakeRule( modo_automatico, [], modo_automatico, medir_valores );
MakeRule( detector, [], hay_movimiento, alarma:activar );
MakeRule( alarma, [], alarma_activada, telefono:llamar( policia ) );
MakeRule( detector_2, [], puerta_forzada, alarma:activar );
MakeRule( detector_3, [], ventana_forzada, alarma:activar );
MakeRule( camara, [], camara_encendida, camaras:guardar_video );
MakeRule( guardar_video, [], una_semana_guardado, borrar_video );
MakeRule( llave_insertada, [], llave_autorizada, puertas:abrir );
MakeRule( nivel_agua, [], hay_fuga, electrovalvula_agua:cerrar );
MakeRule( nivel_gas, [], supera_minimo_nivel_gas, electrovalvula_gas:cerrar );
MakeRule( nivel_gas_2, [], supera_minimo_nivel_gas, ventanas:abrir );
MakeRule( nivel_humo, [], supera_minimo_nivel_humo, electrovalvula_gas:cerrar );
MakeRule( nivel_humo_2,[], supera_minimo_nivel_humo, sistema_extincion:activar );
MakeRule(sistema_extincion_activado, [], supera_minimo_nivel_humo,
telefono:llamar( bomberos ) );

```

5.6.1.3. Energía

```

/*****/
/**      ALL CLASSES ARE SAVED BELOW      **/
/*****/

MakeClass( Lampara, Root );
MakeMethod( Lampara, encender, [slot newvalue ],{ } );
MakeMethod( Lampara, apagar, [slot nextvalue ],{ } );
MakeClass( Televisor, Root );
MakeMethod( Televisor, encender, [slot newvalue ],{ } );
MakeMethod( Televisor, apagar, [slot newvalue ],{ } );
MakeClass( Equipo_Sonido, Root );
MakeMethod( Equipo_Sonido, encender, [slot newvalue ],{ } );
MakeMethod( Equipo_Sonido, apagar, [slot newvalue ],{ } );
MakeClass( Planta_Electrica, Root );
MakeMethod( Planta_Electrica, encender, [slot newvalue ],{ } );
MakeMethod( Planta_Electrica, apagar, [slot newvalue ],{ } );
MakeClass( Calentador, Root );
MakeMethod( Calentador, encender, [slot newvalue ],{ } );
MakeMethod( Calentador, apagar, [slot newvalue ],{ } );

/*****/
/**      ALL RULES ARE SAVED BELOW      **/
/*****/

MakeRule( modo_manual, [], modo_manual, verificar_switch );
MakeRule( modo_automatico, [], modo_automatico, revisar_valores );
MakeRule( hora, [], hora_programada, apagar_todo );
MakeRule( lampara, [], esta_encendida, revisar_presencia_de_personas );

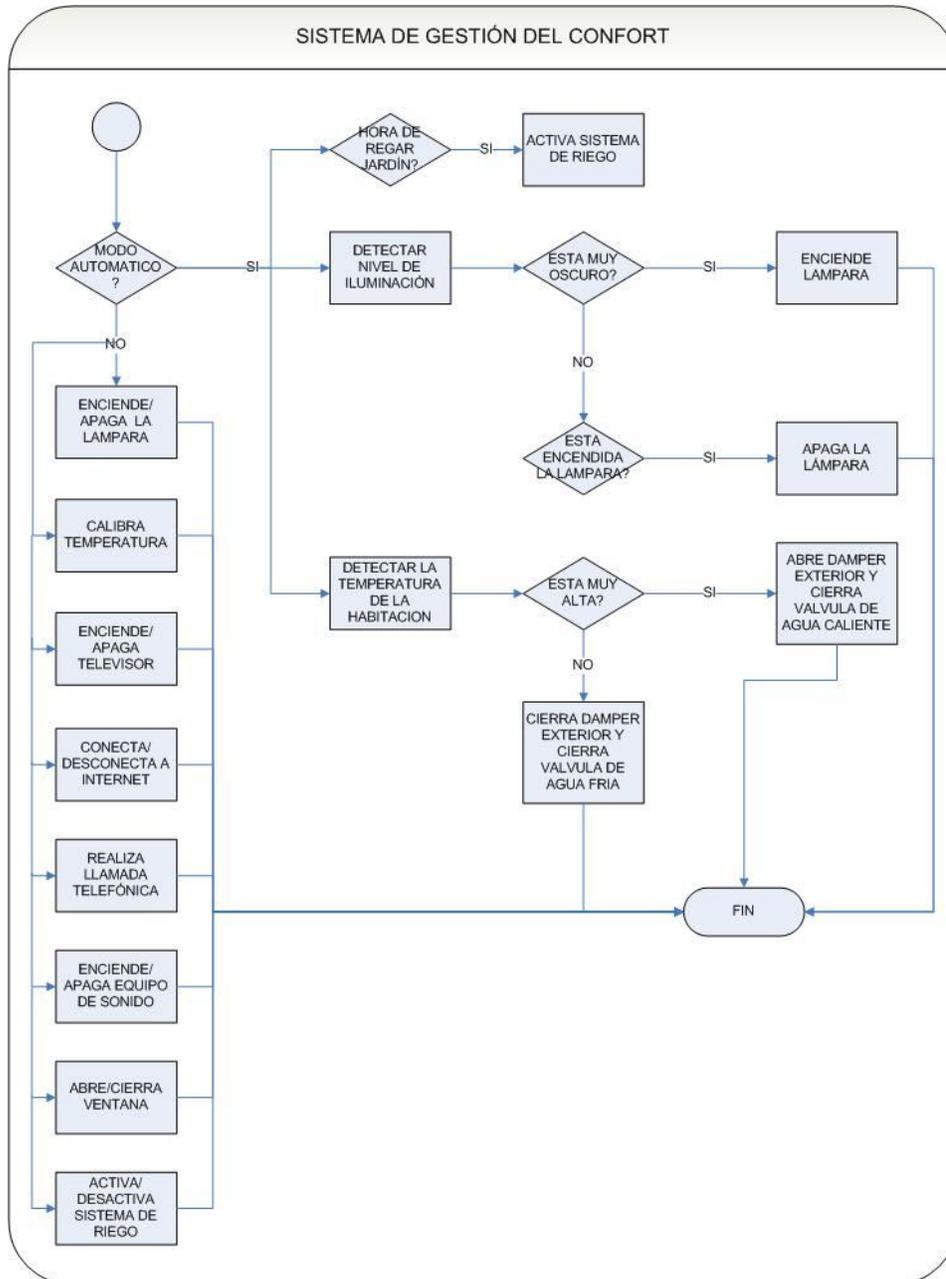
```

```
MakeRule( revisar_presencia_de_personas, [], no_hay_personas, lampara:apagar );  
MakeRule( hora_energia, [], hora_programada_llenar_planta,  
planta_electrica:encender );  
MakeRule( hora_baño, [], se_estan_bañando, Calentador:encender );
```

5.6.2 Diagramas de flujo

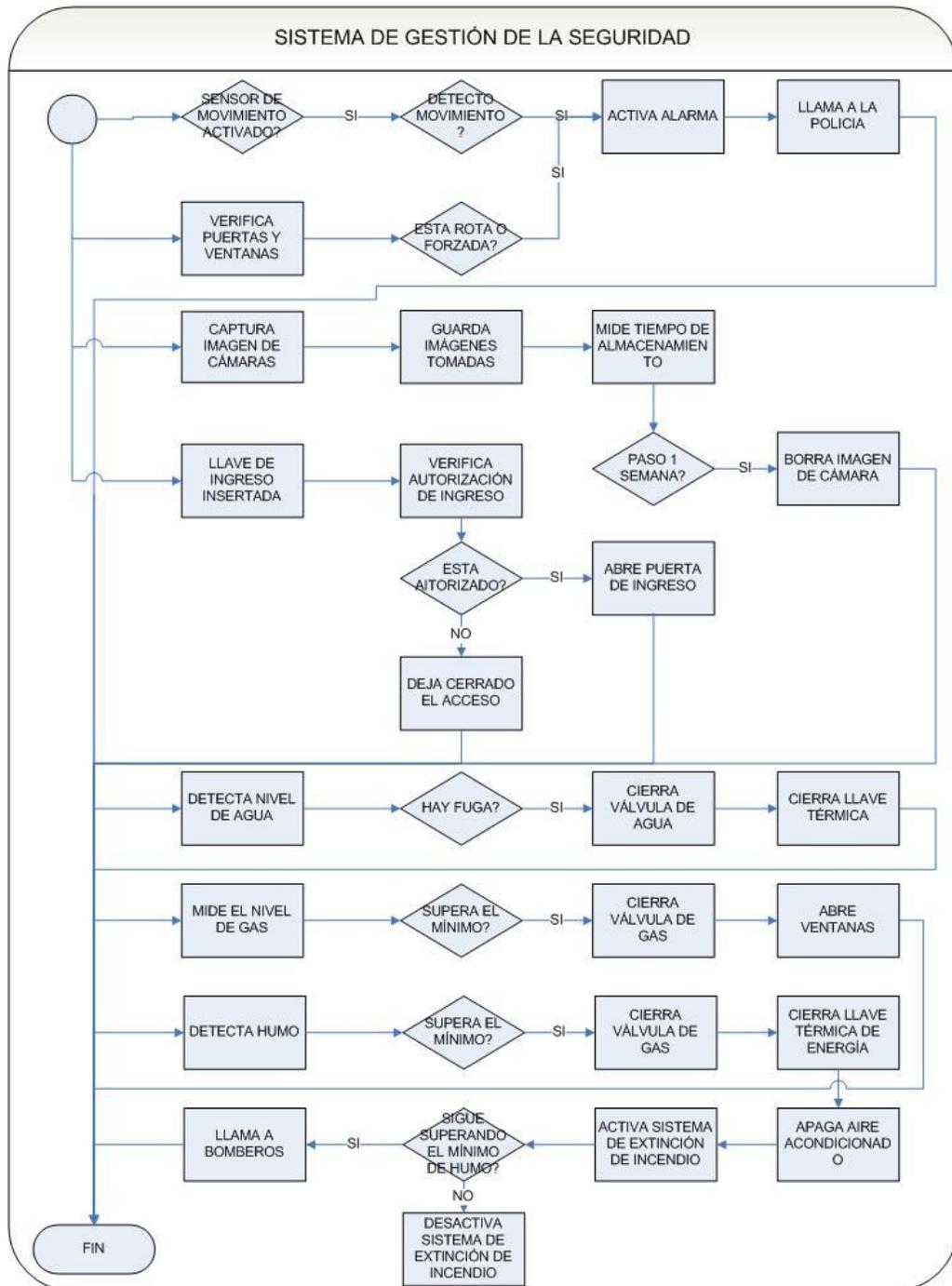
5.6.2.1. Confort

Figura 21. Diagrama de flujo gestión de confort



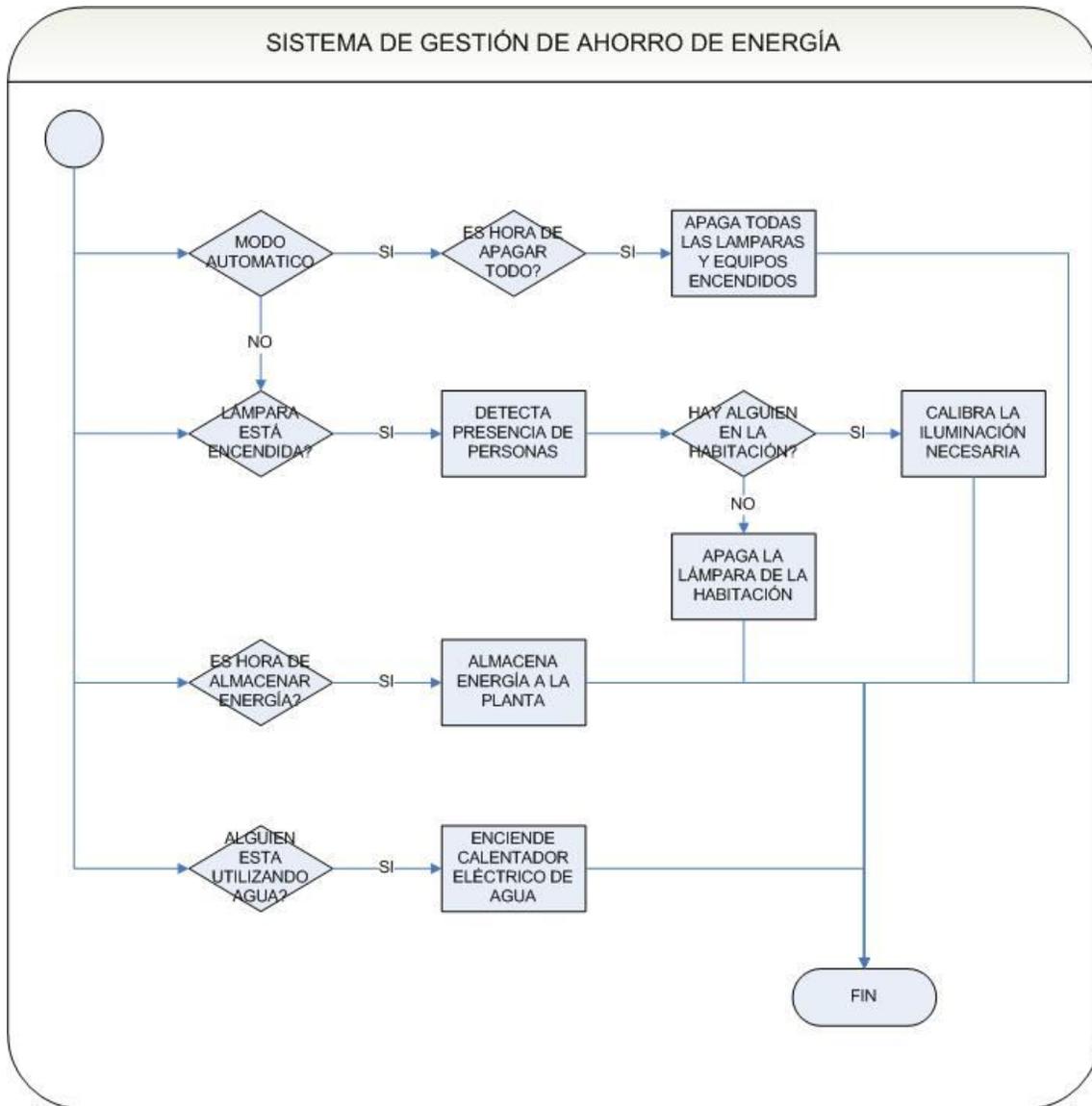
5.6.2.2. Seguridad

Figura 22. Diagrama de flujo gestión de seguridad



5.6.2.3 Energía

Figura 23. Diagrama de flujo gestión de ahorro de energía



CONCLUSIONES

1. Se demostró que los sistemas de información y sistemas expertos pueden ser enfocados a la Domótica, y la automatización de viviendas en Guatemala.
2. Se determinaron que las características técnicas de un sistema experto capaz de administrar la automatización de una residencia son seguridad, confort y ahorro de energía.
3. Se determinaron los elementos físicos y dispositivos necesarios para la automatización de una residencia son esencialmente: los sensores y detectores, electroválvulas, audio y video.
4. Las empresas de Domótica demostraron tener intereses en el mercado guatemalteco, pero se les presenta la dificultad que las personas desconocen de tal tecnología y por lo tanto, no buscan adquirirla. Han sido solicitados sus servicios, básicamente para edificios y centro comerciales.
5. Se demostró que el mercado de la Domótica en Guatemala no se ha dado a conocer lo suficiente como para que los guatemaltecos deseen estar involucrados con la tecnología para la automatización de sus residencias.

RECOMENDACIONES

1. Para implementar la automatización de residencias en Guatemala, se debe explorar más profundamente la infraestructura tecnológica en el que actualmente se encuentra el país, y seleccionar debidamente los tipos de dispositivos que propone este trabajo que se deben utilizar (marca, características) para crear un ambiente de automatización ideal para una residencia.
2. Durante la automatización de la residencia, se debe verificar la correcta instalación de los dispositivos para la automatización, porque si no se pone correctamente, se corre el riesgo del mal funcionamiento del sistema.
3. Al desarrollar el sistema experto adecuado a la automatización de residencias, no se debe olvidar tomar como principales requerimientos el confort, la seguridad y el ahorro de consumo (de energía y agua). Los demás requerimientos son valor agregado al sistema automatizado.
4. El sistema que se propone en este trabajo toma a consideración que el acceso es únicamente en forma local (LAN) pero, idealmente es crear un sistema que también pueda ser accedido por medio del Internet y por vía Móvil, y crear un ambiente agradable al usuario, de seguridad y funcionalidad del sistema.
5. Se debe promover el estudio de la Domótica y de las tecnologías de información en los guatemaltecos, para que se pueda reducir la brecha tecnológica que nos separa de los países desarrollados, y de esta forma, dar los primeros pasos para la implementación de la Domótica en las viviendas del país, para lograr alcanzar un nivel de automatización mundialmente reconocido.

BIBLIOGRAFÍA

1. Grupo Inmotica. Página de Internet <http://www.supercasas.net>.
2. Grupo Inmotica. Página de Internet <http://www.immotica.com>.
3. Gesecirity. Página de Internet <http://www.gesecirity.com>.
4. Electronic House. Página de Internet <http://www.electronichouse.com>.
5. CEPRO. Página de Internet <http://www.cepro.com>.
6. EXPECIONALINNOVACION. Página de Internet <http://exceptionalinnovation.com>.
7. EHXWeb. Página de Internet <http://www.ehxweb.com>.
8. Wikipedia. Página de Internet <http://es.wikipedia.org>.
9. CENIT. Presentación del Proyecto DENISE. Madrid, Julio de 2006.
10. Laboratorio de Comunicación. Presentación Cableado Estructurado. Enero 2007.
11. Domótica a la Carta. Artículo de Revista Española. 5 de Marzo de 2007.
12. Fernando Jaramillo A. Estándares de Seguridad Informática, ACIS. Presentación. Junio de 2002.
13. Facultad de Informática. Introducción a KAPPA:KAL. Marzo de 1999.
14. Fundación Privada Institut Ildefons Cerdà .Recomendaciones Prácticas para Instalaciones Domóticas. A. G. Gutenberg, S.A., Abril de 2001.
15. Domótica.net. Página de Internet <http://www.domotica.net/508.html>.

APÉNDICES

Apéndice A. Encuesta realizada a usuarios

Figura 24. Encuesta electrónica realizada a usuarios

Domotica en Guatemala

1 ¿Sabe usted qué es una casa Inteligente?

2 Si la respuesta es "SI", mencione 3 características de una casa inteligente:

3 ¿Ha visto usted en persona una casa inteligente? En caso afirmativo indique en donde.

4 ¿Qué servicios de una casa inteligente tendrían más valor para usted? Marque las que apliquen.

- Seguridad
- Ahorro de Energía
- Control del medio ambiente
- Control de calidad de vida para discapacitados
- Comunicaciones/Internet
- Entretenimiento
- Otros, por favor especifique

5 ¿Cuánto cree usted que es el valor de una casa inteligente?

- Menos de Q100,000.00
- Entre Q100,000.00 – Q500,000.00
- Entre Q500,000.00 – Q1,000,000.00
- Más de Q1,000,000.00

6 ¿Cuáles son sus ingresos mensuales?

- Menos de Q1,000.00
- Entre Q1,001.00 – Q3,000.00
- Entre Q3,001.00 – Q5,000.00
- Entre Q5,001.00 - Q8,000.00
- Más de Q8,001.00

7 Al comprar o alquilar una casa ¿Sería importante que fuese inteligente? indique porqué.



Resultados de las encuestas a ciudadanos

A continuación se muestran las gráficas de los resultados encontrados en la encuesta realizada a guatemaltecos en la ciudad capital. Las encuestas fueron realizadas en la fecha comprendida entre 25 de julio del 2007 - 30 de julio del 2007.

Figura 25. Pregunta uno de la encuesta

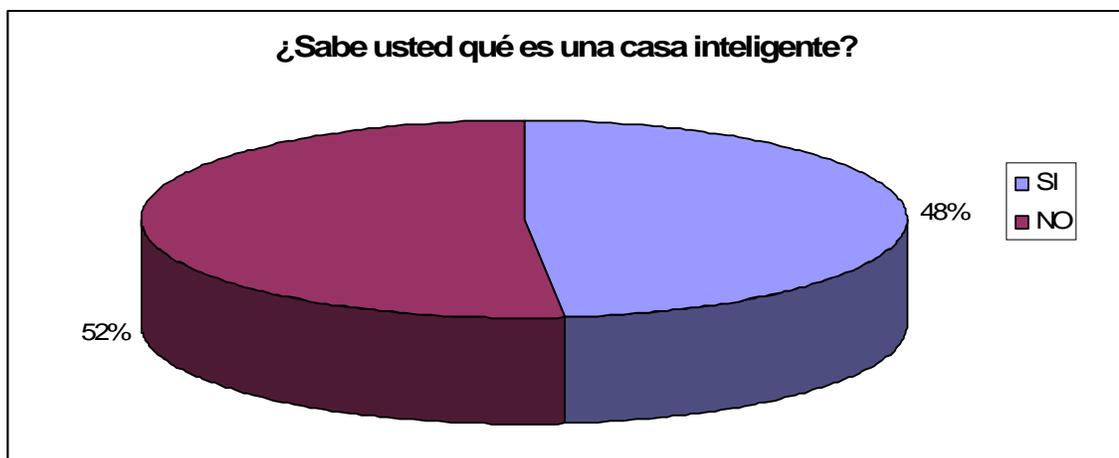


Figura 26. Pregunta tres de la encuesta



Figura 27. Pregunta cuatro de la encuesta

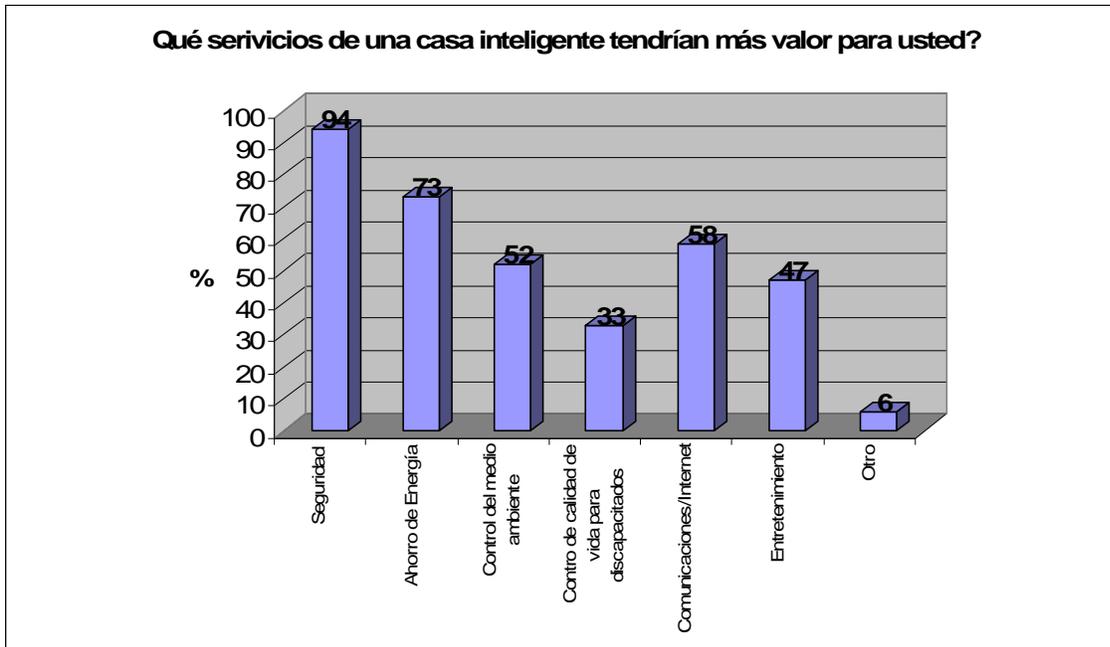


Figura 28. Pregunta cinco de la encuesta

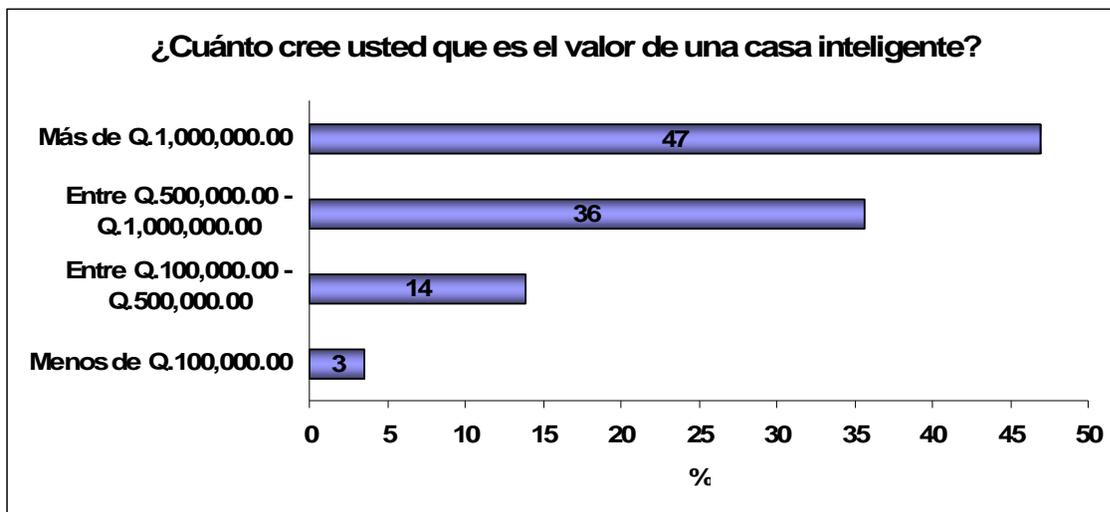


Figura 29. Pregunta seis de la encuesta

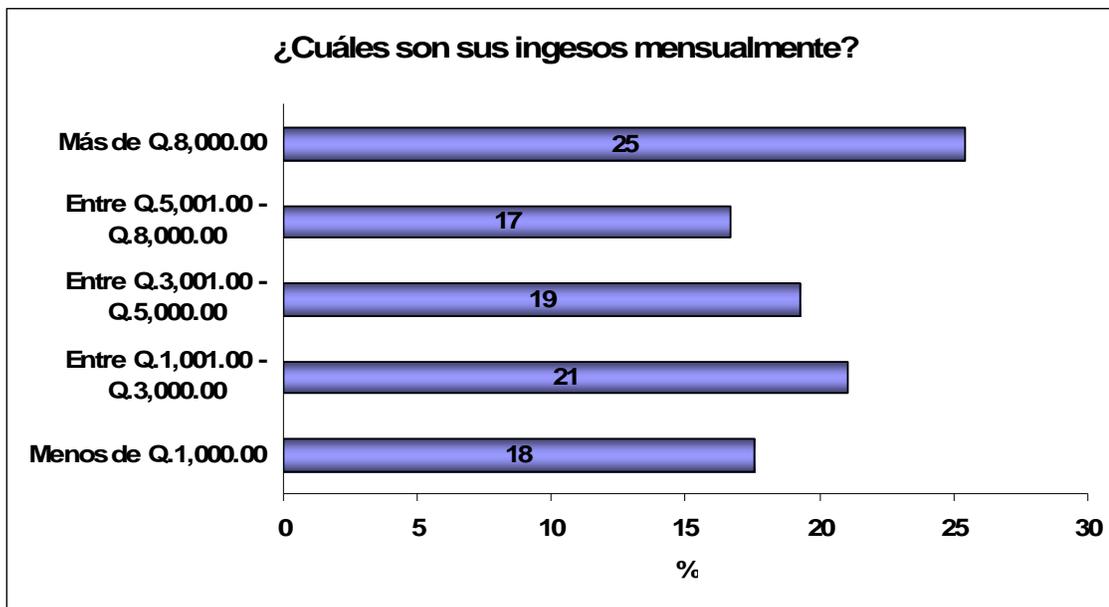
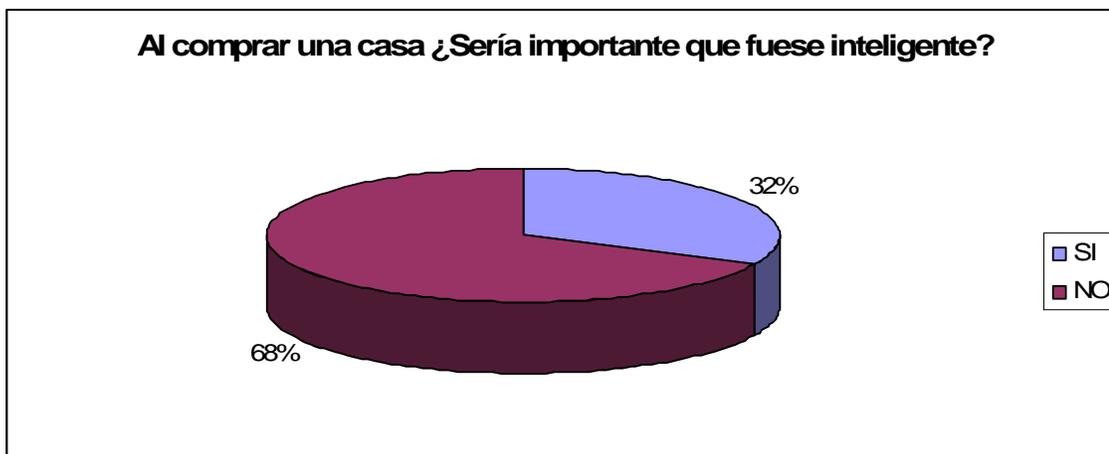


Figura 30. Pregunta siete de la encuesta



Apéndice B. Planos del sistema de Domótica

Figura 31. Primer nivel de la residencia automatizada

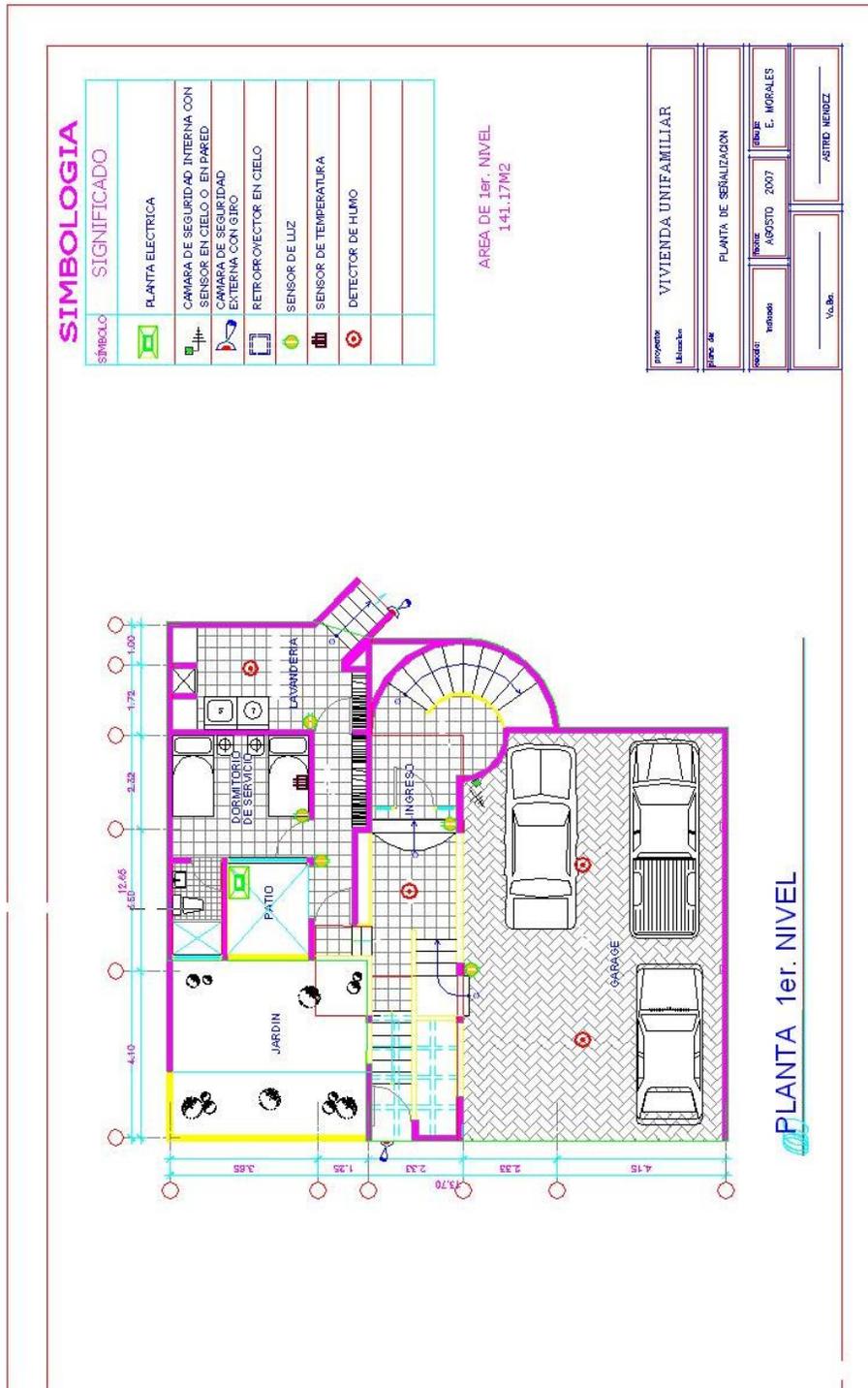


Figura 32. Segundo nivel de la residencia automatizada

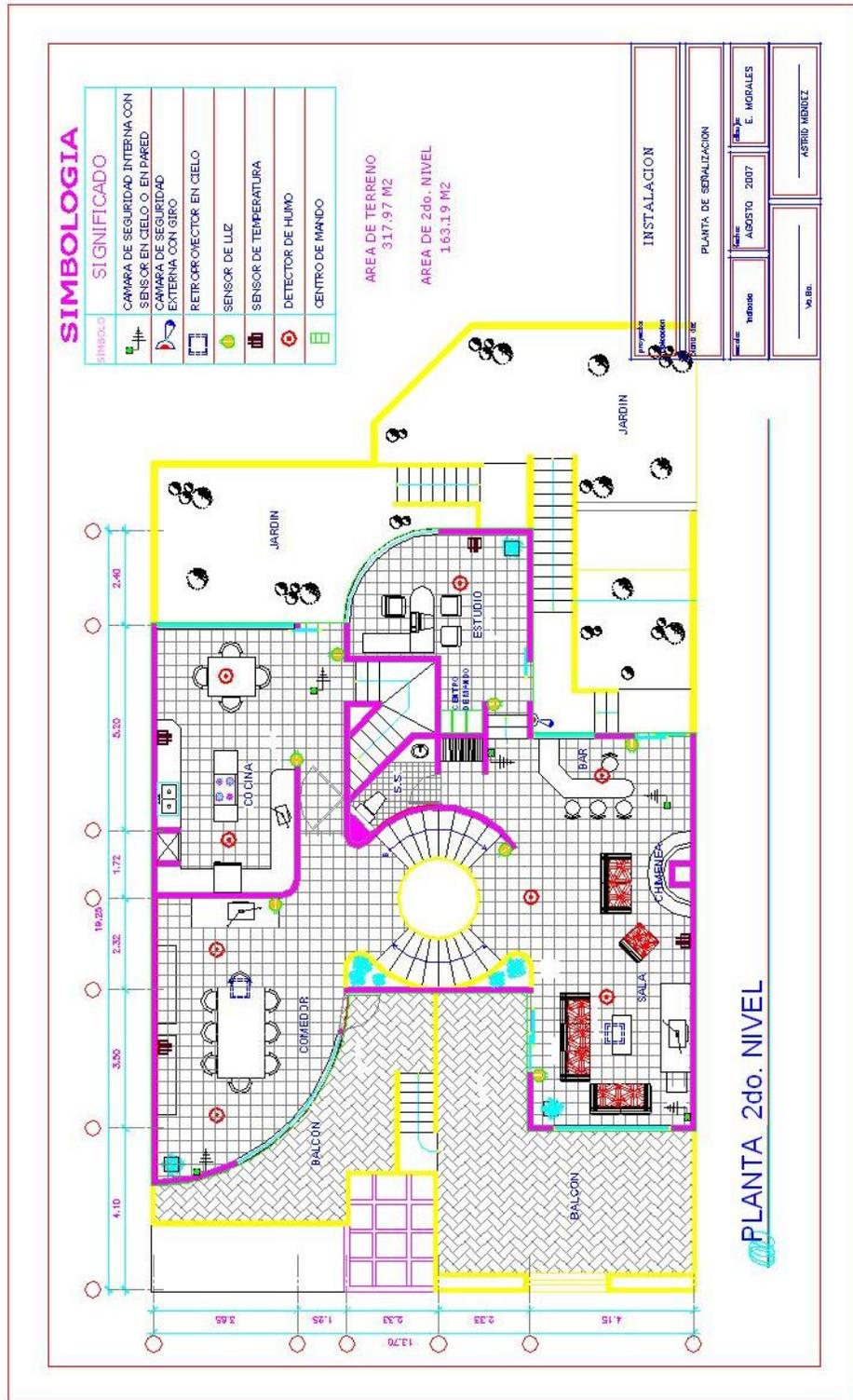


Figura 33. Tercer nivel de la residencia automatizada

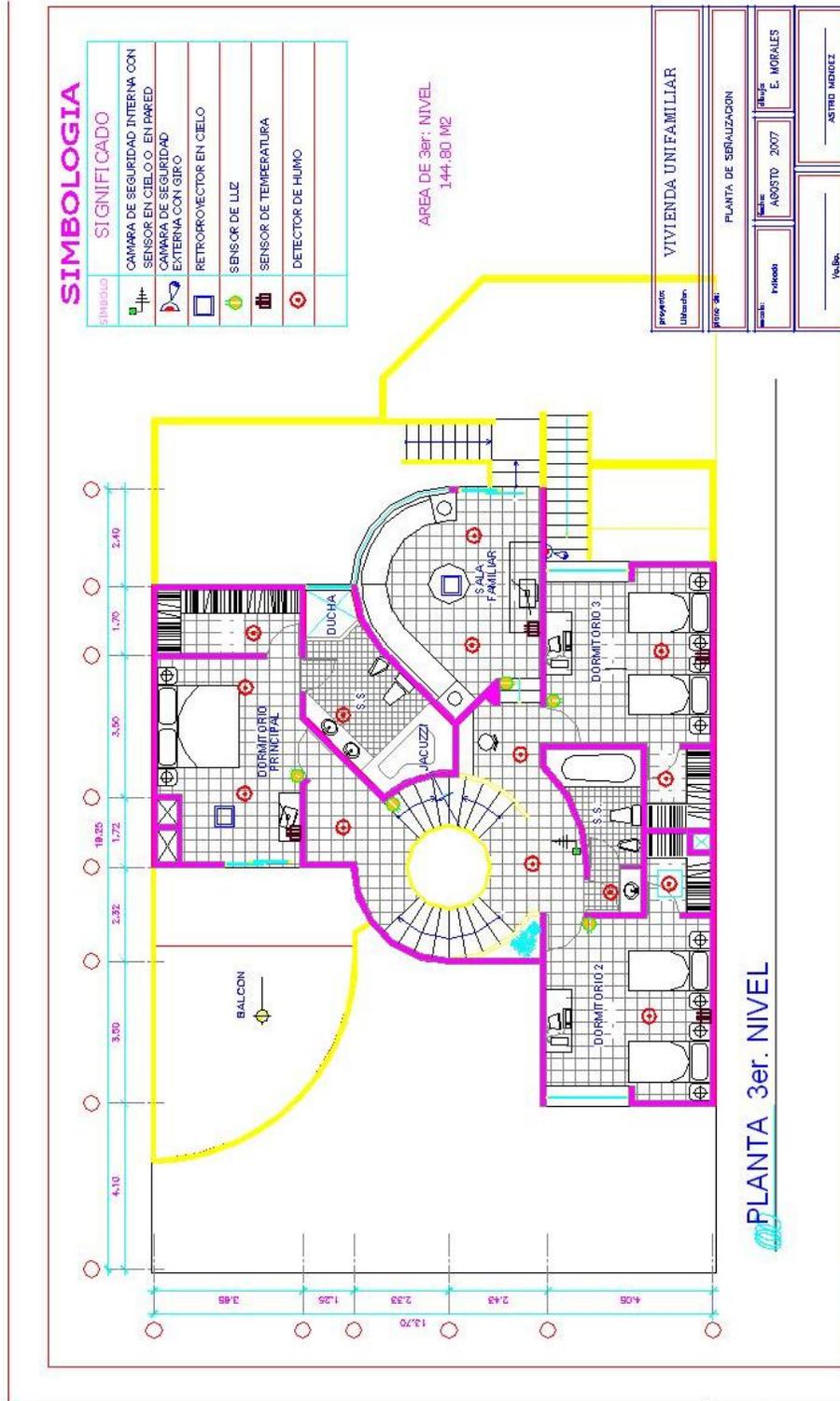
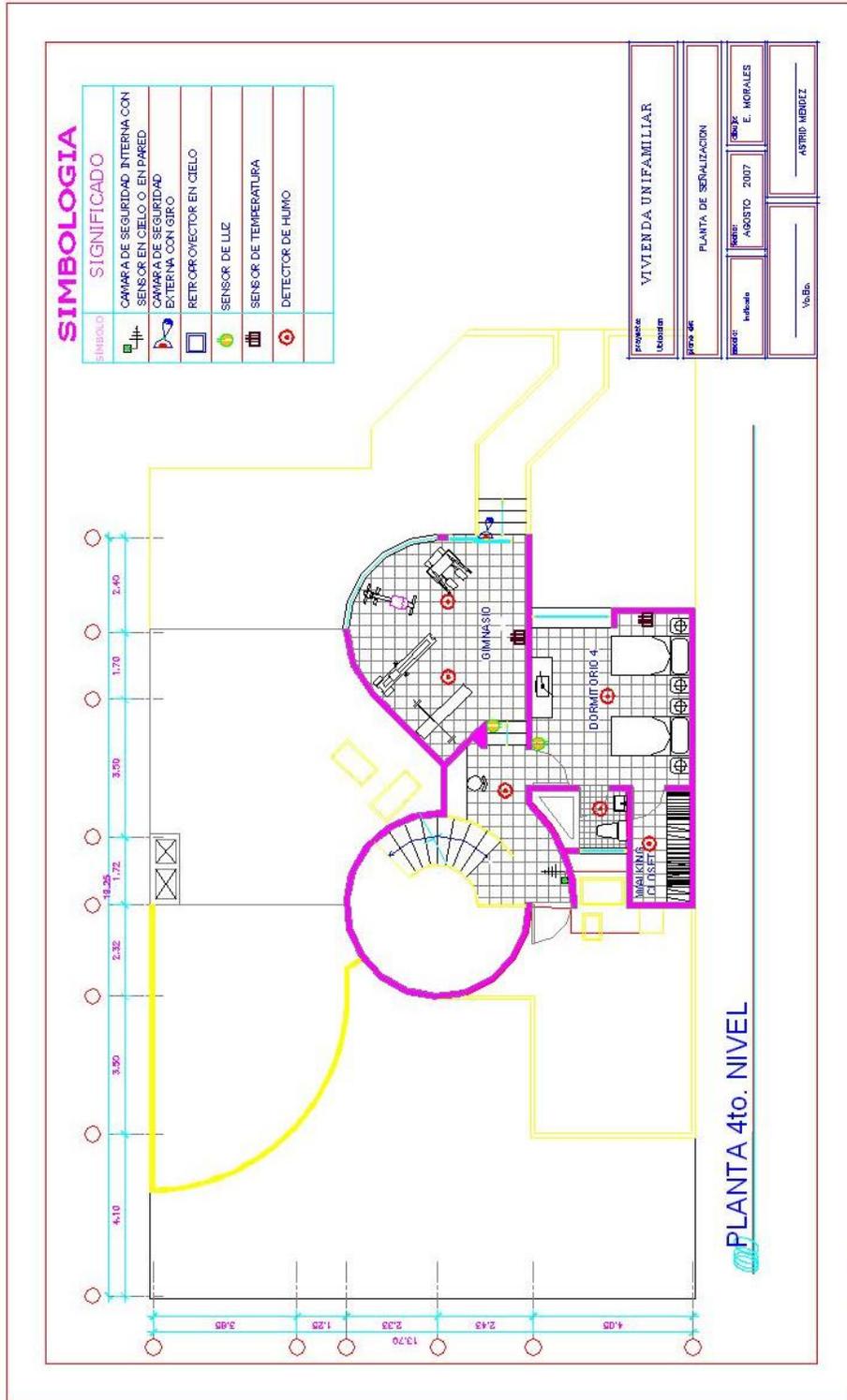


Figura 34. Cuarto nivel de la residencia automatizada



Apéndice C. Entrevistas

Entrevista con Alfredo Villalba.

1. ¿Cuál es su nombre? Alfredo Villalba
2. ¿Qué cargo tiene en la compañía? Soy el Director General y fundador de INMOMATICA. También desempeño la función de Director de Nuevas Tecnologías
3. ¿Qué definición puede darme de Domótica? Domótica es la integración de todas las tecnologías que pueden instalarse en un hogar: Control de Luz, Automatismos, Control de climatización, Gestión energética, Seguridad Técnica, Seguridad anti-intrusión, Telecomunicaciones, Informática, Audio, Video, multimedia y todo ello controlado mediante un sistema unificado.
4. ¿Qué hardware y software se utiliza en los sistemas de Domótica? Normalmente se utiliza una arquitectura basada en sensores, bus de transmisión de información y actuadores. El software es de varios niveles un primer nivel de dispositivos, otro de gestión grafica o esquemática y por ultimo un nivel de telegestión basado en dispositivos móviles e Internet. El SW puede ser propietario o utilizar sistemas abiertos basados en *browser*.
5. ¿Cómo ve usted –como empresa- a Guatemala frente al tema de Domótica? La veo como a otros países de Latinoamérica, está en una primera etapa en la que solo algunas viviendas de nivel alto están incorporando sistemas de seguridad y sistemas de home *theatre*. Pero no podemos hablar de que exista una Domótica integrada.
6. ¿Qué porcentaje de hogares en Guatemala están automatizados en la actualidad? No dispongo de datos oficiales pero es un porcentaje muy bajo (por debajo del 1%)
7. ¿Cuál es el nivel socioeconómico de las personas que adquieren viviendas automatizadas? Personas jóvenes o bien con formación técnica y con alto poder adquisitivo.
8. ¿Cuál es el precio de automatizar un hogar?
 - a. Para una casa ya construida... Para una casa de 120 m² ya construida y con un nivel medio/alto de domotización podríamos hablar de 12.000 €
 - b. Para una casa que será construida... En este caso seria 7.500 €
9. ¿Cuáles son las aplicaciones de Domótica más requeridas por el usuario? (iluminación, seguridad, *gateways*, medio ambiente) Seguridad y ocio
10. ¿Cuál es el futuro de la Domótica en Guatemala? Primero debe difundirse a todos los niveles. Luego el futuro será la telegestión y las aplicaciones que colaboren con el desarrollo sostenible
11. ¿Algún comentario adicional? Las tecnologías para el hogar son una revolución como lo han sido la informática personal, Internet y la telefonía móvil.
Debe llegar a un nivel de gran difusión en la población y conseguir que todas las viviendas nuevas la incorporen de serie.

Muchas gracias.

Entrevista con Inga. Sussette Rottmann.

1. ¿Cuál es su nombre? Ing. Sussette Rottmann De Valls
2. ¿Qué cargo tiene en la compañía? Gerente De Negocios Especiales
3. ¿Qué definición puede darme de Domótica? Un sistema de automatización de casas en las cuales se interconectan los servicios que deseamos interoperar, por ejemplo los sistema de teléfono, Internet, TV, audio, video, teatro en casa, iluminacion, riegos, alarmas, cctv, aspirado, control de acceso, automatización de portones., aire acondicionado, etc.
4. ¿Qué hardware y software se utiliza en los sistemas de Domótica? En hardware se necesita un sistema de cableado estructurado llegando a un centro de conexiones, además de un panel de control para alarma, riego, iluminacion, una tarjeta de video para el sistema de cctv.
5. ¿Cómo ve usted –como empresa- a Guatemala frente al tema de Domótica? Se ha mal interpretado el sistema de Domótica, mucha gente le llama la casa inteligente o la casa interconectada. Ya hay varias empresas ofreciendo estos sistemas en Guatemala. Sin embargo algunas hacen solo parte del trabajo, porque no manejan todos los sistemas. Por ejemplo en TAS solamente manejamos el cableado estructurado (teléfono, Internet y TV) alarmas y cctv. El usuario debe contratar por separado el sistema a de iluminacion, audio, teatro en casa, riego, etc.
6. ¿Qué porcentaje de hogares en Guatemala están automatizados en la actualidad? Muy pocos, un aproximado de un 3 a 4%.
7. ¿Cuál es el nivel socioeconómico de las personas que adquieren viviendas automatizadas? A un nivel socioeconómica ato
8. ¿Cuál es el precio de automatizar un hogar?
 - a. Para una casa ya construida... con un sistema inalámbrico, aproximadamente unos \$10,000
 - b. Para una casa que será construida... con un sistema cableado, puede ir desde \$25,000 hasta \$50,000 dependiendo el tamaño de la casa y la cobertura de los sistemas.
9. ¿Cuáles son las aplicaciones de Domótica más requeridas por el usuario? (iluminación, seguridad, *gateways*, medio ambiente), primero la seguridad, alarmas, cctv y después prefieren video, audio, teatro en casa.
10. ¿Cuál es el futuro de la Domótica en Guatemala? Es un mercado que va creciendo y los usuarios lo demandan a los arquitectos e ingenieros para que vayan dejando previstos todos estos sistemas.
11. ¿Algún comentario adicional?

Muchas gracias.

Entrevista con Ing. Sergio Galindo

1. ¿Cuál es su nombre? Ing. Sergio Galindo
2. ¿Qué cargo tiene en la compañía? Gerente General
3. ¿Qué definición puede darme de Domótica? Es que a través de la tecnología y arquitectura facilitar la vida de las personas en sus funciones normales, en su entorno normal y de acuerdo como las personas perciben el mundo esto se hace a través de los sentidos. Domótica viene a ayudarnos en la adaptación al mundo.
4. ¿Qué hardware y software se utiliza en los sistemas de Domótica?
5. ¿Cómo ve usted –como empresa- a Guatemala frente al tema de Domótica? Quizá la próxima década logre implementarse en Guatemala.
6. ¿Qué porcentaje de hogares en Guatemala están automatizados en la actualidad? Bajo el concepto completo de domótico podría decir que ninguno. Los que hay tienen componentes puntuales.
7. ¿Cuál es el nivel socioeconómico de las personas que adquieren viviendas automatizadas? El más alto. El costo de inversión inicial es alto y en casas no se perfila que sea una inversión a costo plazo. Las residencias lo miran más por confort más que como inversión.
8. ¿Cuál es el precio para automatizar un hogar?
 - c. Para una casa ya construida... No es que varíe el precio a una casa por construir, sino que se limita, porque la infraestructura define que nivel de automatización puede tener.
 - d. Para una casa que será construida... Depende del nivel de automatización. Se parte de los \$50,000 hasta categoría de más de \$1,000,000.00
9. ¿Cuáles son las aplicaciones de Domótica más requeridas por el usuario? (iluminación, seguridad, *gateways*, medio ambiente) Monitorear el consumo de la energía. Donde se consume es en la Iluminación y Clima, por lo tanto solicitan monitoria y controlar estos elementos y como segundo factor la seguridad de ingreso y contra incidentes.
10. ¿Cuál es el futuro de la Domótica en Guatemala? Proveo que bajo el concepto de Domótica llegará a Guatemala en la próxima década.
11. ¿Algún comentario adicional?

Muchas gracias.