



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROTOCOLOS DE
COMUNICACIÓN Y CONTROL
APLICADOS A LA INMÓTICA Y DOMÓTICA**

**TRABAJO MONOGRÁFICO
PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERO EN REDES**

**PRESENTA
RANDY ALBERTO MATÚ LEÓN**

**SUPERVISORES
DR. FREDDY IGNACIO CHAN PUC
MSI. RUBÉN ENRIQUE GONZÁLEZ ELIXAVIDE
MTI. VLADIMIR CABAÑAS VICTORIA**



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, MAYO DE 2015



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**TRABAJO MONOGRÁFICO ELABORADO BAJO SUPERVISIÓN DEL
COMITÉ DE ASESORÍA Y APROBADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE:
INGENIERO EN REDES**

COMITÉ DE TRABAJO DE MONOGRAFÍA

SUPERVISORES:



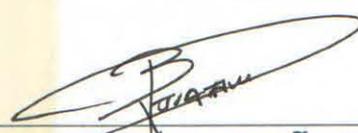
DR. FREDDY IGNACIO CHAN PUC

SUPERVISORES:



**MSI. RUBÉN ENRIQUE GONZÁLEZ
ELIXAVIDE**

SUPERVISORES:



MTI. VLADÍMIR CABAÑAS VICTORIA



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, MAYO DE 2015



Resumen

Una necesidad actual del individuo es la seguridad y confiabilidad en el medio en el que se desenvuelven, ya sea en su hogar o en la empresa donde laboran. Para esto se han implementado dispositivos y sistemas que satisfacen esta necesidad.

Poco a poco han surgido dispositivos o sistemas llamados “inteligentes”, los cuales se les nombra así porque son capaces de realizar tareas por sí mismos, reaccionando a las condiciones del ambiente. A mediados de la década de 1980 y 1990 surge el concepto de edificio inteligente y con ello atrajo la atención de constructores de edificios y del mercado inmobiliario. Esta nueva propuesta integró todos los aspectos de comunicación dentro del edificio; seguridad, control del sistema y de temperatura del edificio y la administración de la energía.

En la actualidad, al estudio de edificios inteligentes se le llama Inmótica y se define como el estudio de la estructura de un edificio que facilita a usuarios y administradores herramientas y servicios integrados a la administración y a la comunicación. El diseño de estas estructuras cubre las necesidades reales de los usuarios y administradores, haciendo uso de todos los posibles adelantos tecnológicos, incluyendo además, factores humanos, ergonómicos y ambientales. Cuando se popularizó esta estructura; las personas constructoras de estos edificios se dieron cuenta que podían realizar lo mismo en las casas donde ellos habitan; fue así como surgieron las casas inteligentes, y al estudio de éstas se le llama Domótica.

Antes de desarrollar cualquier proyecto de Domótica o Inmótica, es necesario conocer las tecnologías existentes, así como los protocolos existentes para estas tecnologías. El tener un panorama general de las tecnologías nos permitirá la selección adecuada de los dispositivos a emplear en el proyecto.

En este trabajo se analizan los principales diversos protocolos y estándares existente: BACnet, BatiBus, CEBus, EHS, EIB, HBS, HES, Konnex, LonWorks, X-10. De igual manera se identifican las tecnologías, sistemas y dispositivos existentes. Finalmente se realiza un análisis comparativo de los protocolos y estándares utilizados en la domótica e inmótica.

Agradecimientos

En primer lugar a Dios que me dio la fortaleza para luchar y perseverar durante toda mi carrera universitaria.

A mi supervisor y tutor el Dr. Freddy Ignacio Chan Puc por el tiempo dedicado, orientación y apoyo para la realización de este trabajo.

A mis supervisores el MSI. Rubén Enrique González Elixavide y el MTI. Vladimir Cabañas Victoria por ayudarme en la corrección de mi trabajo.

A mis padres por darme la vida, por sus buenos consejos, enseñanzas y por el apoyo brindado a lo largo de mi vida.

A mi Abuela Rosario por su enorme cariño que me ha demostrado e incondicional apoyo.

A mi Tío Israel por confiar en mí, por todo el apoyo que me brindo y por motivarme.

A Sarahi por todo su cariño, comprensión y apoyo en los momentos difíciles durante la carrera y realización de este trabajo.

Agradecimiento especial a la Universidad de Quintana Roo y a todos mis profesores de la carrera de Ingeniería en Redes que me brindaron los conocimientos necesarios para mi formación profesional.

A todos mis familiares que me brindaron su apoyo.

Dedicatoria

A DIOS por darme la oportunidad de cumplir esta meta en mi vida.

A mi abuela Rosario y Tío Israel por creerme en mí, todo su apoyo rindió fruto ya que logré terminar mi carrera, esto es gracias a ustedes.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad.

¡Muchas Gracias!

Contenido

Capitulo 1. Introducción a la Domótica.....	1
1.1 Definición	3
1.2 Domótica: Evolución a través del tiempo.	4
1.2.1 ¿Cómo y Porque Surge la Domótica?	4
1.2.2 Historia	4
1.2.3 Domótica en la actualidad.....	5
1.2.4 Domótica en el futuro	6
1.3 Servicios que ofrece la Domótica.....	6
1.4 Características	7
1.5 Dispositivos del sistema	8
1.6 Tipos de arquitecturas.....	11
1.6.1 Arquitectura centralizada.....	11
1.6.2 Arquitectura descentralizada	12
1.6.3 Arquitectura distribuida	13
1.7 Medios de Transmisión	14
1.7.1 Sistemas inalámbricos	16
1.8 Topología de Red.....	17
1.9 Beneficios y Factores.....	19
1.9.1 Beneficios	19
1.9.2 Factores.....	20
Capitulo 2. Tipos de estándares de control.....	21
2.1 BACnet.....	23
2.1.1 Definición	23
2.1.2 Características.	24
2.1.3 Funcionamiento	24
2.2 BatiBUS.....	28
2.2.1 Definición	28
2.2.2 Características	28
2.2.3 Funcionamiento	29
2.3 CEBus.....	32
2.3.1 Definición	33

2.3.2	Características	33
2.3.3	Funcionamiento	34
2.4	EHS	37
2.4.1	Definición	37
2.4.2	Características	37
2.4.3	Funcionamiento	38
2.5	EIB.....	43
2.5.1	Definición	43
2.5.2	Características	44
2.5.3	Funcionamiento	44
2.6	KNX.....	50
2.6.1	Definición	50
2.6.2	Características	51
2.6.3	Funcionamiento	51
2.7	LonWorks	56
2.7.1	Definición	56
2.7.2	Características	57
2.7.3	Funcionamiento	58
2.8	X-10	61
2.8.1	Definición	61
2.8.2	Características	62
2.8.3	Funcionamiento	62
2.9	Otros estándares	65
2.9.1	HBS	65
2.9.2	HES.....	66
Capítulo 3. Dispositivos, sistemas y tecnologías existentes		68
3.1	Dispositivos de una vivienda o edificio Domótico.....	70
3.1.1	La Pasarela Residencial.....	70
3.1.2	Sistema de Control Centralizado	71
3.1.3	Sensores	72
3.1.4	Actuadores	73
3.1.5	Electrodomésticos Inteligentes	73
3.1.6	Aparatos Electrónicos Inteligentes.....	74

3.1.7	Dispositivos X-10	75
3.2	Sistemas	77
3.2.1	Amigo	77
3.2.2	BIODOM	78
3.2.3	CARDIO	79
3.2.4	DIAloc	80
3.2.5	Starbox	81
3.2.6	Simón VIS.....	82
3.2.7	Vantage	83
3.2.8	Z-WAVE.....	84
3.3	Tecnologías existentes	86
3.3.1	Internet de las cosas (Internet Of Things IoT)	86
3.3.2	ZigBee	89
Capitulo 4. Análisis comparativo de los estándares.		93
Conclusión.		98
Bibliografía.....		100
Abreviaturas		104
Glosario.....		107

Índice de Figuras

Figura 1: Principales características de un edificio o casa domótica.	7
Figura 2: Ejemplos de dispositivos Domóticos.....	10
Figura 3: Arquitectura Centralizada.	11
Figura 4: Arquitectura Descentralizada.....	12
Figura 5: Arquitectura Distribuida.....	13
Figura 6: Topología en estrella.	17
Figura 7: Topología en Bus.	18
Figura 8: Topología en anillo.	18
Figura 9: Topología en árbol.....	18
Figura 10: Modelo BACnet comparado con OSI.....	26
Figura 11: Modelo del protocolo BACnet.....	27
Figura 12: Ejemplo de un Gateway en una red BACnet.	27
Figura 13: Ejemplo de Señales BatiBUS (voltaje y lógico).	29
Figura 14: Ejemplo de interpretación de los valores lógicos.	30
Figura 15: Envío del mensaje BatiBUS.....	30
Figura 16: Representación en donde A equivale a un “1” lógico y B a un “0” Lógico.....	31
Figura 17: Ejemplo de transmisión y colisiones.	32
Figura 18: <i>Ejemplo de una aplicación de CEBus para control de iluminación de un hogar.</i>	34
Figura 19: Modelo de comunicaciones CEBus.	36
Figura 20: Ejemplo de aplicación de la arquitectura EHS.....	38
Figura 21: Estructura de comandos que soporta EHS y corresponden a la descripción de dispositivos.....	41
Figura 22: Jerarquía de direccionamiento a través de la red EHS.....	42
Figura 23: Estructura de la trama EHS.....	42
Figura 24: Topología EIB, línea.	45
Figura 25: Topología EIB, sistema completo.	46
Figura 26: Transmisión de señal en el bus.	47
Figura 27: Esquema del datagrama EIB.....	48
Figura 28: Esquema de un componente bus.....	49
Figura 29: Conexión de dispositivos en KNX.	52
Figura 30: Configuración de un área en KNX.	52
Figura 31: Conexión con áreas y líneas.	53
Figura 32: Transmisión de un 1 y 0 lógico en KNX.	53
Figura 33: Transmisión de datos en KNX.....	54
Figura 34: Transmisión de un carácter.....	54
Figura 35: Paquete de datos.	54
Figura 36: Dirección con tres subgrupos (izquierda) y con dos subgrupos (derecha).	55
Figura 37: Modelo OSI.....	58
Figura 38: Componentes de un Dispositivo LonWorks.....	59
Figura 39: Transmisión de datos sobre el bus.....	60
Figura 40: Red de control LonWorks.....	61

Figura 41: Onda modulada resultante.	63
Figura 42: Trama X-10.	64
Figura 43: Codificación de la trama X-10 dentro de la onda de corriente alterna.....	64
Figura 44: Ejemplo de funcionamiento del protocolo X-10.	65
Figura 45: Pasarela residencial.	70
Figura 46: Sistema de control centralizado, sensores y actuadores.	72
Figura 47: Electrodomésticos inteligentes.	74
Figura 48: Aparatos electrónicos inteligentes.....	75
Figura 49: Transmisor X-10.	75
Figura 50: Receptor X-10.....	76
Figura 51: Dispositivos Bidireccionales X-10.	76
Figura 52: Dispositivo X-10 inalámbrico.....	76
Figura 53: Sistema Z-WAVE.	84
Figura 54: Dispositivos del sistema Z-WAVE.	85
Figura 55: Red Mesh (Malla) Z-WAVE.	85
Figura 56: Internet de las Cosas IoT.	87
Figura 57: Visión de CISCO acerca del Internet de las Cosas IoT.	87
Figura 58: Tecnologías en 2.4GHz.	89
Figura 59: Características de radio de las señales.....	90
Figura 60: Topología de red ZigBee.....	91
Figura 61: Ejemplo de red ZigBee.....	92
Figura 62: Creación de un camino alternativo.	92

Índice de Tablas

Tabla 1: Ventajas y desventajas de la Arquitectura Centralizada.	11
Tabla 2: Ventajas y desventajas de la Arquitectura Descentralizada.	12
Tabla 3: Ventajas y desventajas de la Arquitectura Distribuida.....	13
Tabla 4: Medios físicos y velocidad de transmisión de datos en (EHS).....	38
Tabla 5: Distancia en función de la potencia transmitida y la velocidad de transmisión (ZigBee)...	90

Capítulo 1

1. Introducción a la Domótica.

El hombre en su constante búsqueda de bienestar ha procurado para sí y para los suyos lugares que cumplan con ciertas reglas básicas de comodidad y seguridad, obteniendo así hogares agradables y a la vez funcionales.

El concepto de hogar inteligente puede interpretarse como la simple concepción de un lugar para la convivencia y el aseguramiento de las familias, pues el fin de estas es proteger a sus habitantes de los fenómenos naturales que pueden de alguna manera afectar su integridad y la de los objetos que con poco o demasiado esfuerzo se han conseguido; es así como por ejemplo un *iglú* puede ser un hogar inteligente ya que ha sido construido de tal forma que puede aislar el frío, o los hogares que se construyen sobre plataformas para evitar el contacto con la humedad, también se amplía este concepto con la distinción de los espacios en los cuales ya no se involucran las áreas sociales tales como la sala y el comedor, con las áreas privadas, habitaciones, baños; ya que anteriormente nuestros antepasados no distinguían estos espacios y convivían abiertamente en lugares donde la cocina y el lugar de dormir se confundían entre el humo y los olores, y era normal encontrarse al mismo tiempo situado en el comedor y la sala. Para hacer los hogares más funcionales se incorporan conceptos de división espacio-temporales que permiten hacer una distinción adecuada de las diferentes zonas y así crear para cada una de estas, accesorios que ayuden en esas labores diarias que proporcionan el bienestar que se busca. Dentro de esta idea surgen entonces las diferentes máquinas que de una u otra manera solucionan tareas básicas que antes demandaban demasiado esfuerzo, ya fuera individual o colectivo, aparecen así los electrodomésticos que se conciben como un lujo y luego una necesidad en todos los hogares.

Se genera una demanda de diferentes artículos como refrigeradores, lavadoras, estufas, lámparas entre otros, que producen beneficios directos a quienes las utilizan, sin embargo, traen consigo las desventajas surgidas de su funcionamiento tales como la negligente intervención humana, los fenómenos eléctricos, el gasto de energía y los diferentes aspectos de seguridad que no siempre son previsibles por los fabricantes.

Los diferentes elementos encontrados en un hogar buscan el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, tales como el agua, la luz, el teléfono entre otros y a la vez dar comodidad a quienes los usan, por esto deben ser manejados de forma correcta y no demandar demasiada atención en los hogares que actualmente no cuentan con la prestación de servicios de atención las veinticuatro horas.

Es por esto que se ha desarrollado un nuevo concepto en el cual el hogar adquiere la funcionalidad que la vida moderna exige, convirtiéndose en una red que permite la gestión de todas las funciones del hogar y de sus diferentes elementos.

Hace algunos años el estudio de la tecnología aplicada al confort, la seguridad y al ahorro en las viviendas se ha hecho mucho más común, pero no lo suficiente como para que la totalidad de la población conozca sus beneficios y adquieran este tipo de tecnologías.

La domótica, que integra la tecnología a las viviendas, es la aplicación tecnológica que permite la automatización de dispositivos al interior de las casas, obteniendo beneficios a corto y largo plazo, supliendo las necesidades actuales de ahorro energético, confort y seguridad.

Con base a lo anterior y antes de dar una definición de que es domótica, tendríamos que definir a la inmótica, ya que gracias a ella surge la domótica.

La inmótica se define como el estudio de la estructura de un edificio que facilita a usuarios y administradores herramientas y servicios integrados a la administración y a la comunicación. El diseño de estas estructuras cubre las necesidades reales de los usuarios y administradores, haciendo uso de todos los posibles adelantos tecnológicos, incluyendo además, factores humanos, ergonómicos y ambientales. Cuando se popularizó esta estructura; las personas constructoras de estos edificios se dieron cuenta que podían realizar lo mismo en las casas donde ellos habitan; fue así como surgieron las casas inteligentes, y al estudio de éstas se le llama domótica.

1.1 Definición

La domótica se origina del latín *domus* (casa) y del francés *informatique* (informática) o *robotique* (robótica), incorporándose a finales de los años 60 con otros términos de uso público como casa inteligente, la cual buscaba integrar dispositivos a las edificaciones en general, usando la tecnología y dotándolas de inteligencia. De igual forma, éste concepto hace referencia a la automatización de las viviendas y ésta es entendida como una ciencia la cual desarrolla servicios e integra la tecnología de automatización para satisfacer necesidades del usuario y de todos los habitantes del hogar.

El CEDOM (Asociación Española de Domótica) define la domótica como “la incorporación al equipamiento de nuestras viviendas y edificios de una sencilla tecnología que permita gestionar de forma energéticamente eficiente, segura y confortable para el usuario los distintos aparatos e instalaciones domésticas tradicionales que conforman una vivienda” (Cristóbal Romero Morales, 2007).

La tendencia de futuro en la demanda se centra básicamente en conseguir un hogar totalmente conectado, capaz de integrar las nuevas tecnologías que van apareciendo, con sistemas sencillos y totalmente gestionables, pero garantizando la seguridad y privacidad, todo esto de manera transparente en el hogar.

En definitiva, la domótica es el uso simultáneo de electricidad, electrónica, informática y comunicaciones aplicadas a la gestión de las viviendas

1.2 Domótica: Evolución a través del tiempo.

1.2.1 ¿Cómo y Porque Surge la Domótica?

En la época de los 70's en los Estados Unidos se plantea como objetivo el ahorro de energía.

En primer lugar porque la crisis energética de ese entonces obligó a un consumo de la energía lo más racional posible, así que se requería una mayor precisión en los equipos de control, esto solo se lograría con la electrónica. Además se produjeron cambios en la legislación de los países desarrollados, lo que supuso un mayor control del gasto energético y protección medioambiental.

En segundo lugar, surge el sistema integrado de aplicaciones electromecánicas, (la domótica) centralizándose, al comienzo en la industria (lógico, ya que, es dónde se produce normalmente más demanda de energía). El sistema integrado de aplicaciones electromecánicas, sólo pudo ser utilizado, en sus inicios, en lugares donde el consumo de energía era ciertamente elevado, como era el caso de hospitales y hoteles por mencionar algunos.

Al mismo tiempo, el desarrollo de la tecnología impulsó y acrecentó la búsqueda de soluciones, por lo que se extiende el concepto de "sistema integrado de aplicaciones electromecánicas" (la domótica), a la instauración y construcción de edificaciones inteligentes. Hasta el comienzo de la crisis mundial, hace un par de años, el auge de la construcción favoreció el aumento de las edificaciones inteligentes extendiéndose el mercado de la domótica hacia Europa y Asia, dónde actualmente, ya existen distribuidores. Gracias a la disminución de los costos en el sector de la construcción, se ha incluido la domótica en la construcción civil.

Actualmente se han creado empresas y viviendas que operan con esta tecnología, regulando el mercado y dando a conocer los beneficios de una "casa inteligente".

1.2.2 Historia

El término domótica fue usado oficialmente en el año 1984 por la empresa *American Association of House Builders*, primera en pensar en las casas electrónicas e inteligentes; estas fueron construidas por aficionados para luego formalizar el concepto de casas inteligentes, no por su ambiente amigable, ni el uso de celdas solares, lo que las hace inteligentes es la interacción de las tecnologías que están en su interior.

Desde 1967 hasta hoy día, el término de Casas Inteligentes no tuvo mucha relevancia porque su costo era muy elevado, el inventario para la adecuación era antiguo, ofrecía muy

poca conectividad entre redes y la tecnología manejada no daba la usabilidad que el usuario necesitaba (José Manuel Huidobro Moya, 2015).

Mucho antes de que el término domótica surgiera, se hablaba del Protocolo X-10, este era y aún sigue siendo el lenguaje que usan algunos dispositivos para comunicarse entre ellos, todos los dispositivos X-10 son compatibles entre sí, combinándose para formar sistemas, permitiéndoles controlar luces y electrodomésticos, aprovechando las instalaciones eléctricas sin instalar cables adicionales; el sistema X-10 desde sus inicios ha tenido una ventaja con relación a otros sistemas domóticos, éste solo utiliza la red eléctrica interna de la vivienda, conectando solo un módulo que maneja las funcionalidades y cualquier otro dispositivo que se conectara a ese módulo podría ser controlado en forma remota.

En Estados Unidos surgió el término de Edificios Inteligentes debido al incremento de la construcción de edificaciones dando origen al primer sistema para la gestión de edificios, integrando y monitorizando ventilación, calefacción y aire, tuvieron así también la necesidad de una red de datos para evitar los largos cableados por todo el edificio. Donde una de las principales razones era buscar soluciones a la crisis energética que en ese tiempo empezó a estar presente.

1.2.3 Domótica en la actualidad

La convergencia de tres áreas tecnológicas (electrónica, informática y telecomunicaciones) posibilitó desde los años 70 hasta los 80 el desarrollo de la domótica y la inmótica. Posteriormente ha ido apareciendo el concepto más amplio de edificio inteligente, que engloba nuevas áreas de arquitectura y medio ambiente. Por los que estos conceptos, referidos a vivienda y edificios, han llevado una evolución distinta hasta la actualidad (Cristóbal Romero Morales, 2007).

Hoy día el problema de las redes de comunicación entre los dispositivos, está resuelto gracias a la flexibilidad de las tecnologías inalámbricas, reduciendo el precio de los dispositivos que las utilizan, permitiendo distribuir los elementos del sistema y adaptándolos a las necesidades cambiantes; sin embargo se limitan un poco respecto a las tecnologías cableadas; las tecnologías inalámbricas disminuyen la seguridad y la robustez en las comunicaciones, los dispositivos no pueden estar tan alejados y tienen menor ancho de banda de transmisión.

La domótica se encuadra como un mercado emergente de infinitas posibilidades, enfocado a mejorar la calidad de vida y basado en: seguridad-confortabilidad- ahorro del consumo de energía.

1.2.4 Domótica en el futuro

La domótica en el futuro tendrá como uno de sus principales dispositivos para el ahorro la bombilla de LEDs creciendo en un 50% en participación en el mercado se verá la revolución de la iluminación de estado sólido.

Los Proveedores de Servicio controlarán de forma remota la energía y tendrán el control sobre la demanda. El papel fundamental lo tendrán los científicos sociales, quienes tendrán partida en el desarrollo del entendimiento de todo el mercado domótico, haciendo que las personas entiendan la tecnología y la usen de la forma más adecuada.

1.3 Servicios que ofrece la Domótica

Los servicios que ofrece la domótica tienen como objetivo encargarse de gestionar cuatro aspectos fundamentales del sistema como se define en la guía técnica de aplicación de instalaciones de sistemas de automatización (José María Quinteiro González, 1999).

Ahorro Energético: el ahorro energético no es algo tangible, sino un concepto al que se puede llegar de muchas maneras. El ahorro energético se puede llevar a cabo de las siguientes maneras:

- **Gestión Eléctrica:** esto se logra gracias al conjunto de sistemas y elementos que posibilitan la interacción con los principales componentes de un edificio o una casa a través de un centro de control eléctrico (fijo o móvil).

Con este sistema se pueden racionalizar las cargas eléctricas desconectando equipos de uso no prioritario en función del consumo eléctrico en un momento dado.

Además se pueden gestionar tarifas, derivando el funcionamiento de algunos aparatos a horas de tarifa reducida.

- **Climatización:** se lleva a cabo según la temperatura del cuarto u oficina, por medio de sensores de temperatura. El aire acondicionado debe estar ubicado en zonas estratégicas de la vivienda para poder cumplir con su función de manera adecuada.
- **Uso de Energía Renovable:** generada a partir de fuentes de energía primaria respetuosa con el medio ambiente, tales como la energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, etc.

Confort: la gestión del confort y la calidad de vida proporcionan una serie de comodidades, como el control automático de los servicios de la calefacción, agua caliente, refrigeración, iluminación y la gestión de elementos como accesos, persianas, toldos, ventanas sistemas de riego, etc. Haciendo lo anterior la vida más tranquila y relajada de las personas.

Seguridad: un sistema domótico asume la responsabilidad de velar por la seguridad tanto de los moradores, como de sus bienes materiales al encargarse de tareas especializadas para proteger a la vivienda de intrusos, de accidentes u otros problemas.

Una característica muy importante de los sistemas domóticos es la habilidad de simular la presencia de personas en la vivienda, ya sea prendiendo o apagando las luces, produciendo algunos ruidos o por el uso de algún guardián canino electrónico simulado. Los detectores de humo y otros dispositivos, es posible tomar el control ante emergencias como incendios, terremotos, fugas de agua y gas, dando aviso oportuno a los organismos correspondientes o a los familiares (José Manuel Huidobro Moya, 2015).

Comunicaciones: gracias a la integración de los sistemas y a las conexiones que establece la red domótica con algunos otros dispositivos como la red telefónica, el control de acceso, entre otros, la vivienda puede integrarse a otro tipo de servicios a distancia como la televisión satelital, las compras, internet o servicios avanzados de telefonía (Robert C. Elsenpeter, Build Your Own Smart Home, 2003).

Todos estos servicios los podemos alcanzar mediante tres tipos de formas de control remoto. Podemos aplicar el control remoto desde dentro de la vivienda (mando a distancia), desde fuera de la vivienda (telefónicamente o a través de internet) o programando funciones según se cumplan condiciones horarias o climatológicas.

1.4 Características

Las principales características o rasgos generales que debe tener un sistema de gestión técnica de un edificio o casa inteligente se pueden resumir en los siguientes puntos:

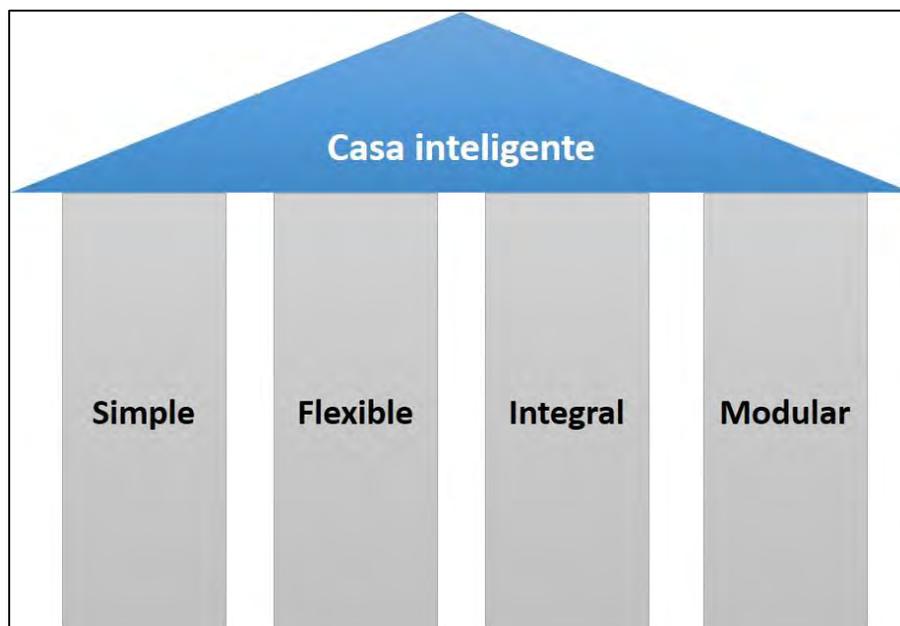


Figura 1: Principales características de un edificio o casa domótica.

- **Simple y fácil de utilizar:** el sistema de control debe de ser simple y fácil de utilizar para que sea aceptado por los usuarios finales. La interfaz de usuarios deberá ser sencilla e intuitiva, para permitir un aumento del confort.
- **Flexible:** debe tener prevista la posibilidad de adaptaciones futuras, de forma que ampliaciones y modificaciones se puedan realizar sin costo elevado ni un esfuerzo grande.
- **Modular:** el sistema de control del edificio o casa debe ser modular, para evitar fallos que puedan llegar a afectar a todo el edificio, y además debe permitir la fácil ampliación de nuevos servicios.
- **Integral:** el sistema debe permitir el intercambio de información y la comunicación entre diferentes áreas de gestión del edificio, de forma que los diferentes subsistemas estén perfectamente integrados.

Se pueden apreciar otras características más específicas desde el punto de vista del usuario final o del punto de vista técnico.

- **Criterios referentes al usuario final:** posibilidad de realizar preinstalación del sistema en la fase de construcción, facilidad de aplicación e incorporación de nuevas funciones, simplicidad de uso, grado de estandarización e implementación del sistema, variedad de elementos de control y funcionalidades disponibles, tipo de servicios postventa, control remoto desde adentro y fuera del edificio, facilidad de programación del sistema, acceso a servicios externos: telecompra, teleformación, teletrabajo, etc.
- **Criterios desde el punto de vista técnico:** topología de la red, tipo de arquitectura, medios de transmisión, tipo de protocolo y la velocidad de transmisión.

1.5 Dispositivos del sistema

Una solución domótica puede variar desde un único dispositivo, que realiza una sola acción, hasta amplios sistemas que controlan prácticamente todas las instalaciones dentro de la vivienda. Los distintos dispositivos de los sistemas domóticos se pueden clasificar en los siguientes grupos:

Controlador: es el dispositivo que gestiona el sistema según la programación y la información que recibe. Puede haber un controlador, o varios distribuidos por el sistema. Estos permiten, interactuar con el sistema operativo y con algún periférico, haciendo una abstracción del hardware y proporcionando una interfaz (posiblemente estandarizada) para utilizar el dispositivo.

Actuador: es un dispositivo capaz de ejecutar y/o recibir una orden del controlador y realizar una acción sobre un aparato o sistema (encendido/apagado, subida/bajada, apertura/cierre, etc.) algunos ejemplos son los siguientes:

- Contactores, son relés de potencia. Una bobina se excita con la tensión de alimentación y cierra unas platinas de cobre, cuya anchura y disposición permiten el paso de más o menos corriente.
- Electroválvulas, son válvulas cuya apertura es controlada mediante una señal eléctrica externa. Se utilizan principalmente para controlar caudales de líquidos o gases; en edificios se usan para control de gas o agua, así como en sistemas de aire acondicionado. Pueden ser analógicas o digitales binarias, es decir, de paso variable o proporcionales.

Sensor: es el dispositivo que monitoriza el entorno, tanto interior como exterior, captando información que transmite al sistema (sensores de agua, gas, humo, temperatura, viento, humedad, lluvia, iluminación, etc.) algunos ejemplos son los siguientes:

- Sensor de temperatura exterior, que tiene por misión optimizar el rendimiento del sistema de climatización mediante una eficaz regulación de su funcionamiento y/o carga.
- Sondas de temperatura para manejo de calefacción, cuya función es gestionar de forma eficaz el funcionamiento de los tipos de calefacción eléctrica como por ejemplo es el caso de las sondas limitadoras para suelo radiante.
- Sondas de humedad, que tienen por misión descubrir fugas de agua en baños, cocinas, etc.
- Termostato de ambiente cuya función es registrar la temperatura de la dependencia donde este situada y ante cualquier cambio permitir modificar la situación según la programación del sistema.
- Sensor de temperatura interior, cuya función es exclusivamente la de medir la temperatura de la estancia en la que se encuentre situada.
- Detector de fugas de gas, utilizadas para inspeccionar posibles anomalías y fugas en las instalaciones de gas presentes en la vivienda.
- Detector de humo y/o fuego, que nos avisará de los posibles incendios que se puedan producir.

- Detector de radiofrecuencia más conocida como RF, que nos avisará de una alerta médica que proceda de un emisor portátil de radiofrecuencia accionado por algunas personas en dificultades.

Bus: es el medio de transmisión que transporta la información entre los distintos dispositivos por un cableado propio, por la redes de otros sistemas (red eléctrica, red telefónica, red de datos) o de forma inalámbrica.

Interfaces: nos referimos a los dispositivos (pantallas, móvil, internet, conectores) y los formatos (binario, audio) en que se muestra la información del sistema para los usuarios (u otros sistemas) y donde los mismos pueden interactuar con el sistema.

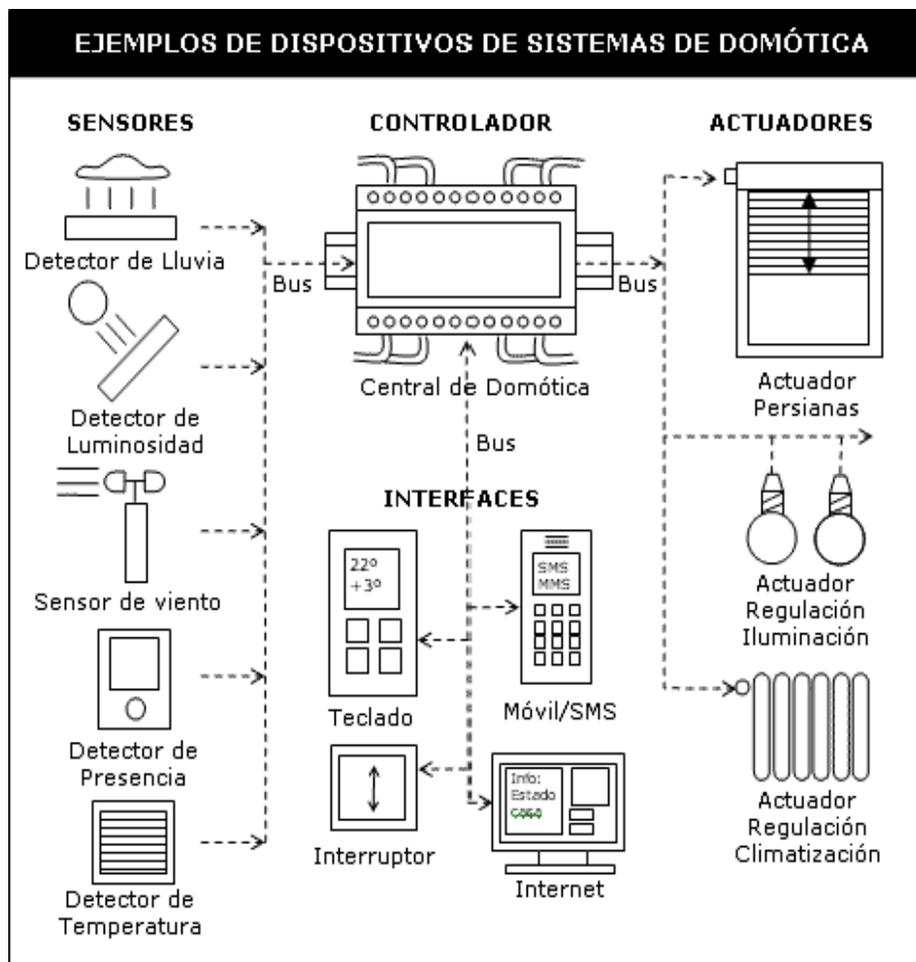


Figura 2: Ejemplos de dispositivos Domóticos.

1.6 Tipos de arquitecturas

El tipo de arquitectura de un sistema domótico nos aporta información de cómo será la distribución y la ubicación de los elementos de control. Los principales tipos de arquitectura son tres: arquitectura centralizada, arquitectura descentralizada, arquitectura distribuida.

1.6.1 Arquitectura centralizada

Un controlador centralizado envía la información a los actuadores e interfaces según el programa, la configuración y la información que recibe de los sensores, sistemas interconectados y usuarios. El cableado es en estrella cuyo centro es la unidad central de control, esta es el corazón del edificio, si llegara haber algún fallo todo deja de funcionar.

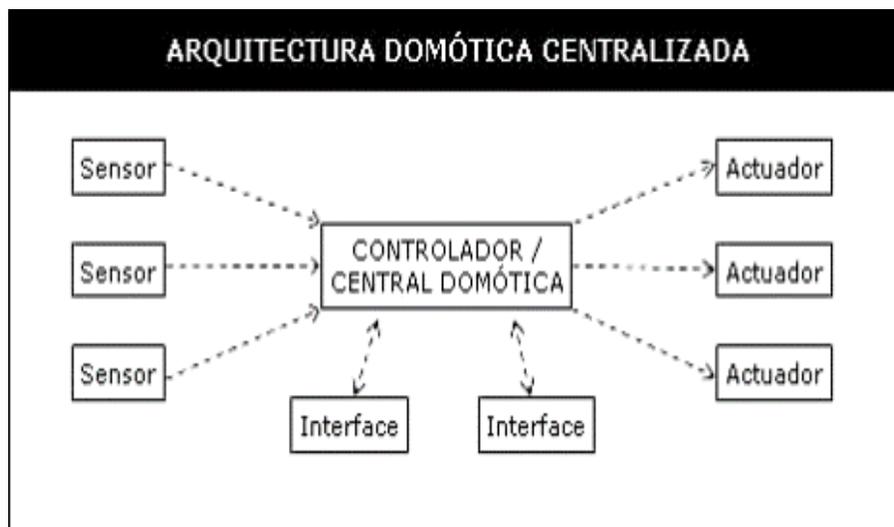


Figura 3: Arquitectura Centralizada.

Tabla 1: Ventajas y desventajas de la Arquitectura Centralizada.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• Los sensores y actuadores son de tipo universal.• El costo es moderado.• Fácil uso.	<ul style="list-style-type: none">• Cableado Significativo• Sistema dependiente del funcionamiento del módulo central.• Ampliabilidad limitada.
Instalación sencilla.	Difícil modularidad.

1.6.2 Arquitectura descentralizada

Como su nombre lo indica, es la arquitectura opuesta a la centralizada. En la arquitectura descentralizada todos los elementos del sistema disponen de inteligencia, en el sentido de que son totalmente independientes. El sistema debe disponer de un bus compartido que permita la comunicación de todos los elementos.

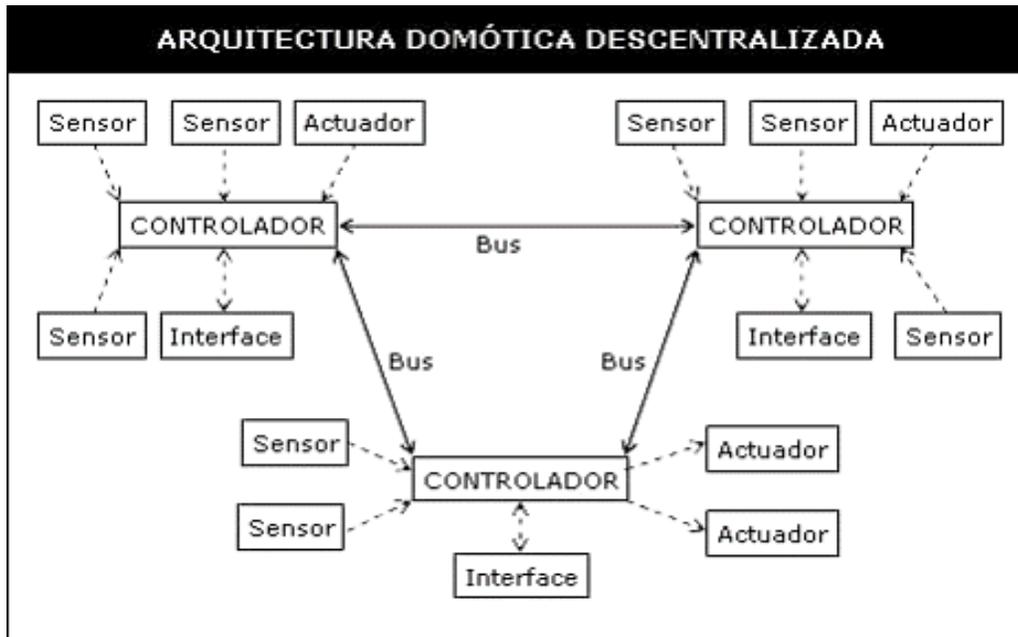


Figura 4: Arquitectura Descentralizada.

Tabla 2: Ventajas y desventajas de la Arquitectura Descentralizada.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad en el funcionamiento. • Posibilidad de rediseño de red. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos no universales, limitados a la oferta. • Costo elevado.
<p>Cableado reducido.</p> <p>Fácil ampliabilidad.</p>	<p>Manejados más en la inmótica y no en la domótica.</p> <p>Complejidad en la programación.</p>

1.6.3 Arquitectura distribuida

La idea de la arquitectura distribuida es mejorar las dos arquitecturas anteriores, para ello el elemento de control se sitúa próximo al elemento a controlar. Ahora no existe un único elemento de control que gobierna todo el sistema, sino que existen varios elementos entre los que se reparte la tarea de control. Estos nuevos elementos de control se denominan nodos, y a ellos se conectan los elementos básicos.

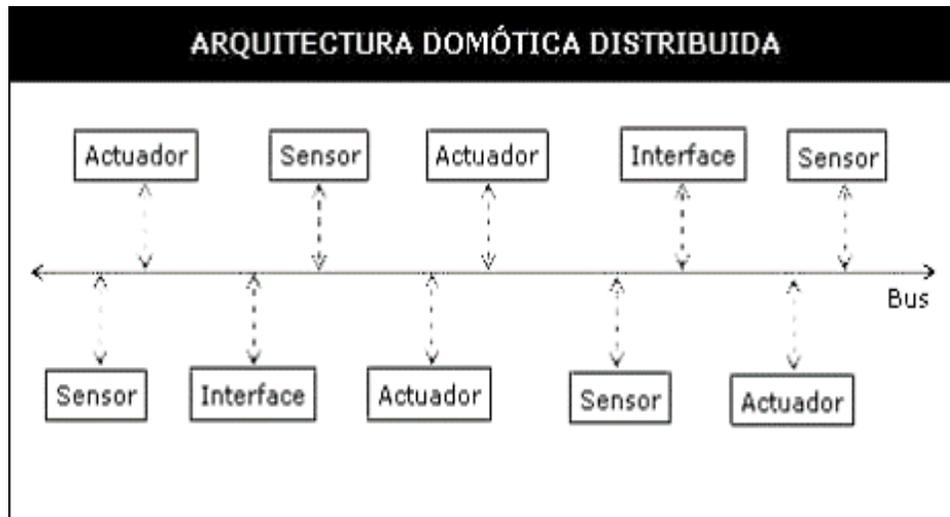


Figura 5: Arquitectura Distribuida.

Tabla 3: Ventajas y desventajas de la Arquitectura Distribuida.

Ventajas	Desventajas
Seguridad en el funcionamiento Posibilidad de rediseño de red Cableado reducido	Requieren alta programación y configuración
<ul style="list-style-type: none"> • Fácil ampliabilidad. • Coste Moderado. • Sensores y actuadores de tipo universal. 	

1.7 Medios de Transmisión

El medio de transmisión es el soporte físico que utilizan los diferentes elementos para intercambiar información unos con otros (par trenzado, línea de potencia o red eléctrica, radio, infrarrojos, etc.).

- **Corrientes portadoras:** utilizan líneas de distribución ya existentes en la vivienda para la transmisión de datos. Las más utilizadas son las líneas de distribución de energía eléctrica, aunque también se está comenzando a utilizar la línea telefónica tradicional. Si bien no es el medio más adecuado para la transmisión de datos, si es una alternativa a tener en cuenta para las comunicaciones domesticas dado el bajo costo que implica su uso, ya que se trata de una instalación existente. Las especiales características de este medio lo hacen idóneo para su uso en las instalaciones domesticas ya existentes. Sus principales ventajas son el nulo costo de la instalación y la facilidad de conexión. Sus inconvenientes son la poca fiabilidad en la transmisión de datos y baja velocidad de transmisión.
- **Soportes metálicos:** son cables metálicos de cobre como soporte de transmisión de las señales eléctricas que procesa. En general se pueden distinguir dos tipos de cables metálicos:
 - **Par metálico:** los cables formados por varios conductores de cobre pueden dar soporte a un amplio rango de aplicaciones. Este tipo de cables pueden transportar: datos, voz y alimentación. Los denominados cables de pares están formados por cualquier combinación de los tipos de conductores que a continuación se detallan:
 - **Tipos de conductores de par metálico:**
 - Cables formados por un solo conductor con un aislamiento exterior plástico (por ejemplo los utilizados para la transmisión de las señales telefónicas).
 - Par de cables, cada uno de los cables está formado por un enrollamiento helicoidal de varios hilos de cobre (por ejemplo los utilizados para la distribución de señales de audio).
 - Par apantallado, formado por dos hilos de recubrimientos por un trenzado conductor en forma de malla cuya misión consiste en aislar las señales que circulan por los cables de las interferencias electromagnéticas exteriores (por ejemplo los utilizados para la distribución de sonido de alta fidelidad o datos).

- Par trenzado, está formado por dos hilos de cobre recubiertos cada uno por un trenzado de forma de malla (por ejemplo los utilizados para interconexión de equipos de cómputo).
- **Coaxial:** un par coaxial es un circuito físico asimétrico, constituido por un conductor filiforme que ocupa el eje longitudinal del otro conductor en forma de tubo, se mantiene el carácter coaxial de ambos mediante un dieléctrico apropiado. Este tipo de cables permite el transporte de las señales de video y señales de datos a alta velocidad. Dentro del ámbito de la vivienda, el cable coaxial puede ser utilizado como soporte de transmisión para:
 - señales de teledifusión que provienen de las antenas (red de distribución de las señales de TV Y FM).
 - Señales procedentes de las redes de TV por cable.
 - Señales de control y datos a media y baja velocidad, fidelidad o datos.
- **Fibra Óptica:** la fibra óptica está constituida por un material dieléctrico transparente, conductor de luz, compuesto por un núcleo con un índice de refracción menor que el del revestimiento que envuelve a dicho núcleo. Estos dos elementos forman una guía para que la luz se desplace por la fibra. La luz transportada es generalmente infrarroja, y por lo tanto no es visible por el ojo humano. Sus ventajas son: fiabilidad en la transferencia de datos, inmunidad frente a interferencias electromagnéticas, alta seguridad en la transmisión de datos, distancia entre los puntos de la instalación ilimitada, y transferencia de gran cantidad de datos.
- **Conexión sin hilos:** existen dos posibilidades: infrarrojos y radio frecuencia.
 - **Infrarrojos:** el uso de mandos a distancia basados en transmisión por infrarrojos está ampliamente extendido en el mercado residencial para controlar a distancia equipos de audio y video. La comunicación se realiza entre un diodo emisor de luz en la banda de IR, sobre la que se superpone una señal, convenientemente modulada con la información de control, y un fotodiodo receptor cuya misión consiste en extraer de la señal recibida la información de control. Los controladores de equipos domésticos basados en la transmisión de ondas en la banda de los infrarrojos tienen las ventajas de comodidad, flexibilidad y admisión de un gran número de aplicaciones.
 - **Radiofrecuencias:** la introducción de radiofrecuencias como soporte de transmisión en la vivienda ha venido precedida por la proliferación de los teléfonos inalámbricos y sencillos telemandos. Este medio de transmisión

puede parecer, en principio, idóneo para el control a distancia de los sistemas domóticos e inmóticos, dada la gran flexibilidad que supone su uso.

1.7.1 Sistemas inalámbricos

En este caso usan sensores inalámbricos alimentados por baterías estos transmiten vía radio la información de los eventos entre ellos o a la central, la cual está alimentada por red eléctrica y cuenta con baterías de respaldo.

Algunos ejemplos son:

- WI-FI: es un sistema de envío de datos sobre redes computacionales que utiliza ondas de radio en lugar de cables. Es una marca de la compañía *Wi-Fi Alliance* que está a cargo de certificar que los equipos cumplan con la normativa vigente.

Existen diversos tipos de Wi-Fi basados en el estándar IEEE 802.11:

Los estándares IEEE 802.11b, IEEE 802.11g e IEEE 802.11n gozan de una aceptación internacional debido a que la banda de 2.4 GHz está disponible casi universalmente, con una velocidad de hasta 11 Mbps, 54 Mbps y 300 Mbps, respectivamente.

- GPRS: General Packet Radio Service o Servicio General de Paquetes vía Radio es una extensión del sistema global para comunicaciones móviles para la transmisión de datos no conmutada (o por paquetes). Existe un servicio similar para los teléfonos móviles que el sistema 15-136. Permite velocidades de transferencia de 56 o 144 Kbps.
- Bluetooth: se denomina bluetooth al protocolo de comunicaciones diseñado especialmente para dispositivos de bajo consumo, con una cobertura no muy amplia, está basado en transceptores de bajo costo. Es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPANS) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2.4 GHz los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:
 1. Facilitar las comunicaciones entre equipos de móviles y fijos.
 2. Eliminar cables y conectores entre estos.
 3. Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.
 - ZIGBEE: es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo basada en el estándar IEEE802.15.4 de redes

inalámbricas de área personal. Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías.

1.8 Topología de Red

La topología de la red se define como la distribución física de los elementos de control respecto al medio de comunicación (cable). Existen muchos tipos distintos de topologías: bipunto, estrella, anillo, árbol, malla, línea o bus, totalmente conectada, parcialmente conectada, etc. Las más utilizadas en los edificios y casas inteligentes son:

Topología en estrella: donde todos los elementos están unidos entre sí a través de un controlador principal. Sus ventajas son: facilidad para añadir nuevos elementos, en caso de algún fallo de un elemento (central) no afecta al resto.

Sus inconvenientes son: un fallo en el controlador principal provoca un fallo en todo el sistema, necesita una gran cantidad de cableado y se produce un cuello de botella en el elemento central.

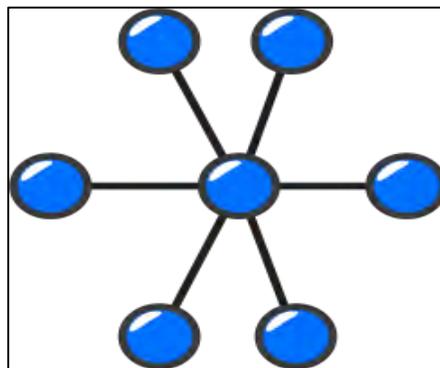


Figura 6: Topología en estrella.

Topología en bus: los elementos comparten la misma línea o bus de comunicación. Cada elemento suele estar identificado por una dirección única y se pueden comunicar dos elementos de forma simultánea. Sus principales ventajas son: facilidad para añadir y eliminar elementos, no necesita un controlador principal, un error en un elemento no afecta al resto, la velocidad de transmisión es elevada y el cableado se minimiza con respecto a la anterior configuración.

Sus desventajas son: los elementos deben tener un grado de inteligencia y necesita mecanismos de control para evitar que más de dos elementos accedan a la vez al bus.

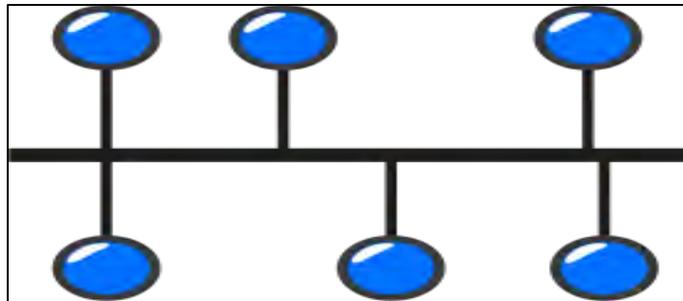


Figura 7: Topología en Bus.

Topología de anillo: los elementos se interconectan formando un anillo cerrado. La información pasa por todos los elementos. Sus principales ventajas son: control sencillo y mínimo cableado. Sus principales desventajas son: vulnerabilidad a fallos, debido a que si falla un elemento falla toda la red y para añadir elementos es más complicado debido a que hay que paralizar el funcionamiento de la red.

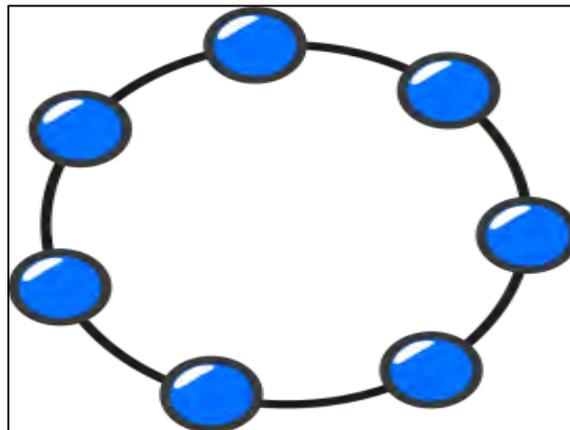


Figura 8: Topología en anillo.

Topología en árbol: es una topología que mezcla parte de las anteriores, en particular de la estrella y del bus, permitiendo además el establecimiento de una jerarquía entre los elementos de la red. Sus ventajas y desventajas dependen de la topología específica (estrella o bus) que se utilice.

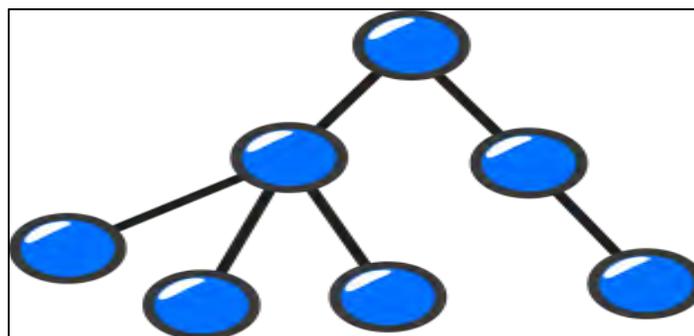


Figura 9: Topología en árbol.

1.9 Beneficios y Factores

1.9.1 Beneficios

La domótica y la inmótica aportan una gran cantidad de beneficios, no solo a los usuarios de la propia vivienda o edificio sino también a otros actores o sectores involucrados. Las relaciones que existen entre estos sectores se pueden ver desde el punto de vista general de la oferta y la demanda de viviendas (Cristóbal Romero Morales, 2007).

Los principales beneficios que proporciona la domótica son:

- **A los promotores constructores:** nuevas prestaciones para la vivienda y revaloración de la misma, además incremento de ventas, la domótica se torna como un valor añadido y de esta manera incrementaran la relación calidad-precio.
- **A los instaladores eléctricos:** un incremento de la calidad de posibilidades de la instalación, nuevas oportunidades de negocio en la instalación y servicios adicionales de mantenimiento. Además de un incremento del volumen del negocio.
- **A la universidad:** posibilidades de investigación y demás actividad de posgrado, sobre todo en las titulaciones de arquitectura, ingeniería industrial, ingeniería de telecomunicaciones e ingeniería en informática.
- **A los fabricantes:** más ventas. Y además como en la ley de Darwin supervivencia de los más poderosos (Entiéndase, los que hagan productos más inteligentes, más ergonómicos, más amigables, más útiles, más prestigiosos, etc.).
- **Al estado y a la administración pública:** un ahorro energético general, una reducción del número de emisiones contaminantes y actividad económica generada alrededor de los edificios inteligentes. Abrir una nueva vía de financiación de la investigación, desarrollo e innovación, como debería haber sido la de la energía fotovoltaica. Y finalmente una mayor capacidad de coordinación y control en la calidad domótica de las viviendas.
- **A los usuarios:** les proporciona ahorro energético, incremento del confort, seguridad personal y patrimonial, control de equipos y sistemas domóticos y gestión remota de instalación y equipos. Aumento insospechado del nivel de standing de la casa, y por tanto, incremento del prestigio, que es algo fundamental que las personas en la actualidad buscan, ya que estos buscan un estatus y prestigio social alto satisfaciendo el siguiente pensamiento: “Yo soy más porque tengo sensores de humo, fuego y agua, motores de persianas y toldos, etc.

Beneficios que proporciona la Domótica a los usuarios finales:

- Ahorro energético de los sistemas y consumos.
- Potenciación de la propia red de comunicaciones.
- Aumento de la seguridad personal y patrimonial.
- Aumento del confort y la calidad de vida.
- Gestión remota de instalaciones y equipos domóticos.
- Disponibilidad de servicios telemáticos.

1.9.2 Factores

En la actualidad muchos factores son los que contribuyen al buen desarrollo de los edificios inteligentes. Estos factores se pueden ver desde el punto de vista de los edificios o desde el punto de vista de las viviendas, debido a que su objetivo es distinto.

Factores específicos para la inmótica.

- Boom de la información y las comunicaciones.
- Aumento de la seguridad de las personas y de las instalaciones.
- Aumento de la productividad de la empresa.
- Encarecimiento de los costos energéticos.
- Mejora del ambiente de trabajo.

Factores específicos para la domótica

- Seguridad de las personas y los bienes.
- Incorporación de la mujer al trabajo.
- Mayor tamaño de las viviendas.
- Aumento del tiempo libre y ocio.
- Mejoras al ambiente doméstico.
- Salud y bienestar.

Capítulo 2

2. Tipos de estándares de control.

Hoy en día existen varios protocolos o estándares de comunicación empleados en la domótica e inmótica, algunos de ellos son: *BACnet*, *BatiBus*, *CEBus*, *EHS*, *EIB*, *Konnex*, *Lonworks*, *X-10* entre otros. Estos se pueden clasificar dependiendo del canal que utilizan para la transmisión de datos, velocidad de transmisión, tipo de arquitectura de red, entre muchas otras características.

En los sistemas tradicionales el emisor y el receptor están unidos físicamente, por lo que se requiere que exista una infraestructura previa en la edificación para poder implementarse.

Existen sistemas basados en corrientes portadoras, los cuales utilizan las líneas eléctricas para el intercambio de información.

Por otra parte se encuentran los sistemas que operan por radio frecuencia, los cuales presentan la gran ventaja de no necesitar cableado, aunque tienen la desventaja de contar con un alcance limitado y ser susceptibles a interferencias.

Lo ideal es que un protocolo de control implemente todos los niveles del modelo OSI: físico, enlace, red y aplicación, sin embargo el fabricante puede o no utilizarlos dependiendo del dispositivo donde será instalado.

Al principio los protocolos eran un sistema sencillo para el control de actuadores y sensores, pero con el paso del tiempo se fueron agregando más funcionalidades de acuerdo a las necesidades de las personas que utilizaban sistemas domóticos en sus viviendas y en sus empresas (inmótica) actualmente el costo de hardware se ha reducido considerablemente y las redes de control crecen de manera rápida, el ancho de banda actual permite compartir información entre dispositivos y aplicaciones, por lo que la configuración de estos se realizara de manera automática.

Este capítulo tiene como finalidad, dar a conocer los principales protocolos o estándares de comunicación usados a través del tiempo y en la actualidad para implantar sistemas domóticos e inmótica; desde una reseña histórica, características más importantes de cada uno de ellos y su principio de funcionamiento, para una posterior comparación y análisis.

A continuación se detallan los estándares o protocolos antes mencionados (*BACnet*, *BatiBus*, *CEBus*, *EHS*, *EIB*, *Konnex*, *Lonworks*, *X-10*, también se hará mención de los estándares *HBS* y *HES*) siendo estos los más utilizados e importantes tanto en la domótica como en la inmótica. Esto con el fin de poder realizar un posterior análisis comparativo de cada uno de ellos de acuerdo a sus diferentes características, ventajas y desventajas.

2.1 BACnet

El protocolo BACnet fue desarrollado por la *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*, ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y de Aires acondicionados). Este desarrollo comenzó en Tennessee, Estados Unidos, en 1987 en la primera reunión del comité de proyecto de estandarización del ASHRAE. El comité se enfrentó a la tarea de definir un protocolo de comunicación para el control y manejo de energía de edificios, para estandarizar el método de comunicación entre los dispositivos de automatización de fabricantes diferentes.

En 1991, el protocolo fue publicado para revisión. En 1995 luego de dos revisiones públicas más, el protocolo BACnet finalmente salió al mercado. BACnet se convirtió rápidamente en un estándar de protocolo abierto ampliamente aceptado. Muchas compañías anunciaron su apoyo a BACnet incluso antes de la publicación del diseño final del estándar. Actualmente BACnet está constante revisión y es mantenido por el ASHRAE.

2.1.1 Definición

BACnet es un protocolo de comunicación para Redes de Control y Automatización de Edificios (Building Automation and Control NETWORKS). Este protocolo reemplaza las comunicaciones propietarias de cada dispositivo, volviéndolo un conjunto de reglas de comunicación común, que posibilita la integración completa de los sistemas de control y automatización de edificios de diversos fabricantes.

BACnet permite a los dispositivos intercambiar información acerca de los servicios particulares que ellos realizan. Esto lo hace representando toda la información de un sistema en términos de "objetos". Este es un gran paso del estándar desde que en la industria se le conocía con el término "punto", refiriéndose a entradas de sensores, salidas de control o valores de controles, con diferentes características dependiendo del fabricante.

El método que usa BACnet para representar datos permite que los dispositivos BACnet de diferentes fabricantes trabajen juntos (interoperabilidad).

2.1.2 Características.

Entre las principales características de BACnet se encuentran:

- Proporciona un método por el cual varios equipos de control de diferentes fabricantes puedan trabajar juntos, o "inter-operar".
- Permite ampliar, mezclar y combinar equipos para adaptarse mejor a las necesidades de la empresa en el presente, y prepararse para futuras.
- Está diseñado para manejar muchos tipos de controles del edificio, incluyendo los sistemas de climatización, iluminación, seguridad, incendios, control de acceso, mantenimiento, gestión de residuos así como otros.
- Ofrece un sofisticado modelo para la descripción de todo tipo de sistemas de automatización para el edificio. Este modelo se basa en la idea que los sistemas sean totalmente interoperables, por lo que debe existir un acuerdo sobre varios aspectos de la operación general y de los propios sistemas individuales.

2.1.3 Funcionamiento

BACnet funciona dividiendo el problema de la interoperabilidad en tres áreas distintas, y por los métodos y normas para la implementación que lo definen. Toda la información dentro de un dispositivo BACnet interoperable se modela en función a uno o más objetos de información. Cada objeto representa a un componente importante del dispositivo, o parte de la recopilación de información que puede ser de interés para otros dispositivos BACnet.

El protocolo BACnet está basado en un modelo cliente-servidor donde sus mensajes se denominan "demandas de servicio". Una máquina cliente envía un mensaje de demanda de servicio a una máquina servidor, la cual realiza el servicio e informa el resultado al cliente.

BACnet soporta hasta cinco diferentes opciones en cuanto tecnologías de red como: Ethernet, ARCNET, MS/TP (Master-Slave/Token-Passing), PTP ((Point to Point), LonTalk. La velocidad de transmisión varía en función del protocolo: MS/TP-78 Kbps, PTP-78 Kbps, Ethernet- hasta 1000 Mbps ARCnet-2.5 Mbps.

La red jerárquica escalonada BACnet requiere de entradas (gateways, convertidor de datos efectivo) para traducir entre el protocolo usado por las estaciones de trabajo y los muchos

protocolos que pueden ser usados por los equipos. Las entradas mencionadas son dispositivos caros y elevan el costo global de la implementación del sistema, su administración y mantenimiento, por lo que, esta arquitectura escalonada es más cara que una que no lo es.

Los dispositivos BACnet se preguntan unos a otros para llevar a cabo los servicios (hacen uso de los servicios *Who-is* y *I am* para poder obtener las direcciones de red de los demás dispositivos que se encuentren en la red BACnet). Por ejemplo, un dispositivo al que está conectado un sensor de temperatura, puede realizar el servicio de lectura de la temperatura y proporcionar esta información a otro dispositivo que lo necesite.

El modelo de objetos y servicios se realiza mediante la codificación de los mensajes en una corriente de códigos numéricos que representen las funciones o servicios deseados a realizar. El lenguaje de esta codificación es común en todos los dispositivos BACnet.

BACnet proporciona flexibilidad al permitir múltiples tipos de sistemas de transporte que se utilizan para transmitir los mensajes codificados entre dispositivos. El sistema de transporte utiliza diferentes tipos de estándares de mensajería electrónica y métodos para transmitir mensajes codificados. A pesar de que se utilizan diferentes métodos de transporte, el contenido del mensaje codificado sigue siendo el mismo. Esta filosofía permite al diseñador o especificador elegir el método de transporte más rentable para una aplicación determinada.

Lo fundamental a tener en cuenta es que BACnet permite utilizar múltiples tipos de mecanismos de transporte para los mensajes electrónicos, pero el contenido de los mensajes no se altera.

El protocolo BACnet proporciona medios predefinidos para representar las funciones de cualquier dispositivo. Se basa en una estructura de cuatro capas, esta arquitectura corresponde a las capas física, de enlace de datos, de red y de aplicación del modelo OSI.

BACnet está diseñado para que exista sólo un camino lógico entre los dispositivos conectados a la red. La capa de red de BACnet se diseñó para el uso de sistemas BACnet solamente, lo que quiere decir, que no se pueden usar por ejemplo routers Ethernet para enrutar datos entre canales BACnet. Esta capa fue diseñada para soportar tecnologías de enlaces de datos diferentes a las que usan los routers Ethernet, otro punto más que conlleva a encarecer el uso de la tecnología BACnet.

Además, BACnet presenta muchas dificultades al usar aplicaciones IP y otras aplicaciones empresariales, en efecto, es mucho más complicado usar el modelo del protocolo BACnet que el modelo OSI, asimismo, la interfaz de aplicación no está definida en el protocolo BACnet.

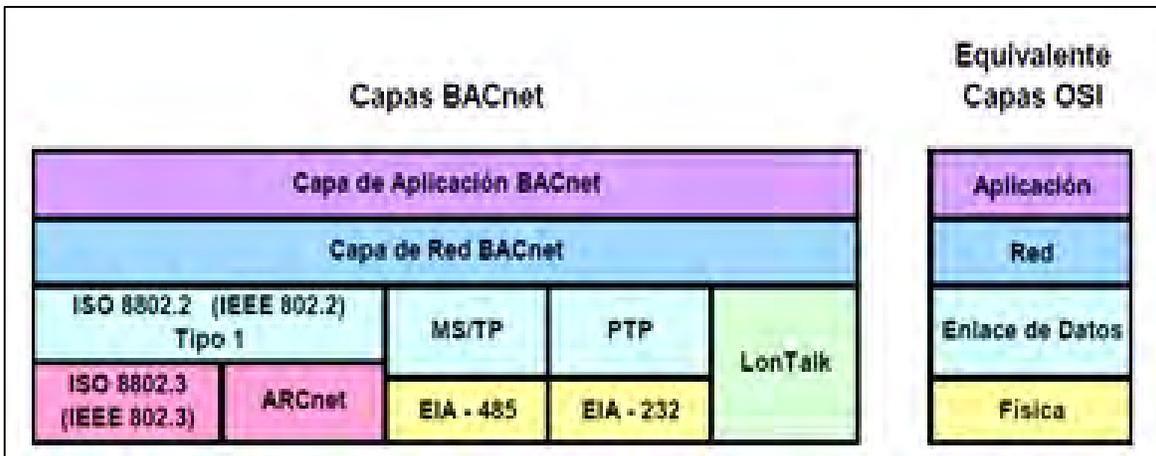


Figura 10: Modelo BACnet comparado con OSI.

- Capa 1 – Física: Ethernet, ARCnet, MS/TP, PTP y el protocolo LonTalk.
- Capa 2 – Enlace de Datos.
- Capa 3 – Red: dirección de destino.
- Capa 4 – Combinado con la Capa de Aplicación.
- Capa 5 – Combinado con la Capa de Aplicación.
- Capa 6 – Combinado con la Capa de Aplicación.
- Capa 7 – Capa de Aplicación.
 - Transporte, Interpretación de datos
 - Seguridad y servicios de autenticación
 - Objetos

Por otro lado, LonTalk, que es el protocolo de comunicaciones para las redes LonWorks, es parte de la capa Media Access Control (MAC) de BACnet. Además, están incluidos todos los medios de comunicación LonMark. Las redes LonWorks y BACnet se usan en colaboración una con otra para resolver ciertas necesidades de usuarios. Las redes LonWorks están pensadas para satisfacer el control en tiempo real con el uso de sensores inteligentes, actuadores, microcontroladores, etc.; mientras que el Protocolo BACnet está pensado para satisfacer la adquisición de datos y el control de supervisión.

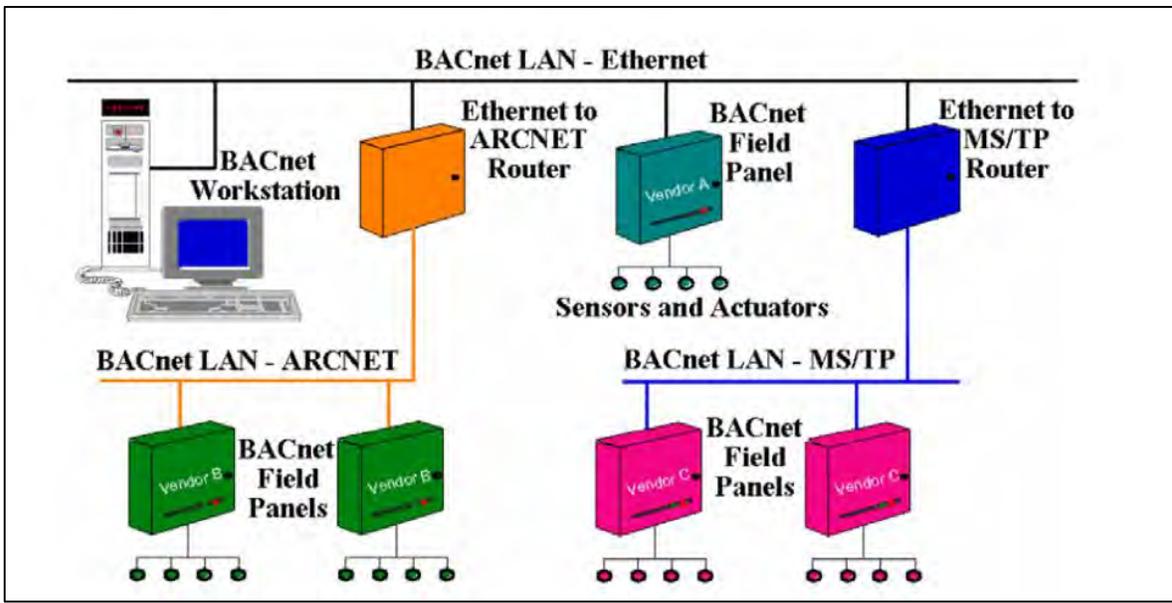


Figura 11: Modelo del protocolo BACnet.

Una de las maneras más fáciles de integrar sistemas más antiguos con los sistemas basados en BACnet más recientes es utilizar una puerta de enlace o "Gateway". Este se comunica con el sistema más antiguo en su protocolo propietario, y por lo general realiza la compleja tarea de "mapping BACnet", que significa la creación de objetos dentro de la puerta de enlace que hacen que los puntos en el sistema más antiguo parezcan objetos BACnet del sistema más reciente, y de esta manera resuelven el problema de interconectar sistemas más antiguos con sistemas mucho más actuales, por lo que el Gateway es un dispositivo muy importante en una red BACnet.

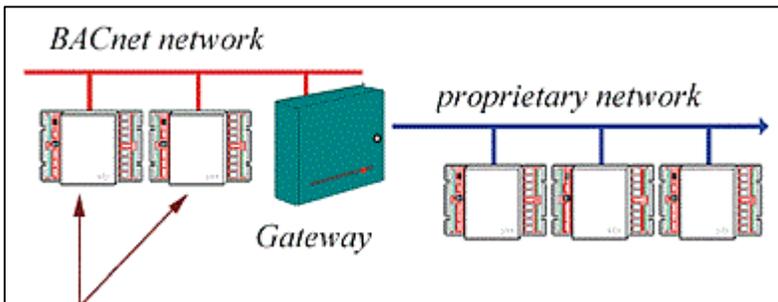


Figura 12: Ejemplo de un Gateway en una red BACnet.

2.2 BatiBUS

En 1989 las compañías Merlin Gerin, Airelec, Edf y Landis & Gyr fundaron el BCI (BatiBUS Club International), Fue uno de los primeros buses de campo del mercado europeo, el cual se ha convertido en estándar mundial (ISO/IECJTC 1 SC25), aunque su mayor penetración ha sido en el mercado Francés.

El protocolo BatiBUS es totalmente abierto y como consecuencia cualquier empresa es capaz de implementarlo en sus productos.

BatiBUS está diseñado para implementarse en edificios de tamaño pequeño medio hacia abajo, tales como hogares, residencias y oficinas pequeñas.

El único medio físico del BatiBUS es el cable bus, el cual es una gran desventaja ya que prácticamente limita su instalación a edificios de nueva construcción al no contemplar la comunicación a través de radio frecuencia, infrarrojo o líneas de energía.

2.2.1 Definición

Se trata de un bus completamente abierto, donde cualquier empresa puede desarrollar su dispositivo compatible con el estándar. Posteriormente el dispositivo tiene que ser certificado por la BCI que garantiza la conformidad y cumple con la norma. Este estándar converge con EIB y EHS, en el estándar denominado Konnex.

2.2.2 Características

Sus principales características son las siguientes:

- Es un bus simple de una sola línea que permite la intercomunicación entre todos los módulos en sistemas de control de edificios como: sistemas de calefacción, aire acondicionado, luces, apertura y cierre de puertas.
- El medio físico utilizado es par trenzado, aunque puede utilizar cable telefónico o eléctrico.
- El protocolo de comunicación está basado en CSMA-CA, de forma que cada elemento está autorizado a comunicar cuando lo desee siempre que la línea esté disponible.

- Permite cualquier topología de red: anillo, estrella, árbol, etc.
- El cable también proporciona energía a los sensores.
- La dirección de los módulos se identifica al instalarlos.

2.2.3 Funcionamiento

BatiBUS está diseñado para implementarse en edificios de tamaño medio hacia abajo, tales como hogares, residencias y oficinas pequeñas. Todos los dispositivos BatiBUS (hasta 7,680) se comunican a través de un único bus a una velocidad de 4.8 Kbps utilizando la técnica CSMA-CA, (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) en la cual, si dos dispositivos intentan acceder al mismo tiempo al bus, ambos detectan que se está produciendo una colisión, pero sólo el que cuenta con mayor prioridad continua transmitiendo, mientras que el otro deja de transmitir señal en el bus, tal y como sucede con el protocolo EIB.

Los datos se envían a través del bus en donde todos los dispositivos conectados a él los reciben y los procesan, pero solo actúan los que fueron seleccionados mediante la dirección destino desde el envío de los datos.

Todos los dispositivos BatiBUS, al igual que los dispositivos X-10, disponen de unos pequeños teclados o interruptores circulares que permiten asignar una dirección física y lógica que identifican unívocamente a cada dispositivo conectado al bus.

La modulación se realiza en base a una frecuencia de 4800 Hz, de la banda base de modulación. Los bits se envían en serie con una codificación especial para el "0" lógico y "1" lógico de la señal. Estos valores de codificación se obtienen por la "apertura" o "corto circuito" del circuito. Como se puede observar en las siguientes figuras.

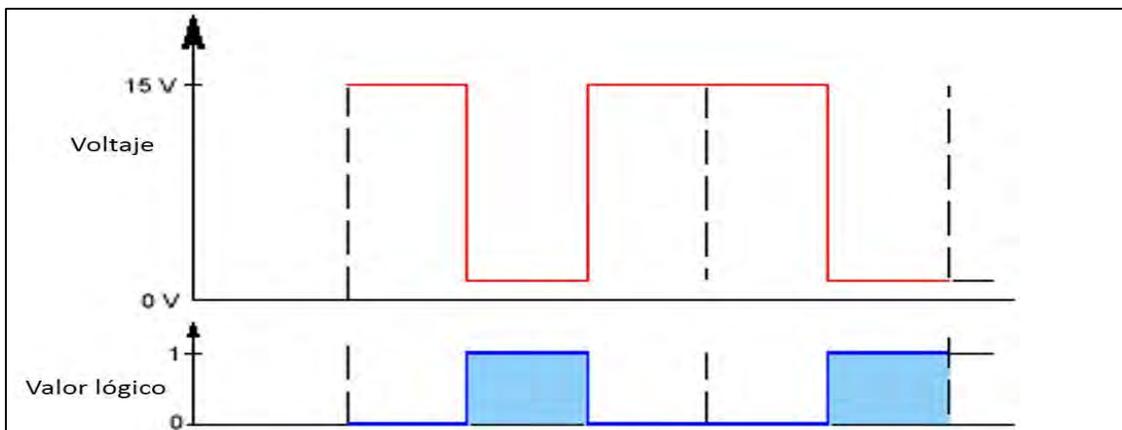


Figura 13: Ejemplo de Señales BatiBUS (voltaje y lógico).

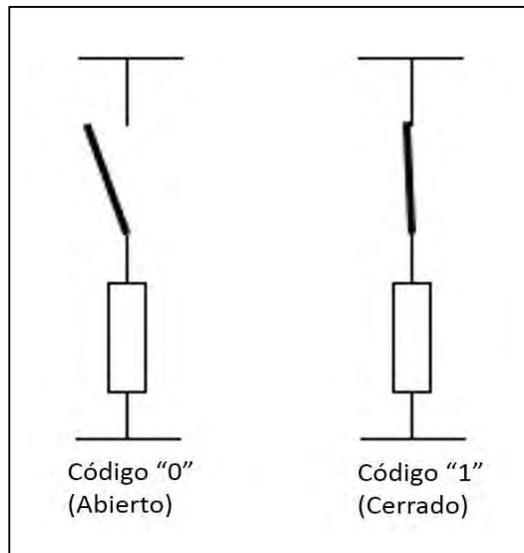


Figura 14: Ejemplo de interpretación de los valores lógicos.

Todos los terminales BatiBUS se comunican por la misma línea. Por ello se desarrolló una estrategia llamada "protocolo de acceso al medio" (MAC).

- Maestro/esclavo: en donde un dispositivo conectado responde cuando es invocado.
- Token ring: éste reacciona si recibe el permiso (el token de acceso).
- Espontáneo si es posible: ((CSMA) Carrier Sense Multiple Access). Escucha el medio para saber si existe presencia de señal portadora. El fin es evitar colisiones, es decir que dos dispositivos transmitan al mismo tiempo.

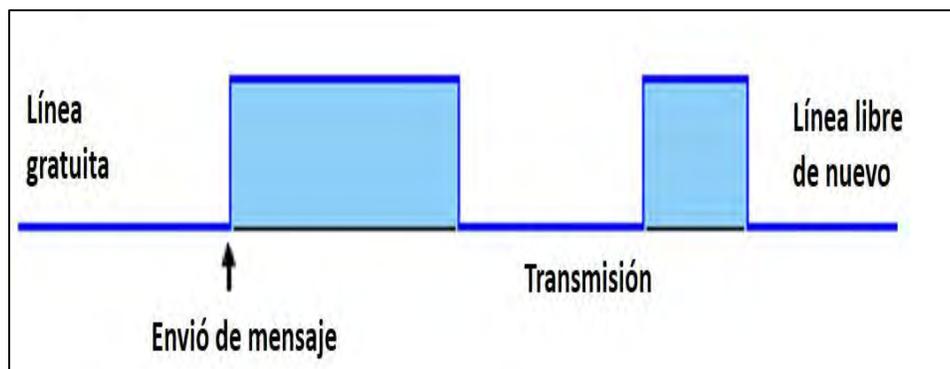


Figura 15: Envío del mensaje BatiBUS.

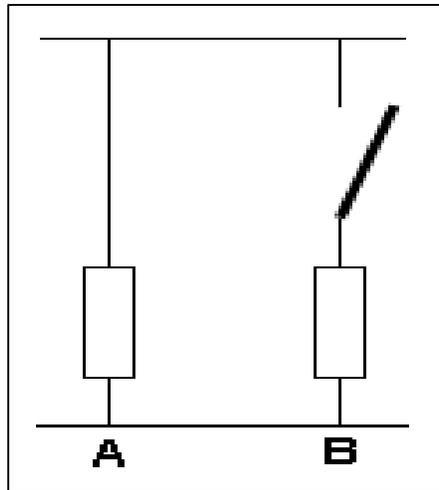


Figura 16: Representación en donde A equivale a un "1" lógico y B a un "0" Lógico.

BatiBUS utiliza este último principio en donde todos los terminales verifican continuamente el medio (el cable) para saber cuándo está libre el medio o no. En caso de que lo esté procede a enviar el o los mensajes. Cuando otro dispositivo quiera enviar un mensaje no podrá ya que el medio ese encuentra ocupado, lo podrán hacer hasta que la línea se encuentre libre.

El gran problema es la "colisión". Cuando dos terminales transmiten al mismo tiempo, los mensajes se descartan. El hecho de que tal colisión ocurra exactamente al mismo tiempo es anejo de MAC (una vez que alguien comienza a transmitir, el otro deberá de esperar hasta que termine, una vez que finalice, entonces podrá transmitir y de esta manera no habrá colisión). BatiBUS resuelve este problema con al menos uno de los mensajes ya que deja pasar a uno, incluso en el caso de una colisión. En la figura se muestra un ejemplo.

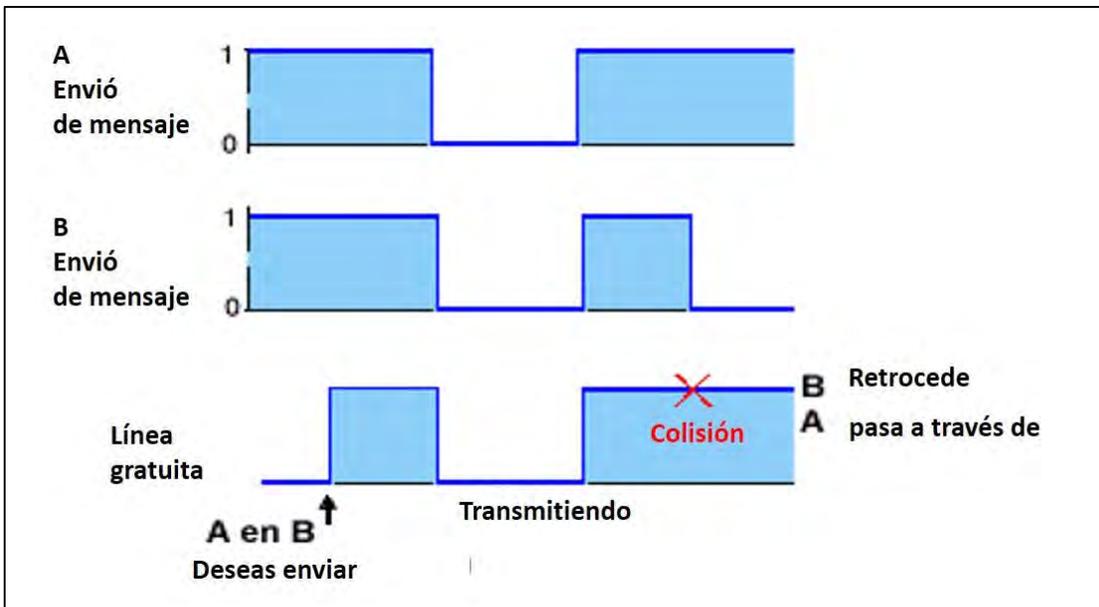


Figura 17: Ejemplo de transmisión y colisiones.

Marco de tiempo

Entre dos marcos diferentes es necesario una cantidad mínima de tiempo, a esto se le conoce como marco de tiempo.

La línea se considera libre después de que expira el marco de tiempo. Este período de tiempo normalmente es de 22 ms. Para algunos mensajes más importantes este periodo de tiempo es de 20 ms. Por ejemplo, alarmas de intrusión e incendios, deben tener 20 ms, esto con el fin de dar prioridad a ciertos tipos de mensajes.

2.3 CEBus

El estándar CEBus EIA-600 fue desarrollado por la Alianza de Industrias Electrónicas (EIA por sus siglas en inglés). La EIA es una de las más antiguas organizaciones comerciales en los Estados Unidos y es responsable de varios estándares comerciales usados por la industria electrónica en el mundo entero (por ejemplo EIA-232, EIA-485, que son estándares para sistemas telefónicos, televisión, radio y audio).

La empresa Intellon Corporation dispone del hardware y el protocolo, además de proporcionar el entorno de desarrollo en lenguaje CAL compatible con sus propios circuitos así como kits de inicio para aquellas empresas que deseen empezar a desarrollar productos CEBus (Grupo Tecma Red , 2015).

Los dispositivos CEBus pueden trabajar conectándose uno con otro en la red, estos podrán comunicarse entre sí usando un medio que los conecte, de manera que estos podrán transmitir comandos o peticiones.

2.3.1 Definición

El protocolo CEBus de origen norteamericano fue desarrollado por el grupo electrónico de consumo de la EIA (Electronics Industry Association) diseñado específicamente para el mercado del hogar.

CEBus tiene como principales objetivos, desarrollar dispositivos de bajo costo que puedan integrarse fácilmente en aparatos electrodomésticos, distribuyendo inteligencia entre todos ellos y prescindir de un controlador central; así mismo permitir agregar o remover fácilmente nuevos componentes sin afectar el rendimiento del sistema.

Como es un protocolo abierto, por lo tanto cualquier empresa puede consultar los documentos del EIA y fabricar productos que implementen el estándar.

Un protocolo de similares características al CEBus en Europa es el EHS.

El protocolo CEBus soporta diversos medios físicos, en donde la tasa de transferencia de datos es de 8000 bps (sobre todos ellos), aunque también pueden proporcionarse servicios de voz y video a mayor velocidad. Los medios físicos soportados son:

- Red eléctrica
- Cable trenzado
- Cable coaxial
- Infrarrojos
- Radio Frecuencia
- Fibra óptica
- Bus audio-vídeo

2.3.2 Características

Las características más destacables del estándar CEBus son:

- Comunicación distribuida que permite ancho de banda suficiente para video y audio.
- Componentes Plug-And-Play (Home Plug-And-Play) que se auto configuran.
- Permite casi cualquier medio de comunicación: línea de alimentación, par trenzado, cable coaxial, infrarrojos, radio frecuencia, fibra óptica, bus de video y audio, etc.

- Transmisión a 8000 bps, utilizando mensajes en paquetes. Bus formado por cable de 8 pares trenzados: 3 para audio, 4 para video y 1 para control CEBus.
- El mensaje es independiente del medio y lleva la dirección del destino. Los mensajes los envía un router y existen direcciones broadcast y de grupo.

2.3.3 Funcionamiento

CEBus soporta una topología flexible, en donde cualquier dispositivo es capaz de conectarse a cualquier medio a través de la interfaz adecuada. Los datos se transmiten en forma de mensajes conteniendo la dirección destino del receptor independiente del medio físico utilizado, a través de un canal de control (BUS) formando una red uniforme a nivel lógico. El canal de control es el núcleo de la especificación del protocolo CEBus.

Para la comunicación entre segmentos de red con diferente medio físico es necesario el uso de routers.

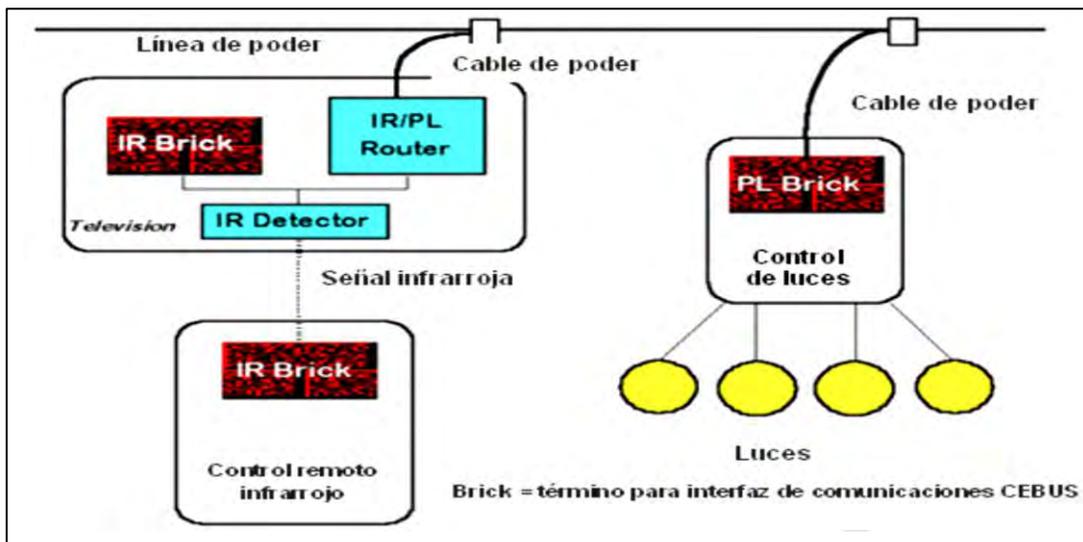


Figura 18: Ejemplo de una aplicación de CEBus para control de iluminación de un hogar.

El envío de los datos se realiza en forma de mensajes. Todos los dispositivos conectados al bus tienen una dirección común a la que todos responden (broadcast address) pero es posible asociarlos en grupos mediante direcciones más específicas (group address), en donde un dispositivo puede pertenecer a uno o más grupos, logrando enviar un mensaje a todo un conjunto de dispositivos a la vez.

Para la transmisión de datos por corrientes portadoras, CEBus utiliza una modulación en espectro expandido en la cual se transmiten uno o varios bits a una velocidad media de 7500 bps dentro de una señal que comienza en 100 KHz y termina en 400 KHz (se le conoce como barrido) de duración 100 microsegundos.

Al igual que los dispositivos EIB, los dispositivos CEBus tienen grabada desde el proceso de fabricación una dirección física (4.000 millones de posibilidades) que los identifican de forma única en una instalación domótica.

CEBus utiliza un lenguaje común orientado a objetos (estándar EIA-600) llamado CAL (Common Appliance Language) el cual está programado en un único circuito y se utiliza para el diseño y especificación de la funcionalidad de cada dispositivo (Grupo Tecma Red , 2015).

CAL (Common Appliance Language) es un lenguaje orientado a objetos que opera en la capa de aplicación el cual permite controlar y asignar recursos (pedir, usar y liberar) a los dispositivos CEBus. Todos los dispositivos CEBus utilizan este lenguaje para comunicarse entre sí por medio de mensajes.

CIC (CEBus Industry Council) es una asociación de diversos fabricantes de software y hardware que certifican que los nuevos productos CEBus que se lancen al mercado cumplan con las especificaciones del protocolo y así, pagando una tasa, poder utilizar el logo CEBus en esos productos.

Modelo de comunicaciones de red: en la mayoría de protocolos de comunicaciones se asume que existe una jerarquía de comunicación entre un dispositivo a otro en términos de control de accesos a la red y control del dispositivo.

Para tener una mejor visión en el diseño de las capas de protocolo, es útil conocer esos puntos de diseño CEBus.

El protocolo CEBus usa un modelo de comunicación de igual a igual. Esto significa que el protocolo está diseñado para habilitar cualquier nodo en cualquier medio para comunicarse (enviar o recibir mensajes) con cualquier otro nodo en la vivienda. No hay jerarquía de comunicación o restricciones en comunicaciones de dispositivo a dispositivo en el medio que sea.

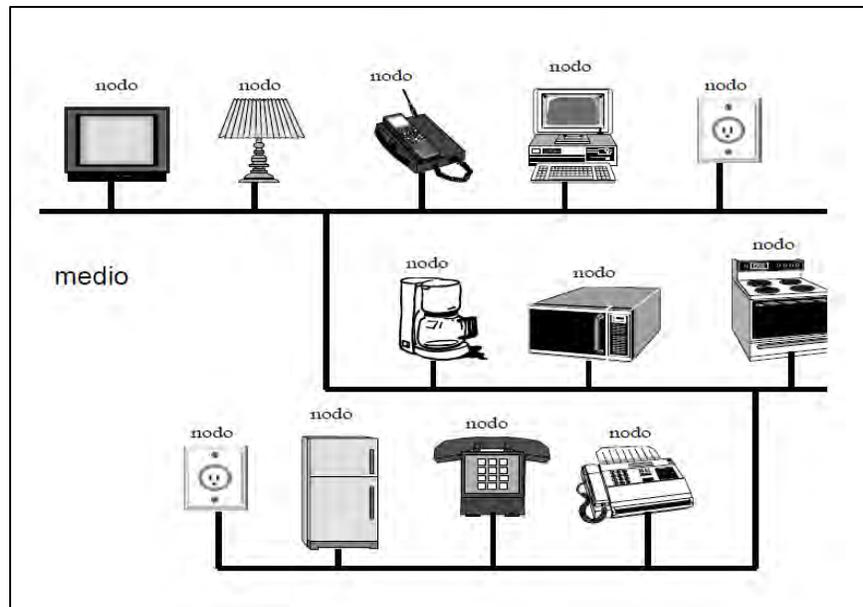


Figura 19: Modelo de comunicaciones CEBus.

El modelo de comunicaciones asume que hay solo un medio CEBus compartido por todos los nodos. De manera que cualquier tipo de medio físico que se esté usando (par trenzado, cable coaxial, RF, Power Line) será tratado como un medio único, y el mensaje generado por algún nodo, llegará a todos los demás nodos que están conectados a la red.

Si hay varios tipos de medios en la red, estos se conectan entre sí por routers y brouters (Es un conector que ayuda a transferir la información entre redes y que combina simultáneamente las funciones de bridge y router, y que elige “la mejor solución de los dos”. Los Brouters trabajan como router con los protocolos encaminables y como bridge con los que no lo son. Tratan estas funciones independientemente y proporcionan soporte de hardware para ambos.) Estos son los que se encargan de que los diferentes medios se comportan como un solo medio que conecte a todos los nodos.

Modelo de control de red: el protocolo soporta dos modos de control. Un modelo de control define cuáles nodos pueden controlar otros nodos en la red. El protocolo CEBus asume el papel de un modelo de control distribuido de igual a igual, permitiendo a cualquier nodo controlar otro nodo. Con esto se logra que la red CEBus pueda construirse y además pueda incrementar sus dispositivos en un orden aleatorio. Cualquier producto puede controlar a cualquier otro producto en la vivienda.

Ningún tipo de dispositivo de control central o sistema de automatización es necesario en CEBus. La ausencia de un control central fue la meta del diseño del estándar. Los productos pueden ser agregados en cualquier tiempo y el usuario no tiene la necesidad de notificar a un programa o sistema central.

2.4 EHS

Desde 1984 la Comisión Europea ha patrocinado varios proyectos destinados al Home Systems. En estos proyectos figuran los principales proveedores europeos de productos White and Brown, así como las compañías de electricidad, telecomunicaciones y fabricantes de equipos y sistemas europeos.

La Asociación Europea de Sistemas del Hogar (European Home Systems Association, EHSA) es una organización abierta, pensada para mantener y divulgar la especificación EHS. Dentro de EHS, el Comité para el Control de las Normas (Standard Control Committee (SCC)) es el artífice del fortalecimiento de la especificación EHS y de la coordinación de las actividades del Grupo Inter-Operabilidad (Inter-Operability Group, IOG) que controla la interoperabilidad entre equipos, a nivel de aplicación.

2.4.1 Definición

El EHS (European Home System) define un Sistema de red completo, con todas las funciones domóticas, de forma modular, expandible y configurable. Se trata de un sistema distribuido, cada unidad conectada a la red negocia automáticamente su dirección de red, se da a conocer y busca otras unidades que pueden estar interesadas en ella o puedan interesarle.

2.4.2 Características

De sus principales características destacan las siguientes:

- Niveles de direccionamiento jerárquico: 256 direcciones en cada sección que se pueden unir por routers.
- EHS se basa en el modelo de referencia de la estructura de Normas de Intercomunicación Abierta (Open Standard Intercommunication (OSI)).
- EHS presenta una filosofía Plug & Play, la cual aporta una serie de ventajas para los usuarios, tales como compatibilidad y configuración automática entre dispositivos además de que diferentes aplicaciones sean capaces de compartir el mismo medio físico sin interferirse.
- Cada dispositivo EHS contiene una dirección única de identificación dentro del mismo segmento de red e información para el direccionamiento de los datos por diferentes segmentos de la red EHS.
- Al ser un protocolo totalmente abierto cualquier fabricante asociado a la EHSA puede desarrollar sus propios productos con la tecnología EHS.

- EHS funciona sobre los siguientes medios físicos:

Tabla 4: Medios físicos y velocidad de transmisión de datos en (EHS).

Medio físico	Velocidad de transmisión de datos
Ondas Portadoras (PL-2400)	2400 bps
Par Trenzado (TP0)	4800 bps
Par Trenzado/Coaxial (TP1)	9600 bps
Par Trenzado (TP2)	64 Kbps
Infrarrojo (IR-1200)	1200 bps
Radiofrecuencia (RF-1100)	1100 bps

2.4.3 Funcionamiento

La especificación EHS hace una descripción completa de todos los aspectos de la comunicación. Debido a que la longitud del mensaje es limitada, la sesión de diálogo es corta y el lenguaje de los mandos queda controlado por la capa de aplicación; (se ha omitido la capa de transporte, sesión y presentación).

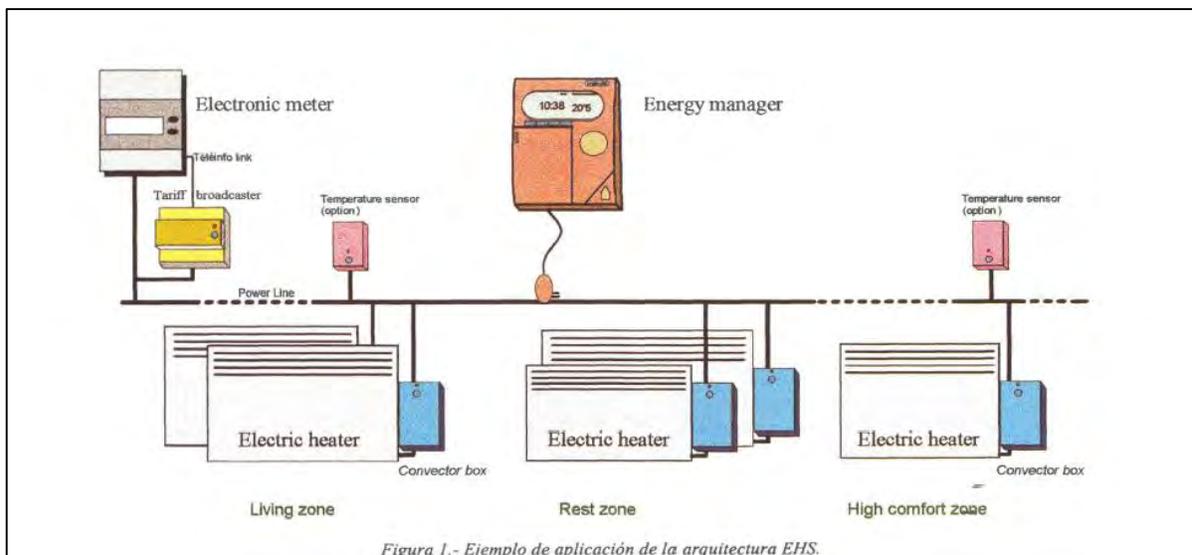


Figura 20: Ejemplo de aplicación de la arquitectura EHS.

La capa de aplicación traduce el lenguaje de aplicación a una estructura de datos capaz de circular por la red. Las Capas de Conexión de Datos (Data Link Layers), están divididas en dos sub-capas, la capa de Control de Acceso Medio (Médium Acceso Control, MAC) y Control de Conexión Lógica (Logical Link Control (LLC)) sobre las cuales se realiza la

conversión de corriente de bits, la reglamentación de acceso a la red, la identificación de estructuras aportan mecanismos de reconocimiento y repetición.

La capa de red es idéntica para todas las unidades EHS y gestiona los datos relacionados con las rutas (por ejemplo, la dirección para llegar a una unidad pasando por varias sub-capas).

La especificación describe en su totalidad varias capas físicas. Estas han sido ya definidas teniendo en cuenta la variedad de requisitos de aplicación. Se pueden usar las capas físicas de Power Line (PL), Infrarrojos (IR) o de Radio Frecuencia (RF) en un hogar para una comunicación a baja velocidad sin costo adicional por sistema de cableado.

Cuando se necesita una mejor velocidad o transmitir señales análogas se puede usar un conductor doble trenzado (TP) o un cable coaxial. Por ejemplo, la comunicación por línea de energía eléctrica es apta para la comunicación entre el sistema de gestión de energía y los calentadores eléctricos.

Las prestaciones "Plug & Play", en un principio identificaron algunos requisitos clave del mercado para el sistema de automatización del hogar. Estos requisitos clave han sido incluidos en la especificación EHS y aportan un paquete de herramientas a nivel de aplicación que pueden ser muy útiles a la hora de diseñar un sistema "Plug & Play". Diseñar un sistema de automatización para el hogar "Plug & Play", con EHS se proporciona al usuario las ventajas siguientes:

Inter-operabilidad: crear y difundir la necesidad de un sistema de comunicación es fundamental para la automatización del hogar. Se supone que los aparatos desarrollados independientemente por diferentes fabricantes son capaces de cooperar entre sí. Por lo tanto, el beneficio directo para el cliente es que puede elegir la marca del producto que desee.

Escalabilidad: representa la entidad que asegura la modificación del tamaño del sistema sin cambios fundamentales de una etapa a la otra.

La configuración de la red se puede hacer fácilmente de forma automática (Plug & Play) o manual, respetando las diferentes zonas de la casa o edificio. Por ejemplo, un sistema de control de calefacción tiene que tener en cuenta las diferentes zonas de calentamiento (sala de estar, dormitorio, etc.).

Un sistema de automatización del hogar basado en EHS es fácilmente ampliable. Nuevas aplicaciones y nuevas capas físicas se pueden añadir en cualquier momento en una red existente. Esta funcionalidad modular permite al cliente iniciar con las unidades necesarias para la aplicación y para agregar más unidades cuando se requiera.

Inter-networking de la aplicación: las diferentes aplicaciones son capaces de comunicarse a través de la misma red sin interferir entre sí. Por ejemplo, un sistema de gestión de la

energía no interfiere en un sistema de seguridad. Las unidades también pueden utilizar las instalaciones ubicadas en otras unidades.

La arquitectura de la red de EHS se basa en los controladores y dispositivos compartidos en dominios de aplicación.

El controlador de características llamado Feature Controller (FC) controla la aplicación, proporcionando características y la inteligencia, tales como vigilancia de los recursos, el algoritmo de control o proceso de toma de decisiones. El controlador define un dominio de aplicación pero puede abarcar varios dominios de aplicación al compartir sus recursos.

Un dispositivo proporciona y gestiona recursos de la aplicación. Por ejemplo, un calefactor eléctrico proporciona la fuente de calor, un termostato controla el nivel de temperatura. Cada dispositivo pertenece a un dominio de aplicación, pero puede estar compartido o controlado por varios controladores.

El descriptor de dispositivos (DD) codificado por la especificación describe a cada dispositivo. De este modo, los dispositivos que tienen el mismo DD son intercambiables. Este DD de dos bytes da la información necesaria para que un controlador pueda saber que recursos están disponibles en la red y cómo llegar a estos.

El primer byte es el dominio de aplicación, el segundo byte de la descripción del propio dispositivo (DD = 1611 representa un sensor de temperatura ambiente en el dominio de aplicación de calefacción). Controladores y dispositivos pueden establecer un enlace lógico, llamado de inscripción entre ellos para definir un dominio de aplicación. Un dispositivo inscrito por un controlador se llama Complex Device (CoD).

Las unidades de control de aplicaciones y unidades de recursos interactúan a través de comandos. Se especifica un lenguaje de comandos basado en la definición de los objetos estandarizados y servicios asociados que gestionan estos objetos. La estructura básica de un comando es: Dominio de aplicación, objeto, servicio, y los parámetros.

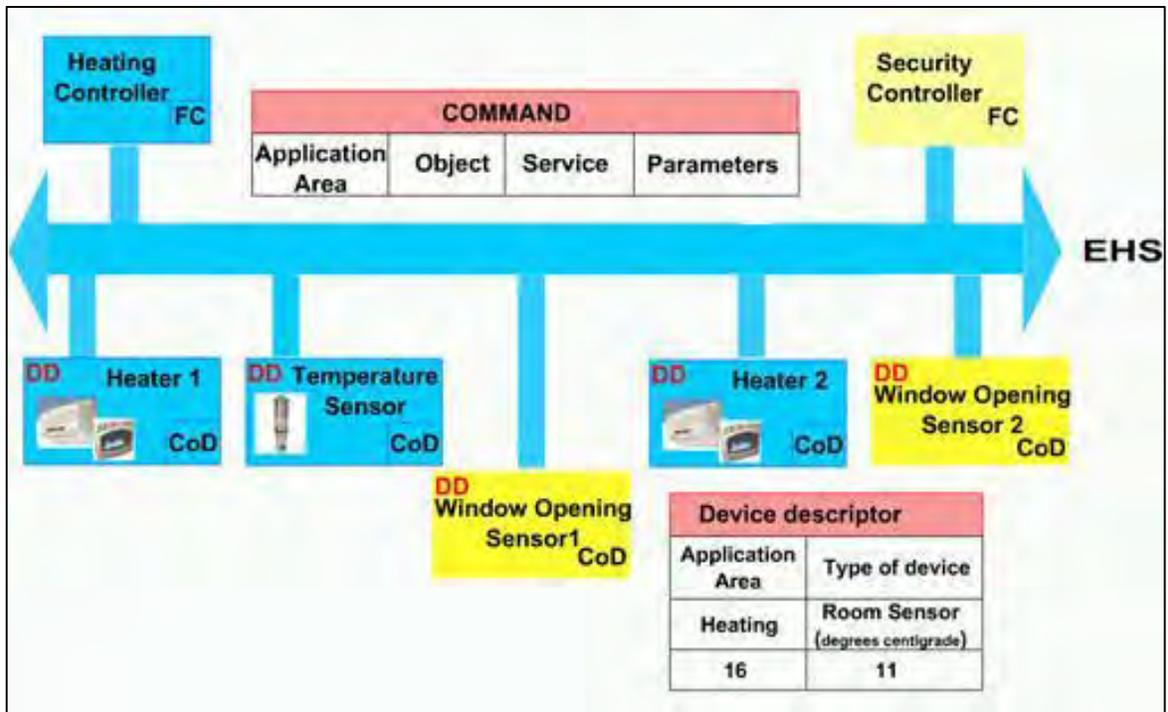


Figura 21: Estructura de comandos que soporta EHS y corresponden a la descripción de dispositivos.

Elementos de control de aplicación y elementos fuente pueden actuar recíprocamente a través de órdenes de ejecución. Se ha especificado un lenguaje de órdenes basado en la definición de objetos normalizados y de servicios asociados que regula dichos objetos. La estructura básica de una orden de ejecución es: dominio de aplicación, objeto, servicio, parámetros.

Un descriptor de dispositivos (DD) describe un recurso de aplicación, que se traduce en las capacidades de los dispositivos para realizar alguna acción específica caracterizada por los parámetros de este. El dominio de aplicación está representado por el entorno en el que un dispositivo puede actuar. El intercambio de comandos entre el controlador y los dispositivos del mismo dominio de la aplicación se basan en objetos codificados y servicios EHS.

Cada unidad conectada a una sub-red tiene su propia dirección de sub-red. La capacidad de expansión de la red está garantizada debido a que una unidad conectada a una sub-red es capaz de comunicarse con otras unidades ubicadas en otras sub-redes. Esto se logra mediante un esquema de direccionamiento normalizado para cada unidad.

Una dirección de unidad se compone de la dirección de sub-red, de la unidad de destino, el número de rutas y de las direcciones de los diferentes routers para llegar a la sub-red de destino. La figura 22 muestra un ejemplo de este esquema de direccionamiento.

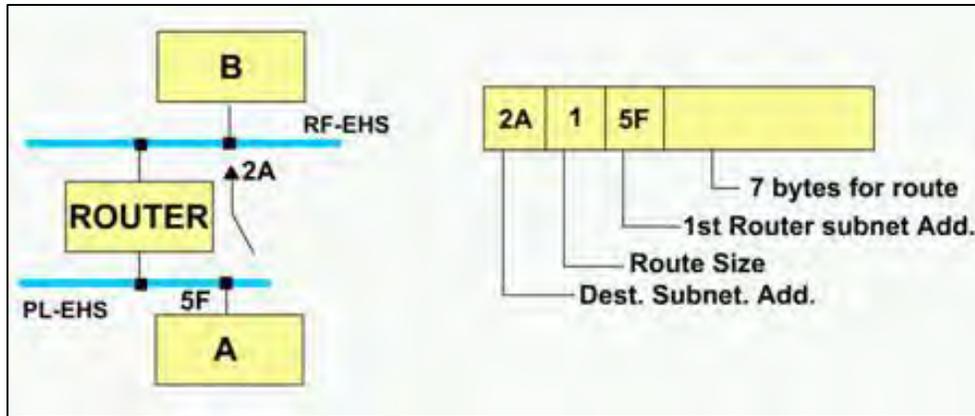


Figura 22: Jerarquía de direccionamiento atreves de la red EHS.

Esta dirección de subred puede ser fijada a nivel de aplicación (por ejemplo, mediante el uso de interruptores DIP) o se puede adquirir de forma dinámica mediante un procedimiento llamado registro. En la figura 22 la dirección vista desde B, se compone de la dirección de la unidad de destino y la dirección de la ruta para llegar a esta unidad.

La figura 23 muestra la estructura de una trama de EHS. Las diferentes capas desde la de aplicación a la de red. Después, la capa de enlace de datos dedica el marco para la capa física.

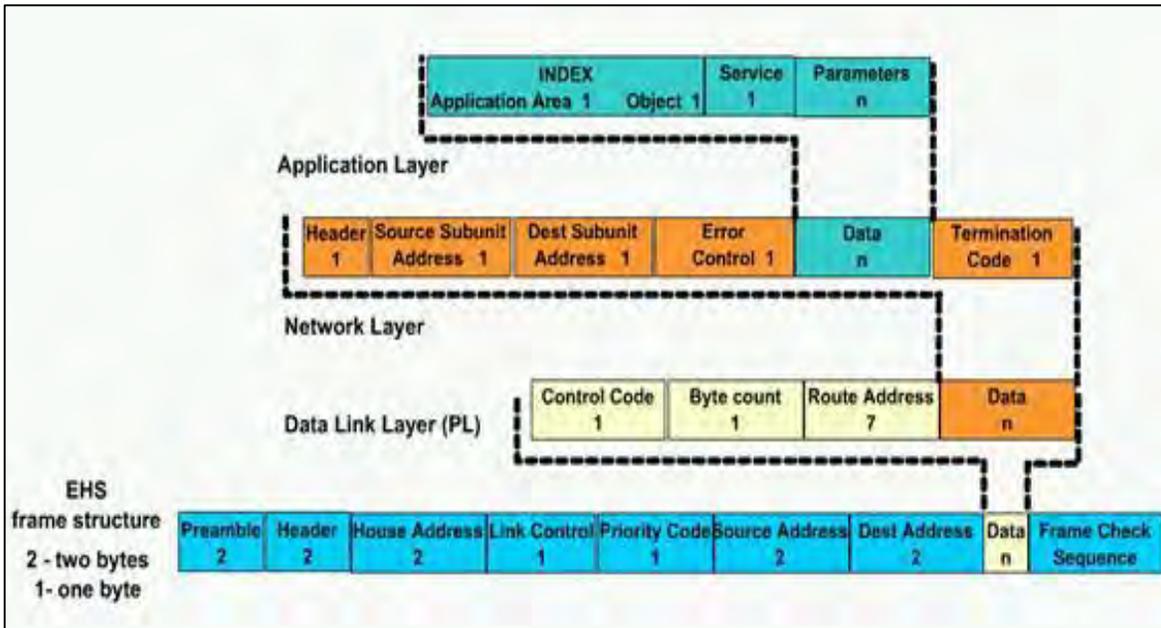


Figura 23: Estructura de la trama EHS.

En la línea de alimentación, el marco EHS se compone de varios campos. Algunos de ellos son más dedicados a la transmisión de la línea eléctrica. En el preámbulo se utiliza para entrenar el módem receptor.

La cabecera marca el inicio de los datos útiles. El receptor tiene en cuenta si la diferencia entre el valor recibido y el esperado no supera los 2 bits. La dirección de la casa se utiliza para descartar cuadros procedentes de otros hogares.

Los dos últimos bytes de la trama EHS contienen el Frame Check Sequence (FCS). Se trata de una comprobación de redundancia de ciclo (CRC) calculado a partir de la barra de direcciones de casa al campo de datos. El receptor calcula la CRC de la trama recibida y lo compara con el valor recibido de la CRC. Una diferencia entre estos dos valores indica que se produjo un error durante la transmisión y el receptor procede a descartar la trama.

Para asegurar la transmisión en línea de alta tensión, EHS implementa un Forward Error Correction (FEC). Se añade un código FEC de 6 bits para cada byte de la dirección de la casa hasta el final de la trama. Por lo tanto, cada byte está codificado con un valor de 14 bits. El método FEC es capaz de corregir hasta 3 bits consecutivos. Este método es muy adecuado para corregir los errores de transmisión debido a la mayor parte de los ruidos eléctricos encontrados en la línea de potencia generada por la fuente de alimentación del modo de conmutación, triac o interruptores de conmutación. Por lo que cuando la señal es demasiado ruidosa, los errores se detectan por la secuencia de verificación de trama.

2.5 EIB

EIB es un sistema para el mando y control de las instalaciones domóticas de un edificio. Esta tecnología fue promovida a principios de los noventa por un grupo de fabricantes que se englobaron en lo que designaron EIBA (Asociación EIB) y cuya sede se encuentra en Bruselas Bélgica.

La EIBA está formada por unas 120 empresas europeas. Es la encargada de crear un estándar que permita compatibilizar los productos provenientes de los más diversos fabricantes, siendo este estándar garantía de la compatibilidad e interoperabilidad de multitud de productos diferentes. Las empresas que forman la EIBA garantizan que sus protocolos sean compatibles con el bus y por ello, se pueden emplear en una instalación EIB aparatos de distintos fabricantes con total interoperabilidad.

2.5.1 Definición

EIB (European Installation Bus) es un estándar orientado a la gestión técnica de edificios. Esta auspiciado por la Unión Europea con el objetivo de crear un estándar europeo con el suficiente número de fabricantes, instaladores y usuarios, que permitiera comunicar entre sí a todos los dispositivos de una instalación eléctrica y así contrarrestar las importaciones de productos similares.

Se trata de un sistema por bus de datos, no es, por tanto un sistema propietario. Es un sistema descentralizado, la programación de los elementos se realiza de forma individual y a través de una PC. Cada componente tiene incorporado un controlador independiente.

2.5.2 Características

Entre las principales características del sistema pueden considerarse las siguientes:

- Adaptable y modular: si se produce una modificación en la utilización del edificio o una ampliación, no se precisa modificar el cableado, ya que todos los elementos están conectados a una única línea del bus; simplemente habrá que programar de nuevo a los componentes (sensores y actuadores).
- Reduce el mantenimiento: todos los sistemas están comunicados entre sí.
- Ahorra tiempo: el esfuerzo en el proyecto y en la instalación se minimiza, ya que se reduce considerablemente la cantidad de conductores. Un programa informático apoya este proceso para realizar el proyecto y la instalación (ETS, EIB Tool Software). Gracias a lo simple del cableado se reducen los tiempos de montaje.
- Es ampliable: todos los componentes se pueden conectar sin problemas al bus disponible, una gran ventaja cuando la instalación debe ser ampliada. Y puesto que el bus es compatible con sistemas superiores, puede ser acoplado también a otros sistemas de gestión de edificios.
- Es estandarizado: las soluciones ofrecidas por las diferentes marcas son compatibles entre sí. Por ello pueden instalarse productos EIB de los diferentes fabricantes.

2.5.3 Funcionamiento

EIB ofrece el uso de un sistema basado en bus, par trenzado independiente, como medio de transmisión de control que garantiza una gran fiabilidad y seguridad.

La unidad de instalación más pequeña la forma una línea. Una línea consta de un máximo de cuatro segmentos de línea, cada uno de los cuales puede disponer de 64 componentes bus. Mediante el uso de acopladores de línea (AL) es posible unir hasta 15 líneas en una zona. Esto se realiza a través de la línea principal (Cristóbal Romero Morales, 2007).

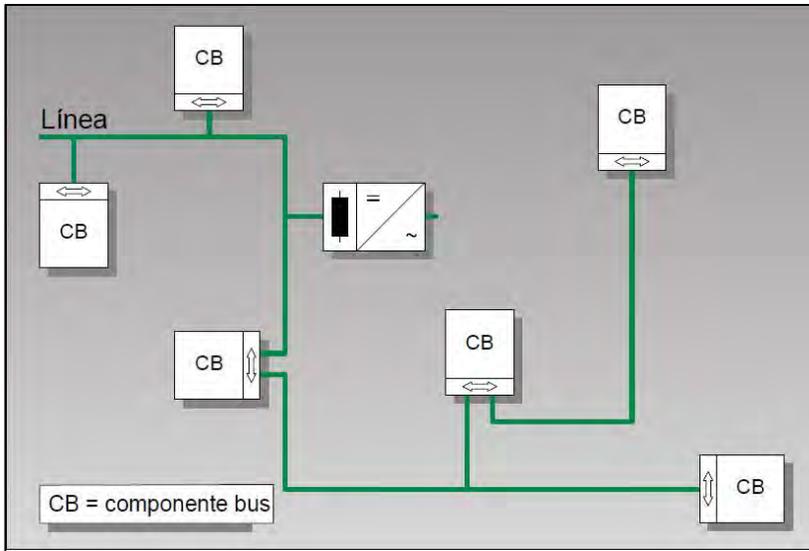


Figura 24: Topología EIB, línea.

Si se necesita conectar más de 64 aparatos en una línea, puede hacerse uso de repetidores (REP) en la línea, lo que permite añadir así hasta 3 segmentos más en la línea (con 64 componentes nuevos cada uno). Por lado, usando acopladores de zona (AA) se pueden conectar hasta 15 zonas, mediante la línea de zonas.

Cada línea dispondrá de su fuente de alimentación EIB (FA), y estará separada galvánicamente del resto de las líneas. Esto es importante, porque si se produce un fallo en alguna línea, el resto seguirá funcionando.

La división del EIB en zonas y líneas es muy ventajosa, ya que significa que el tráfico de información local (de cada línea), no afecta a los datos del resto de líneas o zonas. El acoplador de línea impedirá el paso hacia otras líneas de datagramas cuyos destinos sean elementos de su línea. Al mismo tiempo, ignorará aquellos datagramas provenientes de otras líneas o zonas que no conciernen a elementos de su línea. Esto posibilitará la comunicación simultánea en múltiples líneas independientes unas de otras y sin congestionar la red. Los acopladores de zona funcionaran de forma similar.

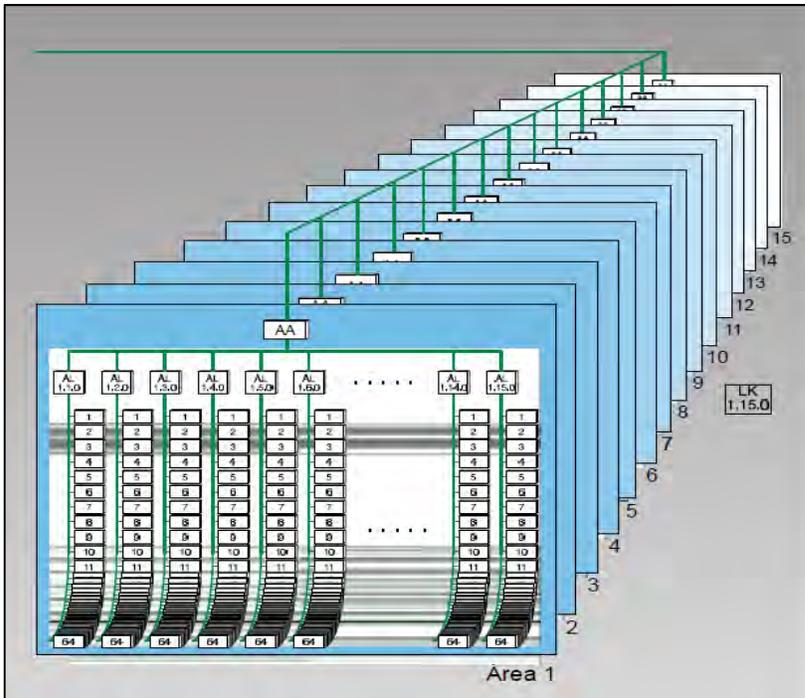


Figura 25: Topología EIB, sistema completo.

La instalación de un sistema EIB resulta fácilmente comprensible (el diagnóstico y las tareas de mantenimiento) gracias a la división jerárquica en zonas y líneas. Comenzando por unas pocas líneas de la instalación, es posible ampliar paso a paso el sistema cuando las nuevas necesidades o usos de las instalaciones así lo requieran.

Tecnología de transmisión: la información que circula por el bus, (por ejemplo las órdenes de conmutación) es intercambiada entre los componentes conectados al bus en forma de datagramas. La información se transmite de forma simétrica en el bus, es decir, como una diferencia de potencial entre los dos hilos y no referida a tierra. De esta forma, las interferencias o ruido, al afectar a ambos hilos de forma similar, influyen en menor grado en la transmisión de la información. La tasa de transmisión es de 9600 bps, siendo el tiempo medio de transmisión de un datagrama de unos 25 microsegundos.

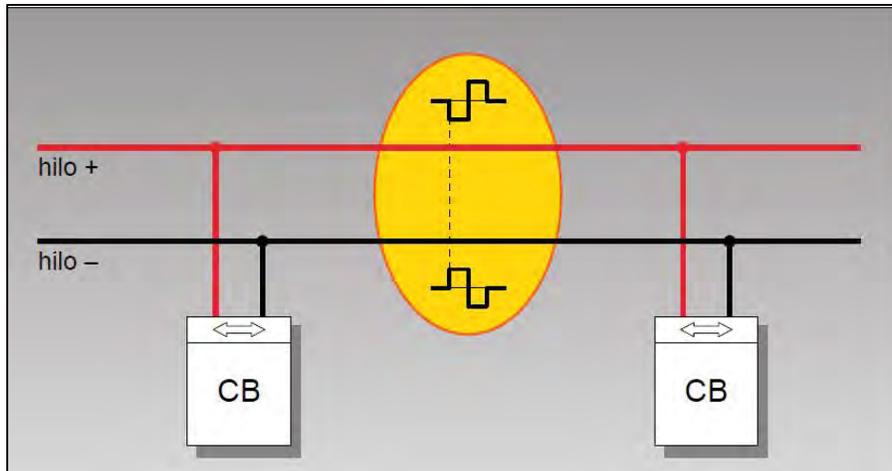


Figura 26: Transmisión de señal en el bus.

Acceso al bus: para realizar un intercambio organizado de información entre los componentes del bus, el tráfico y el acceso al bus, estos deben ser convenientemente clasificados. En EIB, los paquetes individuales de información se envían por la línea en serie, es decir uno tras otro. Esto implica que en el bus solo puede haber información proveniente de un solo dispositivo en cada momento. Para asegurar entonces la fiabilidad del sistema se utiliza un acceso al bus descentralizado, de modo que cada componente decide cómo y cuándo accede al bus.

Si se diera el caso de que dos componentes del bus de una misma línea decidieran acceder al bus al mismo tiempo, podría producirse un conflicto (colisión). Sin embargo, un mecanismo de acceso al bus especial asegura que no habrá pérdida de información, y que el bus estará operando en todo momento.

Este mecanismo es el protocolo CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access and Collision Avoidance o Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Prevención de Colisiones) mediante el que cual se pueden asignar prioridades distintas a cada datagrama, en donde se dará preferencia a los más importantes y de esta manera se evitan colisiones de datagramas.

Esquema de direccionamiento: cada datagrama consta de una serie de caracteres, los cuales llevan asociada información diversa. La estructura o esquema básico de un datagrama se muestra a continuación.

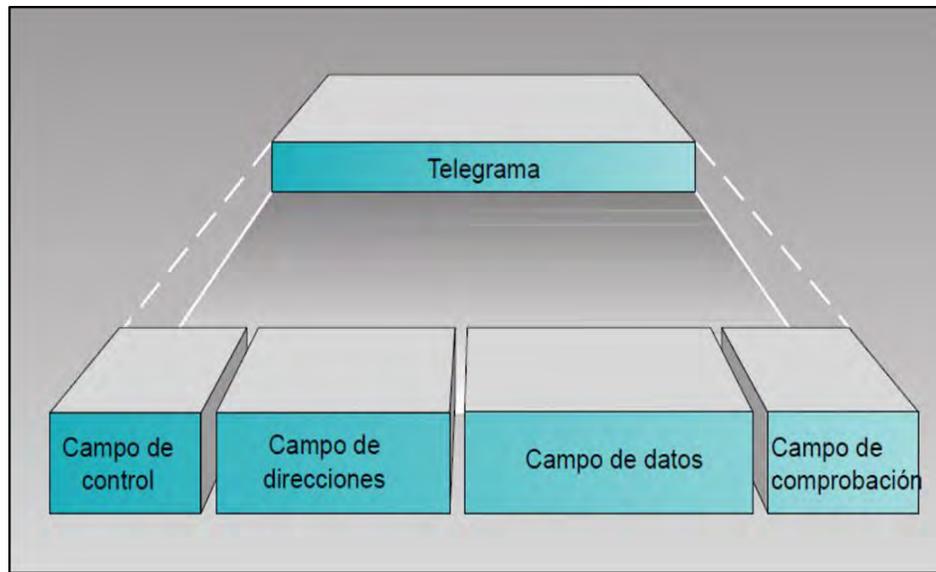


Figura 27: Esquema del datagrama EIB.

Los datos de los campos de control y comprobación son necesarios para asegurar un tráfico de datagramas fluido, correcto y fiable.

El campo de direcciones contiene la dirección de origen y destino del datagrama. La dirección origen siempre es una dirección física, en la que se especifica la zona y la línea en la que el componente está asignado, así como el número de componente. La dirección física de un componente está permanentemente asignada a éste. La dirección destino determinará los componentes asociados a una determinada función, y pueden pertenecer a una o a distintas líneas, o incluso a distintas zonas. Al contrario que la dirección física, un componente puede pertenecer a varios grupos (puede tener programadas varias direcciones de grupo).

Por último, el campo de datos de un datagrama facilita la transmisión de la información útil, por ejemplo órdenes (encendido o apagado), valores de referencia, etc.

Estructura de los componentes del bus: cada uno de los componentes del bus está constituido básicamente por un acoplador universal al bus (BA) y la unidad de aplicación/terminal (BE) específica para cada tarea, que intercambia información con el acoplador BA a través de una interfaz de usuario (AST). El acoplador BA recibe los datagramas del bus, los decodifica y controla en función de estos. En contra parte, la unidad de aplicación suministra información al acoplador BA, el cual la codifica y la envía al bus en forma de datagrama. La información a procesar se transfiere desde el bus hasta la unidad de acoplamiento, la cual transmite y recibe los datos, garantiza la alimentación y almacena los datos importantes, como la dirección física actual y las direcciones de grupo, además del programa de aplicación y los parámetros.

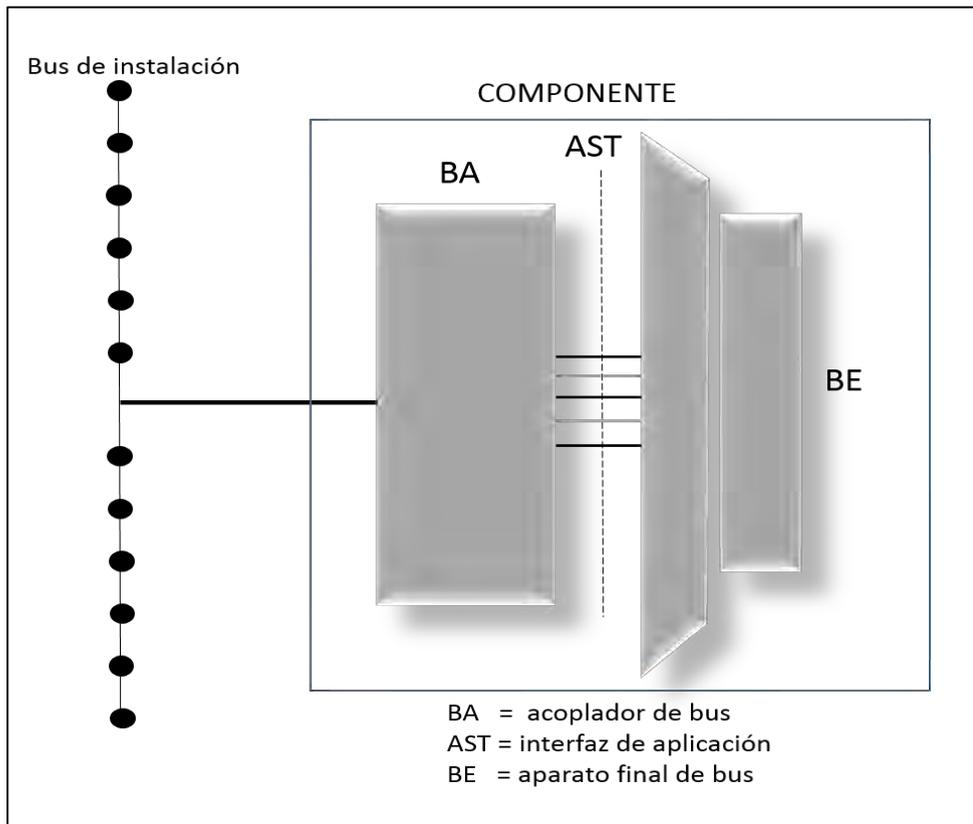


Figura 28: Esquema de un componente bus.

El acoplador universal al bus conserva los datos de parametrización para la función a realizar. Para ello, los acopladores BA contienen un microprocesador con memoria no volátil (ROM), una memoria volátil (RAM) y una memoria no volátil reprogramable eléctricamente (EEPROM). En la memoria ROM se almacena el software específico del sistema, que no puede ser modificado por el programador. El programa almacena en la EEPROM los datos de parametrización propios para el funcionamiento del acoplador del bus. El micro almacena en la memoria los datos actuales.

Dependiendo del diseño del componente, las unidades de acoplamiento al bus y las unidades de aplicación se pueden conectar entre si externamente (plug-in), o bien pueden estar integradas en un solo componente (built-in) en la misma carcasa.

2.6 KNX

En mayo de 1999 los miembros de las siguientes Asociaciones fundaron la KNX Association cvba:

- EIBA (European Installation Bus Association).
- EHSa (European Home Systems Association).
- BCI (BatiBUS Club International).

La KNX Association es creadora y propietaria de KNX (el estándar mundial para el control de viviendas y edificios) y también propietaria a nivel mundial del logotipo de la marca KNX. La KNX Association es una organización sin fines de lucro gobernada por la Ley belga. Los miembros son fabricantes que desarrollan dispositivos para múltiples aplicaciones para el control de viviendas y edificios basado en KNX, como por ejemplo control de la iluminación, control de persianas y toldos, calefacción, ventilación, aire acondicionado, gestión energética, medición, supervisión, monitorización, sistemas de alarmas/intrusos, electrodomésticos, sistemas de audio y video y muchas otras más. Además de los fabricantes también pueden ser proveedores de servicios (compañías eléctricas o de telecomunicaciones) miembros de la KNX Association. (KNX Association , 2015).

2.6.1 Definición

KNX es un sistema de bus distribuido, lo que significa que no necesita ningún aparato de control central. Cada componente cuenta con su propio microprocesador.

KNX surge por la demanda, cada vez mayor, de un sistema flexible, fácil de instalar y de bajo consumo para el control de edificios inteligentes. Varios fabricantes se unieron para constituir KNX con el propósito de asegurar la compatibilidad de sus productos. De esta forma se posibilita el uso de dispositivos de distintos fabricantes en una misma instalación de bus.

KNX responde adecuadamente a las actuales necesidades, cada vez más complejas, de electrificación y automatización de edificios y viviendas que, por otra parte, son difícilmente resueltas por los sistemas eléctricos tradicionales. El sistema KNX nos permite diferentes medios de comunicación: cable bus tp, radiofrecuencia, infrarrojos, corrientes portadoras, entre otros.

2.6.2 Características

Las principales características de KNX son:

- Es un sistema descentralizado por lo cual no requiere necesariamente un controlador principal.
- Es un sistema que se puede programar para que realice ciertas acciones tras un fallo de suministro de energía eléctrica, de esta manera evitará un funcionamiento deficiente.
- Además del significativo ahorro en el cableado que representa este sistema, podemos mencionar que la instalación de un edificio se realiza de un modo más sencillo y que no representa ningún tipo de problema a la hora de una expansión o modificación de la instalación por causa de una reorganización o cambio de uso del espacio.
- Incremento de la seguridad personal y patrimonial además de ofrecer un mayor grado de confort.
- Uso más racional de la energía eléctrica.
- Todos los dispositivos de diversos fabricantes y pertenecientes a funciones distintas son compatibles entre sí ya que se trata de un protocolo no propietario.
- Gestión remota de las instalaciones así como de equipos domésticos.

2.6.3 Funcionamiento

En el sistema KNX la transmisión de las señales se hace a través de un cable o bus al que están conectados todos los dispositivos. El bus permite que todos los componentes de las instalaciones domóticas estén intercomunicados entre sí, de esta forma, es posible que cualquier componente de órdenes a cualquier otro, independientemente de la distancia entre ellos y su ubicación.

Para interconectar los dispositivos del bus en cada línea se permite cualquier tipo de topología: árbol, estrella, bus o anillo. Solamente no se permitirá cerrar anillos entre líneas situadas topológicamente en diferentes áreas.

KNX define una red jerarquizada en la cual la unidad mínima será la línea. Una línea puede tener conectada un total de 64 dispositivos como máximo. Esto depende de la carga máxima soportada por la fuente de alimentación situada en cada una de ellas. En una línea se han de cumplir las siguientes restricciones:

- Se disponga como mínimo de una fuente de alimentación.
- No supere los 1000 metros la longitud total de la instalación.
- Entre un dispositivo y la fuente de alimentación no ha de haber más de 350 metros.
- Entre los distintos elementos de la línea no pueden superarse los 750 metros.
- Haya una separación mínima entre las fuentes de alimentación de 200 metros.

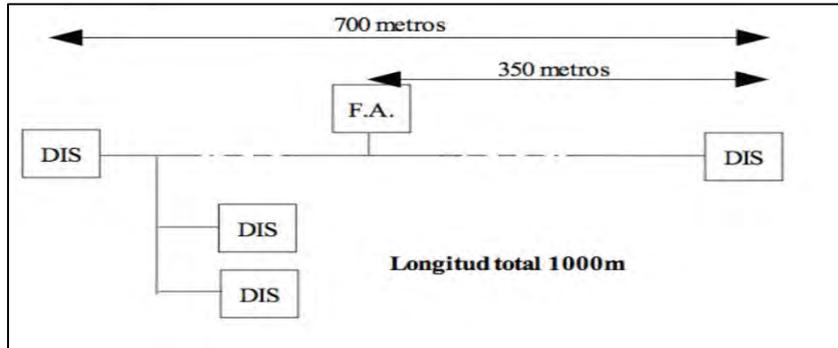


Figura 29: Conexión de dispositivos en KNX.

En el sistema EIB la línea es la parte fundamental. Uniendo varias líneas se obtiene un área. El área está formada por una línea principal o maestra desde la cual pueden salir hasta 15 líneas secundarias o esclavas. Si dijimos que se pueden tener un total de 64 dispositivos por línea, esto supone un total de 960 dispositivos por área. Las líneas secundarias o esclavas se conectan a la maestra a través de un elemento llamado acoplador de línea. Cabe señalar que a cada línea hay que dotarla de su propia fuente de alimentación y se han de cumplir las restricciones de diseño señaladas. En la figura 30, se muestra la configuración de un área.

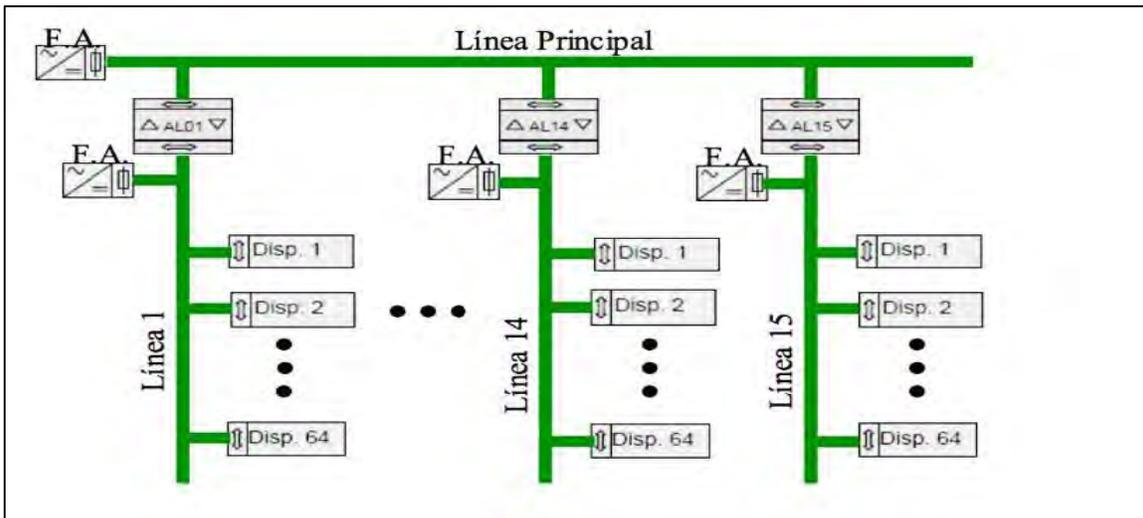


Figura 30: Configuración de un área en KNX.

De la misma forma, se puede unir hasta 15 áreas mediante una línea principal. Ésta se denominará "backbone", de esta forma, el número máximo de dispositivos que podremos gestionar será 14400. Cada área se conecta al "backbone" a través de acopladores de área.

A pesar de todo esto, por medio de repetidores se podrían insertar hasta 256 dispositivos por línea, lo que nos haría un total de 57600 aparatos conectados. En la figura 31 podemos observar el esquema.

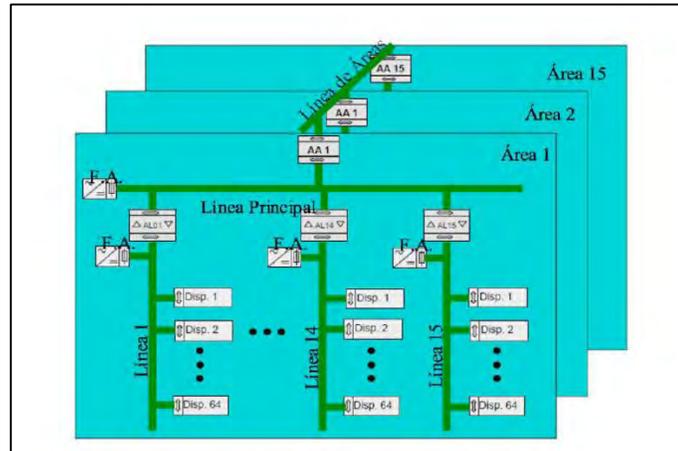


Figura 31: Conexión con áreas y líneas.

En el sistema KNX, los datos se transmiten en modo simétrico. Además, usa transmisión diferencial que, junto con la simetría de los conductores, asegura que el ruido afectará por igual a ambos. Las señales utilizadas son binarias y se transmiten en banda base. Un “1” lógico se representa con la ausencia de paso de señal, mientras que el “0” lógico se representa con un impulso negativo-positivo. En la figura 32, se muestra esta codificación.

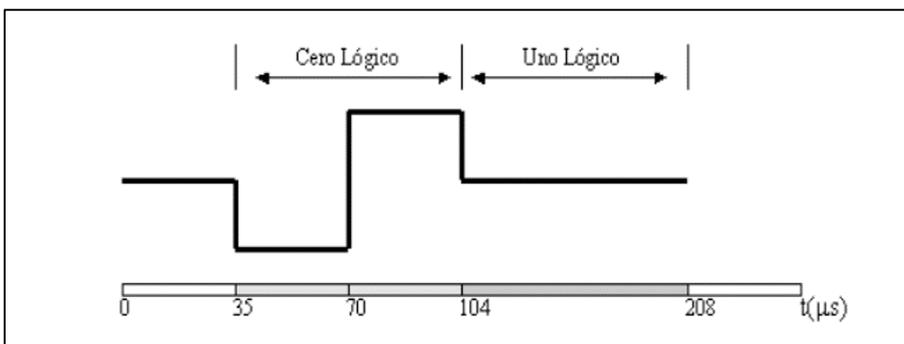


Figura 32: Transmisión de un 1 y 0 lógico en KNX.

Éste se ayuda de telegramas (también conocidos como datagramas). Para esto no influye el medio físico en el cual se transmita, lo primero que hace un dispositivo es esperar un tiempo hasta que el medio por el que va a transmitir esté libre, y una vez que esté libre espera un tiempo también para comprobar que nadie ha empezado a enviar datos. Si esto se cumple, comienza la transmisión del telegrama y una vez terminado, se espera un tiempo hasta que los dispositivos a los que se les ha enviado la información confirmen que han recibido bien el paquete. La velocidad de transferencia máxima del bus es de 9600 bps.

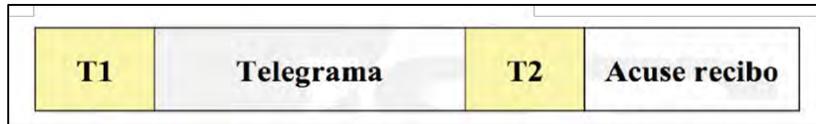


Figura 33: Transmisión de datos en KNX.

Aparte, cada byte de datos (8 bits) se agrupan formando caracteres o palabras, estos datos se componen de otros bits como se puede observar en la figura 34:

- **ST**: es un bit de inicio, que indica el comienzo de una nueva palabra.
- **P**: es el llamado bit de paridad, trabaja con paridad par y completa la suma de los bits de datos, para trabajar con dicha paridad.
- **SP**: es un bit de parada, e indica que la palabra o carácter ha terminado.
- **Pausa**: después del bit de parada se espera un tiempo de pausa equivalente a dos bits para continuar con la próxima palabra.

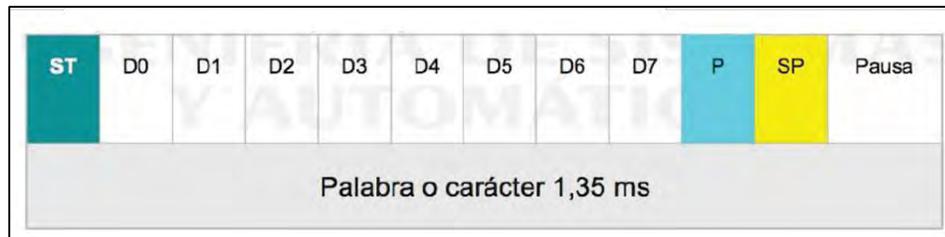


Figura 34: Transmisión de un carácter.

Estos caracteres van dentro de un paquete de datos, que está formado por los siguientes campos.

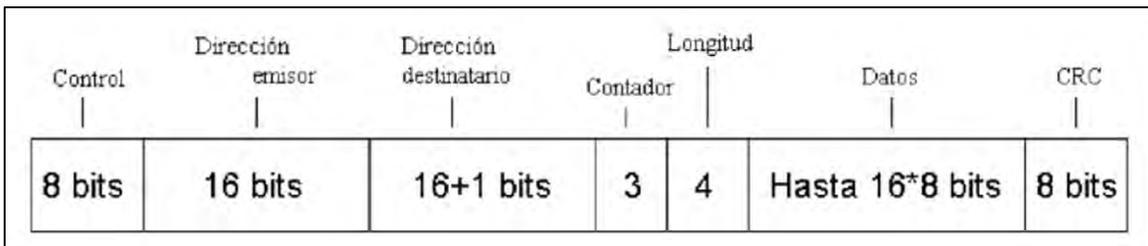


Figura 35: Paquete de datos.

El byte de control indica la prioridad del mensaje y el inicio del mismo. Tanto la dirección del emisor como la del destinatario siguen un formato determinado, añadiendo un bit más en la dirección del destinatario que indica si se trata de una dirección física o de una dirección de grupo. El contador se utiliza para funciones de enrutamiento, contando el número de saltos que ha dado el paquete. El último byte CRC se utiliza para comprobar que los anteriores han sido transmitidos correctamente.

- **Direccionamiento de la información**: la dirección física se utiliza para identificar de manera unívoca el componente de bus, describiendo su localización dentro de la topología (zona, línea y componente) dedicando los cuatro primeros bits a la zona

(15 zonas), los cuatro siguientes a la línea (15 líneas) y los ocho últimos a los componentes (256 componentes). Esto concuerda con el número máximo de dispositivos que se puede tener con el protocolo KNX.

En caso de que esta dirección sea de grupo, la forma de crearla es diferente, y se puede hacer con dos o tres subgrupos. Los subgrupos pueden ser, por ejemplo, los siguientes:

- Grupos principales: bombillas, persianas, aire acondicionado...
- Grupo intermedio: primera planta, segunda planta...
- Grupo secundario: oficinas, dormitorio...

Para ello se asignan 4 bits al grupo principal y dependiendo de si se cuenta con un grupo intermedio o no, 3 bits para el intermedio y 8 para el secundario o directamente 11 para el secundario. El último bit indica si era de grupo o dirección física. Esto se observa mejor en la figura 36.

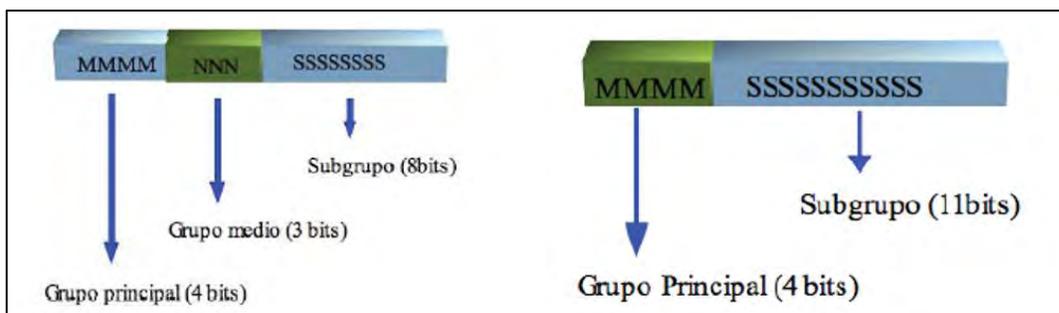


Figura 36: Dirección con tres subgrupos (izquierda) y con dos subgrupos (derecha).

Las direcciones de grupo son básicas para el funcionamiento del sistema ya que permiten relacionar sensores con actuadores. Además, estará permitido relacionar elementos de distintas áreas y distintas líneas, siempre y cuando se cumplan ciertas restricciones.

- Los sensores sólo pueden tener asociada una dirección de grupo.
- Varios actuadores pueden tener asociada una misma dirección de grupo. Cada vez que dicha dirección sea direccionada, se activarán todos los actuadores asociados a ella, respondiendo todos ellos al mismo telegrama.
- Los actuadores pueden estar asociados a varias direcciones de grupos, es decir, un actuador puede estar asociado a uno o más sensores.

El funcionamiento es el siguiente, el emisor envía un telegrama al bus. Este telegrama llega a todos los dispositivos, lo cuales leen el campo dirección de grupo y sólo los que posean dicha dirección responden de la forma oportuna. El intercambio de datos se da una vez que los dispositivos se pueden interconectar (transmitiendo datos de unos a otros con las direcciones físicas y los telegramas), sólo hace falta que se entiendan entre ellos. Para ello, es preciso que se comuniquen en el mismo “lenguaje”. Existen diferentes tipos de variables para transmitir los datos y están todas definidas dentro del EIS (EIB Interworking Standard).

2.7 LonWorks

LonWorks es un sistema abierto para domótica desarrollado por la empresa estadounidense Echelon. Su diseño permite usarlo tanto en sistemas centralizados como en sistemas descentralizados. Se trata, al igual que KNX (Konnex), de un sistema estándar, reconocido por las normativas ANSI e ISO. LON-Works es líder en el control domótico en el mercado estadounidense. La clave del sistema es un microcontrolador, denominado Neuron Chip, introducido en 1990 y fabricado inicialmente por Toshiba y Motorola.

La tecnología LonWorks consta de varios componentes:

- El Neuron Chip constituye el corazón del sistema LON.
- El protocolo LonWorks define el modo de programar los Neuron Chips para diversas aplicaciones y la forma como se comunicarán como nodos de la red.
- Los transceptores proporcionan una comunicación física entre el dispositivo y la red LonWorks. Cada medio de transmisión (par trenzado, red eléctrica, radiofrecuencia y fibra óptica) posee sus propios transceptores.

Los diversos proveedores de sistemas LON ofrecen una amplia variedad de herramientas para configurar y programar la red de control. Entre ellas, Echelon proporciona las LONBuilder y NodeBuilder para programar las aplicaciones de los chips Neuron. Además, existen también utilidades de red como LONMaker, que permiten personalizar los dispositivos y organizarlos en una red funcional.

La Asociación de Interoperatividad LonMark es la responsable de la definición de las funcionalidades que deben cumplir los dispositivos y sus requisitos mínimos. Cuando un dispositivo ha sido certificado por la LonMark, queda garantizado que se podrá comunicar con a otros dispositivos certificados, aunque pertenezcan a diferentes fabricantes.

2.7.1 Definición

El estándar LonWorks (Local Operating NetWork) fue definido por Echelon, y es reconocido por la EIA (Electronic Industries Association) como el EIA-709. Es similar al EIB pero mucho más difundido en EEUU que en Europa. Se basa en la utilización del protocolo Lontalk (ANSI/EIA 709) para redes de control, que implementa las siete capas del modelo OSI.

En esencia se trata de un sistema de control distribuido, basado en un conjunto de nodos independientes, interconectados entre sí, y cuya red está formada por nodos.

Cada uno de ellos dispone de un Neuron Chip, que incluye 3 procesadores, 2 para comunicación y 1 para el procesamiento de la aplicación. Los fabricantes de dispositivos proveen el código de aplicación que corre en el Neuron Chip y los dispositivos de E/S (Entrada/Salida) para ser conectados al Neuron Chip. La memoria de solo lectura (ROM) contiene un sistema operativo completo, llamado Neuron Chip Firmware, incluyendo el protocolo LONWORKS y una librería de funciones de E/S. El chip tiene una memoria no volátil para los datos de configuración y para el programa de aplicación.

2.7.2 Características

Dentro de las principales características se pueden destacar las siguientes:

- Sistemas de control descentralizado de Echelon, protocolo LonkTalk, extremo a extremo.
- Basado en un microprocesador especial llamado Neuron Chip.
- Sistema abierto a cualquier fabricante.
- Admite cualquier topología.
- Multitud de medios de transmisión.
- Orientado a la gestión de medianas y grandes instalaciones.
- Mecanismo de seguridad de funcionamiento sin control central.
- Flexibilidad, estandarización y robustez.
- Echelon ofrece una gama completa de productos software y hardware.
- LonTalk controla la compatibilidad de productos y servicios.

2.7.3 Funcionamiento

LonWorks contempla una arquitectura de capas basada en el modelo OSI para asegurarse que cumple con los requerimientos específicos de un sistema de control de manera fiable y robusta. El protocolo implementa las 7 capas del modelo como se muestra en la siguiente figura haciendo que sea un protocolo realmente completo y escalable.



A continuación se muestra un resumen de los servicios que ofrece cada capa:

1. En la capa física se define el medio de transmisión. Este medio asegura que cada bit enviado por un dispositivo fuente es recibido a todos los dispositivos destino.
2. La capa de enlace define el método de acceso al medio y la codificación de datos para asegurar el uso eficiente del canal de comunicaciones. La capa de enlace define cuándo un dispositivo puede transmitir tramas de datos, cómo reciben los dispositivos dichas tramas y detecta errores en la transmisión.
3. La capa de red define cómo se mandan los paquetes de mensaje desde un dispositivo fuente a uno o más dispositivos destino. En esta capa se define la manera de nombrar y direccionar los dispositivos de manera que asegure la correcta entrega de paquetes, además de definir cómo se realiza el enrutamiento de los mensajes en los diferentes canales de comunicación.
4. La capa de transporte asegura una entrega fiable de paquetes. Los mensajes pueden ser intercambiados usando un servicio de reconocimiento, de manera que el dispositivo emisor, esperará a recibir un "reconocimiento" del receptor y reenviar el mensaje si el reconocimiento no es recibido. En esta capa también se define cómo detectar mensajes duplicados y cómo son rechazados si un mensaje es reenviado por falta de reconocimiento "acknowledgement".
5. La capa de sesión añade control al intercambio de datos entre las capas inferiores. Soporta las acciones remotas para que un cliente pueda enviar peticiones a un servidor remoto y recibir la respuesta a esta petición. También chequea la autorización de los dispositivos emisores.
6. La capa de presentación añade una estructura a los datos intercambiados entre las capas inferiores definiendo la codificación de los datos de mensaje. Los mensajes pueden

ser codificados como variables de red, mensajes de aplicación, o tramas externas. La codificación inter-operable de las variables de red se consigue con el estándar de los tipos de variables de red (SNVTs).

7. La capa de aplicación aporta compatibilidad de aplicaciones a los datos intercambiados por las otras capas. Esta capa también define un protocolo de transferencia que es usado para transferir cadenas de datos entre las distintas aplicaciones.

Todos los dispositivos LonWorks vienen equipados con el chip Neuron, este contiene el protocolo LonTalk en su memoria EEPROM, al igual que en los microcontroladores de los dispositivos KNX, en el están almacenados los programas que proporcionan al nodo doméstico sus funcionalidades y parámetros básicos. El módulo de aplicación permite conectar el chip con las unidades de entrada y salida. El botón de servicio y el LED de servicio son dos componentes importantes de cualquier dispositivo LonWorks. El botón de servicio envía a través del bus el Identificador del chip Neuron, un identificador único de 48 bits asignado por el fabricante que permite, a través de las herramientas de programación, su identificación e integración en la red LonWorks. El LED de servicio, por su parte, muestra el estado actual del dispositivo durante la programación (Domóticas, 2011).

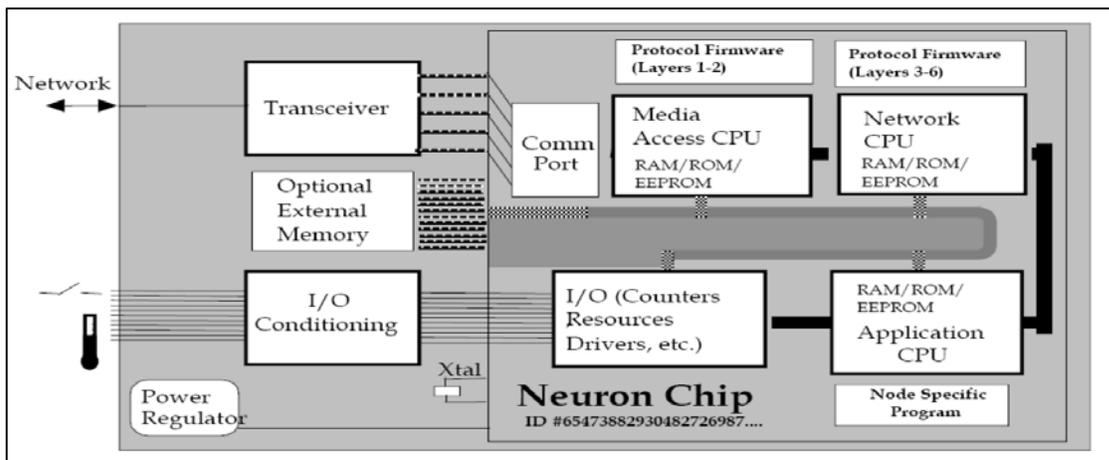


Figura 38: Componentes de un Dispositivo LonWoks.

La alimentación de los dispositivos de la red se hace habitualmente al igual que en las redes KNX mediante el propio bus de datos, sumando una señal en corriente continua de 42 V a la señal de datos de corriente alterna. Para alimentar los dispositivos se precisa en ese caso un transceptor que debe ser capaz de separar la señal de datos y la señal de alimentación. La red LonWorks admite diversas topologías: bus, estrella y anillo.

Para evitar que la señal sea reflejada al final del cable deben instalarse en sus extremos resistencias de 107 Ω . En la topología en estrella o en anillo se alcanzan distancias de hasta 500 metros y se deben instalar terminadores con una resistencia de 53 Ω . Los adaptadores

de la alimentación a través del cable bus llevan ya integrados los terminadores correspondientes.

En la red se pueden configurar diferentes subredes, que desempeñan un papel similar a las áreas de la red KNX. Cada subred puede contar, como máximo, con 128 nodos direccionables. Si se requieren más dispositivos o si la longitud del segmento de línea es superior a la permitida se debe instalar un repetidor. Además de los repetidores pueden instalarse routers para comunicar dispositivos conectados a diversos medios de transmisión: estos routers pueden, además de retransmitir los datagramas que les llegan, actuar como filtros, incrementando así la flexibilidad de la red.

Transmisión de los datos

En la mayor parte de dispositivos LonWorks, es indiferente conectarlos con una u otra polaridad. El modo de codificación de los datos que emplea el protocolo no emplea el nivel de señal (una tensión más o menos elevada) para codificar los "0" y los "1", sino que utiliza las transiciones o cambios en el nivel de tensión para representar los dígitos binarios.

- La codificación que emplea el protocolo LonWorks se denomina Manchester Diferencial. Para cada bit transmitido hay un cambio en el nivel de tensión de la señal, lo que presenta la ventaja de incluir en la propia codificación de los datos la señal de sincronización o señal de reloj. Cuando se codifica un **cer**o existe un cambio adicional en el nivel de tensión: cuando se codifica un **uno**, no existe tal cambio. En la figura 39 podemos observar los niveles de señal para una secuencia de bits.

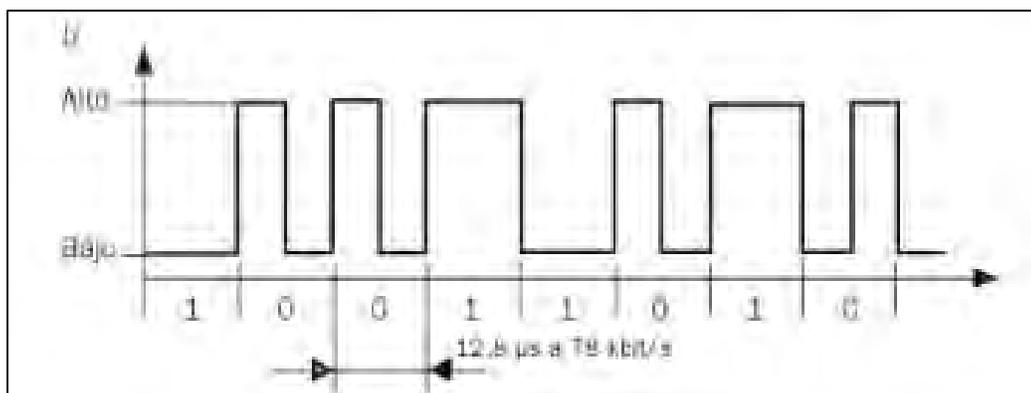


Figura 39: Transmisión de datos sobre el bus.

Integración en una red

Una vez conectados físicamente, los dispositivos envían y reciben tramas de datos a través de variables de red. Estas variables están vinculadas unas a otras formando enlaces lógicos independientes de la ubicación física que los dispositivos poseen en la topología de la red LonWorks; posteriormente, será necesario establecer los parámetros de cada nodo e

integrar las variables del dispositivo en la red. Estos procesos se efectúan a través de diversas aplicaciones informáticas.

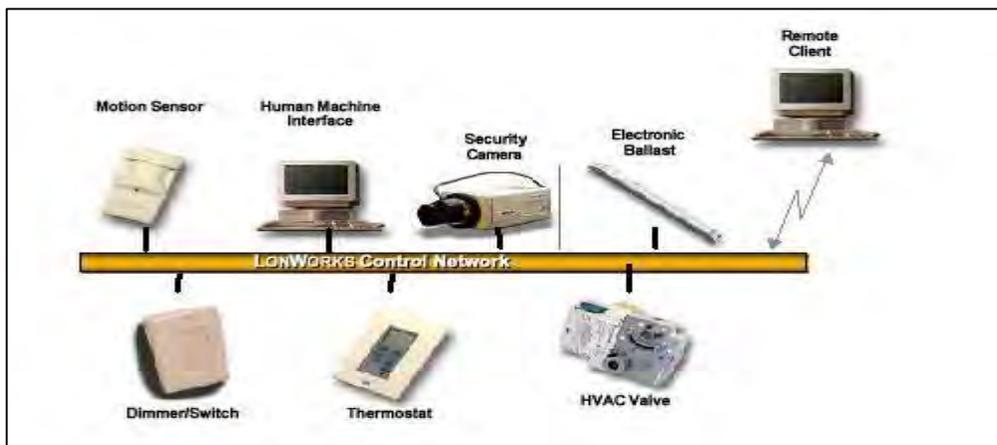


Figura 40: Red de control LonWorks.

2.8 X-10

Entre 1976 y 1978 se desarrolló la tecnología X-10 en Glenrothes, Escocia, por ingenieros de la empresa Pico Electronics Ltd. En la actualidad se distribuye X-10 en todo el mundo.

Esta empresa comenzó a desarrollar el proyecto con la idea de obtener un circuito que se pudiera implementar en un dispositivo para ser controlado remotamente. Su funcionamiento se basa en la utilización de la red eléctrica existente en cualquier tipo de edificio, ya sea casa u oficina, como medio físico para la comunicación interna de los distintos componentes del sistema domótico.

2.8.1 Definición

El protocolo X-10 es un estándar de comunicación para transmitir señales de control entre equipos de automatización del hogar (permite conectar dispositivos a la red eléctrica, persianas, luces, toldos y demás equipos) a través de la red eléctrica (220 V o 110 V). Por ser un protocolo estandarizado y debido a que no se necesita instalar cables adicionales, este tipo de transmisión fue adoptado por varias marcas de equipos de automatización y seguridad en todo el mundo haciéndolos compatibles entre sí.

Se basa en un formato de transmisión por corriente portadora PLC (Power line Carrier), que consiste en la transmisión de información codificada dentro de la señal senoidal de corriente alterna que suministra la compañía eléctrica (Cristóbal Romero Morales, 2007).

El principio de la transmisión PLC consiste en superponer una señal de alta frecuencia y niveles bajos de energía a la red eléctrica (baja frecuencia y alta energía) de 220 V/50 Hz en Europa o 120V/60 Hz en EEUU.

2.8.2 Características

El protocolo X-10 se caracteriza principalmente por los siguientes puntos:

- Sistema de control domótico descentralizado, cualquier dispositivo puede tanto emitir como recibir.
- X-10 permite controlar hasta 256 dispositivos dentro de una misma instalación.
- Reducido ancho de banda comparado con el de otras soluciones actuales.
- Su ámbito de aplicación se suele reducir a viviendas.
- Reconfigurable.
- De instalación sencilla y fácil de manejar por el usuario.
- Compatibilidad casi absoluta con los productos de la misma gama, tomando en cuenta al fabricante y antigüedad.
- Flexible y ampliable.
- Utiliza la línea eléctrica para transmitir energía e información.

2.8.3 Funcionamiento

Como ya se mencionó X-10 es un estándar para la transmisión de información por corrientes portadoras. Utiliza modulación de ondas, siendo la señal de 220 VAC la onda portadora. Como moduladora se utiliza una señal de muy bajo voltaje a 120 KHz.

La onda modulada actúa a lo largo de los ciclos como generadora de código digital. El protocolo X-10 está compuesto de 11 ciclos de tensión alterna de 120 KHz. A grandes rasgos se puede decir que la existencia de esta señal representa un uno y su ausencia un cero. Los primeros cuatro bits representan el código de inicio, donde la ausencia de la señal de 120 KHz en un semiciclo representa un cero y lo contrario un uno.

Para un mejor entendimiento, las señales de la Figura 41 muestran cómo se vería a través de un filtro pasa-altas. La forma de la curva de 60 Hz solo se muestra como referencia.

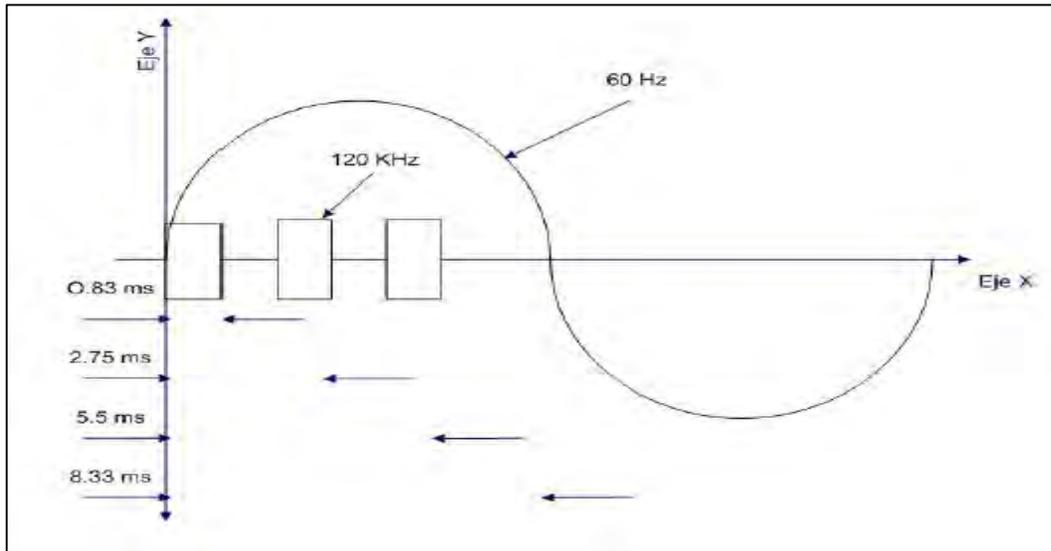


Figura 41: Onda modulada resultante.

La señal de 60 Hz (corriente) alimenta a los receptores y la señal de 120 KHz (de información) se filtra y es recibida por los receptores.

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

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

Por lo tanto, el tiempo de bit coincide con los 20 microsegundos que dura el ciclo de la señal, de tal forma que la velocidad binaria de 50 bps (bits por segundo) viene dada por la frecuencia de la red eléctrica en Europa (50 Hz). En Estados Unidos la velocidad binaria es de 60 bps (bits por segundo), ya que la frecuencia de la red eléctrica es de 60 Hz.

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

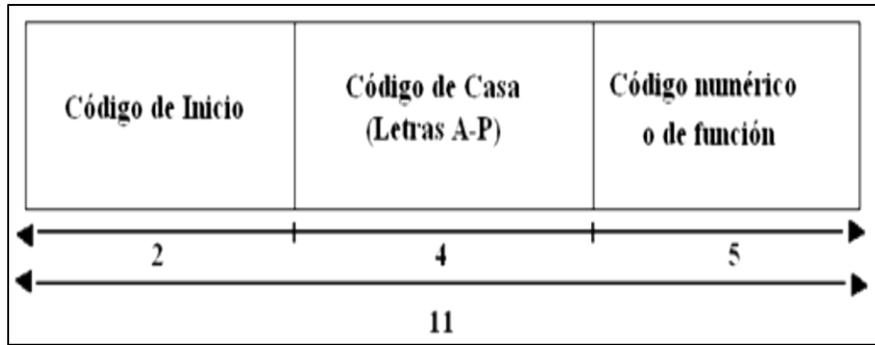


Figura 42: Trama X-10.

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

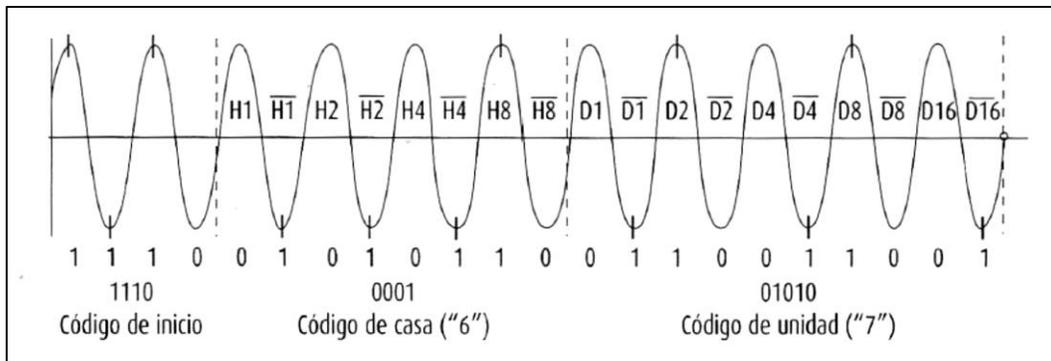


Figura 43: Codificación de la trama X-10 dentro de la onda de corriente alterna.

En la figura 43, la línea vertical en cada cresta representa la señal de 120 KHz. Se puede observar que inmediatamente después de los primeros dos ciclos que representan el código de inicio (cuatro bits), se tiene dos bloques; el primero representa el código de casa y comprende otros cuatro bits y el segundo representa el código de unidad (numérico o función) y comprende los últimos cinco bits del protocolo.

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

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

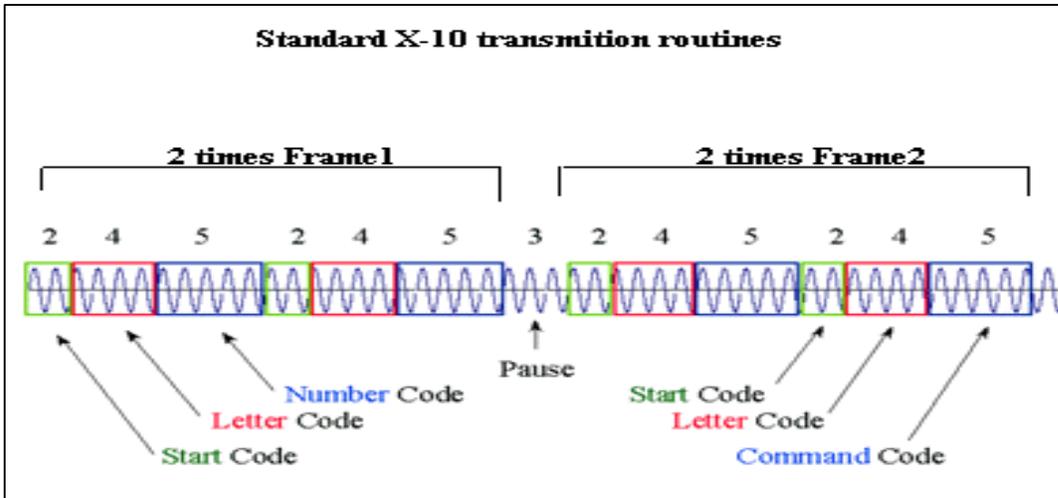


Figura 44: Ejemplo de funcionamiento del protocolo X-10.

2.9 Otros estándares

2.9.1 HBS

Algo de Historia del estándar HBS:

- En 1981 se inició la investigación del estándar HBS.
- 1983 se propuso la primera versión de la especificación estándar HBS.
- 1986 La especificación estándar japonesa HBS llamado ET2101 recomendado por EIAJ / REEA.
- 1987 se propuso una especificación Super-HBS para condominios.
- 1988 se propuso un concepto de sistema de pruebas de conformidad para HBS para el siglo 21.
- 1997 se desarrolló el gateway HBS / RDSI.

- 2000 se propuso un sistema de prueba de conformidad remoto HBS a través de RDSI.
- 2006 se propuso un sistema de cuidado de salud en el hogar, utilizando internet para el médico de familiar.

2.9.1.1 Definición

HBS (Home Bus System) es un estándar creado por un consorcio de empresas japonesas y el gobierno nipón. Como medio de comunicación puede utilizar cualquiera de los medios que normalmente se usan en instalaciones domóticas e inmótica, aunque normalmente usa par trenzado y coaxial. Inicialmente se basó en dos cables coaxiales y cuatro pares trenzados. Se desarrollaban los protocolos de comunicación para los mismos y así se podía reducir el número de cables en función de las aplicaciones a utilizar. Su objetivo es especificar un estándar de comunicación de dispositivos domóticos y asegurar la unión de pares trenzados y cables coaxiales con dispositivos telefónicos y audio/video.

El estándar clasifica los sistemas de automatización en cuatro grupos: sistemas de información doméstica, sistemas de gestión doméstica, sistemas de audio - vídeo y sistemas de seguridad. Prácticamente todas las aplicaciones actuales y en desarrollo se pueden englobar en alguno de los cuatro grupos. La topología es tipo bus. El sistema tiende al procesamiento distribuido de la información, evitando la centralización del control de la red en un único punto.

2.9.2 HES

El Home Electronic System (HES) es un estándar avalado por la ISO (Organización Internacional de Normalización) y el IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) de Ginebra, Suiza que se encuentra en desarrollo, por un grupo de trabajo formal.

La pertenencia a este organismo de normalización se compone de 20 países participantes-miembros y 13 países observadores-miembros. Los países participantes-miembros están obligados a votar en cada proyecto de la norma, los países observadores-miembros también pueden emitir sus votos. Siempre que sea posible, las observaciones presentadas con votos negativos se resuelven a buscar el consenso entre los países con derecho a voto.

La Unión Europea está considerando este tipo de normas. Por lo tanto, es necesario que los fabricantes tomen en cuenta las normas internacionales y participen en la creación o modificación de normas.

Los técnicos de los siguientes países se reúnen dos veces al año para formular la norma HES: Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Países Bajos, Noruega, Suecia, el Reino Unido y los Estados Unidos.

2.9.2.1 Definición

HES (Home Electric System) es un estándar ISO/IEC en desarrollo a nivel hardware y software que pretende operar en una variedad de entornos de red doméstica. Existen tres tipos de clases de HES: para telecontrol (clase 1), para ancho de banda medio (clase 2) y para ancho de banda alto (clase 3).

Permite diferentes tipos de medios: par trenzado, infrarrojos, radio frecuencia, etc. Define dos interfaces para conectar cualquier dispositivo de cualquier fabricante: Universal Interface (UI) y el Process Interface (PI).

Hay dos tipos de conformidad con el estándar:

- Tipo A. Dispositivos independientes del medio.
- Tipo B. Dispositivos dependientes del medio que necesiten adaptador.

2.9.2.2 Características

De sus principales características destacan las siguientes:

- Interfaz universal: un módulo de interfaz es incorporado en un dispositivo para comunicarse a través de una variedad de redes de automatización del hogar.
- Command Language: un lenguaje de comunicaciones aparato a aparato independiente de la red que transmite los mensajes.
- HomeGate: un gateway residencial para enlazar redes de control externo con redes de proveedores de servicios.

El Grupo de Trabajo HES también ha sido creado para investigar las aplicaciones de las redes de comando, control y comunicaciones en edificios comerciales y de uso mixto.

Capítulo 3

3. Dispositivos, sistemas y tecnologías existentes.

Las viviendas y edificios domóticos no difieren mucho de los tradicionales, en ellos se encuentran los habituales equipos domésticos e instalaciones, como por ejemplo los electrodomésticos, el agua, gas, electricidad, calefacción entre otros. La principal diferencia, radica en la incorporación de una serie de sistemas y dispositivos que permiten controlar y automatizar de forma eficiente estos equipos e instalaciones (por ejemplo, programación y zonificación de la calefacción, detección de fugas de agua con el corte automático del suministro, entre otros.).

Los distintos tipos de dispositivos que podemos encontrar en una vivienda o edificio domótico son: la pasarela residencial, el sistema de control centralizado, sensores, actuadores, interruptores, los aparatos electrónicos y electrodomésticos dotados de tecnología digital y capacidad de intercomunicación.

Las redes internas de la vivienda o edificio domótico son las encargadas de enlazar los dispositivos permitiendo la comunicación entre ellos. Estas se caracterizan por un determinado medio de transmisión (el soporte físico de la comunicación) y protocolo (el lenguaje utilizado para la comunicación). Existen distintos tipos de redes dependiendo de los dispositivos a interconectar:

- Red de control o red domótica: conecta la pasarela con los sensores, actuadores y electrodomésticos. La utiliza la pasarela para gobernar los sistemas domóticos. Este tipo de red normalmente tiene un bajo ancho de banda. Entre las tecnologías utilizadas, cabe destacar: X-10, KNX, EIB, LonWorks, BACnet, etc.
- Red de datos: conecta los distintos ordenadores entre sí y con sus periféricos. Se utiliza para compartir recursos informáticos: acceso a internet, archivos, programas, impresoras, escáneres, etc. Normalmente requiere un ancho de banda medio-alto. Entre otras tecnologías, nos encontramos con: USB, FireWire, HomePlug, Bluetooth, Wi-Fi, etc.
- Red multimedia o red de entretenimiento: conecta los aparatos electrónicos de consumo entre sí. Se utiliza para la distribución de contenidos de audio de alta fidelidad y vídeo de alta calidad por todo el hogar. Requiere un ancho de banda muy elevado. Las principales tecnologías son: HAVi, UPnP y Jini.

En este capítulo se describirán los dispositivos que conforman una vivienda o edificio domótico, así como algunos sistemas domóticos y las principales tecnologías existentes.

3.1 Dispositivos de una vivienda o edificio Domótico

3.1.1 La Pasarela Residencial

La pasarela residencial es el dispositivo frontera entre las distintas redes de acceso externas y las redes internas del edificio o vivienda inteligente. Las pasarelas residenciales resuelven las necesidades actuales de convergencia que se están produciendo con la aparición de nuevas tecnologías de comunicaciones en los hogares: el aumento de conexiones a internet de banda ancha; y el incremento del número de PC en los hogares y la aparición de nuevos dispositivos y electrodomésticos que necesitan estar en red para implementar nuevas y útiles prestaciones. Dado que ahora existen varios equipos en la vivienda que pueden conectarse a internet u otras redes, es lógico pensar en la instalación de una red de área doméstica interna en la vivienda y que un único dispositivo, como la pasarela residencial, se encargue de gestionar el punto único de acceso a todas estas redes.

La pasarela residencial es el dispositivo encargado de realizar las siguientes actividades:

- La adaptación de los protocolos utilizados por los distintos dispositivos a todos los niveles.
- La monitorización y supervisión del funcionamiento de todas las redes de comunicaciones.
- La gestión de todos los dispositivos internos de forma local o remota.
- La gestión de servicios internos.
- La gestión de la seguridad y privacidad de las comunicaciones.



Figura 45: Pasarela residencial.

Para asegurar la compatibilidad de la pasarela residencial y los servicios ejecutados en ella, nació la OSGi Alliance en marzo de 1999. El cumplimiento de las especificaciones de la OSGi por la pasarela, permite a los usuarios descargar servicios bajo demanda de cualquier proveedor de servicios o contenidos, siendo la pasarela la que gestiona la instalación y configuración de estos servicios sin interferir con otros dispositivos.

3.1.2 Sistema de Control Centralizado

El sistema de control centralizado es un cerebro electrónico encargado de recoger toda la información proporcionada por los sensores distribuidos en los distintos puntos de control de la vivienda, procesa y genera las órdenes que ejecutarán los actuadores.

Hace algunos unos años, se utilizaban distintos sistemas de control para gestionar la iluminación, la seguridad, la calefacción, el aire acondicionado, el consumo energético, electrodomésticos, etc. Hoy en día, lo habitual es integrar todas las funciones en un único dispositivo, con el fin de reducir el equipamiento necesario en el edificio.

Por lo general, los fabricantes de sistemas domóticos comercializan soluciones que constan de un sistema de control centralizado y una extensa gama de sensores y actuadores, que pueden ir siendo adquiridos poco a poco por los usuarios según se vayan necesitando. Esto asegura la compatibilidad total entre el sistema de control central, los sensores y actuadores distribuidos por toda la vivienda. Es importante asegurarse también de que el sistema de control centralizado y la pasarela son compatibles.

El sistema de control centralizado deberá ubicarse cerca de un enchufe, ya que requieren por lo general alimentación de la red eléctrica. Para evitar la caída de la centralita ante un fallo de potencia, éste suele incluir también pilas de litio de larga duración.

La información recibida de los sensores en la unidad de control centralizada se procesa según un algoritmo introducido en la memoria del sistema; además, la unidad de control es capaz de proporcionar información del estado del sistema al operador. Por otro lado, el operador tiene la posibilidad de intervenir en el proceso, o bien tomar el mando completo del mismo. Las acciones a tomar serán enviadas a los distintos actuadores, con el fin de que se produzca la respuesta deseada.

Desde el sistema de control centralizado, el usuario puede programar y controlar todos los sensores y actuadores del hogar. Hasta hace pocos años, existían pocas alternativas para interactuar con los sistemas domóticos.

Los sistemas se podían operar principalmente de forma local, a través de un teclado y pantalla embebidos en la misma centralita; no obstante, las alternativas actuales son mucho

mayores: nuevas interfaces locales como los pulsadores y mandos, interfaces vocales accesibles mediante las redes telefónicas, interfaces Web accesibles a través de Internet o la Intranet, mensajes móviles que permiten informar al usuario de determinados eventos o incidencias, etc.

Cuando la vivienda cuenta con una pasarela, en vez de conectar el sistema de control centralizado a las redes telefónicas y de datos externas, estos se conectan a la pasarela que fungirá como intermediaria.



Figura 46: Sistema de control centralizado, sensores y actuadores.

3.1.3 Sensores

Los sensores son los elementos encargados de recoger información de los diferentes parámetros que controlan (la temperatura ambiente, la existencia de fugas de agua o gas, la presencia de luz solar suficiente en una habitación, etc.) para después enviarla al sistema de control centralizado y este en consecuencia llevar a cabo alguna acción.

Los sensores no se conectan por lo general a la red eléctrica sino que llevan una pila incorporada, con una duración de dos a cinco años. Esto supone una mayor flexibilidad respecto a otros dispositivos como los actuadores a la hora de ser introducidos en la vivienda domótica, ya que así se pueden instalar en cualquier lugar de la misma.

Existe una gran variedad de sensores o detectores utilizados para la automatización en edificios, siendo los más comúnmente utilizados: el termostato de ambiente, el detector de gas, los detectores de humo y calor, la sonda humedad y los sensores de presencia.

3.1.4 Actuadores

Los actuadores son los dispositivos utilizados por el sistema de control centralizado, para modificar el estado de ciertos equipos o instalaciones (el aumento o la disminución de la calefacción o el aire acondicionado, el corte del suministro de gas o agua, el envío de una alarma a una centralita de seguridad, etc.). Estos dispositivos suelen estar distribuidos por toda la vivienda y, según el modelo, pueden admitir baterías. En algunos casos, el sensor y el actuador son integrados en el mismo dispositivo.

Entre los más comúnmente utilizados están: los contactores (o relés de actuación) de carril DIN, los contactores para base de enchufe, las electroválvulas de corte de suministro (gas y agua), las válvulas para la zonificación de la calefacción por agua caliente, y sirenas o elementos zumbadores para el aviso de alarmas.

3.1.5 Electrodomésticos Inteligentes

Los electrodomésticos tradicionales facilitan las tareas cotidianas. La nueva generación de electrodomésticos (refrigeradores, lavadoras, lavavajillas, hornos, microondas, secadoras, etc.), que no tardarán en formar parte del mobiliario de los hogares (en especial de las cocinas), no tienen nada que ver con los que habitualmente están disponibles en los comercios. Estos electrodomésticos, conocidos por electrodomésticos inteligentes o electrodomésticos domóticos, estarán interconectados a través de la red de control y la pasarela residencial, pudiendo intercambiar información y comunicarse unos con otros aparatos, o ser programados y controlados por smartphone o tablet desde internet. Estos electrodomésticos, por sus necesidades de potencia, deberán ser conectados a la red eléctrica.

Por otro lado, los nuevos electrodomésticos se suelen caracterizar por una alta eficiencia, un bajo nivel de ruido, un bajo consumo y la incorporación de sistemas ahorro energético. Las funciones especiales para mejorar y controlar el consumo energético, son muy importantes en estos dispositivos, ya que suelen ser los dispositivos con mayor consumo de energía eléctrica en una vivienda. Se tienen así por ejemplo los gasodomésticos o electrodomésticos que funcionan con gas natural (una energía limpia y no contaminante), que consumen mucho menos que los eléctricos y tienen además un tiempo de vida mucho mayor. También los lavavajillas y lavadoras bitérmicas, que permiten que el agua caliente que usan entre directamente desde la red de agua caliente del calentador de la caldera de gas, consiguiendo así un menor costo y un menor tiempo de lavado. Su programación y control es además mucho más sencillo que el de los electrodomésticos tradicionales, ofreciendo intuitivas interfaces gráficas embebidas en sus pantallas táctiles.

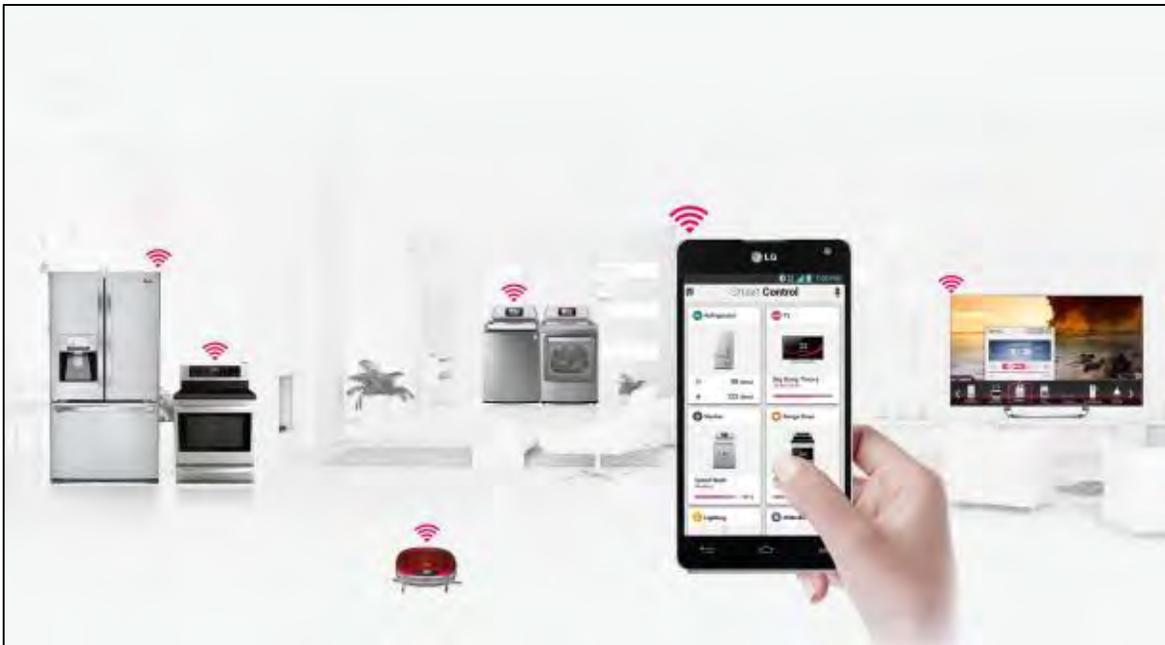


Figura 47: Electrodomésticos inteligentes.

3.1.6 Aparatos Electrónicos Inteligentes

Mientras los electrodomésticos suelen estar destinados a la realización de tareas cotidianas lo más cómodamente posible, los aparatos electrónicos de consumo, cada vez más habituales en los hogares, suelen estar dedicados más a actividades de entretenimiento.

Los aparatos electrónicos inteligentes son dispositivos que integran cada vez más funciones, teniendo un ámbito de aplicación mayor a aquel para el que fueron creados. Los contenidos digitales creados también a partir de estos aparatos pueden ser además fácilmente retocados, modificados y transferidos de unos a otros. Así, estos dispositivos, tradicionalmente aislados unos de otros, están incorporando funciones de comunicación entre ellos, posibilitando la transferencia de información (vídeos, fotos, música, etc.) de una forma rápida y sencilla. Para conseguir este objetivo de interoperabilidad, se creó precisamente el Digital Home Working Group en junio del año 2003. El manejo de estos nuevos dispositivos digitales va siendo además cada vez más sencillo, gracias a la mejora de las interfaces con el usuario y los continuos avances en los protocolos de configuración automática.

El ejemplo más claro es el teléfono móvil (smartphone), que de mero teléfono, ha ido integrando funciones propias de una agenda, grabadora, cámara de fotos, consola de videojuegos, reproductor de contenidos multimedia, etc. El teléfono móvil, junto a las PDA (Personal Digital Agenda) y tablets se convertirán también en los dispositivos que

permitirán controlar, en cualquier momento y desde cualquier lugar, la vivienda o edificio domótico. También hay que mencionar: las cámaras de fotos digitales, las cámaras web, las consolas de videojuegos, reproductores MP3 con disco duro, los sistemas de teatro en casa, los decodificadores de televisión digital terrestre, los DVR (Digital Video Recorder) o grabadoras de vídeo digital con disco duro, o radio por Internet o i-radios entre muchos otros.



Figura 48: Aparatos electrónicos inteligentes.

3.1.7 Dispositivos X-10



Transmisores: estos transmisores envían una señal especialmente codificada de bajo voltaje que es superpuesta sobre el voltaje del cableado. Un transmisor es capaz de enviar información hasta 256 dispositivos sobre el cableado eléctrico. Múltiples transmisores pueden enviar señales al mismo módulo.



Figura 49: Transmisor X-10.



Receptores: estos reciben la señal enviada por el transmisor, como los receptores y transmisores, pueden comunicarse con 256 direcciones distintas

Cuando se usan con algunos controladores de computadoras, estos dispositivos pueden reportar su estado.



Figura 50: Receptor X-10.



Bidireccionales: estos dispositivos toman la señal enviada por los dispositivos transmisores. Una vez que la señal es recibida el dispositivo responde encendiéndose (ON) o apagándose (OFF). Los receptores generalmente tienen un código establecido por el usuario para indicar la dirección del dispositivo. Múltiples dispositivos con el mismo código pueden co-existir y responder al mismo tiempo dentro de una misma casa. 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 una PC con un programa que muestre los estados en que se encuentra la instalación domótica de la vivienda. Este es el caso del Programador para PC.



Figura 51: Dispositivos Bidireccionales X-10.



Inalámbricos: es una unidad que permite conectarse a través de una antena y enviar señales de radio desde una unidad inalámbrica e inyectar la señal X-10 en el cableado eléctrico (como los controles remotos para abrir los portones de los garajes). Estas unidades no están habilitadas para controlar directamente a un receptor X-10, debe utilizarse un módulo transceptor.



Figura 52: Dispositivo X-10 inalámbrico.

3.2 Sistemas

3.2.1 Amigo

Amigo es un sistema domótico descentralizado, formado por una serie de módulos (de entradas/salidas) que permanecen en comunicación a través de un bus de control, así como de una fuente de alimentación específica del sistema. A cada uno de estos módulos se conectan sensores y actuadores de tipo universal. Al realizar la configuración de los módulos se relacionan las diferentes entradas con las salidas a las que se quieren asociar. De este modo la señal detectada en una entrada procedente del sensor conectado a ella, efectúa una señal de respuesta que hace accionar al actuador conectado a la salida asociada.

Utiliza el protocolo BatiBus. Este sistema es más indicado para viviendas en construcción ya que necesita un cableado dedicado y un bus.

El sistema Amigo se fundamenta en la colocación de una fuente de alimentación en el cuadro eléctrico de la vivienda y de un cableado de dos hilos (bus) por toda la vivienda, al cual se conectan los módulos de entrada/salida disponibles en la instalación. A cada uno de estos módulos se conectan sensores y actuadores de tipo universal.

Los módulos se configuran mediante pulsadores (la configuración se mantiene incluso con ausencia de tensión sin necesidad de baterías). Cada módulo puede realizar cualquier aplicación, pudiendo ser configurado en 5 modos diferentes para adaptarse a cada tipo de aplicación. La configuración de la instalación puede realizarse progresivamente (módulo a módulo o aplicación a aplicación) y comprobar inmediatamente el resultado. Además, se pueden configurar los módulos antes o después de ser instalados en la vivienda. Siempre es posible reconfigurarlos si la instalación evoluciona o se modifican las necesidades del usuario.

Los sensores y actuadores instalados en este sistema pueden ser cualquiera del mercado que maneje con señales de 230 VCA.

Las señales de control emitidas por los sensores son detectadas en las entradas de los módulos y posteriormente son transmitidas a través del bus a las salidas de los módulos configurados como respuesta a estas entradas. Se pueden conectar termostatos, programadores, racionalizadores, transmisores/receptores telefónicos para el control telefónico, etc.

Todas las funciones pueden activarse, opcionalmente, a través de un mando a distancia de infrarrojos. Las órdenes dirigidas a los módulos pueden realizarse a nivel individual, por zonas o general y de forma manual, automática y programada.

La instalación se realiza con un pre-cableado (del bus) paralelo a la instalación eléctrica tradicional por todo el perímetro de la vivienda. Posteriormente, se van añadiendo módulos Amigo en función del número de aplicaciones seleccionadas y la fuente de alimentación en el cuadro eléctrico. Se conectan los elementos sensores y actuadores a las entradas y salidas adecuadas de los módulos instalados y se realiza la configuración de éstos.

3.2.2 BIODOM

BIODOM es un sistema versátil, modular y fácil de instalar. Está basado en una central de gestión que controla un conjunto de módulos de entrada/salida a los que se conectan sensores y actuadores de tipo universal. La comunicación entre la central y los módulos se realiza por la propia red eléctrica. El sistema a través de los módulos de entrada/salida puede controlar cualquier aparato conectado a la red eléctrica de la vivienda o compatible con el protocolo de comunicaciones utilizado. Los sensores y actuadores se conectan a los módulos mediante un cableado dedicado.

Se basa en el estándar EHS (European Home System). El cumplimiento de este protocolo asegura la compatibilidad de este sistema domótico con otros sistemas que cumplan esta normativa, pudiendo compartir dispositivos entre sí.

La funcionalidad del sistema lo hace apropiado para cualquier tipo de instalación eléctrica, tanto en viviendas de nueva construcción como existentes, pero resulta más apropiado para viviendas existentes ya que se comunica a través de la propia red eléctrica.

BIODOM está formado por varios componentes:

- Controlador: centraliza el control del sistema e integra una interfaz con el usuario mediante la televisión (a través del euro conector) que se maneja con un mando a distancia de solo cuatro botones. Realiza periódicamente un auto chequeo de los dispositivos domóticos conectados a la red, generando un aviso en caso de que alguno de ellos no esté funcionando correctamente.
- Interfaz telefónico: permite el control remoto del sistema y generar llamadas de alarma a abonados telefónicos o a una central de recepción de alarmas. Responde con mensajes hablados dando instrucciones de uso y confirmando las acciones realizadas.

Varios módulos entrada/salida: permiten leer el estado de sensores y pulsadores. Éstos han sido diseñados para adaptarse a la gama de productos Playbus de la línea Eurodomo de Gewiss y utilizar los sensores y actuadores disponibles.

Los módulos entrada/salida leen el estado de control proporcionado por sensores y pulsadores, lo codifican y lo envían a través de la red eléctrica al controlador principal. Éste, en función de su programación (que relaciona las direcciones de una entrada con una salida asociada), envía órdenes a los módulos de entrada/salida empleando de nuevo la comunicación a través de la red eléctrica. En respuesta a estos mensajes, los módulos cambian el estado de las salidas correspondientes, actuando sobre los aparatos o elementos que están conectados a éstas.

La instalación es sencilla. Todo el sistema sigue la filosofía “Plug and Play” de forma que tras la conexión de un nuevo elemento a la red se realiza un proceso de auto reconocimiento sin necesidad de realizar configuración alguna.

El instalador puede modificar la programación del controlador, conectando al puerto serie RS-232 un PC o un módem. Se utiliza un software que es compatible con el sistema operativo Windows (DOMOCAD).

3.2.3 CARDIO

CARDIO es un sistema domótico basado en una unidad central que gestiona sus diferentes entradas y salidas siguiendo perfiles de programación y configuración. Permite el control y gestión, de manera local o remota, de los equipos de la vivienda (climatización, dispositivos eléctricos e iluminación) y de un sistema de seguridad propio.

Se conectan directamente a la central de gestión mediante cableado específico (en este caso, buses de 2 hilos), se encuentran, entre otros dispositivos, una consola con pantalla táctil, que se utiliza como interfaz de usuario, y diferentes módulos de salida, que actuarán sobre los equipos a controlar. Estos pueden ser módulos de X-10 o módulos dimmer, dependiendo de si se desea un medio de transmisión por corrientes portadoras, por cableado dedicado o ambos. Para disponer de las aplicaciones de comunicaciones (control remoto y transmisión de alarmas a números de abonado), también deberá conectarse otro módulo a la unidad central mediante 8 hilos.

El sistema CARDIO utiliza un protocolo propietario para la comunicación entre la central de gestión y los diferentes dispositivos conectados a ella (módulos de salida, interfaz de usuario, etc.).

Los módulos de salida actúan sobre los equipos a controlar de dos maneras distintas: los módulos X-10 lo hacen por corrientes portadoras, mientras que los módulos dimmer utilizan un cableado dedicado (es decir, sin ningún protocolo).

Este sistema puede acoplarse a la instalación eléctrica de una vivienda de nueva construcción o existente, con algunas modificaciones de la instalación eléctrica habitual.

Aunque para una instalación sencilla no es necesario un cableado muy extenso, siempre es más recomendable para viviendas de nueva construcción.

La unidad central del sistema CARDIO dispone de las siguientes entradas y salidas: Tres relés para control de automatismos, salida para el control de la climatización, salida para el control del sistema de ventilación y la calefacción auxiliar, ocho salidas con 12 VCC. (Para alimentar otros dispositivos del sistema), salida para conexión al módulo telefónico, salida para comunicación X-10 (mediante módulo TW-523), salida para conexión a módulo dimmer.

Algunos de los requisitos a tener en cuenta a la hora de instalar el sistema CARDIO son los siguientes:

- Si el control de los equipos se realiza mediante corrientes portadoras, será necesario usar un acoplador de fases si la instalación es trifásica.
- Si se utilizan los relés de salida de la central de gestión, se tendrá en cuenta que éstos son de bajo voltaje, por lo que tendrá que intercalarse un contactor de potencia para el control de cargas de potencia.
- Los sensores pueden ser de tipo internacional, pero en cada una de las entradas de alarma que se utilicen se deberá instalar una resistencia al final de la línea.

3.2.4 DIALoc

El sistema Dialoc está formado por una amplia gama de módulos o controladores que se conectan entre sí formando una red de comunicaciones utilizando el protocolo Lonworks para comunicarse. Estos módulos se unen mediante un medio físico de transmisión, formando una topología de red libre. A estos módulos se conectan los sensores y actuadores que sean necesarios según las necesidades de cada aplicación. La configuración y puesta en marcha del sistema la realiza la empresa mediante una herramienta de software (DIApro/Lon y DIAnet/Lon) ya sea desde la vivienda o remotamente si se dispone de una línea telefónica. En la configuración se asocian direcciones de entrada con una salida asociada, de modo que la recepción de una señal procedente de un sensor conectado a una entrada provoca una respuesta hacia el actuador conectado a la salida asociada.

DIALoc utiliza el protocolo Lonworks.

Al ser necesario un cableado, este sistema se considera más adecuado para viviendas de nueva construcción.

Los sensores y actuadores que se conecten a los módulos son de tipo genérico, es decir, cualquiera del mercado o también propios de Lon.

Los módulos leen el estado de control proporcionado por sensores, lo codifican y lo envían a través del bus. Los demás módulos, en función de su programación responden a estos mensajes cambiando el estado de sus salidas, actuando sobre los aparatos o elementos que están conectados a éstas. Se pueden conectar termostatos, receptores/transmisores telefónicos, receptores de infrarrojos, etc.

Una vez distribuidos por la vivienda los módulos con los dispositivos sensores y actuadores conectados a éstos, se procede a su configuración basada en la transferencia desde una PC mediante una herramienta de software (DIAPro/Lon y DIAnet/Lon) que cuenta con una base de datos con los parámetros de funcionamiento.

De esta manera, el instalador o el usuario pueden configurar la instalación a su medida. También permite visualizar el estado en tiempo real de la instalación.

3.2.5 Starbox

Starbox CPL1 es un sistema diseñado para la gestión de equipamiento eléctrico, que se caracteriza por utilizar la propia red eléctrica de la vivienda como medio de transmisión (corrientes portadoras). Fundamentalmente, este sistema está caracterizado por:

- Una central de gestión, que actúa a la vez como una interfaz de usuario.
- Un transmisor o inyector de señales de control, que permanece conectado a la central de gestión.
- Un conjunto de módulos receptores de corrientes portadoras, a los cuales se conectan los equipos domésticos a controlar.

La principal innovación de este sistema es el uso de una tarjeta como elemento de salvaguarda de la programación, es decir, como elemento de backup. En caso de que se pierda la programación del equipo, el sistema puede ser programado de nuevo mediante el uso de esta tarjeta desde la propia interfaz de usuario, sin requerir la presencia de un instalador.

Las principales características de este sistema son las siguientes:

- Sistema de backup por tarjeta activa.
- No requiere un filtrado de la red eléctrica para su utilización.

Utiliza un protocolo de comunicaciones propietario para la comunicación a través de la red eléctrica (corrientes portadoras), denominado X2D.

Por su concepción, Startbox CPL se destina principalmente a viviendas existentes.

No existen limitaciones importantes para la instalación de este sistema, debido al hecho de que el sistema no incluye prestaciones de seguridad. Por otra parte, el sistema es fácil de instalar, limitándose su máxima dificultad a la parametrización de los módulos receptores, es decir, a su codificación (dirección lógica).

3.2.6 Simón VIS

El sistema simón VIS es un controlador programable destinado a la total gestión de una vivienda. Las funciones que contienen básicamente el módulo de control, están orientadas a las aplicaciones de automatización y control de una vivienda.

Se necesita una PC o un programador para poder programarlo. Entre las características fundamentales del sistema las más relevantes son:

- Gestiona 128 entradas y 128 salidas.
- Dispone de 128 programadores semanales.
- Existen diversos complementos para incrementar las prestaciones de la instalación. Entre ellos cabe resaltar los siguientes:
 - Módulo de temporizadores.
 - Módulo de dimmer.
 - Módulo de baterías.
 - Módulo de MODEM.
 - Módulo de fuente de alimentación.

Simón VIS ha llevado a cabo las tareas de adaptación del producto danés para su inclusión en el mercado español. Simón VIS es un sistema desarrollado con la finalidad de controlar algunos de los circuitos o líneas disponibles en la red eléctrica de la vivienda. Para ello, este sistema se fundamenta en la centralización de los módulos de control y actuación en el cuadro eléctrico de la vivienda, que permanecen en conexión con los distintos elementos sensores y actuadores por cableado dedicado.

El sistema se compone de un punto central que recibe toda la información proveniente de los sensores. Estas señales son recogidas por un módulo intermedio (módulo de entradas) y transmitida en serie al punto de control central (módulo de control). El dispositivo sobre el que se ha de actuar recibe la orden de activación a través de un módulo intermedio (módulo de salidas).

Lo más destacable de este sistema es la utilización de pulsadores eléctricos como interfaz de usuario para la ejecución de aplicaciones sencillas de control (por ejemplo, el control de iluminación, la activación de enchufes eléctricos y equipos domésticos, persianas, etc.). Estos pulsadores son solamente transmisores de órdenes, restringiéndose la conmutación de circuitos eléctricos a algunos de los módulos ubicados en el cuadro eléctrico. Por otra parte, cabe destacar que el sistema dota de una doble funcionalidad a los citados pulsadores, al permitir una actuación distinta en función del tiempo que el usuario los mantenga pulsados.

3.2.7 Vantage

Vantage Controls se constituye en el año 1986 en el estado de UTAH (EEUU). Con más de 20 años en el mercado.

Vantage es un sistema de domótica basado en un Bus de Datos. Se trata de un sistema de arquitectura descentralizada, donde puede haber uno o varios controladores, interconectados por un bus, que envía información entre ellos y a los actuadores e interfaces conectados a los controladores, es un sistema auto configurable y completamente expandible para satisfacer cualquiera de las aplicaciones habituales.

Según las necesidades de la instalación que se desee, puede haber un controlador (arquitectura centralizada) o varios controladores (arquitectura descentralizada). Cada uno de ellos controla diferentes módulos de entrada/salida.

Vantage es un sistema mixto de comunicación (BUS y punto a punto). Utiliza un bus de 2 hilos para establecer la comunicación entre la unidad central de control y los módulos de distribución, desde los cuales se realiza la conexión punto a punto con los distintos sensores y actuadores de la instalación.

Utiliza un protocolo propietario. Al ser necesario un cableado específico este sistema resulta más adecuado para edificaciones de nueva construcción o reforma, ya que se ha de proceder a instalar las conducciones adecuadas para el sistema.

El bus de controladores es el que conecta los controladores de un sistema entre sí (máximo 15 controladores en un sistema Vantage). Su estructura es en línea.

El bus de estaciones es el que conecta el controlador principal con sus estaciones de control, este bus puede tener estructura en línea, estrella o árbol. La estructura en anillo no está permitida.

Además del bus de datos utiliza diversos medios para el control: protocolos de comunicación RS-232 y RS-485, cableado CAT-5 para conexión de sensores o cualquier otro

tipo de contacto seco. También utiliza sistemas inalámbricos como los infrarrojos, zigbee o incluso internet u otra red TCP/IP.

Interfaz de usuario: se utilizan estaciones de teclado, pantallas táctiles (tanto cableadas como inalámbricas) y mandos a distancia (programables botón a botón, e incluso condicionando su función a otro botón actuado con anterioridad). También se puede considerar como interfaz de usuario los pulsadores convencionales, sensores, PDAs, PCs, teléfono, y software para el control del sistema a través de internet.

3.2.8 Z-WAVE

La Z-Wave Alliance se creó a principios de 2005 por un grupo de fabricantes de control, y ahora cuenta con el apoyo de más de 250 empresas, incluyendo algunos grandes nombres como Honeywell, DSC, LG, Somfy, Zyxel, D-Link, Danfoss o Belkin. Hasta la fecha, más de 900 productos diferentes han sido certificados por la Z-Wave Alliance.

Z-Wave es un estándar internacional para la automatización doméstica inalámbrica.

La instalación domótica se puede realizar usando cables o tecnología inalámbrica. Las soluciones cableadas (como el KNX por ejemplo) son muy fiables, pero requieren una planificación adecuada de cables y dispositivos durante la construcción de la casa y la instalación de todos los servicios públicos. Esto hace que las soluciones inalámbricas sean apropiadas sobre todo para viviendas ya construidas.



Figura 53: Sistema Z-WAVE.

Si bien es cierto que existen otros protocolos inalámbricos que compiten con Z-Wave, como son el Wi-Fi y ZigBee, la ventaja de Z-Wave es que trabaja a una frecuencia de 900 MHz, en lugar de a 2,4 GHz. La Z-Wave Alliance afirma que el hecho de trabajar a 900 MHz proporciona un rendimiento superior por dos motivos: menos interferencias (por funcionar a baja frecuencia) y mayor penetración de las ondas en paredes, pisos y muebles (al tener mayor longitud de onda).

Se pueden controlar las luces, enchufes, persianas y cortinas motorizadas, sistemas riego, termostatos, sistemas de alarma, cerradura, entre otros. Es decir, se puede controlar todos los elementos de la casa y además hacerlo desde un mando inalámbrico como la PC que tenemos en la habitación o a través de Internet con cualquier dispositivo inteligente como el smartphone, la tablet, entre otros, desde cualquier parte del mundo.



Figura 54: Dispositivos del sistema Z-WAVE.

Normalmente, en cualquier red inalámbrica, como por ejemplo una red Wi-Fi, a medida que aumentamos el número de dispositivos conectados a la misma, también aumentamos las interferencias y colisiones, cosa que reduce la velocidad de la red y ralentiza las comunicaciones.

Los dispositivos de una red Z-Wave crean una “Red Mesh” (o red de malla) entre ellos, que se hace más robusta cuantos más dispositivos hayan conectados a la misma. A medida que se añaden los dispositivos, se va “tejiendo” de forma automática la malla, y luego se crean las vías más óptimas para enviar datos, cada dispositivo es capaz de actuar como un repetidor para otros dispositivos. Si un dispositivo falla, la red de malla se reestructura, creando instantáneamente una nueva vía de transmisión.

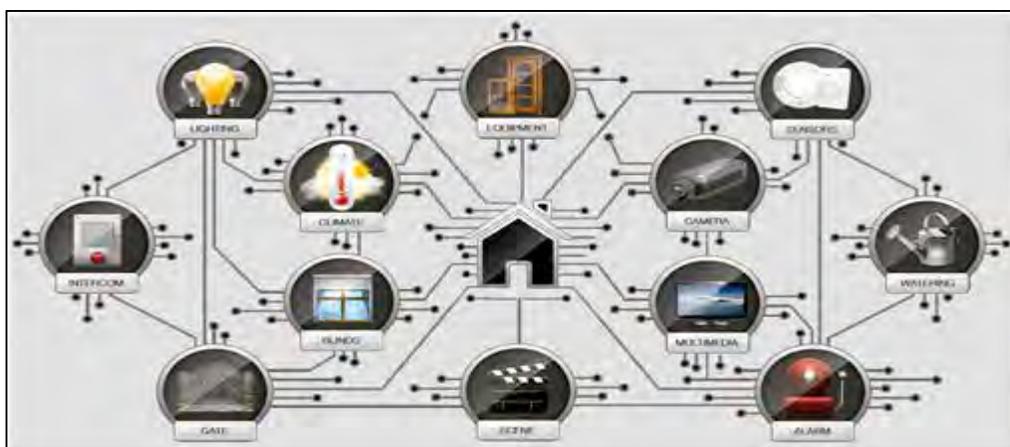


Figura 55: Red Mesh (Malla) Z-WAVE.

Otra ventaja para una instalación con Z-Wave es que sólo requiere de baterías para la alimentación y el envío de señales de control y utiliza una potencia de transmisión mucho más baja que el Wi-Fi, por lo que la vida de la batería puede estar en el orden de los tres a cinco años. Esto hace que Z-Wave sea una solución perfecta para los hogares y pequeñas empresas existentes.

3.3 Tecnologías existentes

3.3.1 Internet de las cosas (Internet Of Things IoT)

Los avances tecnológicos se han convertido en un proceso imparable. Las innovaciones van sucediendo unas tras otras multiplicando sus efectos. En el campo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se pueden destacar la digitalización de las señales, la transmisión de datos, la telefonía móvil, la fibra óptica o la banda ancha fija y móvil, que han transformado radicalmente el mundo de las comunicaciones. Gracias a todas estas tecnologías y aplicaciones se cuenta con un sistema de conexión universal que conocemos como Internet. Con el paso del tiempo, y gracias a la suma de innovaciones, la red se ha ido transformando y ha pasado del concepto de Internet de las Personas al de Internet de las Cosas.

Internet de las Cosas es la primera evolución real de Internet (un salto que conducirá a aplicaciones revolucionarias con el potencial de mejorar drásticamente la manera en que las personas viven, aprenden, trabajan y se entretienen). IoT ya ha logrado que Internet sea sensorial (temperatura, presión, vibración, luz, humedad, estrés). Además, internet se expande hacia lugares que, hasta el momento, eran inalcanzables. Aplicaciones que harán más fácil la vida de las personas, mejorarán la salud y la educación, potenciarán las ciudades, los edificios y las redes eléctricas inteligentes, aumentarán la seguridad de la información e incrementarán el nivel de eficiencia de empresas y administraciones públicas. Por ejemplo es posible colocar sensores pequeñísimos en plantas, animales y fenómenos geológicos y conectarlos a internet para conocer más acerca de estos.

Cisco define Internet of Everything como la reunión de personas, procesos, datos y cosas para hacer conexiones en red más relevantes y valiosas que nunca, convirtiendo la información en acciones que crean nuevas capacidades, experiencias más ricas, y oportunidades económicas sin precedentes para las empresas, los individuos y los países (Cisco Systems, 2015).



Figura 56: Internet de las Cosas IoT.

En esencia el Internet de las Cosas se basa en sensores, en redes de comunicaciones y en una inteligencia que maneja todo el proceso y los datos que se generan. Los sensores son los sentidos del sistema y, para que puedan ser empleados de forma masiva, deben tener bajo consumo y costo, un reducido tamaño y una gran flexibilidad para su uso en todo tipo de circunstancias.

Finalmente es necesario aplicar inteligencia a los sistemas y a los objetos, aprovechando los datos recogidos por los sensores, para procesarlos y convertirlos en información útil y en actuaciones. Aquí las técnicas de análisis asociadas al *big data* son vitales.

En ocasiones hay que aplicar potentes sistemas de información y de software avanzado que hagan posible el tratamiento de grandes volúmenes de datos de una naturaleza variada y a gran velocidad. Muchos de esos datos ya existían, pero hasta ahora la tecnología disponible no permitía su explotación y aprovechamiento.

Today, more than **99% of things** in the physical world **are still not connected to the Internet.**

But a phenomenon called "The Internet of Everything" will wake up **everything you can imagine.**

By 2020, **37 billion intelligent things** will be connected to the Internet.

Internet of Everything connects the physical world to the Internet.

Using microsensors on the network, everyday objects become connected and intelligent.

The Internet of EVERYTHING

#InternetofEverything #IoE

CISCO

Figura 57: Visión de CISCO acerca del Internet de las Cosas IoT.

Las smart cities (o ciudades inteligentes) pueden ser un buen ejemplo de lo que es capaz de dar de sí el Internet de las Cosas. En ellas, la combinación de dispositivos, sensores, redes de comunicaciones, capacidad de almacenamiento y de procesamiento y plataformas de gestión hacen posible unas ciudades en las que se prestan servicios de una forma más eficiente y sostenible, mejorando la vida de los ciudadanos, las posibilidades de los negocios y el atractivo de la propia ciudad para conseguir turismo, talento e inversiones.

Entre los servicios que pueden mejorar significativamente se encuentran el suministro y consumo de energía o de agua, el transporte y la movilidad, la seguridad ciudadana y la protección civil, la creación de un entorno favorable para los negocios, el gobierno de la ciudad, la transparencia y participación ciudadanas, el soporte al turismo y al comercio, la gestión de residuos, la gestión del mobiliario urbano, la eficiencia energética de los edificios o la gestión de los estacionamientos.

Además de las ciudades inteligentes, los campos de aplicación del Internet de las Cosas son muchos y muy variados. La salud, para monitorizar a los pacientes y conectarlos a los médicos y demás profesionales de la salud; los sectores de la energía y del transporte, para conectar a proveedores y clientes; el sector del *retail*, para predecir cuándo comprarán los consumidores; las telecomunicaciones y los servicios de información; los servicios financieros; o las fábricas inteligentes. En estos y otros campos es posible encontrar también casos muy concretos de aplicación, como el marketing y la publicidad, la educación, los vehículos o los juegos y el entretenimiento conectados o las redes eléctricas inteligentes, en los que las nuevas posibilidades alcanzan rendimientos máximos.

Un punto importante del Internet de las Cosas es que requerirá habilidades y conocimientos específicos combinados (tecnológicos, matemáticos o de funcionamiento de las organizaciones), en un perfil que hasta ahora no existía. Es decir, se abrirán nuevas e interesantes oportunidades de trabajo y se crearán empleos en este sector de actividad.

Los retos y oportunidades que se avecinan son grandes y todos los sectores de actividad humana se ven afectados por las posibilidades del Internet de las Cosas, que según diferentes análisis conectará varias decenas de miles de millones de dispositivos y objetos a corto plazo. Como ocurre con otras actuaciones asociadas a la evolución tecnológica, además de todos los temas de innovación también hay que analizar y valorar el impacto económico y social en las vidas de las personas, buscando su beneficio y cuidando al máximo los aspectos de seguridad y privacidad. Si todo ello se consigue, el Internet de las Cosas cambiará la vida de forma radical y las hará mejores.

3.3.2 ZigBee

ZigBee es una tecnología inalámbrica de corto alcance y bajo consumo originaria de la antigua alianza HomeRF, se define como una solución inalámbrica de baja capacidad para aplicaciones en el hogar como lo son la seguridad y la automatización. Entre las principales aplicaciones están:

- Domótica.
- Automatización industrial.
- Reconocimiento remoto.
- Juguetes interactivos, Medicina.

El objetivo de esta tecnología no es obtener velocidades muy altas, ya que solo puede alcanzar una tasa de 20 a 250 Kbps en un rango de 10 a 75 metros, sino que es obtener sensores cuyos transceptores tengan un muy bajo consumo energético. De hecho, algunos dispositivos alimentados con dos pilas AA puedan aguantar 2 años sin el cambio de baterías. Por tanto, dichos dispositivos pasan la mayor parte del tiempo en un estado latente, es decir, invernando para consumir mucho menos.

ZigBee opera en las bandas libres de 2.4 Ghz, 858 Mhz para Europa y 915 Mhz para Estados Unidos, se basa en la especificación IEEE 802.15. Es un grupo de trabajo dentro de IEEE 802 especializado en redes inalámbricas de área personal (Wireless Personal Area Networks, WPAN). En la siguiente figura se puede ver el espectro de ocupación en las bandas del protocolo 802 (incluyendo ZigBee).

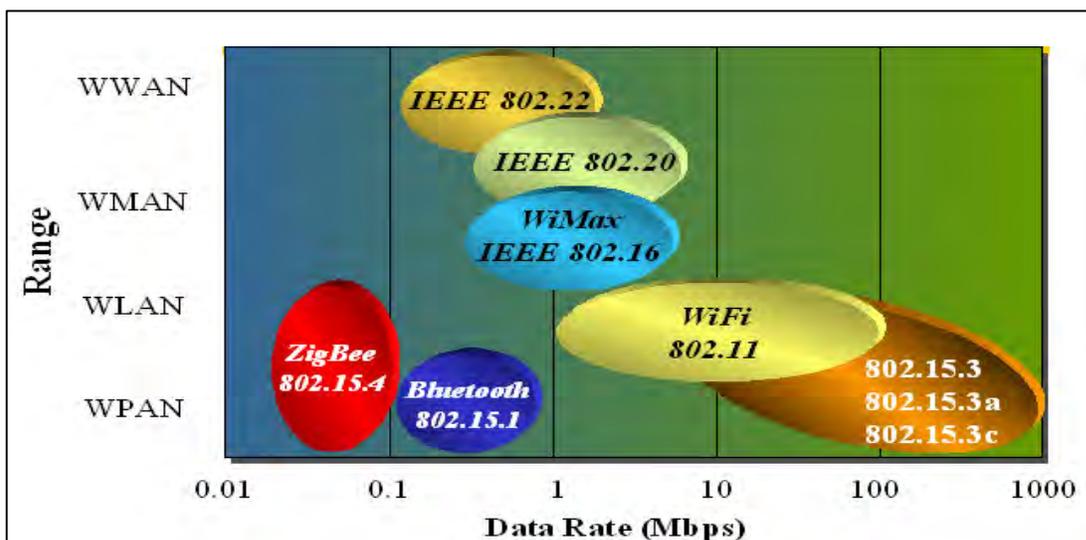


Figura 58: Tecnologías en 2.4GHz.

En la banda de 2.4GHz usa la modulación de espectro expandido DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum). A una velocidad de transmisión de 250 Kbps y a una potencia de 1mW cubre aproximadamente unos 13 metros de radio. En la siguiente figura se muestran las características de radio de las señales.

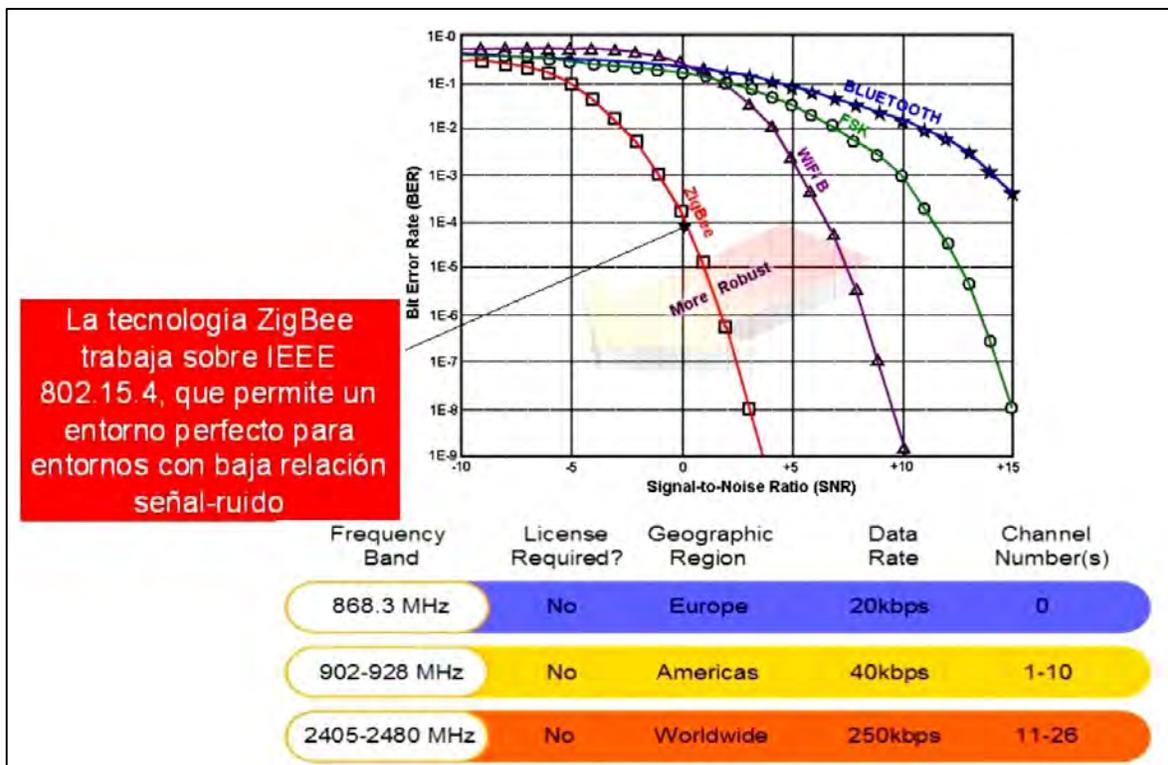


Figura 59: Características de radio de las señales.

En la siguiente tabla se puede observar la distancia en función de la potencia transmitida y la velocidad de transmisión:

Tabla 5: Distancia en función de la potencia transmitida y la velocidad de transmisión (ZigBee).

Potencia(mW) / Velocidad(Kbps)	1mW	10mW	100mW
28 Kbps	23m	54m	154m
250 Kbps	13m	28m	66m

En cuanto a la gestión del control de acceso al medio hace uso de CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Acces with Collision Avoidance) y es posible usar ranuras temporales TDMA (Time Division Multiple Access) para aplicaciones de baja latencia.

En una red ZigBee pueden haber hasta 254 nodos, no obstante, según la agrupación que se haga, se pueden crear hasta 255 conjuntos/clusters de nodos con lo cual se puede llegar a

tener 64770 nodos para lo que existe la posibilidad de utilizar varias topologías de red: en estrella, en malla o en grupos de árboles, como puede verse a continuación:

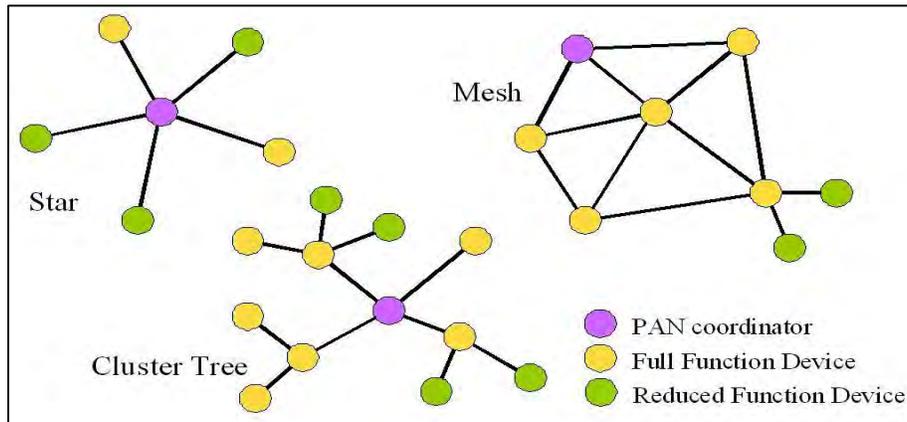


Figura 60: Topología de red ZigBee.

En ZigBee hay tres tipos de dispositivos:

- Coordinador
 - Sólo puede existir uno por red.
 - Inicia la formación de la red.
 - Es el coordinador de PAN.
- Coordinador
 - Se asocia con el coordinador de la red o con otro router ZigBee.
 - Puede actuar como coordinador.
 - Es el encargado del enrutamiento de saltos múltiples de los mensajes.
- Dispositivo final
 - Elemento básico de la red.
 - No realiza tareas de enrutamiento

Una posible configuración de una red sería de la siguiente manera:

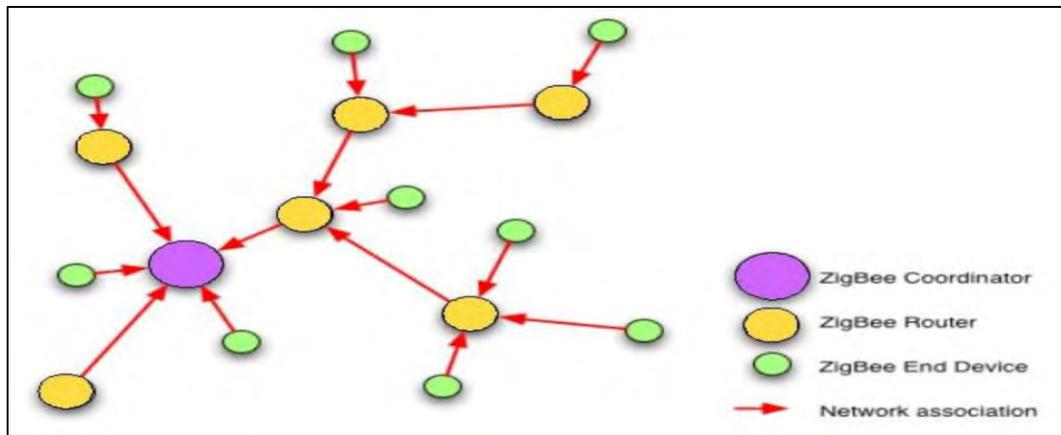


Figura 61: Ejemplo de red ZigBee.

Otro punto importante es el soporte y la disponibilidad total de la malla, es decir, que ante caídas de nodos, la red busca caminos alternativos para el intercambio de mensajes. Supongamos que disponemos de una red en la cual los nodos están conectados en malla y estos intercambian datos entre un interruptor y una lámpara.

Si algunos de los nodos sufre una falla y dichos nodos formaban parte del camino que seguían los mensajes en la comunicación, la red podría dejar de funcionar.

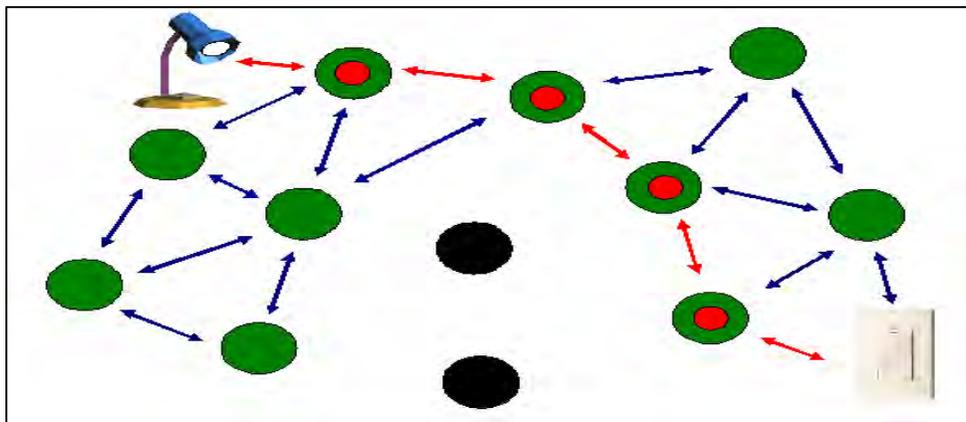


Figura 62: Creación de un camino alternativo.

ZigBee permite que se puedan establecer rutas alternativas para seguir comunicando a los dispositivos.

En cuanto a seguridad, ZigBee puede utilizar la encriptación AES de 128 bits, que permite la autenticación y encriptación en las comunicaciones. Además, existe un elemento en la red llamado Trust Center (Centro de validación) que proporciona un mecanismo de seguridad en el que se utilizan dos tipos de claves de seguridad, la clave de enlace y la clave de red.

Capítulo 4

4. Análisis comparativo de los estándares.

Protocolo	Aplicaciones	Arquitectura de red	Velocidad y medio transmisión	Numero de dispositivos	Ventajas	Desventajas
BACnet	Múltiples tipos de controles del edificio como lo son: sistemas de climatización, iluminación, seguridad, incendios, control de acceso, mantenimiento, gestión de residuos, etc.	Distribuida. Modelo cliente-servidor (topología estrella).	La velocidad de transmisión varía en función del protocolo: MS/TP- 78kbps, PTP-78 kbps, Ethernet- hasta 1000 Mbps ARCnet- 2.5 Mbps.	En términos prácticos, BACnet no impone ningún límite en el número de dispositivos.	<ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidad. • Escalable. • Permite el manejo de muchos controles del edificio. • Protocolo abierto. 	<ul style="list-style-type: none"> • La cooperación entre los desarrolladores de dispositivos ha sido poco entusiasta. • La tecnología de BACnet no se compara a la del networking que se encuentra en otras industrias (Parte de esto se debe a la lentitud de la Comisión de Normas). • Presenta muchas dificultades al usar aplicaciones IP y empresariales.
BatiBus	En edificios de tamaño medio hacia abajo, tales como hogares, residencias, oficinas pequeñas.	Centralizada. Permite cualquier topología de red: anillo, estrella, árbol, etc.	Velocidad de 4.8Kbits/s cable par trenzado, cable telefónico o eléctrico.	Hasta 7,680 dispositivos.	<ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidad. • Auto-identificación de los módulos al instalarlos. • Protocolo abierto. • Está basado en CSMA-CA. • El cable también proporciona energía a los sensores. 	<ul style="list-style-type: none"> • El único medio físico de BatiBUS es el cable. • Difícil implementación en edificios o casas ya construidas, esto porque necesita su propio cableado. • El costo de la instalación.

CEBus	En edificios y hogares de nueva construcción.	Distribuida.	Velocidad de transferencia 8000 bits/s en: Red eléctrica, Cable trenzado, Cable coaxial, Infrarrojos, Radio Frecuencia, Fibra óptica, Bus audio-vídeo	Los dispositivos CEBus cuentan con una dirección física grabada (4.000 millones de posibilidades) que los identifican de forma única en una instalación domótica.	<ul style="list-style-type: none"> • Protocolo abierto. • Interoperabilidad. • Cuenta con un lenguaje orientado a comandos que permite controlar dispositivos CEBus y asignar recursos (CAL). • El cable también proporciona energía a los sensores. • Componentes Plug-And-Play. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los pocos productos actualmente disponibles. • El alto costo de los productos.
EHS	Orientado a la automatización del hogar y empresas.	Distribuida. Permite cualquier topología de red: anillo, estrella, árbol, etc.	Velocidad de transferencia en los medios: Ondas Portadoras (PL-2400) 2400 bits/s, Par Trenzado (TP0) 4800 bits/s, Par Trenzado/Coaxial (TP1) 9600 bits/s, Par Trenzado (TP2) 64 K bits/s, Infrarrojo (IR-1200) 1200 bits/s, Radiofrecuencia (RF-1100) 1100 bits/s.	Cada segmento de red puede tener hasta 256 dispositivos, mientras que todo el sistema permite hasta 10^{12} . El control es distribuido y orientado a comandos.	<ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidad. • Escalable y modular. • Auto-identificación de los módulos al instalarlos. • Protocolo abierto. • Dispositivos Plug-And-Play. • Variantes de CSMA-CA. 	<ul style="list-style-type: none"> • El alto costo de los productos. • Solo permite 8 subredes.

EIB	En edificios permite gestionar sistemas como los son la iluminación, climatización, detección de presencia, seguridad, ahorro energético, etc.	Distribuida. Se permite cualquier tipo de topología: árbol, estrella, bus o anillo. Solamente no se permitirá cerrar anillos entre líneas situadas topológicamente en diferentes áreas.	Velocidad de transmisión del bus es de 9600 bits/s. Cable de pares. Red eléctrica de baja tensión. Radiofrecuencia. Infrarrojo.	Hasta 43200 Dispositivos utilizando acopladores de línea, y acopladores de zona. Con el uso de repetidores se pueden tener un total de 57600 dispositivos.	<ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidad. • Escalable y modular. • Protocolo abierto. • Fácil administración. • Usa CSMA-CA. • Cada componente cuenta con un controlador o microprocesador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Difícil implementación en edificios o casas ya construidas, esto porque necesita su propio cableado. • Presenta un precio elevado ya que los elementos de control necesitan de elementos adicionales para comunicarse con el sistema.
KNX	En edificios y viviendas para el control de la iluminación, control de persianas, calefacción, ventilación, aire acondicionado, gestión energética, medición, seguridad, electrodomésticos, sistemas de audio y video y muchas otras más.	Distribuida. Se permite cualquier tipo de topología: árbol, estrella, bus o anillo. Solamente no se permitirá cerrar anillos entre líneas situadas topológicamente en diferentes áreas.	Velocidad de transmisión del bus es de 9600 bits/s. Cable de pares. Red eléctrica de baja tensión. Radiofrecuencia. Infrarrojo.	Hasta 14400 Dispositivos utilizando acopladores de línea y acopladores de zona. Con el uso de repetidores se pueden tener un total de 57600 dispositivos.	<ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidad. • Escalable y modular. • Protocolo abierto. • Fácil administración. • Usa CSMA-CA. • Cada componente cuenta con un controlador o microprocesador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Carece de redundancia, por lo que puede dejar sin funcionamiento a toda una instalación. • Costo de instalación algo elevado. • La saturación del bus, en una línea con 64 dispositivos puede producir hasta 2 segundos de saturación, lo que genera un retraso o pérdida de una orden.

LonWorks	Orientado a la gestión de medianas y grandes instalaciones.	En esencia maneja la arquitectura distribuida (su diseño permite usarlo tanto en sistemas centralizados como en sistemas descentralizados). Admite cualquier topología.	Velocidad de transferencia en los medios: Ondas Portadoras (PL-20) 5.4 Kbps, Par Trenzado (TP/FT-10) 1.2Mbps, Bus de par trenzado (TP/XF-1250) 1.25 Mbps, LonWorks sobre IP de 10 a 100 Mbps, Fibra óptica 1.25 Mbps, RF-10 (49 MHz) 4.88 Kbps, RF-100 (433-472 MHz) 4.88Kbps	Hasta 32395 dispositivos en un solo dominio.	<ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidad. • Escalable, modular y robusto. • Basado en un microprocesador especial llamado Neuron Chip. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas de comunicación en Wireless. • Lonwork no es un sistemas abierto por lo que no está abierto a comentarios públicos; (prácticamente solo fabricantes) pueden participar en su desarrollo. • El neuron chip y el protocolo LonTalk pueden limitar la velocidad de la red.
X-10	Orientado a la automatización del hogar y pequeñas empresas.	Descentralizada.	Velocidad de transferencia: transmisión por corriente portadora PLC (Power line Carrier),	Hasta 256 dispositivos dentro de una misma instalación.	<ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidad. • Protocolo abierto. • Escalable y modular. • Bajo costo de instalación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducido ancho de banda comparado con el de otras soluciones actuales. • X-10 no incluye análisis de errores. Si 2 controladores X-10 envían una señal a un dispositivo a la vez pueden interferir entre sí y ninguna de las órdenes se llevan a cabo. • Baja fiabilidad frente a interferencias en la red eléctrica.

Conclusión.

Hoy en día las personas son cada vez más dependientes de la tecnología. Anteriormente esta no causaba gran impacto en la sociedad. Pero con el pasar de los años y la constante evolución de la misma, ha pasado de ser un lujo en ciertos casos a ser una necesidad más del ser humano que la emplea en casi todos los aspectos de su vida como lo son:

- Servicios Y Trabajo.
- Confort.
- Comercio.
- Entretenimiento.
- Medicina.
- Comunicaciones.
- Investigación.
- Entre muchos otros aspectos.

Llegando al grado de querer que las cosas se hagan solas sin necesidad de emplear el mínimo esfuerzo y tiempo para realizarlas, un claro ejemplo son las grandes industrias que son más productivas, ya que antes las actividades se realizaban en gran parte por personas y procesos mecánicos, con la implementación de la tecnología los procesos de producción se agilizaron y tuvo como consecuencia un crecimiento de manera exponencial. Y casos como este podemos encontrar en los diferentes aspectos antes mencionados.

El ser humano se dio cuenta de que si en la industria (por ejemplo) pudo automatizar y agilizar procesos, porque no implementar aspectos de automatización en edificios y viviendas, es entonces que aparece la inmótica que son los edificios inteligentes, mismos que dieron pasó a lo que conocemos como domótica (estos conceptos ya se explicaron en el desarrollo de este trabajo).

La domótica cada día es más importante en nuestras vidas. Gracias a, sus avances tecnológicos y mejoras continuas. Facilita nuestra vida por medio de la automatización en nuestros propios hogares.

La domótica aporta a las personas en su vida cotidiana: seguridad, comunicación, confort y ahorro de energía (entre otras ventajas).

La seguridad es algo muy importante tanto a nivel empresarial como a nivel personal. Gracias a la domótica cada día se puede encontrar mejores sistemas de seguridad, con un margen de error mínimo, que ayudan a combatir actos delictivos.

Cada vez son más los hogares alrededor del mundo que utilizan cámaras de seguridad IP, que les permiten controlar en todo momento lo que está ocurriendo en sus casas en tiempo real desde sus propios dispositivos móviles gracias al video Streaming. Y así podemos

encontrar más aplicaciones de la domótica en nuestros hogares. El uso de estos sistemas continuará creciendo, siempre que la tecnología evolucione y su universalización permita una reducción de costos.

Tanto la inmótica como la domótica emplean diferentes estándares de control y comunicación, estos estándares son el medio de comunicación de los diferentes dispositivos, la mayoría de ellos tienen un funcionamiento similar a las redes de computadoras. Sin estos estándares no existiría el medio para que se comuniquen los diferentes dispositivos; en otras palabras no hablarían el mismo idioma, de aquí la importancia de estos ya que al ser estándares abiertos permiten la creación de dispositivos compatibles con otros dispositivos domóticos y diferentes fabricantes.

Como se vio en este trabajo existen varios tipos de estándares o protocolos de comunicación empleados en la domótica e inmótica, los cuales se clasifican dependiendo del canal que utilizan para la transmisión de datos.

En los sistemas tradicionales el emisor y el receptor están unidos físicamente, por lo que se requiere que exista una infraestructura previa en la edificación para poder implementarse.

Por otra parte se encuentran los sistemas que operan por radio frecuencia, los cuales presentan la gran ventaja de no necesitar cableado, aunque tienen la desventaja de contar con un alcance limitado y ser susceptibles a interferencias. También existen los sistemas basados en corrientes portadoras, los cuales utilizan las líneas eléctricas para el intercambio de información.

El fin de este trabajo fue realizar un análisis de los diferentes estándares domóticos e inmóticos (que se detallaron a lo largo de la realización del mismo) comparándolos entre sí para poder elegir alguno de ellos cuando se desee realizar una instalación domótica e inmótica y tomar en cuenta sus principales ventajas y desventajas de cada uno de ellos. Partiendo desde una breve reseña histórica, definición del estándar, principales características y su funcionamiento.

De igual manera también están los sistemas propietarios y tecnologías existentes que cada día toman más fuerza por la constante evolución de estos, claro ejemplo es el internet de las cosas (IoT) que pinta para ser la evolución del internet y ahora si introducir en los hogares dispositivos inteligentes conectados a internet, no solo dispositivos si no todo lo que nos rodea y con esto dar una vida más cómoda a las personas y avanzar más rápido en investigaciones tanto médicas, científicas, etc. Por lo que la domótica toma un papel muy importante en estos tiempos donde la tecnología avanza a pasos agigantados y en un futuro no muy lejano como sociedad tendremos que implementar estas tecnologías que ya dejaron de ser un lujo y se convirtieron en una necesidad por los beneficios que traen consigo, uno de ellos y el más importante desde mi punto de vista es el ahorro energético ya que por el calentamiento global tenemos que administrar mejor el consumo energético en todos los aspectos de nuestra vida.

Referencias

Bibliografía.

- Z-Wave, A. (03 de 03 de 2015). *Z-WAVE ALLIANCE*. Obtenido de Z-WAVE ALLIANCE: http://z-wavealliance.org/about_z-wave_technology/
- Ajaec. (29 de 03 de 2015). *Ajaec TECHNOLOGY HIEROGLYPHS*. Obtenido de Ajaec TECHNOLOGY HIEROGLYPHS: <http://www.jaec.info/Home%20Automation/Protocols-buses-house/Ehs-Protocol/ehs-protocol.php>
- Arcentales Salcedo, J. F. (15 de 02 de 2015). *Repositorio MIT ESPE*. Obtenido de Repositorio MIT ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/469>
- Argote, A. M. (07 de 02 de 2015). *ehu*. Obtenido de ehu: http://www.ehu.eus/alfredomartinezargote/tema_4_archivos/domotica/domotica.pdf
- Argote, A. M. (03 de 02 de 2015). *Universidad del País Vasco*. Obtenido de Universidad del País Vasco: http://www.ehu.eus/alfredomartinezargote/tema_4_archivos/domotica/domotica.pdf
- BACnet, A. (02 de 03 de 2015). *ASHARE BACnet*. Obtenido de ASHARE BACnet: <http://www.bacnet.org/Tutorial/BACnetIP/>
- BUSTECHNOLOGIE. (04 de 03 de 2015). *BUSTECHNOLOGIE*. Obtenido de BUSTECHNOLOGIE: http://www.bustechnologie.nl/Leermiddelen/lm_bati/bat_hfst1.html
- Carlos Patricio Álvarez Barreno, D. O. (17 de 02 de 2015). *CIB Centro de Información Bibliotecario*. Obtenido de CIB Centro de Información Bibliotecario: http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-35940.pdf
- Cisco Systems, I. (01 de 03 de 2015). *CISCO*. Obtenido de CISCO: <http://www.cisco.com/web/ES/campaigns/internet-de-las-cosas/index.html#entrando>
- Cristóbal Romero Morales, F. V. (2007). *Domótica e Inmótica*. México D.F.: Alfaomega Ra-Ma.
- Domodesk. (05 de 02 de 2015). *Todo en Domótica*. Obtenido de Todo en Domótica.: <http://www.domodesk.com>
- Domoprac. (17 de 02 de 2015). *domoprac*. Obtenido de domoprac: <http://www.domoprac.com/protocolos-de-comunicacion-y-sistemas-domoticos/protocolos-de-red-tipos-y-utilidades.html>
- Domoprac. (26 de 02 de 2015). *DOMOPRAC Domótica práctica paso a paso*. Obtenido de DOMOPRAC Domótica práctica paso a paso: <http://www.domoprac.com/domoteca/domoteca/conceptos-basicos/el-protocolo-de-comunicaciones-el-lenguaje-de-la-domotica.html>
- Domóticas, I. (2011). *Miguel Moro Vallina*. Madrid: Paraninfo.
- EICOR. (19 de 02 de 2015). *EICOR*. Obtenido de EICOR: <http://www.iecor.com/domotica-cordoba/informacion/domotica-estandares-protocolos.html>

- Evans, D. (23 de 03 de 2015). *CISCO*. Obtenido de CISCO:
<http://www.cisco.com/web/LA/soluciones/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf>
- Galeana Meneses, M. A. (20 de 02 de 2015). *Colección de Tesis Digitales Universidad de las Américas de Puebla*. Obtenido de Colección de Tesis Digitales Universidad de las Américas de Puebla:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mesp/galeana_m_ma/capitulo_3.html#
- Galindo, E. E. (03 de 03 de 2015). *Biblioteca Central Universidad de San Carlos de Guatemala*. Obtenido de Biblioteca Central Universidad de San Carlos de Guatemala:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0133_EO.pdf
- Grupo Tecma Red , S. (27 de 02 de 2015). *CASADOMO.COM Todo Sobre Edificios Inteligentes*. Obtenido de CASADOMO.COM Todo Sobre Edificios Inteligentes:
<https://www.casadomo.com/noticias/cebus>
- Herrera, H. D. (01 de 03 de 2015). *TECNOSeguro.com Magazín Digital - Online Media*. Obtenido de TECNOSeguro.com Magazín Digital - Online Media:
<http://www.tecnoseguro.com/analisis/control-de-acceso/el-protocolo-bacnet-en-el-manejo-y-seguridad-de-edificios.html>
- José Manuel Huidobro Moya, R. J. (10 de 02 de 2015). *iHcontrol WEBSITE*. Obtenido de iHcontrol WEBSITE: <http://www.indomo.com.co>
- José Manuel Huidobro, B. N. (08 de 02 de 2015). *Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid*. Obtenido de Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid:
<http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/la-domotica-como-solucion-de-futuro-fenercom.pdf>
- José María Quinteiro González, J. L. (1999). *Sistemas De Control Para Viviendas Y Edificios Domóticos*. Madrid: Thomson Paraninfo.
- KNX Association , c. (24 de 02 de 2015). *National KNX Spain*. Obtenido de National KNX Spain:
<http://www.knx.org/es/knx/tecnologia/introduccion/index.php>
- konradlorenz*. (19 de 02 de 2015). Obtenido de konradlorenz:
http://www.konradlorenz.edu.co/images/stories/articulos/Domotica_Consumo_Energia.pdf
- L. Fernández de Palencia, E. S. (2001). Domótica: Comunicaciones por red eléctrica. *Revista Española de Electrónica*, 36-39.
- Laboratory, H. (22 de 03 de 2015). *FIT Fukuoka Institute of Technology*. Obtenido de FIT Fukuoka Institute of Technology: <http://www.fit.ac.jp/~hamabe/intro/HBS.html>
- Meseguer, J. A. (15 de 03 de 2015). *Repositorio Digital Universidad Politécnica de Cartagena*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Politécnica de Cartagena:
<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/1850/1/pfc3431.pdf>

- Newman, H. M. (02 de 03 de 2015). *ASHARE BACnet*. Obtenido de ASHARE BACnet:
<http://www.bacnet.org/Bibliography/BACnet-Today-13/Newman-2013.pdf>
- PolarSoft. (21 de 03 de 2015). *PolarSoft*. Obtenido de PolarSoft:
http://www.gopolar.com/BACnet/how_works.html
- Robert C. Elsenpeter, T. J. (2003). *Build Your Own Smart Home*. San Francisco: McGraw-Hill.
- Robert C. Elsenpeter, T. J. (2003). *Build Your Own Smart Home*. Emeryville, California: McGraw-Hill/Osborne.
- Robert C. Elsenpeter, T. J. (s.f.). *Build Your Own: Smart Home*. McGraw-Hill.
- RODRÍGUEZ, P. A. (02 de 02 de 2015). *KONRAD LORENZ*. Obtenido de KONRAD LORENZ:
http://www.konradlorenz.edu.co/images/stories/articulos/Domotica_Consumo_Energia.pdf
- SERCONINT, G. (24 de 02 de 2015). *SERCONINT Servicios y Conexiones Inteligentes*. Obtenido de SERCONINT Servicios y Conexiones Inteligentes:
http://www.serconint.com/sistemas_protocolos.php
- SIEMENS. (24 de 02 de 2015). *Universidad de las Palmas de Gran Canaria-Instituto SIANI*. Obtenido de Universidad de las Palmas de Gran Canaria-Instituto SIANI:
<http://domotica.dis.ulpgc.es/DyCE/Instabus03.pdf>
- SPAIN, K. (09 de 03 de 2015). *NATIONAL KNX SPAIN*. Obtenido de NATIONAL KNX SPAIN:
<http://www.knx.org/es/knx/beneficios-ventajas/ventajas-principales/index.php>
- Valentina Bolero, D. M. (01 de 02 de 2015). *Universidad de Manizales*. Obtenido de Universidad de Manizales:
http://www.umanizales.edu.co/publicaciones/campos/ingenieria/ventana_informatica/html/ventana11/Domotica.pdf
- Vazquez, S. G. (2013). *Técnicas y procesos en instalaciones domóticas y automáticas*. Madrid: Paraninfo.
- Vazquez, S. G. (2013). *Técnicas y procesos en instalaciones domóticas y automáticas*. Madrid: Paraninfo.

Abreviaturas

AA	Acopladores de zona.
ANSI	American National Standards Institute
ARCNET	Attached Resource Computer NETwork
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
AST	Interfaz de usuario
BACnet	Building Automation and Control Networks
BE	Unidad de aplicación/terminal
BPS	Bits por Segundo
BCI	BatiBUS Club International
CAL	Common Appliance Language.
CEA	Consumer Electronics Association
CECED	European Committee of Domestic Equipment Manufacturers
CIAC	Centro de Innovación en Automatización y Control
CIC	CEBus Industry Council
CoD	Complex Device
CPU	Central Processing Unit
CRC	Comprobación de Redundancia Cíclica
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
DD	Descriptor de dispositivos
DSSS	(Direct Sequence Spread Spectrum).
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory.
EHSA	European Home Systems Association.
EHS	European Home System
EIA	Electronic Industries Alliance
EIS	EIB Interworking Standard

EIB	European Installation Bus
FA	Fuente de alimentación EIB.
FC	Feature Controller.
FEC	Forward Error Correction.
GHz	Giga Hertz.
IOG	Inter-Operability Group.
FEMA	Federal Emergency Management Agency
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protocol
IR	Infra Red
ISO	International Organization for Standardization
Kbps	Kilo bits por Segundo
KHz	Kilo Hertz
KNX	Konnex
LAN	Local Area Network
LED	Light Emitting Diode
LON	Local Operating Network
MAC	Media Access Control
Mbps	Mega bits por Segundo.
Ms	Milisegundos.
mW	Micro Wats
MS/TP	Master Slave/Token Passing
OSI	Open System Interconnection
PC	Personal Computer
PLC	Power Line Carrier
PTP	Point to Point

RAM	Random Acces Memory
REP	Repetidores de linea
RF	Radiofrecuencia
ROM	Read Only Memory
SCC	Standard Control Committee
SCPT	Standard Configuration Property Types
SFPT	Standard Functional Profiles Templates
SNVT	Standard Network Variable Types
STP	Shielded Twisted Pair
TCP	Transmission Control Protocol
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TDMA	Time Division Multiple Access
TP	Twisted Pair
UCPT	User Configuration Property Types
UFPT	User Functional Profiles Templates
UNVT	User Network Variable Types
UTP	Unshielded Twisted Pair
VNC	Virtual Network Computing
WAN	Wide Area Network
UPnP	Universal Plug and Play
VAC	Volts de corriente alterna.

Glosario

ACTUADOR: es el dispositivo encargado de realizar el control de algún elemento del Sistema, como por ejemplo, electroválvulas (suministro de agua, gas, etc.), motores (persianas, puertas, etc.), sirenas de alarma, reguladores de luz, etc.

ANCHO DE BANDA: en conexiones a Internet el ancho de banda es la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período dado. El ancho de banda se indica generalmente en bits por segundo (bps), Kbits por segundo (Kbps), o megabits por segundo (Mbps).

AUTOMATIZACIÓN: se define como un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

ACKNOWLEDGEMENT: (ACK, Acuse de recibo, reconocimiento). Una señal de respuesta que indica que ciertos datos llegaron a destino sin errores.

BANDA ISM: ISM (Industrial, Scientific and Medical) son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica. En la actualidad estas bandas han sido popularizadas por su uso en comunicaciones WLAN (e.g. Wi-Fi) o WPAN (e.g. Bluetooth).

BIG DATA: el Big Data o Datos masivos se refiere sistemas informáticos basados en la acumulación a gran escala de datos y de los procedimientos usados para identificar patrones recurrentes dentro de esos datos.

BROADCAST: paquete de datos enviado a todos los nodos de una red.

CONTACTORES: Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos).

CONVERGENCIA DE REDES: proceso adaptativo en el que las redes que se desenvuelven en un mismo medio desarrollan características parecidas aunque estas tengan un origen diferente. Definición modificada, aplicada a las redes.

CORRIENTES PORTADORAS: ES un sistema de ondas portadoras sobre la red eléctrica, se caracteriza porque la instalación eléctrica del edificio es el soporte y el medio de comunicación del sistema. Utiliza la línea eléctrica (220V o 110V).

CSMA/CA: Carrier Sense, Multiple Access, Collision Avoidance (acceso múltiple por detección de portadora con evasión de colisiones) es un protocolo de control de redes de bajo nivel que permite que múltiples estaciones utilicen un mismo medio de transmisión.

Cada equipo anuncia opcionalmente su intención de transmitir antes de hacerlo para evitar colisiones entre los paquetes de datos (comúnmente en redes inalámbricas, ya que estas no cuentan con un modo práctico para transmitir y recibir simultáneamente). De esta forma, el resto de equipos de la red sabrán cuando hay colisiones y en lugar de transmitir la trama en cuanto el medio está libre, se espera un tiempo aleatorio adicional corto y solamente si, tras ese corto intervalo el medio sigue libre, se procede a la transmisión reduciendo la probabilidad de colisiones en el canal. CSMA/CA es utilizada en canales en los que por su naturaleza no se puede usar CSMA/CD. CSMA/CA se utiliza en 802.11 basada en redes inalámbricas.

DATAGRAMA: fragmento de paquete que es enviado con la suficiente información como para que la red pueda simplemente encaminar el fragmento hacia el Equipo Terminal de Datos (ETD) receptor, de manera independiente a los fragmentos restantes

DIODO: son dispositivos semiconductores que permiten hacer fluir la electricidad solo en un sentido. La flecha del símbolo del diodo muestra la dirección en la cual puede fluir la corriente. Los diodos son la versión eléctrica de la válvula o tubo de vacío y al principio los diodos fueron llamados realmente válvulas.

EMBEBIDO: un sistema embebido o empotrado (integrado, incrustado) es un sistema de computación diseñado para realizar una o algunas pocas funciones dedicadas, frecuentemente en un sistema de computación en tiempo real. En un sistema embebido la mayoría de los componentes se encuentran incluidos en la placa base (la tarjeta de vídeo, audio, módem, etc.) y muchas veces los dispositivos resultantes no tienen el aspecto de lo que se suele asociar a una computadora.

GASODOMÉSTICO: son electrodomésticos que funcionan con gas natural, permiten ahorrar consumo energético y reducir los impactos ambientales de los electrodomésticos tradicionales y resultan más económicos.

GATEWAY: conversor de protocolos. Nodo específico de la aplicación que conecta redes que de otra forma serían incompatibles. Punto de una red que actúa como punto de entrada a otra red.

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

HARDWARE: Conjunto de los componentes que conforman la parte material (física) de una computadora.

INTERCONEXIÓN: es una comunicación efectuada entre dos o más puntos, con el objetivo de crear una unión entre ambos, ya sea temporal para efectuar una transmisión puntual o fija; u on-line, comunicando permanentemente dos máquinas.

INTEROPERABILIDAD: capacidad de comunicación entre diferentes programas y máquinas de distintos fabricantes. Es el correcto funcionamiento de los servicios que se prestan sobre dos redes interconectadas.

INTER-NETWORKING: El término internetworking se utiliza para designar la unión de redes diferentes a cualquier nivel (físico, de enlace, etc.) De forma que desde los niveles superiores se aprecie como una única red homogénea. Las redes pueden diferir en el medio físico (por ejemplo Ethernet-Token Ring o LAN-WAN) o en la pila de protocolos utilizados (TCP/IP, DECNET o SNA, por ejemplo).

INTERRUPTORES DIP: un DIP se trata de un conjunto de interruptores eléctricos que se presenta en un formato encapsulado (en lo que se denomina Dual In-line Package), la totalidad del paquete de interruptores se puede también referir como interruptor DIP en singular. Este tipo de interruptor se diseña para ser utilizado en un tablero similar al de circuito impreso junto con otros componentes electrónicos y se utiliza comúnmente para modificar/personalizar el comportamiento hardware de un dispositivo electrónico en ciertas situaciones específicas.

LAVADORA BITERMICA: los electrodomésticos bi-térmicos son electrodomésticos con tomas para agua caliente y agua fría. De esta forma pueden obtener el agua caliente de una fuente externa, como un calentador o una caldera central. Así se puede utilizar la procedente de energías más limpias y eficientes, como la energía solar térmica o el gas natural. Los electrodomésticos bi-térmicos más comunes son los lavavajillas y las lavadoras.

LONTALK: el protocolo LonTalk de comunicación para control distribuido fue creado por la empresa Echelon y lo implementa en sus microcontroladores Neuron Chip. . Es popular para la automatización de varias funciones en el control industrial, automatización del hogar, transporte y sistemas de edificios tales como la iluminación y climatización.

MATERIAL DIELECTRICO: se denomina dieléctrico al material mal conductor de electricidad, por lo que puede ser utilizado como aislante eléctrico, y además si es sometido a un campo eléctrico externo, puede establecerse en él un campo eléctrico interno, a diferencia de los materiales aislantes con los que suelen confundirse. Todos los materiales dieléctricos son aislantes pero no todos los materiales aislantes son dieléctricos.

MEDIOS DE TRANSMISIÓN: medios físicos que se usan para la transmisión de mensajes, señales y datos de comunicaciones en un sistema domótico.

MICROCONTROLADOR: circuito integrado que en su interior contiene las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos

de entrada y salida. Son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular.

MODELO OSI: MODELO OSI: (Open System Interconnection) modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos creado por ISO (International Organization for Standardization), norma universal para protocolos de comunicación y dividiendo las tareas de la red en siete niveles.

MÓDULO DIMMER: un dimmer, regulador, atenuador o dímer sirve para regular la energía en uno o varios focos, con el fin de variar la intensidad de la luz que emiten (siempre y cuando las propiedades de la lámpara lo permitan).

ONDA PORTADORA: la electromagnética de alta frecuencia, que se puede radiar y propagar a distancia y que mediante su modulación puede transmitir señales de baja frecuencia, como las del sonido, vídeo, etc.

PLUG AND PLAY: la tecnología “Plug and Play” proporciona configuración automática del hardware y de los dispositivos de la PC. Esta tecnología está definida para IEEE 1394, PCI, PC Card/CardBus, USB, SCSI, ATA, ISA, LPT, y COM. Al conectarse, cada dispositivo Plug and Play debe ser identificado, indicar los servicios que proporciona, los recursos requiere, identificar al controlador que lo soporta y permitir al software configurarlo.

PLUG-IN: Hace referencia a pequeñas aplicaciones funcionales creadas para ser añadidas a programas más grandes con el propósito de ampliar su capacidad en alguna actividad.

POWER LINE: Power Line Communications, también conocido por sus siglas PLC, se refiere a tecnologías diferentes que utilizan las líneas de energía eléctrica convencionales para transmitir señales de radio para propósitos de comunicación.

RADIO FRECUENCIAS: el término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 Hz y unos 300 GHz. El hercio es la unidad de medida de la frecuencia de las ondas, y corresponde a un ciclo por segundo.

REFRACCIÓN: la refracción es el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio material a otro. Solo se produce si la onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación de los dos medios y si estos tienen índices de refracción distintos. La refracción se origina en el cambio de velocidad de propagación de la onda señalada.

RELÉ: el relé o relevador es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

ROUTER: dispositivo que proporciona conectividad a nivel de red o capa 3 en el modelo OSI. Su función principal consiste en enviar o encaminar paquetes de datos de una red a otra, es decir, interconectar subredes, entendiendo por subred un conjunto de máquinas IP que se pueden comunicar sin la intervención de un encaminador (mediante bridges), y que por tanto tienen prefijos de red distintos.

SECTOR DEL RETAIL: un sector económico que engloba a las empresas especializadas en la comercialización masiva de productos o servicios uniformes a grandes cantidades de clientes.

SENSORES: un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

SOFTWARE: se conoce como software al equipamiento lógico o soporte lógico de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas.

TICS: Tecnologías de la Información y la Comunicación, desarrolladas para gestionar información y enviarla de un lugar a otro.

TOKEN: dentro de una topología lógica de anillo, cada nodo recibe una trama por turno. Si la trama no está direccionada al nodo, el nodo pasa la trama al nodo siguiente.

TOKEN RING: Token Ring es una arquitectura de red desarrollada por IBM en los años 1970 con topología lógica en anillo y topología física en estrella, y técnica de acceso de paso de testigo, usando un frame de 3 bytes llamado token que viaja alrededor del anillo. Token Ring se recoge en el estándar IEEE 802.5.

TRANSCEPTOR: es un dispositivo que cuenta con un transmisor y un receptor que comparten parte de la circuitería o se encuentran dentro de la misma caja.¹ Cuando el transmisor y el receptor no tienen en común partes del circuito electrónico se conoce como transmisor-receptor.

TRIAC: un TRIAC o Triodo para Corriente Alterna es un dispositivo semiconductor, de la familia de los tiristores. La diferencia con un tiristor convencional es que éste es unidireccional y el TRIAC es bidireccional. De forma coloquial podría decirse que el TRIAC es un interruptor capaz de conmutar la corriente alterna

WPAN: (Wireless Personal Area Networks), Red Inalámbrica de Área Personal, utilizadas para conectar varios dispositivos portátiles personales sin necesidad de usar cables.