



Generalidades sobre Domótica e Inmótica

Control y Automatización de Edificios

*Tecnologías encaminadas a los Sistemas de Gestión Técnica
de Instalaciones en la Edificación SGTE,*

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

1 INTRODUCCIÓN	3
2 DOMÓTICA E INMÓTICA	3
2.1 RESEÑA HISTÓRICA.....	4
2.2 ESTADO ACTUAL.....	6
3 ÁREAS DE GESTIÓN	8
3.1 CONFORT.....	8
3.1.1 Iluminación.....	8
3.1.1.1 Uso de Infrarrojos y radiofrecuencia.....	9
3.1.1.2 Escenas de luz.....	9
3.1.1.3 Iluminación en función de factores externos.....	9
3.1.2 Climatización.....	9
3.1.3 Sistemas de audio y vídeo.....	10
3.2 GESTIÓN DE LA SEGURIDAD.....	10
3.2.1 Control de intrusión.....	10
3.2.2 Alarmas contra incendios.....	11
3.2.3 Alarmas técnicas.....	11
3.3 GESTIÓN DE LA ENERGÍA.....	11
3.3.1.1 Conceptos básicos de gestión de la energía.....	11
3.3.1.2 Parámetros en la gestión de la energía.....	12
3.3.2 Control de accesos.....	12
3.3.3 Gestión.....	12
3.4 GESTIÓN DE LA COMUNICACIÓN.....	13
4 TIPOS DE SISTEMAS	14
4.1 ARQUITECTURAS DE CONEXIONADO.....	15
4.1.1 Sistemas de arquitectura centralizada.....	15
4.1.2 Sistemas de arquitectura distribuida.....	15
4.1.3 Sistemas de arquitectura con periferia descentralizada.....	16
4.2 NIVEL FÍSICO DE TRANSMISIÓN DE DATOS.....	17
4.2.1 Transmisión con cable.....	17
4.2.1.1 Líneas de distribución de energía eléctrica.....	17
4.2.1.2 Cable Coaxial.....	18
4.2.1.3 Cable de par trenzado.....	18
4.2.1.4 Cable de fibra óptica.....	19
4.2.2 Transmisión sin cable.....	20
4.2.2.1 Radiofrecuencia.....	20
4.2.2.1.1 Bluetooth.....	20
4.2.2.1.2 IEEE 802.11b (WiFi).....	22
4.2.2.1.3 IEEE 802.11g.....	23
4.2.2.1.4 IEEE 802.15.4 (ZigBee).....	23
4.2.2.1.5 IEEE 802.16x.....	24
4.2.2.2 Infrarrojos.....	25
4.3 ESTÁNDARES DE CONTROL.....	25
4.3.1 Estándares de control de SGTE.....	25
4.3.1.1 Estándar X-10.....	26
4.3.1.2 Estándar CEBus.....	26
4.3.1.3 Estándar Lonworks.....	26
4.3.1.4 Estándar EHS.....	27
4.3.1.5 Estándar Batibus.....	27
4.3.1.6 Estándar EIB.....	28
4.3.2 Estándares de control en automatización. Bus de campo.....	28

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

4.4	PROTOCOLOS DE REDES INTERIORES EN UN EDIFICIO.....	30
4.4.1	Protocolo TCP/IP.....	30
4.4.2	Protocolo USB.....	31
4.4.3	Protocolo BACNet.....	32
4.4.4	Protocolo HAVi.....	32
4.4.5	Protocolo DVB-MPH.	33
4.4.6	Protocolo RF (SWAP).	33
4.5	REDES DE DATOS EN EL INTERIOR DE UN EDIFICIO.....	34
4.5.1	Redes LAN cableadas.....	34
4.5.2	HomePNA.....	34
4.5.3	HomePlug.....	35
4.6	PLATAFORMAS DE INTEGRACIÓN Y PROGRAMACIÓN.....	36
4.6.1	Plataforma UPnP.....	36
4.6.2	Plataforma JINI.....	37
4.6.3	Plataforma HAPI.....	37
4.7	CONVERGENCIA ENTRE PROTOCOLOS Y ESTÁNDARES.....	38
4.7.1	Konnex.....	38
4.7.2	SCP.....	39
4.7.3	Pasarelas residenciales.....	41
4.7.3.1	OSGi.....	41
5	EL HOGAR DIGITAL.....	42
6	INTELIGENCIA AMBIENTAL. CIUDAD INTELIGENTE?.....	44

1 INTRODUCCIÓN

Nuestra vida y la tecnología

“El despertador, como cada mañana de trabajo, suena a las 7:30 horas, y la persiana comienza a subir lentamente. La casa permanece a 20°C aunque fuera está haciendo un frío considerable; la calefacción lleva encendida 50 minutos. Se conecta la radio con la emisora de noticias favorita mientras desde la cocina se desprende un agradable aroma a café recién hecho y la tostadora prepara el pan en su punto. Al acercarme al baño, la luz se enciende automáticamente, poco a poco, incrementando su intensidad. Durante la noche ha funcionado el lavavajillas y la lavadora, aprovechando la tarifa nocturna.

Al salir de casa se activa la alarma y el sistema se ha preocupado de dejar todas las luces apagadas. Si hay fuego, escapes de gas, agua o un intruso se introduce en la vivienda, aparte de actuar cortando los suministros de electricidad, agua y/o gas, podré conocerlo inmediatamente a través del teléfono o del ordenador. Esté donde esté, vía Internet me puedo comunicar con la vivienda en todo momento para configurar o conocer el estado del sistema, incluso visualizando imágenes de vídeo en las distintas zonas donde se han instalado algunas cámaras.

Al llegar a casa, el portón de entrada se abre reconociendo el coche así como la puerta del garaje y por último, entro en la vivienda sin necesidad de llave alguna. El sistema me advierte si tengo correo, de las funciones realizadas y de las posibles incidencias que hayan podido ocurrir. En el jardín se activa el riego automático mientras en mi ausencia el cortacésped ha trabajado dejando un agradable olor a hierba fresca. La casa se ha ventilado correctamente en las primeras horas de la mañana y ahora mantiene la temperatura a 20°C. El baño está preparado a la temperatura correcta y el equipo de música conecta mis canciones favoritas.

Me voy a la cama tranquilo, el sistema vigila mis sueños: todas las luces apagadas, todas la persianas bajadas,...

El texto anterior corresponde a la recreación de una realidad posible en la que la vivienda ha sido dotada de un *Sistema de Gestión Técnica de Instalaciones en la Edificación* (en adelante **SGTE**). No es una concepción futurista, ni mucho menos. Un conjunto de funcionalidades como las indicadas y otras muchas entran dentro de este campo tecnológico, también aplicable a centros de trabajo y edificios en general donde pasamos gran parte de nuestro tiempo.

A lo largo de este documento se aborda el estudio de los diferentes sistemas para gestión técnica de instalaciones en la edificación (**SGTE**), más comúnmente conocidos como **Domótica** e **Inmótica**.

2 DOMÓTICA E INMÓTICA

Hemos de decir que el término Gestión Técnica de instalaciones de la Edificación apenas se emplea de manera cotidiana y se ha venido sustituyendo frecuentemente por el de “Domótica”. Sin embargo, tampoco la domótica es un concepto muy conocido, aunque es más fácil recordar una única palabra para describir algo que no un conjunto demasiado extenso de vocablos.

Otras ideas que se utilizan para describir este conjunto de sistemas y servicios se han englobado en expresiones como “Edificio Inteligente” o “La casa del futuro” que inequívocamente tienen una componente publicitaria muy atractiva pero que ha hecho que se considere a la gestión técnica de la edificación como algo muy alejado de la realidad o propio de quien dispone de abundantes recursos económicos.

No obstante es justo hacer en este punto algunas apreciaciones sobre el término **Domótica**, que tiene su origen en la palabra del latín “Domus” que significa vivienda (casa) y el sufijo “tica”, que en algunos caso se asocia con el final de palabras como Automática, Robótica o Informática.

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

Existen opiniones más recientes, que separan el término “tica” en dos: “tic – a”, el primero de ellos obedece a las siglas de Tecnología de la Información y la Comunicación y el segundo, claramente a la palabra Automatización.

Toda esta tipificación en el empleo de la palabra Domótica, ha encaminado la Gestión Técnica de Instalaciones hacia las viviendas, pero ha dejado de lado lo referente a edificios de uso no residencial. Por ello ha empezado a irrumpir cada vez con más fuerza la utilización del término Inmótica, que de forma muy sencilla podemos asociar con “la domótica de los edificios”.

2.1 RESEÑA HISTÓRICA.

En este punto es necesario hacer una breve separación en la historia de los términos Domótica e Inmótica. Este último se está empezando a utilizar recientemente cuando nos estamos refiriendo a la gestión de instalaciones en edificios de uso no residencial y de cierto tamaño.

La introducción de la tecnología en los edificios ha sido mucho más temprana que en las viviendas, lo que ocurre que hasta no hace muchos años, coincidiendo con la fuerte implantación de las telecomunicaciones y sobre todo de la informática, las instalaciones en los edificios eran gestionadas de forma individual y siempre con soluciones de tipo industrial. Es a finales de los años 70, cuando las empresas empiezan a desarrollar algunos productos pensado en la edificación.

No obstante como el desarrollo histórico de la domótica y de la Inmótica casi han seguido caminos paralelos, vamos a concentrar todas las explicaciones en la historia de la domótica, en sus especiales características y sobre todo en las razones de la tardía implantación de estas tecnologías en nuestras vidas.

Si centramos el impacto de la domótica en España, y porque no en otras partes del mundo, debemos remontarnos a finales de los años 80 y principios de los 90. Aparecen entonces las primeras iniciativas para implantarla en la promoción de vivienda; pero la transición es poco afortunada, por el empleo en principio de sistemas que no respondían a las expectativas de los usuarios. Asimismo esta primera etapa estaba caracterizada por:

Un gran desconocimiento de la domótica como disciplina, posibilidades y usos así como por la presencia de un reducido número de empresas especializadas en el sector.

Una oferta reducida en la que existían sistemas poco integrados, difíciles de instalar y de utilizar por el usuario final y excesivamente caros.

En algunas ocasiones los sistemas disponibles en el mercado se basaban en productos diseñados y fabricados para otros mercados con otras características y necesidades distintas.

Una ausencia de normativa que regulara la instalación de sistemas domóticos; la ausencia de formación para los diferentes profesionales implicados.

La desafortunada imagen de los medios de comunicación al asociar esta disciplina con la ciencia ficción (edificio inteligente, la vivienda del futuro), alejándose de las posibilidades y las finalidades de ésta.

En cuanto a la tecnología propiamente dicha diríamos que la evolución fue bastante parecida a lo expuesto anteriormente:

- Tecnologías generalmente utilizadas por otros sectores como podían ser la industria y que dieron lugar a unos interfaces muy poco atractivos para el usuario y un alto grado de especialización por parte de los profesionales que los instalaban. Este puede ser el caso de los autómatas programables industriales (PLCs).
- Utilización de un ordenador, que como en el caso anterior, requerían de sistemas prácticamente hechos a medida para la propia instalación y un alto nivel de profesionalidad por parte de los instaladores y posteriormente por parte de los mantenedores y de los usuarios.

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

En los dos casos anteriormente expuestos, el apoyo de la informática se hacía patente en la ausencia de software específico para el diseño, implementación y seguimiento de dichos sistemas.

Aparecen además otros sistemas que son propietarios: cada una de las casas fabricantes de material eléctrico, y más en concreto sus divisiones de construcción y edificación, diseñaron y crearon su propio sistema basado en una tecnología totalmente opaca y por supuesto incompatible con otros sistemas. Como es de suponer, esto trae como consecuencia una falta de motivación por parte de las áreas demandantes del producto. Si queremos hacer una clasificación de dichas tecnologías teniendo en cuenta el destino final donde han sido ubicadas, diremos que en grandes edificios, los proyectos se ejecutan con controladores industriales, que básicamente ya se utilizaban para los diferentes aspectos de la edificación, como puede ser el caso de la climatización, seguridad, etc.; que son ensambladas mediante un controlador u ordenador de nivel superior. Mientras, en las viviendas se utilizaban pequeños productos que los propios fabricantes de material eléctrico han incluido en sus catálogos como producto eléctrico de gama alta.

En la gráfica sectorial que se expone a continuación se pone de manifiesto todas estas circunstancias comentadas anteriormente.

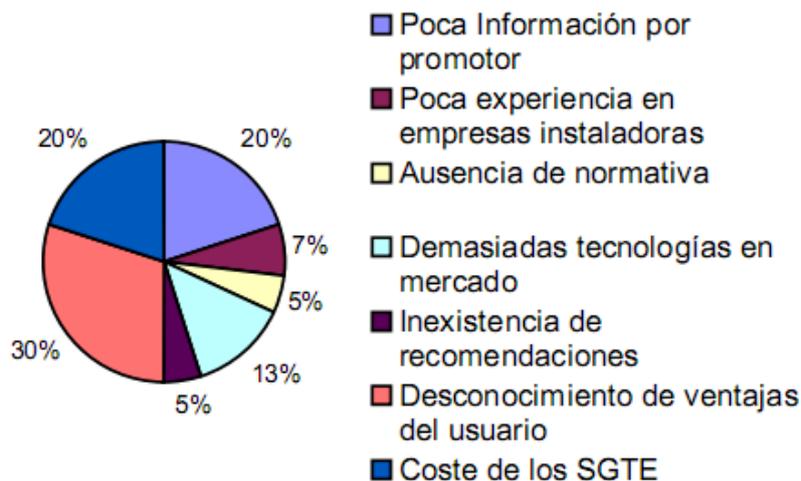


Figura 1. Factores influyentes en la falta de implantación de los SGTE

2.2 ESTADO ACTUAL.

Los estudios iniciales que se realizaron para este sector crearon unas expectativas muy importantes de crecimiento del mismo, dado el potencial de la domótica en lo que se refiere al ahorro energético, confort y seguridad. Sin embargo este mercado no ha venido colmando estas expectativas por diversos motivos, entre ellos la propia situación por la que pasó el sector de la construcción.

A pesar de ello, esta disciplina ha seguido una evolución prácticamente constante, aunque lenta. Prueba de ello son, entre otros muchos, los siguientes aspectos:

- Se han creado nuevas empresas que operan de forma exclusiva en el sector.
- El mercado se ha regulado de forma automática, desapareciendo aquellos productos que no cumplían con las expectativas y necesidades de los usuarios.
- Los costes de algunos productos del mercado de nuevo diseño se han reducido con respecto a las primeras iniciativas. El desarrollo de este mercado y el conocimiento de las necesidades reales de los usuarios deben permitir el rediseño de productos optimizando el coste.

Desde las primeras promociones inmobiliarias, que incluían un buen número de sistemas y aplicaciones con cierto grado de dificultad de uso, se han llevado a cabo nuevas promociones, en todo el territorio nacional, con un equipamiento más reducido, de mejores prestaciones y con menor dificultad de uso.

A lo largo de estos últimos años se han venido realizando numerosas conferencias, seminarios, foros y certámenes destinados a difundir la domótica.

Aparecen en prensa, tanto generalista como especializada así como en Internet diversos artículos que ya no utilizan el tono poco afortunado de las primeras reseñas en las que se asociaba el concepto de domótica a imágenes futuristas de casas, fuera de los límites razonables actuales.

El grado de desarrollo actual de la Domótica en España y el mundo, es considerable sobre todo si se tiene en cuenta su reciente historia. Es posible destacar hoy la existencia de una treintena de sistemas domóticos y de un buen número de productos con prestaciones domóticas para el hogar que evidencian la evolución seguida por este mercado. Aunque no parece un número muy elevado de sistemas, se estima como muy significativo su novedad. La oferta actual se caracteriza por ser suficientemente atractiva y por adaptarse a cualquier tipología de edificio.

Reflejamos a continuación algunas gráficas por sectores (Figura 2), de la implantación de sistemas domóticos atendiendo a parámetros que estudiaremos con más profundidad a lo largo de este capítulo, como pueden ser el nivel físico de transmisión de datos, los estándares, la arquitectura, distribución de costes, así como métodos de acceso y utilización de los SGTE.

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

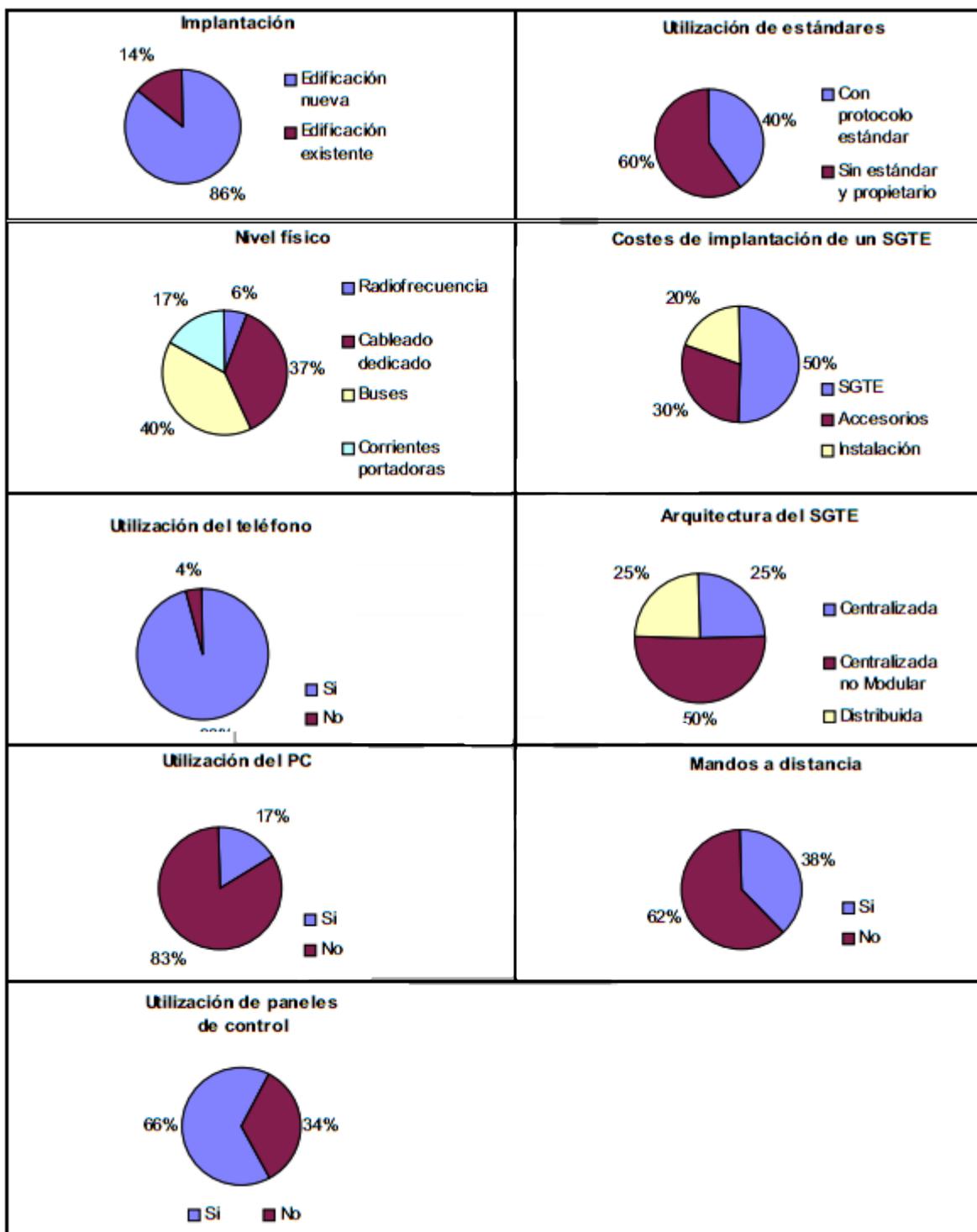


Figura 2. Datos de la implantación de los SGTE.

3 ÁREAS DE GESTIÓN

En líneas generales e independientemente de todos los parámetros técnicos que rodean a los SGTE, estos se ocupan en la edificación de cuatro grandes áreas, tal como podemos ver en la Figura 3. Es lógico que muchas funciones asociadas al sistema de control de un SGTE sean comunes en mayor o menor medida a alguna de estas áreas, por lo que se han representado con cierto grado de intersección entre ellas.

Por ejemplo, el control de luminosidad puede considerarse claramente como un elemento de confort y/o ahorro energético, pero también como parte de la funcionalidad para simulación de presencia en la vivienda, aumentando la seguridad ante posibles intrusos. Por otra parte las comunicaciones están presentes como apoyo a las tareas de interfase con el usuario, permitiendo la asignación de parámetros y presentación de información acerca del estado del sistema.

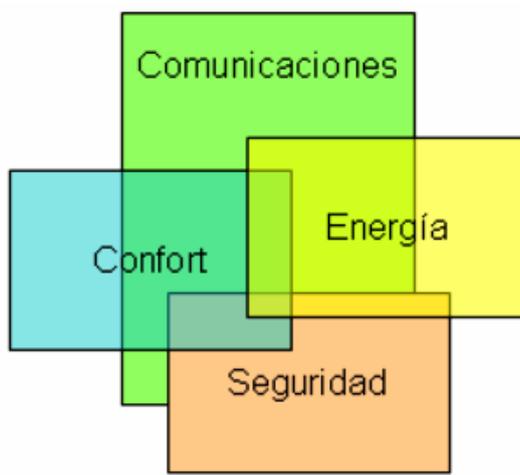


Figura 3. Áreas de gestión de los SGTE.

3.1 CONFORT

El confort juega un papel preponderante dentro de las especificaciones que el sistema ha de satisfacer, porque la primera solicitud demandada es que el edificio en el que se implanta debe ser acogedor para las personas que lo van a ocupar.

No sólo por esta causa el confort es importante, además todos los equipamientos relacionados con él, son los mayores consumidores de energía, por ejemplo la calefacción y el aire acondicionado.

Dentro de este apartado se puede hacer referencia a algunas instalaciones como las que se apuntan a continuación.

3.1.1 Iluminación

El sistema que controle la iluminación, ha de estar formado por elementos que permitan una gestión integral para evitar gastos de operación innecesarios. Esto es así tanto para la iluminación ornamental como para aquella que forma parte esencial del proceso productivo.

Las ventajas que los SGTE aportan a la iluminación, derivan todas de un uso “inteligente” de la luz, adaptándolo a las necesidades de los usuarios y aunando, a su vez, un consumo energético lo más eficiente posible.

3.1.1.1 Uso de Infrarrojos y radiofrecuencia

Se trata del control de la instalación a través de dispositivos de infrarrojos (IR) o radiofrecuencia (RF), que permiten mediante un solo mando actuar sobre las luces sin tener que accionar un interruptor con la mano. Como principales características se pueden citar:

Se pueden tener programas introducidos en la memoria del dispositivo según los requerimientos del usuario de forma que pueden activarse de forma sencilla.

No hace falta cableado para el mando de los dispositivos.



Figura 4. Algunos ejemplos de funcionalidades.

3.1.1.2 Escenas de luz

Gracias al empleo de programas específicos adaptados a cada situación, se pueden realizar escenas de luz, que consistirían en la memorización por parte del sistema de la iluminación que se elija para cada circunstancia de uso.

3.1.1.3 Iluminación en función de factores externos

El control domótico de la iluminación puede adaptar el accionamiento de ésta dependiendo de variables como pueden ser:

- Detectores de presencia.
- Detectores de luminosidad.
- Alarmas técnicas.
- Programación horaria.

3.1.2 Climatización

Uno de los factores que más influencia tiene en el confort en un edificio o vivienda es la climatización. La temperatura a la que se encuentre una habitación incide de gran forma en la actitud y la salud de las personas presentes, lo que lleva como consecuencia inmediata el traslado de esta incidencia a campos tan importantes como el rendimiento en el trabajo.

Suponiendo que estamos hablando de la climatización de un edificio no destinado a vivienda, ya que en un hogar el número de personas es más reducido y las relaciones entre ellas son muy distintas a las de un edificio con otros usos, todos los temas que están relacionados con el calor y las distintas formas de percibirlo tendrán una influencia que variará de una persona a otra.

Como estos factores son muy personales es necesario conocerlos de cerca para, al afrontar el diseño de una instalación de climatización, tenerlos en cuenta y darles una adecuada respuesta técnica.

Tanto la parte de accionamiento como la de uso del sistema se pueden automatizar de forma que se obtenga un control auténtico sobre la instalación. Al igual que se comentó en el apartado de la iluminación, la climatización presenta la posibilidad de controlarse en función de variables externas como detectores de presencia, termostatos, programaciones horaria o estacional, etc.

3.1.3 Sistemas de audio y vídeo

Es cada vez más frecuente el uso de estas dos funcionalidades en la edificación. Inicialmente éstas parecían estar reservadas exclusivamente a los edificios, a veces sólo como elementos de información a los usuarios, pero es cada vez más habitual su utilización con el fin de facilitar el trabajo dentro de los mismos.

Debido al abaratamiento de los sistemas de audio y sobre todo de los sistemas de vídeo, y en general de los sistemas multimedia, se están implantando en las viviendas y además con un grado de calidad importante.

También crece el número de sistemas informáticos instalados en las viviendas, generalmente unido al confort. Esto está relacionado con el empleo de dispositivos de tipo inalámbrico que facilitan su uso de forma muy cómoda por parte de los usuarios.

Como es lógico, todas estas necesidades que hemos expuesto de forma muy breve generarán posteriormente una problemática a la hora de integrar los diferentes elementos o sistemas, abriendo las posibilidades de configuración y uso.

3.2 GESTIÓN DE LA SEGURIDAD

La seguridad es uno de los factores más importantes dentro de la instalación de un edificio, ya que abarca tanto aquellos sistemas destinados a prevenir la intrusión como las alarmas técnicas que corresponden a peligros derivados del mal funcionamiento de alguno de los sistemas de una edificación. Podemos hacer una división en varios apartados.

3.2.1 Control de intrusión

La posibilidad de la presencia de personas no deseadas en una edificación hace necesaria la instalación de sistemas que prevean esta posibilidad y aporten soluciones eficaces.

La domótica ofrece estas funcionalidades aunándolas al resto de virtudes del sistema. No sólo se tendrá cubierta la gestión de alarmas, además ésta se podrá conectar con el resto del sistema domótico pudiendo conocer en cada instante el estado de la instalación y obtener información tanto local como de forma remota.

El sistema puede a su vez realizar algunas funciones cuando salte alguna alarma, como la conexión intermitente de la iluminación, el accionamiento de sirenas, el envío de señales por teléfono, cierre de accesos, grabación de imágenes por medio de un circuito cerrado de televisión (CCTV), empleo de Internet, etc.

3.2.2 Alarmas contra incendios

Una edificación moderna no puede prescindir de alarmas contra incendios que cubran todas las instalaciones. No solo se realizará una mera detección del fuego/humo, aportara además otros aspectos como son:

- Accionamiento de alarmas, tanto sonoras como visuales.
- Información a los servicios de emergencia.
- Cierre de puertas y elementos que puedan ayudar a la propagación del siniestro.
- Cortes de energía eléctrica.
- Envío de ascensores a la planta baja.

Como en el resto de aplicaciones de la domótica se puede tener un control a distancia y en este caso será el sistema el que informe, vía teléfono, a cualquier usuario que demande este servicio.

3.2.3 Alarmas técnicas

Otras funcionalidades están relacionadas con alarmas que puedan producirse por inundación escapes de gas o fallo en el suministro eléctrico. El sistema típicamente debe detectar la alarma, actuar en consecuencia cortando las válvulas correspondientes y dando aviso al usuario por cualquiera de los métodos elegidos: señalización luminosa, acústica, telefónica, etc.

3.3 GESTIÓN DE LA ENERGÍA

Bajo el punto de vista del ahorro energético, la gestión de la energía es de vital importancia en la automatización de las viviendas y los edificios, ya que la implantación de sistemas que estén encaminados a este criterio será bien acogida tanto por los usuarios como por las compañías suministradoras y los propios gobiernos y administraciones públicas.

3.3.1.1 Conceptos básicos de gestión de la energía

La gestión de la energía se deberá de implementar en torno a los siguientes conceptos:

- El uso racional de la energía.
- La prioridad en la conexión de cargas.
- El uso de tarifas especiales ofertadas por parte de las compañías suministradoras de energía.
- La utilización de sistemas de acumulación.
- La zonificación de los sistemas de calefacción y de aire acondicionado.

El uso racional de la energía es una de los principales objetivos de las compañías eléctricas y de las autoridades. Se trata de que el usuario emplee estrategias orientadas a consumir sólo la energía necesaria evitando el “despilfarro”. Para conseguir este objetivo son necesarias varias condiciones: suministrar información al usuario y utilizar sistemas técnicos que permitan la regulación adecuada de los flujos energéticos. De esto último es de lo que se encarga la domótica/inmótica.

La prioridad en la conexión de las cargas es la funcionalidad más desarrollada en lo que se refiere a la gestión de la energía. Se establece un orden de prioridades en la actuación de los receptores de tal manera que partiendo de una tasa máxima de consumo simultáneo se convenga en dar prioridad, dentro de las diferentes líneas de alimentación eléctrica. Para ello es necesario algún sistema que lea el consumo de las diferentes líneas y vaya procediendo al corte en función de las prioridades establecidas.

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

Las compañías suministradoras de energía eléctrica, según la demanda de potencia que tengan de sus abonados, pueden establecer diferentes tarifas teniendo en cuenta los horarios distintos; estas tarifas serán utilizadas posteriormente por sistemas que saquen rendimiento de tales circunstancias.

Los sistemas de acumulación, son un ejemplo de lo adelantado en el punto anterior, aprovechándose de las tarifas en horas valle, acumulando la energía que consumen para devolverla en las horas donde el coste energético es más alto. La zonificación de los sistemas de calefacción puede ser interesante en función de las diferentes áreas del edificio, orientación, uso, etc.

3.3.1.2 Parámetros en la gestión de la energía

Las funciones de un sistema genérico de control de la energía se pueden clasificar en cinco categorías:

- Regulación: Mantener una magnitud regulada en función de un valor prefijado.
- Programación: Modificar en función del tiempo el nivel de un valor prefijado.
- Optimización: Realizar el diseño dependiendo de diferentes valores o condiciones para asegurar un menor coste.
- Desconexión de un equipo en el momento en que su funcionamiento pueda suponer un sobrecoste.
- Seguridad: Intervenir para no ocasionar perjuicios.

3.3.2 Control de accesos

A través de este subsistema podemos controlar los accesos al edificio o dentro de él a las zonas deseadas. Quedarse en un mero "portero electrónico", no aportaría ventajas sobre otros métodos, pero la domótica ofrece la posibilidad de enlazar este subsistema con otros de forma que la gestión del edificio se haga más racional. Es posible encontrarse con las siguientes aplicaciones:

- El uso de la climatización y la iluminación en función del número de personas que hay en un edificio.
- Inicio de procesos asociados a la presencia de determinadas personas en la instalación.
- Cargos de diversos servicios que serán usados por las personas presentes: aparcamiento, alimentación, etc.

3.3.3 Gestión

Una edificación moderna, con especial hincapié si es un edificio no destinado a vivienda, necesita una gestión que asegure que todos los recursos son empleados de forma eficiente y que se aprovechan las posibilidades que ofrece al máximo.

Para todo ello es necesario un exhaustivo conocimiento de toda la instalación, de forma que puedan ser tomadas las acciones necesarias para garantizar que se cumplen con los objetivos fijados.

Los SGTE ofrecen la posibilidad de dar esa información de múltiples maneras. Con paneles o pantallas en cada zona podemos mostrar el funcionamiento de un área en concreto; centralizado en un PC puede estar monitorizado el edificio entero y con él extraer datos del periodo de tiempo que queramos, así como almacenarlos para su posterior uso. Todo esto lo podemos hacer de forma directa o bien a través de sistemas de comunicación remota.

3.4 GESTIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Este es sin duda el aspecto que más se ha desarrollado dentro del campo de la gestión técnica en la edificación. Los edificios y viviendas ya han dejado de ser núcleos aislados e independientes de nuestras vidas para convertirse en una parte de las mismas. En una edificación cabe distinguir la comunicación interior del edificio y la comunicación desde y hacia el exterior. Se desarrolla a continuación de forma muy breve las posibilidades en cada caso para exponer posteriormente en la clasificación de los sistemas estas tecnologías con más profundidad.

Las comunicaciones internas son las que se generan entre los diferentes dispositivos y sistemas, así como las que utilizan los usuarios con el SGTE (interfaces de usuario). La comunicación está íntimamente relacionada con las funcionalidades que tengamos definidas en el edificio puesto que debe dar la posibilidad de explotar el sistema, visualizando aquellos parámetros de interés y permitiendo la entrada de datos.

Podemos citar como comunicaciones internas las que puedan existir entre dispositivos dentro del edificio. Para establecer la comunicación entre elementos del mismo tipo se suelen emplear protocolos estándar o propietarios. Los protocolos estándar, que desarrollaremos más adelante, son aquellos que obedecen a una pauta de funcionamiento generalmente en capas o niveles perfectamente estudiados y en la mayor parte de los casos siguiendo los pasos de la norma ISO/OSI.

Los protocolos propietarios, como su propio nombre indica resuelven las comunicaciones de una forma no transparente al usuario, sino con un protocolo generalmente punto a punto diseñado por el fabricante y que resulta solo útil en sus sistemas o equipos y no en todos los tipos. Queda prácticamente como tarea inalcanzable la unión de sistemas de distintos fabricantes que incorporen protocolos propietarios.

Las comunicaciones exteriores en un edificio o vivienda van encaminadas básicamente a 5 grandes campos que son la comunicación, telemetría, seguridad y automatización, e-business, y ocio o entretenimiento.

Para conseguir estas funcionalidades podemos emplear métodos de acceso convencionales como son RTC (Red Telefónica Conmutada) con módem 56K / V.90, RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), o GSM (Groupe Spécial Mobile); métodos con Conexión Permanente cableadas como xDSL, Redes de Cable (Cable Modem), otras Tecnologías (Ondas Portadoras, PLC) y finalmente métodos con conexión permanente inalámbricos como GPRS/UMTS, LMDS, Satélite y TV Digital Terrestre.

Pero todavía existe el gran reto de comunicar los elementos internos en la vivienda independientemente del hardware y software empleado y el exterior, independientemente de los medios utilizados. Esta demanda ha traído como consecuencia la aparición de las denominadas pasarelas o Gateways, que podemos decir que son los productos que van a permitir la conexión del edificio con el mundo exterior. Este tema será también tratado más adelante con el estudio de las diferentes tecnologías.

4 TIPOS DE SISTEMAS

Aunque ya han quedado descritas las diferentes áreas en que se desarrollan las aplicaciones de los SGTE, vamos a exponer algunas particularidades de los elementos con los que se pueden realizar, y previamente hemos de definir algunos de los grupos encargados de realizar dichas funcionalidades. En la Figura aparecen los cinco grandes grupos que describiremos a continuación.



Figura 5. Tipos de productos y sistemas para la gestión técnica de edificación.

Producto domótico es aquel que puede realizar de forma individual alguna de las funciones descritas en las aplicaciones de la domótica. Generalmente su uso es muy sencillo, y no requiere de programación, sino como mucho de parametrización; no suele admitir comunicaciones con otros elementos o sistemas de orden superior, ni admite comunicación con el exterior.

Si generalizamos diferentes áreas de actuación en un mismo producto esto hace que el producto domótico se convierta en un Sistema domótico o un Producto propietario. No solo podemos decir que la diferencia de un producto domótico y un sistema domótico son las funcionalidades a realizar, sino su potencialidad, ya que es factible la comunicación con otros sistemas, así como con el exterior. Asimismo ya entra aquí el concepto de programación y por tanto el uso del PC en algunos de ellos. La diferencia entre sistema domótico y producto o sistema propietario es que en este último solo es posible la utilización de elementos del mismo fabricante, utilizando un protocolo de comunicaciones propio, y no resulta fácil la unión con otros elementos dentro de la cadena de gestión.

Un nivel más alto al de un sistema domótico es el denominado Sistema Domótico Integrador, que permite de una manera relativamente fácil la utilización de elementos de distintos fabricantes o en su defecto la integración de instalaciones realizadas con otros sistemas. Los Sistemas de Gestión engloban todas las potencialidades de los sistemas anteriores, y generalmente está pensado para instalaciones de gran envergadura. Finalmente están los Sistemas de Gestión Integradores, que además incorporan la posibilidad de integrar las diferentes instalaciones de los edificios, aun siendo de distintos fabricantes y con diferente tecnología, trabajan con una gestión informatizada del edificio, con lo que esto conlleva, es decir la utilización de PCs y de software de programación y de gestión.

4.1 ARQUITECTURAS DE CONEXIONADO

Atendiendo al modo en que los diferentes elementos conforman el sistema de gestión en cuanto a su arquitectura de conexionado, los podemos clasificar en:

- Sistemas de arquitectura centralizada.
- Sistemas de arquitectura distribuida.
- Sistemas de arquitectura con periferia descentralizada.

4.1.1 Sistemas de arquitectura centralizada

Son sistemas en los que los sensores y los actuadores están centralizados en una única unidad de control, tal como se ve en la Figura.

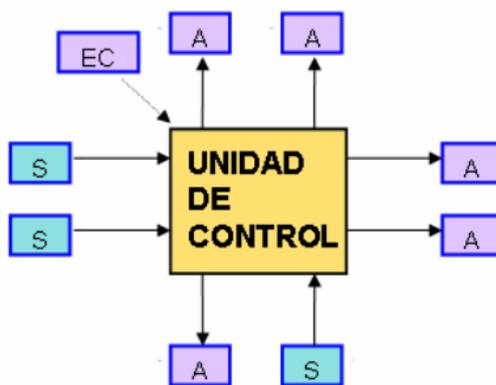


Figura 6. Esquema de arquitectura centralizada.

Esta unidad de control es el “cerebro” del sistema y un fallo de la misma produciría una caída de todo el sistema. La ventaja que comporta es el menor coste al existir solamente un elemento que incorpora los elementos hardware más costosos, como pueden ser microcontroladores, memorias, o componentes de comunicaciones.

Este tipo de control requiere un cableado importante y voluminoso, al no haber conexión directa entre todos los componentes (sensores y actuadores).

4.1.2 Sistemas de arquitectura distribuida

Sistema en que la unidad de control se sitúa próxima al elemento a controlar. Existen por tanto generalmente más de una unidad o elemento de control. Se ve en la Figura 7.

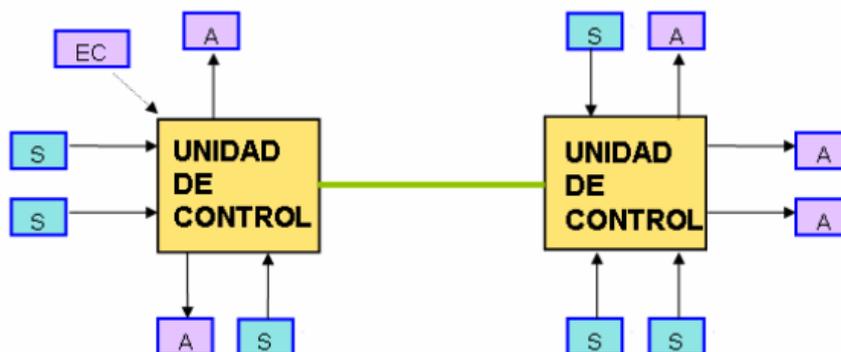


Figura 7. Esquema de arquitectura distribuida.

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

Esta arquitectura presenta algunas ventajas respecto a la arquitectura centralizada expuesta anteriormente, pues la tarea del control se reparte convenientemente entre diferentes elementos de control. Esto trae como consecuencia que el cableado se reduce enormemente. La unión entre las diferentes unidades de control se puede hacer empleando alguno de los medios físicos existentes, y utilizando el protocolo adecuado al elemento de control.

En esta arquitectura se permite la interrelación de sensores y actuadores asignados a diferentes elementos de control. Por lo tanto, a diferencia de la arquitectura centralizada, si existe algún fallo en alguna de las unidades de control que conforman la arquitectura distribuida, éste sólo va a afectar a los elementos que tenga unidos a su módulo y por tanto podrá seguir funcionando el sistema.

La principal desventaja es que las unidades de control son varias y por tanto el coste debería de ser más alto ya que se están multiplicando elementos de control y comunicaciones en las mismas.

4.1.3 Sistemas de arquitectura con periferia descentralizada

Este sistema está provisto de una única unidad de control central que gobierna la instalación, pero se dispone de algunos módulos que son capaces de recibir diferentes entradas y salidas (descentralizando la periferia de E/S) y transmitir las a la unidad de control por medio de un bus. Estos módulos están carentes de toda capacidad de procesamiento y sólo soportan, como es lógico, un hardware de comunicaciones y las conexiones de módulos de E/S (digitales, analógicos, etc.).

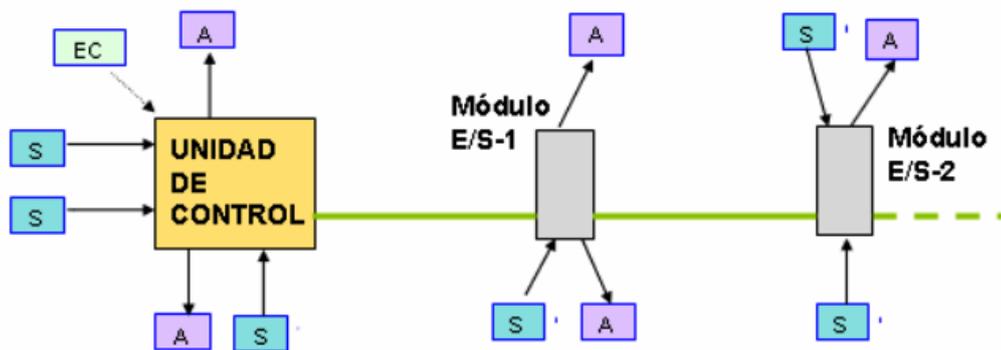


Figura 8. Esquema de arquitectura con periferia descentralizada

Como se aprecia en la Figura 8 es bastante habitual que la unidad central también disponga de capacidad para direccionar E/S (conexión a sensores y actuadores) como una arquitectura centralizada. En este caso estamos ante una arquitectura híbrida.

La principal ventaja de esta arquitectura es el importante ahorro de cableado que se consigue, así como una racionalización mayor a la hora de plantear la instalación, teniendo en cuenta zonas, concentración de señales, etc. Tiene la ventaja de los sistemas distribuidos en cuanto a conexión y cableado pero la desventaja de que una caída de la unidad central provoca un fallo general del sistema.

4.2 NIVEL FÍSICO DE TRANSMISIÓN DE DATOS

Una clasificación muy característica de los SGTE está basada en el medio de transmisión (nivel físico) utilizado entre los elementos que conforman el sistema, independiente del lenguaje o protocolo que estén utilizando. En la Tabla 1 podemos ver los dos tipos de medios de transmisión empleados, con cable y sin cable, con alguna de sus características, requerimientos y usos, que comentaremos de forma individual a continuación.

Tipo	Usabilidad	Características y requerimientos
Transmisión con cable		
Cableado dedicado	Muy fácil, muy extendido, económico	Permite crear grandes redes de equipos.
Par trenzado	Proviene de usos industriales	Gran seguridad de transmisión
Cable coaxial	Utilizado en el envío de señales de vídeo. Bastante implantado.	Inmune a interferencias pero muy rígido para instalación.
Red eléctrica instalada	No necesita instalación adicional de cableado.	Poca seguridad y velocidad. Ventaja de aprovechar instalación eléctrica instalada.
Fibra óptica	Gran capacidad	Se utiliza para transmitir gran cantidad de información.

Tipo	Usabilidad	Características y requerimientos
Transmisión sin cable por Radiofrecuencia		
Bluetooth. V1 y 2.	Bastante extendido	No es un estándar. Velocidad de transmisión media.
IEEE 802.11b (WiFi)	Bastante extendido	Es un estándar, admiten velocidades altas de transmisión.
IEEE 802.11g	Poco extendido	Altísimas velocidades de transmisión en frecuencia estándar.
IEEE 802.15.4 (ZigBee)	Poco extendido	Es un estándar, velocidades de transmisión bajas, pensado para dispositivos de gestión de edificios.
IEEE 802.16 a, b, c (WirelessMAN)	Poca implantación	Redes inalámbricas metropolitanas. Redes entre edificios.

Tabla 1. Nivel físico de transporte de información

4.2.1 Transmisión con cable

La transmisión con cable usa los medios que a continuación se describen.

4.2.1.1 Líneas de distribución de energía eléctrica

Si bien no es el medio más adecuado para la transmisión de datos, si es una alternativa a tener en cuenta para las comunicaciones domésticas dado el bajo coste que implica su uso al tratarse de una instalación existente.

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

Para aquellos casos en los que las necesidades del sistema no impongan requerimientos muy exigentes en cuanto a la velocidad de transmisión, la línea de distribución de energía eléctrica puede ser suficiente como soporte de dicha transmisión. Los rangos de frecuencia reservados son:

- Rango de 3 a 95 kHz: suministradores de energía y sus empresas concesionarias.
- Rango de 95 kHz a 148,5 kHz: disponible para aplicaciones generales. Este rango se encuentra dividido en tres bandas:
 - Banda 1: 95 kHz a 125 kHz, sin protocolo de acceso.
 - Banda 2: 125 kHz a 140 kHz, con protocolo de acceso.
 - Banda 3: 140 kHz a 148,5 kHz, sin protocolo de acceso.
 - Por encima de 148,5 kHz: rango prohibido.

El voltaje de salida del transmisor está regulado como sigue (comparado con una red de alimentación estándar):

- 116 dB μ V para uso general.
- 134 dB μ V para aplicaciones especializadas (por ejemplo, en un entorno industrial).

4.2.1.2 Cable Coaxial

El cable coaxial fue el primer cable empleado, aparte de cable eléctrico convencional en la transmisión de información entre dispositivos y existen diferentes tipos según su uso y utilización. En la Tabla 2 podemos ver los diferentes tipos y su utilización más común.

Tipo	Utilización
RG - 8 ; RG - 11 ; RG-58	Se usan en redes de datos tipo Ethernet
RG - 75	Principalmente en televisión

Tabla 2. Tipos de cable coaxial

El cable coaxial tenía una gran utilidad en sus inicios por su propiedad idónea de transmisión de voz, audio y video.

Los factores a tener en cuenta a la hora de elegir un cable coaxial son su ancho de banda, su resistencia o impedancia característica, su capacidad y su velocidad de propagación. El ancho de banda del cable coaxial está entre los 500Mhz, esto hace que el cable coaxial sea ideal para transmisión de televisión por cable por múltiples canales. La resistencia o la impedancia característica dependen del grosor del conductor central o malla; si varía éste, también varía la impedancia característica.

4.2.1.3 Cable de par trenzado

El cable par trenzado es de los más antiguos en el mercado y en algunos tipos de aplicaciones es el más común. Consiste en dos alambres de cobre o a veces de aluminio, aislados con un grosor de 1 mm² aproximado. Los alambres se trenzan con el propósito de reducir la interferencia eléctrica de pares similares cercanos. Los pares trenzados se agrupan bajo una cubierta común de PVC (Policloruro de Vinilo) en cables múltipares de pares trenzados (de 2, 4, 8, hasta 300 pares).

Un ejemplo de par trenzado es el sistema de telefonía, ya que la mayoría de aparatos se conectan a la central telefónica por medio de un par trenzado. Actualmente, se han convertido en un estándar en el ámbito de las redes LAN como medio de transmisión en las redes de acceso a usuarios (típicamente cables de 2 ó 4 pares trenzados). A pesar que las propiedades de transmisión de cables de par trenzado son inferiores, y en especial la sensibilidad ante perturbaciones extremas, a las del cable coaxial, su gran adopción se debe al costo, su flexibilidad y facilidad de instalación, así como las mejoras tecnológicas constantes introducidas en enlaces de mayor velocidad, longitud, etc.

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

El cable par trenzado más simple y empleado no tiene ningún tipo de pantalla adicional y tiene una impedancia característica de 100 Ohmios. El conector más frecuente con el UTP es el RJ45, aunque también puede usarse otro (RJ11, DB25, DB11, etc.), dependiendo del adaptador de red.

El par trenzado hasta ahora ha sido mejor aceptado, por su costo, accesibilidad y fácil instalación. Sus dos alambres de cobre torcidos aislados con plástico PVC han demostrado un buen desempeño en las aplicaciones de hoy, sin embargo, a altas velocidades puede resultar vulnerable a las interferencias electromagnéticas del medio ambiente.

El cable **UTP** es el más utilizado en telefonía por lo que realizaremos un estudio más a fondo de este tipo de cable. Las categorías del cable UTP son 8, y dependen de cómo actúan en atenuación, capacidad e impedancia, y las podemos ver en la Tabla 3.

Categoría	Uso	Ancho de banda y velocidad
1 y 2	Redes de telefonía	Velocidades hasta 4 Mbps
3	Redes de ordenadores	16 Mhz y hasta 16 Mbps.
4	Redes ordenadores en anillo tipo Token Ring.	20 Mhz y 20 Mbps
5	Redes de ordenadores	100 Mhz y 100 Mbps
5e	Igual que 5 mejorada	Buen comportamiento ante atenuaciones e interferencias
6	No es un estándar	250 Mhz
7	No está establecido aún	600 Mhz

Tabla 3. Categorías de cable de par trenzado

El cable coaxial es más inmune a las interferencias o al ruido que el par trenzado pero es mucho más rígido que el par trenzado, por lo que al realizar las conexiones entre redes la labor será más difícil.

La velocidad de transmisión que podemos alcanzar con el cable coaxial llega sólo hasta 10Mbps, en cambio con el par trenzado se consiguen 100Mbps.

4.2.1.4 Cable de fibra óptica

En la última década la fibra óptica ha pasado a ser una de las tecnologías más avanzadas que se utilizan como medio de transmisión. Los logros con este material fueron más que satisfactorios, desde lograr una mayor velocidad y disminuir casi en su totalidad ruidos e interferencias, hasta multiplicar las formas de envío en comunicaciones y recepción por vía telefónica.

La fibra óptica está compuesta por filamentos de vidrio de alta pureza muy compactos. El grosor de una fibra es como la de un cabello humano aproximadamente. Fabricadas a alta temperatura con base en silicio, su proceso de elaboración es controlado por medio de computadoras, para permitir que el índice de refracción de su núcleo, que es la guía de la onda luminosa, sea uniforme y evite las desviaciones.

Como características de la fibra podemos destacar que son compactas, ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de fiabilidad ya que son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radio-frecuencia. Las fibras ópticas no conducen señales eléctricas, conducen rayos luminosos, por lo tanto son ideales para incorporarse en cables sin ningún componente conductivo y pueden usarse en condiciones peligrosas de alta tensión.

En comparación con el sistema convencional de cables de cobre, donde la atenuación de sus señales es de tal magnitud que requieren de repetidores cada dos kilómetros para regenerar la transmisión, en el sistema de fibra óptica se pueden instalar tramos de hasta 70 Km. sin que haya necesidad de recurrir a repetidores, lo que también hace más económico y de fácil mantenimiento este material.

Con un cable de seis fibras se puede transportar la señal de más de cinco mil canales o líneas principales, mientras que se requiere de 10,000 pares de cable de cobre convencional para brindar servicio a ese mismo número de usuarios, con la desventaja que este último medio ocupa un gran espacio en los canales y requiere de grandes volúmenes de material, lo que también eleva los costes.

Originalmente, la fibra óptica fue propuesta como medio de transmisión debido a su enorme ancho de banda; sin embargo, con el tiempo se ha introducido en un amplio rango de aplicaciones además de la telefonía, automatización industrial, computación, sistemas de televisión por cable y transmisión de información de imágenes astronómicas de alta resolución entre otros.

4.2.2 Transmisión sin cable

La transmisión sin cable se realiza de dos formas: **radiofrecuencia** e **infrarrojos**.

4.2.2.1 Radiofrecuencia

La introducción de las 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 par el control a distancia de los sistemas domóticos, dada la gran flexibilidad que supone su uso. Sin embargo resulta particularmente sensible a las perturbaciones electromagnéticas producidas, tanto por los medios de transmisión, como por los equipos domésticos. No obstante no cabe ninguna duda que las tecnologías inalámbricas en radiofrecuencia son las que mas se van a desarrollar en los próximos años.

En estos momentos podemos distinguir Bluetooth, IEEE 802.11b (WiFi), IEEE 802.15.4 (Zigbee) y Home RF (Swap).

4.2.2.1.1 Bluetooth

Aunque la idea y tecnología fue desarrollada inicialmente por ingenieros suecos de la empresa Ericsson ("diente azul" fue un vikingo sueco que presumiblemente pisó tierra norteamericana unos cuantos siglos antes que Cristóbal Colón) realmente se empezó a conocer como resultado de la unión de esfuerzos en 1999 de 9 importantes compañías del sector de la información y las telecomunicaciones: 3Com (Palm), Ericsson, Intel, IBM, Lucent, Microsoft, Motorola, Nokia y Toshiba. Hoy por hoy existen cerca de 1400 fabricantes de todo el mundo y de diferentes áreas de negocio que han adoptado este estándar para alguno de sus productos.

Bluetooth es un enlace radio de corto alcance que aparece asociado a las Redes de Área Personal Inalámbricas, o sus siglas en inglés WPAN (Wireless Personal Area Network). Este concepto hace referencia a una red sin cables que se extiende a un espacio de funcionamiento personal o POS (Personal Operating Space) con un radio de hasta 10 metros.

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

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

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

El rango de frecuencias en que se mueve Bluetooth (2,402 GHz a 2,480 GHz) está dentro de una banda libre que se puede usar para aplicaciones ICM (Industrial, Científica y Médica) que no necesitan licencia. La primera versión de Bluetooth, la que implementan los circuitos disponibles actualmente o que lo harán en breve, puede transferir datos de forma asimétrica a 721 Kbps y simétricamente a 432 Kbps. Se puede transmitir voz, datos e incluso vídeo. Para transmitir voz son necesarios tres canales de 64 Kbps, para transmitir vídeo es necesario comprimirlo en formato MPEG-4 y usar 340 Kbps para conseguir refrescar 15 veces por segundo una pantalla VGA de 320x240 puntos. Están previstas dos potencias de emisión en función de la distancia que se desea cubrir, 10 metros con 1 milivatio y 100 metros con 100 milivatios.

Reseñar que en algunos países no se puede usar toda esa banda (destacan Japón, Francia y España) y que, en otros países, no está permitido tener los niveles de potencia que permiten llegar a tener coberturas de 100 metros. Además, lo que iba a ser una transmisión multipunto (entre varios dispositivos al mismo tiempo), de momento, sólo admitirá conexiones punto-a-punto entre dos equipos. Ya hay fabricantes, que pertenecen al Bluetooth SIG (Special Interest Group), como Toshiba, que han desarrollado tecnologías que rebasan con creces las prestaciones de Bluetooth inicial. Incluso llevan meses pensando nuevos modelos de uso, con cambios importantes en el núcleo de esta tecnología, que amplíen el abanico de aplicaciones susceptibles de usarla.

Desde el punto de vista de la Domótica e Inmótica, el Bluetooth proporcionará el acceso inalámbrico, por ejemplo; a los menús de la centralita de alarma, las pasarelas residenciales o similares desde el teléfono móvil o la agenda de mano PDA. Gracias a sus prestaciones también podremos ver como aparecen webcams con interface Bluetooth evitando así la instalación de nuevos cables por la vivienda.

A medio plazo, cuando el coste de los chips Bluetooth alcance el objetivo de 5 U\$, muchos dispositivos y equipos de las viviendas podrán usar el Bluetooth sin apenas incrementar su precio final.

Destacan: teclados y ratones de PC, hornos microondas, termostatos de pared, pequeños televisores y equipos de música, mandos a distancia multidispositivo, auriculares inalámbricos ya sean para el PC, como para ver la tele o mantener una conversación telefónica usando el teléfono fijo como base.

Es de esperar que el Bluetooth se use en dispositivos donde exista un mínimo de recursos de procesador, memoria y cuyos datos almacenados sean de cierto tamaño o envergadura. Por ejemplo, un sensor de intrusión vía radio sólo necesita transmitir de 5 a 10 octetos de información hacia la centralita de seguridad cuando se dispara una alarma. Ahora mismo estos dispositivos usan pequeños transceptores de radio FSK de coste realmente bajo (tecnología muy madura) y que con 2400 bps proporcionan suficiente velocidad binaria para transmitir esas alarmas. Entonces, ¿tiene sentido usar chips Bluetooth que pueden llegar a transmitir más de 700 Kbps cuando sólo necesitamos 2400 bps y muy de vez en cuando? Parece que no, más cuando la diferencia de costes de ambas opciones es sustancial.

Resumiendo, Bluetooth es una opción interesante para intercambio de datos entre teléfonos móviles, agendas, pasarelas residenciales, centralitas de seguridad/domótica, ordenadores, webcams, equipos de HiFi o reproductores MP3, mandos a distancia universales, etc.

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

La implantación de este tipo de tecnología quiere suponer un avance en la convergencia de dispositivos; un ejemplo: sería posible confirmar una reserva de un vuelo y obtener la tarjeta de embarque, simplemente, con entrar en el recinto del aeropuerto. Si tenemos encendido el móvil, éste se comunicaría con el ordenador del aeropuerto, daría nuestra identificación y confirmaría la plaza, dato que se transmitiría a nuestro teléfono móvil y serviría para realizar el embarque, sin necesidad de tener que hacer ninguna cola ni sacar ningún papel. Como casi siempre estos son más predicciones que realidades, pero ya comienzan a aparecer algunos dispositivos que incluyen facilidades basadas en Bluetooth para conexiones inalámbricas en entornos de trabajo, como conexiones a periféricos, e incluso implantación de redes, pero sus elevados precios están ralentizando su entrada en el mercado.

4.2.2.1.2 IEEE 802.11b (WiFi)

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

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

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

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

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

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

Del nivel de acceso al medio MAC solo diremos que define un protocolo CSMA/CD, que evita colisiones monitorizando el nivel de señal en la red.

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

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

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

El término WiFi (Wireless Fidelity) es el nombre comercial del 802.11b y el logo con que ya se están vendiendo dispositivos que usan esta tecnología. La WECA es la asociación encargada de vigilar y certificar que los productos WiFi cumplen todas las normas y que, por lo tanto, son compatibles con los dispositivos comercializados hasta la fecha.

La tecnología 802.11b o WiFi es el instrumento ideal para crear redes de área local en las viviendas o SOHOs cuando es imposible instalar nuevos cables o se necesita movilidad total dentro de estos entornos.

Más en detalle, permite navegar por Internet con un portátil o una tableta electrónica (webpad) desde cualquier punto de la casa (incluido el jardín) aportando la ubicuidad necesaria en muchas aplicaciones diarias de la vivienda.

Las ventajas que se pueden notar para este nivel físico en el caso de un edificio, es la ausencia de cableado para crear una red de datos, dentro de las limitaciones del sistema. Como inconvenientes aportaremos dos fundamentales, una es la seguridad y otro es el coste de los dispositivos que incorporaran WiFi.

Por último hay que comentar que están apareciendo Pasarelas Residenciales y routers ADSL que traen incorporado el punto de acceso 802.11 evitando así tener que asumir ese coste por otro lado.

Estos equipos proporcionan acceso a Internet simultáneo para varios dispositivos, actúan como cortafuegos, impidiendo el acceso de terceros a las redes de la vivienda, como servidores proxy y routers, resolviendo el routing externo/interno de las tramas Ethernet. Además, también suelen traer instalado el interface Ethernet 10/100 para cableado estructurado.

4.2.2.1.3 IEEE 802.11g

Recientemente, el IEEE ha dado su aprobación al nuevo estándar de redes locales inalámbricas 802.11g; sin entrar en demasiadas profundidades técnicas sobre éste, que ya han sido descritas anteriormente, diremos que la particularidad más importante es la altísima velocidad de 54 Mbps sobre la frecuencia comercial y gratuita de 2,4 GHz, al igual que lo hacía el 801.11b.

4.2.2.1.4 IEEE 802.15.4 (ZigBee)

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

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

4.2.2.2 Infrarrojos

No se ha incluido este medio dentro de nivel físico en la tabla y sólo hacemos una breve reseña, dado que es utilizado habitualmente en mandos a distancia para pequeños dispositivos en los edificios. Está cayendo en desuso debido al abaratamiento de las tecnologías inalámbricas por radiofrecuencia expuestas con anterioridad.

La comunicación se realiza entre un diodo emisor que emite una 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.

Al tratarse de un medio de transmisión óptico es inmune a las radiaciones electromagnéticas producidas por los equipos domésticos o por los demás medios de transmisión (coaxial, par trenzado, corrientes portadoras, etc.). Sin embargo, habrá que tomar precauciones en los siguientes casos:

- Las interferencias electromagnéticas sólo afectarán a los extremos del medio IR, es decir, a partir de los dispositivos optoelectrónicos (diodo emisor y fotodiodo receptor).
- Es necesario tener en cuenta otras posibles fuentes de IR. Hoy en día, existen diferentes dispositivos de iluminación que emiten cierta radiación IR.

4.3 ESTÁNDARES DE CONTROL

4.3.1 Estándares de control de SGTE

Se ha constatado hasta el momento el grado de sofisticación tecnológica que se ha alcanzado dentro de los elementos que conforman los SGTE, y visto en los primeros epígrafes de este capítulo, que una de las razones de la escasa implantación en el mercado de los mismos, era la falta de estandarización. Esta se puede definir como la normativa adoptada a nivel internacional para realizar una determinada tarea, independientemente del lugar en el que se realice y del producto que empleemos para ello.

Este documento está tratando de ofrecer una información lo más genérica posible, por lo que de los protocolos propietarios, que no siguen estándar alguno, no van a ser estudiados. Estos están vinculados claramente a fabricantes o marcas comerciales muy determinadas;

En la Tabla 4. Estándares de control en Sistemas de gestión de edificios se resumen los protocolos o estándares más utilizados por los sistemas de gestión técnica en la edificación.

Tipo	Usabilidad	Características y requerimientos
Estándares americanos		
X-10	Muy fácil implantación	Utiliza la red eléctrica instalada del edificio, pensado para mercado doméstico.
CEBus	Mediana implantación	Utilizado en instalaciones de tipo medio.
LON	Mucha implantación	Utilizado ampliamente en climatización. Apto para grandes instalaciones.
Estándares Europeos		
EHS	Poca implantación	Pensado para utilidades domésticas.
Batibus	Sencillo	Instalaciones de tipo medio.
EIB	Gran implantación	Complejo y útil en instalaciones de tipo medio-alto

Tabla 4. Estándares de control en Sistemas de gestión de edificios

4.3.1.1 Estándar X-10

El protocolo X-10 es un estándar para la transmisión de información por corrientes portadoras. Fue desarrollado entre 1976 y 1978 por los ingenieros de Pico Electronics Ltd, en Glenrothes, Escocia.

El objetivo de esta tecnología fue la de transmitir datos por las líneas de baja tensión (tanto monofásica como trifásica) a muy baja velocidad (60 bps en EEUU y 50 bps en Europa) y costes muy bajos. Al usar las líneas eléctricas de la vivienda, no es necesario tender nuevos cables para conectar dispositivos.

Gracias a su madurez (más de 20 años en el mercado) y a la tecnología empleada, los productos X-10 tienen un precio muy competitivo, lo que les convierte en líderes del mercado norteamericano residencial y de pequeñas empresas (para instalaciones realizadas por los usuarios finales o electricistas sin conocimientos en automatización).

4.3.1.2 Estándar CEBus

En 1984 varios miembros de la EIA norteamericana (Electronics Industry Association) llegaron a la conclusión de la necesidad de un bus domótico que aportara más funciones que las que aportaban sistemas de aquella época (ON, OFF, DIMMER xx, ALL OFF, etc.). Especificaron y desarrollaron un estándar llamado CEBus (Consumer Electronic Bus).

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

Como es una especificación abierta cualquier empresa puede conseguir estos documentos y fabricar productos que implementen este estándar, tras obtener la autorización de la CIC (CEBus Industry Council).

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

En Europa una iniciativa similar en prestaciones, y en el mercado al que va dirigido, es el protocolo EHS (European Home System).

4.3.1.3 Estándar Lonworks

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

El éxito que ha tenido LonWorks en instalaciones profesionales, en las que importa mucho más la fiabilidad y robustez que el precio, se debe a que desde su origen ofrece una solución con arquitectura distribuida, extremo a extremo, que permite distribuir la inteligencia entre los sensores y los actuadores instalados en el edificio y que cubre desde el nivel físico de aplicación de la mayoría de los proyectos de control.

En algunos aspectos, una red LonWorks se asemeja a una red de datos de ordenador LAN (Local Area Network). Las redes de datos consisten en ordenadores unidos a varios medios de comunicación, conectados por medio de routers, los cuales se comunican con otros ordenadores usando un protocolo común tal como el TCP/IP.

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

Las redes de datos están optimizadas para el movimiento de grandes cantidades de datos, y el diseño de los protocolos de estas redes de datos prevé retrasos ocasionales a la hora de enviar o recibir la información. Las redes de control contienen piezas similares optimizadas para los requisitos de coste, realización, tamaño y respuesta de control. El control de red permite a estos sistemas llegar a un tipo de aplicación que la tecnología de redes de datos no puede alcanzar. Los fabricantes de sistemas de control y aparatos pueden acortar el tiempo de desarrollo incluyendo componentes LonWorks. El resultado es un coste más ajustado en el desarrollo y mantenimiento, permitiendo que aparatos de diferentes fabricantes puedan comunicarse.

La sofisticación de una red LonWorks puede variar desde pequeñas redes integradas en máquinas, hasta grandes redes controlando cientos de aparatos. Las redes LonWorks son usadas en edificios, trenes, aviones, fábricas y muchos otros procesos.

4.3.1.4 Estándar EHS

El estándar EHS (European Home System) ha sido otro de los intentos de la industria europea (año 1984), auspiciada por la Comisión Europea, de crear una tecnología que permitiera la implantación de la domótica en el mercado residencial de forma masiva. El resultado fue la especificación del EHS en el año 1992.

Desde su inicio han estado involucrados los fabricantes europeos más importantes de electrodomésticos de línea marrón y blanca, las empresas eléctricas, las operadoras de telecomunicaciones y los fabricantes de equipamiento eléctrico. La idea fue crear un protocolo abierto que permitiera cubrir las necesidades de interconexión de los productos de todos estos fabricantes y proveedores de servicios.

Tal y como fue pensado, el objetivo de la EHS es cubrir las necesidades de automatización de la mayoría de las viviendas europeas cuyos propietarios que no se pueden permitir el lujo de usar sistemas más potentes pero también más caros (como LonWorks, EIB o BatiBUS) debido a la mano de obra especializada que exige su instalación.

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

La asociación EHSA (EHS Association) es la encargada de emprender y llevar a cabo diversas iniciativas para aumentar el uso de esta tecnología en las viviendas europeas. Además se ocupa de la evolución y mejora tecnológica del EHS y de asegurar la compatibilidad total entre fabricantes de productos con interface EHS.

4.3.1.5 Estándar Batibus

El estándar BatiBUS fue desarrollado por MERLIN GERIN, AIRLEC, EDF Y LANDIS & GYR.

En 1989 se fundó el BCI (BatiBUS club international) con el propósito de extender las aplicaciones basadas en este bus. Hoy en día este club tiene más de 80 socios en muchos países, incluyendo fabricante líderes en aire acondicionado, sistemas de seguridad, equipamiento eléctrico, sistemas de automatización, etc.

BatiBUS ha conseguido la certificación como estándar europeo CENELEC. Existen una serie de procedimientos y especificaciones que sirven para homologar cualquier producto que use esta tecnología como compatible con el resto de productos que cumplen este estándar. A su vez, la propia asociación BCI ha creado un conjunto de herramientas para facilitar el desarrollo de productos que cumplan esta especificación.

4.3.1.6 Estándar EIB

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

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

El EIB está basado en la estructura de niveles OSI y tiene una arquitectura descentralizada.

Este estándar europeo define una relación extremo-a-extremo entre dispositivos que permite distribuir la inteligencia entre los sensores y los actuadores instalados en la vivienda.

Aunque en un principio sólo se contempló usar un cable de dos hilos como soporte físico de las comunicaciones, se pretendía que el nivel EIB.MAC (Medium Access Control) pudiera funcionar sobre los siguientes medios físicos:

- EIB.TP: sobre par trenzado a 9600 bps. Además por estos dos hilos se suministra 24 Vdc para la alimentación de los dispositivos EIB. Usa la técnica CSMA con arbitraje positivo del bus que evita las colisiones evitando así los reintentos y maximizando el ancho de banda disponible.
- EIB.PL: Corrientes portadoras sobre 230 Vac/50 Hz (powerline) a 1200/2400 bps. Usa la modulación SFSK (Spread Frequency Shift Keying) similar a la FSK pero con las portadoras más separadas. La distancia máxima que se puede lograr sin repetidor es de 600 metros.
- EIB.net: usando el estándar Ethernet a 10 Mbps (IEC 802-2). Sirve de backbone entre segmentos EIB además de permitir la transferencia de telegramas EIB a través del protocolo IP a viviendas o edificios remotos.
- EIB.RF: Radiofrecuencia: Usando varias portadoras, se consiguen distancias de hasta 300 metros en campo abierto. Para mayores distancias o edificios con múltiples estancias se pueden usar repetidores.
- EIB.IR: Infrarrojo: Para el uso con mandos a distancia en salas o salones donde se pretenda controlar los dispositivos EIB instalados.

En la práctica, sólo el par trenzado ha conseguido una implantación masiva mientras que los demás apenas han conseguido una presencia testimonial.

4.3.2 Estándares de control en automatización. Bus de campo

Este tipo de estándares, está basado en el empleo de buses de campo industriales que utilizan normalmente los autómatas programables, controladores, etc. Se trata por tanto de acercar el mundo de la automatización industrial al mundo de la edificación. La decisión es acertada, pues se observa la creciente implantación de este tipo de instalaciones en los edificios.

El bus de campo constituye el nivel más simple y próximo al proceso dentro de la estructura de comunicaciones industriales. Está basado en procesadores simples y utiliza un protocolo mínimo para gestionar el enlace entre ellos. Los buses propuestos más recientemente contemplan ya la posible integración del bus a una estructura de comunicaciones jerárquicamente superior y más potente.

La característica básica para que una red de comunicación pueda denominarse bus de campo es que permite intercambiar órdenes y datos entre productos de un mismo o de distintos fabricantes a través de un protocolo reconocido por cada uno de los nodos.

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

Hasta el momento han sido varios los intentos de crear un estándar para el nivel de bus de campo. En todos los casos se pretende básicamente conseguir un enlace multipunto, para elementos cuya CPU está básicamente dedicada a las tarea de control. Dichas CPU tienen una capacidad de comunicación limitada y no permiten implementar un protocolo al estilo de las grandes redes sin que ello suponga una pérdida importante de su velocidad y un incremento de precio y complejidad no justificables.

Las características generales más comunes de los buses de campo son las siguientes:

Los estándares de comunicación a nivel de bus de campo cubren sólo una parte del modelo OSI, concretamente los niveles físico (1), enlace (2) y aplicación (7). El resto de niveles no son imprescindibles para una red de tipo muy local, donde los medios de conexión son de uso exclusivo y la estructura lógica es única.

La conexión física más común es un bus semidúplex, comunicación en banda base, tipo RS-485. Se encuentran también opciones que trabajan con RS-422 y conexiones en bucle de corriente.

Lo que realmente define el tipo de bus y le da nombre es el protocolo de acceso al medio (MAC) y de enlace (LLC). Dicho protocolo suele incluir también un soporte rudimentario para la capa de aplicación, que consiste en la definición de una serie de funciones y servicios de la red mediante códigos de operación estándar.

El nivel de aplicación es el dirigido al usuario, apoyándose en las funciones estándar para crear programas de gestión y presentación. La aplicación suele ser propia de cada fabricante, permitiendo a lo sumo la programación en un lenguaje estándar.

Las ventajas de uso de los buses de campo industrial se encuentran en la reducción del coste de cableado y mantenimiento cuando el número de entradas y salidas crece considerablemente y en la flexibilidad y simplificación del diseño y manejo de la instalación.

En la Tabla 5 se clasifican algunos de los buses industriales estándar más utilizados y varias características y usos de los mismos.

Estándares de control en automatización.		
Tipo	Usabilidad	Características y requerimientos
AS-i	Para integración de sensores y actuadores binarios. Implantación media a bajo coste.	Alta velocidad, baja funcionalidad. Admite cualquier topología. Comunicación maestro-esclavo.
CAN	Inicialmente usado en el sector del automóvil. Bajo coste.	Alta velocidad, alta inmunidad al ruido y baja funcionalidad.
INTERBUS	Integración de sensores y actuadores binarios y analógicos.	Topología en anillo. Capacidad de autodiagnóstico mejorada.
PROFIBUS	Gran implantación a nivel industrial. Coste medio.	Para nivel campo para sensores y actuadores con periferia descentralizada (Profibus-DP) y nivel célula entre controladores (-FMS).

Tabla 5. Buses de campo estándar

4.4 PROTOCOLOS DE REDES INTERIORES EN UN EDIFICIO

Dentro de un edificio, casi independientemente de que su uso sea residencial o no, está siendo cada vez más frecuente la creación de redes interiores, generalmente para usos informáticos aunque se advierte una tendencia para compartir tareas con diferentes agentes del edificio en el ámbito de los SGTE. Vamos a exponer en esta sección los protocolos más habituales de las redes utilizadas en el interior de los edificios, con un resumen en la Tabla 6 y una descripción más detallada posteriormente.

Tipo	Usabilidad	Características y requerimientos
TCP / IP	Relativamente fácil, muy extendido para uso en PCs.	Permiten crear redes de equipos que lo soportan, admite diferentes niveles físicos.
USB	Gran facilidad de uso y crecimiento alto	Permite integrar multitud de dispositivos con una elevada velocidad.
BACNet	Muy centrado en el mercado americano	Está muy centrado en la transmisión de datos entre equipos y elementos de climatización.
Havi	Poco extendido	Permite integración de dispositivos de audio/video.
DVB-MHP	Poco extendido, gran potencialidad informática.	Integración multimedia de formatos e información entre dispositivos de audio/video
Home RF	No necesita instalación.	Protocolo inalámbrico de integración de dispositivos de gestión en los edificios.

Tabla 6. Protocolos de redes en el interior del edificio

4.4.1 Protocolo TCP/IP

El Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) más que un protocolo es un conjunto de protocolos que definen una serie de reglas que permiten a máquinas muy heterogéneas intercambiarse información mediante el uso de redes de área local (LANs), redes de área extensa (WAN), redes públicas de telefonía, etc. Por ejemplo, Internet en sí mismo está construido sobre el protocolo TCP/IP.

Al contrario de la arquitectura de 7 niveles especificada en el estándar OSI, con TCP/IP bastan cinco niveles, estos son:

1. NIVEL FÍSICO: define los tipos de medio físico (cable de par trenzado, coaxial, fibra óptica, etc.) y los niveles de señal que se inyectarán en éstos.
2. NIVEL DE ENLACE: prepara los paquetes de datos para su envío por el medio físico en cuestión, resuelve las colisiones, corrige errores en los paquetes o solicita el reenvío de los mismos.
3. NIVEL DE RED (IP): los equipos pueden introducir paquetes en la red, los cuales llegan al destinatario de forma independiente. No hay garantías de entrega ni de orden (IP no está orientado a la conexión), gestiona las rutas de los paquetes y controla la congestión.

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

4. NIVEL DE TRANSPORTE: es el nivel que realmente permite que dos máquinas conectadas TCP/IP puedan conversar entre sí. En este nivel pueden funcionar dos tipos de protocolos:
 - 1) Transmission Control Protocol (TCP). Proporciona una conexión segura que permite la entrega sin errores de un flujo de bytes desde una máquina origen a una destino Parte la ristra de datos a enviar en paquetes discretos y lo monta de nuevo en el destino. Maneja el control de flujo.
 - 2) User Datagram Protocol (UDP). Es un protocolo no orientado a la conexión, por lo tanto no garantiza el reparto seguro del paquete enviado. En general, se usa el UDP cuando la aplicación que se monta encima, necesita tiempos de respuesta muy cortos más que fiabilidad en la entrega.
5. NIVEL DE APLICACIÓN: Sobre él se montan las aplicaciones finales que prestan múltiples servicios, destacan: el correo electrónico, el navegador Web, el intercambio de ficheros FTP, etc.

Cuando se menciona el término "TCP/IP" en general nos estamos refiriendo a todos estos niveles y todas las reglas que hacen posible una comunicación extremo-a-extremo entre dos aplicaciones de máquinas diferentes.

Resumiendo TCP/IP permite trocear las cadenas de datos de las aplicaciones y encapsularlos en paquetes de longitud finita, con una dirección de origen y una de destino. Estos paquetes pasarán por Routers, Gateways, Bridges o Switches que harán posible que lleguen a sus destinos, normalmente libres de errores o pérdidas de información.

El protocolo TCP/IP no está optimizado para su uso en redes de control distribuido en aplicaciones de automatización de viviendas u oficinas, ya que fue diseñado para transferir ingentes cantidades de datos entre dos máquinas, cuando se usa para transferir 2 o 3 octetos de información, que es generalmente lo necesario en la mayoría de la aplicaciones domóticas, el coste en ancho de banda es muy alto.

A pesar de las razones técnicas, pronto aparecerán dispositivos domóticos y electrodomésticos con conexiones TCP/IP en el mercado. La razón radica en que TCP/IP está siendo usado en infinidad de ordenadores y aplicaciones, de forma que ha conseguido un volumen de negocio tal que ha hecho de este protocolo la herramienta ideal para asegurar la interconectividad total entre máquinas en cualquier parte del mundo.

Por otro lado, hasta hace bien poco, el coste de integrar comunicaciones TCP/IP no era muy rentable, debido a que los precios de las memorias eran elevados, y a la cantidad de procesador que roba a la aplicación principal. Pero como el coste del hardware es cada vez menor, están apareciendo multitud de microcontroladores de 8 y 16 bits (los más usados en aplicaciones distribuidas de control de las viviendas) que, con una arquitectura avanzada o una velocidad elevada, implementan TCP/IP ocupando muy poca memoria y sin apenas interferir en la velocidad de la aplicación principal.

4.4.2 Protocolo USB

El USB es un estándar que permite conectar hasta 127 dispositivos partiendo de un único conector como el de los ordenadores. Con una velocidad de 12 Mbps (Versión 1.1), el objetivo del USB es paliar las carencias del puerto serie RS-232 (setenta veces más lento, 115 Kbps) y del puerto paralelo (manguera con muchos hilos de longitud limitada), además ambos puertos sólo permiten conectar un dispositivo al mismo tiempo. El USB, con una manguera flexible de pocos hilos consigue velocidades muy por encima de las que se pueden transmitir con ambos tipos de puertos.

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

Se puede construir una pequeña red de área local entre dos ordenadores usando el USB.

Aunque los cables USB son asimétricos, para conectar dos PCs se necesita un cable puente de datos USB (USB Data Bridge) PC-a-PC. Este cable tiene un conector "A" en cada extremo. Una vez conectados los dos PCs se pueden compartir ficheros e impresoras sin mayor dificultad.

Si la vivienda o SOHO dispone de una red Ethernet, hay adaptadores USB-a-10/100 BaseT que permiten conectar el USB con cualquier cable de categoría 5, asimismo se pueden crear redes de comunicaciones empleando como medio físico el aire según estándar descrito 802.11b.

4.4.3 Protocolo BACNet

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

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

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

Incluso a principios de los años 90, cuando apareció el protocolo LonTalk usado en LonWorks, esta asociación se planteó su inclusión como parte del protocolo BACnet, a pesar de que Echelon demostró que no pensaba ceder los derechos de patente ni dejar de cobrar royalties por los chips que implementan el LonWorks. Todo ello iba en contra de las bases fundacionales del grupo de trabajo BACnet como protocolo abierto.

La parte más interesante de este protocolo es el esfuerzo que han realizado para definir un conjunto de reglas, tanto de hardware como de software, que permiten comunicarse a dos dispositivos independientemente si estos usan protocolos como el EIB, el BatiBUS, el EHS, el LonTalk, TCP/IP, etc.

El BACnet no quiere cerrarse a un nivel físico o a un protocolo de nivel 3 concretos, realmente lo que pretende definir es la forma en que se representan las funciones que puede hacer cada dispositivo, llamadas "objetos" cada una con sus propiedades concretas. Existen objetos como entradas/salidas analógicas, digitales, lazos de control PID, etc.

Actualmente existe incluso una iniciativa en Europa para la estandarización del BACnet como herramienta para el diseño, gestión e interconexión de múltiples redes de control distribuido.

4.4.4 Protocolo HAVi

El 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. El HAVi es una especificación software que permite la interoperabilidad total entre estos.

El HAVi ha sido desarrollado para cubrir las demandas de intercambio de información entre los equipos de audio y vídeo digitales de las viviendas actuales. Es independiente del firmware usado en cada uno de los equipos, de hecho, el HAVi tiene su propio sistema operativo (independiente del hardware y de la función del equipo), que ha sido especialmente diseñado para el intercambio rápido y eficaz de grandes paquetes de datos de audio y vídeo (streaming).

Cuando estemos adquiriendo un equipo con el logo HAVi de alguno de los fabricantes mencionados, tendremos asegurado que:

- La interoperabilidad será total, cualquier otro dispositivo HAVi podrá gobernar al nuevo y viceversa.
- Compatibilidad entre dispositivos de fabricantes diferentes está asegurada.
- Plug&Play inmediato. Una vez conectado el bus IEEE 1394 al nuevo dispositivo este se anunciará al resto de equipos HAVi instalados en la vivienda y ofrecerá sus funciones y servicios a los demás. No será necesario estudiarse ningún manual de configuración o de instalación en red del nuevo equipo.
- Podremos descargar de Internet las nuevas versiones de software y controladores que actualizarán las prestaciones del equipo, adecuándolo así a las necesidades de cada usuario, o a su entorno de equipos HAVi que tenga instalados en su vivienda.

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

4.4.5 Protocolo DVB-MPH.

La plataforma multimedia del hogar (MPH), define un interface genérico entre aplicaciones digitales interactivas y los terminales en donde esas aplicaciones se ejecutan. Además permite extender el DVB hacia estándares abiertos de producción y de servicios interactivos en todas las redes de transmisión incluyendo satélite, cable, TV terrestre e incluso microondas.

4.4.6 Protocolo RF (SWAP).

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

Una de las aplicaciones más interesantes es la capacidad de distribuir vídeo y audio (aplicaciones de streaming) en dispositivos con escasos recursos hardware, como los equipos HiFi, y los que además son móviles por diseño como las agendas personales o tabletas electrónicas. La idea es que los PCs o las pasarelas residenciales sean los centros de descarga de canciones o películas vía Internet y que la tecnología HomeRF sea el soporte que distribuya estas a los dispositivos finales que las reproducirán.

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

Con características de tiempo real, esta tecnología puede proporcionar varios canales de voz para telefonía, por lo que se ha dicho es una evolución del DECT europeo (Digital European Cordless Telephone).

Esta es la mayor ventaja del HomeRF, gracias al diseño de su nivel de acceso al medio, esta tecnología puede garantizar al acceso simultáneo por voz de diversos usuarios a una centralita o teléfono digital inalámbrico. Bluetooth sólo puede garantizar una conversación de voz, mientras que el WiFi (802.11B) a pesar de su ancho de banda (10 Mbps) no cumple con determinismo la respuesta temporal necesaria para aplicaciones de audio. Al igual que Bluetooth y WiFi, la HomeRF usa la banda de frecuencia de 2,4 GHz para colocar su señal modulada.

La mayoría de los productos vendidos hasta mediados del 2001 sólo alcanzaban los 1,6 Mbps, pero a partir de esa fecha empezaron a salir los primeros dispositivos que trabajan a 10 Mbps. En breve empezarán a salir los primeros dispositivos HomeRF de tercera generación con velocidades de 20 Mbps garantizando la compatibilidad con versiones anteriores.

4.5 REDES DE DATOS EN EL INTERIOR DE UN EDIFICIO

Igual que se comentó, en los edificios es cada vez más normal la implantación de redes de comunicaciones; en aquel caso se estudiaron los protocolos incluidos en este tipo de redes, mientras en este caso se comentan el nivel físico de implementación de estos tipos de comunicación. Los podemos ver en la Tabla 7, y luego se describirán con mayor detalle.

Tipo	Usabilidad	Características y requerimientos
LAN cableada	Relativamente fácil, muy extendida para uso en PC.	Permiten crear grandes redes de equipos.
HomePNA	No necesita instalación adicional de cableado.	Permite aprovechar para crear la red, la línea telefónica instalada.
HomePlug	No necesita instalación adicional de cableado.	Permite aprovechar para crear la red, la línea eléctrica instalada.
Redes Inalámbricas	Gran mercado, sin instalación adicional.	Por radiofrecuencia, admiten diferentes velocidades.
Bluetooth. V1 y 2.	Bastante extendido	No es un estándar. Velocidad de transmisión media.
IEEE 802.11b (WiFi)	Bastante extendido	Es un estándar, admiten velocidades altas de transmisión.
IEEE 802.15.4 (ZigBee)	Poco extendido	Es un estándar, velocidades de transmisión bajas, pensado para dispositivos de gestión de edificios.

Tabla 7. Redes de datos en el interior del edificio

4.5.1 Redes LAN cableadas

Sin duda las más extendidas hasta la fecha para crear redes de área local en edificios utilizando cable de par trenzado de categoría 5 o 5e, y con los equipos hardware de amplificación, conmutación y reparto de señal. El fuerte implante de las redes inalámbricas les hará perder fuerza, salvo en edificios donde la seguridad en la transmisión sea un requisito preponderante y donde hoy por hoy con estas últimas aún no está conseguido.

4.5.2 HomePNA

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

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

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

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

Al igual que las tecnologías de bucle de acceso xDSL, la HomePNA usa el ancho de banda libre de los cables telefónicos de la vivienda para inyectar su señal modulada por encima de los 2 MHz.

La voz usa la banda comprendida entre 100 Hz y 3,4 kHz, los sistemas xDSL ocupan las frecuencias comprendidas entre 25 kHz y 1,1 MHz. Gracias a unos filtros en las propias tarjetas de acceso o en la toma telefónica, se puede usar simultáneamente el teléfono, el acceso xDSL y la red de área local HomePNA.

Al igual que xDSL, el HomePNA usa modulación FDM (Frequency Division Multiplexing) formadas por multitud de portadoras ocupando un gran ancho de banda.

HomePNA es una iniciativa desarrollada para el mercado norteamericano, donde la mayoría de las viviendas tienen una toma telefónica en cada habitación. En Europa se cree que su penetración será escasa ya que hay 2 o 3 tomas por vivienda. Además han aparecido problemas de compatibilidad entre la tecnología HomePNA y la de bucle de acceso VDSL que desaconsejan el uso extendido de la primera con objeto de evitar los problemas cuando se realicen despliegues masivos de VDSL.

Se ha estimado que los europeos, cuando necesiten construir una red de área local sin hacer obras ni pasar nuevos cables, recurrirán a tecnologías inalámbricas como el WiFi y en menor medida, a tecnologías de ondas portadoras por la red de baja tensión como el HomePlug.

4.5.3 HomePlug

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

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

La alianza HomePlug está formada por más de 80 empresas líderes sectores como el de electrónica de consumo y tecnologías de la información, destacan: Intel, Cisco, Motorola, Panasonic, 3Com, entre otras. La empresa española, con sede en Valencia, DS2 es miembro colaborador. Esta empresa está trabajando con la empresa española Endesa en el piloto del bucle de abonado usando las líneas de baja de tensión con objeto de ofrecer acceso a Internet y comunicaciones de voz sobre IP, entre otros servicios.

Hay que destacar que los objetivos de la HomePlug es el uso de la red de baja tensión de la vivienda, oficina o SOHO, como soporte físico de una red de área local. En ningún momento se han planteado "estandarizar" una tecnología para proporcionar servicios de acceso a Internet y de voz desde los centros de transformación. Este tema está mucho más retrasado, aunque ya hay eléctricas alemanas que lo comercializan y se están pilotando soluciones en otros países europeos incluido España.

El circuito se basa en la tecnología PowerPacket patentada por Intellon, la cual fue escogida en el año 2000 por la asociación HomePlug como referencia de su especificación después de evaluar diversas opciones. Cuando se creó esta asociación, por el año 1999, se establecieron unos requisitos mínimos que debía cumplir la tecnología escogida para el HomePlug. Poco después se decidió hacer una especie de concurso de méritos, donde las empresas que estuvieran interesadas podrían demostrar en instalaciones reales si podían llegar a alcanzar dichos requisitos. Poco a poco fueron cayendo diversas tecnologías (Enikia, Adaptive Networks, etc.) mientras que la tecnología PowerPacket de Intellon cumplía con creces los requisitos.

Resumiendo, aunque hay otras tecnologías capaces de obtener prestaciones similares, finalmente la mayor parte de la industria de hardware y software se ha volcado con el HomePlug, dando lugar al nacimiento de un estándar de facto en la transmisión de datos de banda ancha por las redes de baja tensión.

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

4.6 PLATAFORMAS DE INTEGRACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Dentro de la edificación existen actores con diferentes tecnologías, lo cual ha sido una de las principales causas por las que grandes compañías han auspiciado plataformas generalmente software que permitan el intercambio de información entre ellos y crear servicios orientados hacia la programación de dispositivos de automatización y control de edificios. En la siguiente Tabla 8 se exponen brevemente dichas plataformas, que luego serán desarrolladas.

Tipo	Características
UPnP	Arquitectura de software abierta que permite compartir información y recursos entre dispositivos, auspiciada por Microsoft.
Jini	Arquitectura de software abierta que permite compartir información y recursos entre dispositivos, auspiciada por Sun Microsystems.
HAPI	Servicios e interfaces de programación orientados hacia la automatización y control de edificios.

Tabla 8. Plataformas de integración y programación

4.6.1 Plataforma UPnP

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

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

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

Hay que destacar que el UPnP, que ha sido auspiciado por Microsoft y persigue los mismos objetivos que el Jini de Sun Microsystems: facilitar el trabajo al usuario final o al administrador de red de una empresa.

4.6.2 Plataforma JINI

El Jini es una tecnología, desarrollada por Sun Microsystems, que proporciona un mecanismo sencillo para que diversos dispositivos conectados a una red puedan colaborar y compartir recursos sin necesidad de que el usuario final tenga que planificar y configurar dicha red.

En esta red de equipos, llamada "comunidad", cada uno proporciona a los demás los servicios, controladores e interfaces necesarios para distribuirse de forma óptima la carga de trabajo o las tareas que deben realizar.

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

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

Jini ha sido desarrollado aprovechando la experiencia y muchos de los conceptos en los que está inspirado el lenguaje Java y, sobretodo, en la filosofía de la Máquina Virtual Java (JVM). Por lo tanto, el Jini puede funcionar sobre potentes estaciones de trabajo, en PCs, en pequeños dispositivos (PDAs, cámaras de fotos, móviles, reproductores mp3) o en electrodomésticos de línea marrón o blanca (HiFi, TV, Vídeos, set-top boxes, frigoríficos, lavadoras, etc.). Gracias al Java la compatibilidad y la seguridad están garantizadas.

Desde su lanzamiento y presentación en el año 1999 por Sun Microsystems, la tecnología Jini no está teniendo el éxito que se esperaba de ella. De hecho, la propia Sun así lo ha reconocido.

Algunos fabricantes de dispositivos achacan este fracaso a la actitud que mantiene Sun respecto a los derechos sobre el Java y su máquina virtual. Aunque cualquier fabricante puede usar el Java en infinidad de aplicaciones de sobremesa o embarcadas, realmente sólo Sun o alguna empresa autorizada puede desarrollar la JVM.

Por otro lado, Microsoft está contraatacando con el Universal Plug&Play (UPnP) el cual se puede montar sobre sistemas operativos usados de forma masiva como el Windows Me, Pocket PC, y otros. No hay que olvidar que los usuarios demandan aplicaciones, independientemente de la tecnología que las implemente, y hoy en día la mayoría de las aplicaciones corren sobre sistemas operativos como el Windows 98, Me, 2000, XP, etc.

4.6.3 Plataforma HAPI

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

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

El HAPI está auspiciado por diversos fabricantes de PCs y por el gigante Microsoft el cual está desarrollando la que será la primera implementación del HAPI, como es lógico, para su Windows, aunque la organización se ha comprometido a desarrollarlo en breve para otros sistemas operativos.

Por lo tanto, el HAPI facilitará la labor de los programadores de aplicaciones domóticas o de gestión de la vivienda, creando un conjunto de primitivas o APIs comunes para todos ellos que permitirán aumentar la portabilidad de las aplicaciones y reusabilidad de un código que ha sido especialmente diseñado para el control de dispositivos en la vivienda.

4.7 CONVERGENCIA ENTRE PROTOCOLOS Y ESTÁNDARES

Una vez expuestas las principales tecnologías con una breve introducción de las mismas, parece claramente que una de las causas de la falta de implantación de los SGTE es la falta de unión o estandarización de los diferentes sistemas.

En esta línea y a finales de los años 90 aparecen las primeras iniciativas tanto de fabricantes como de usuarios en la idea de acercar posturas en busca de una mayor estandarización. Se expondrá en este apartado los primeros logros obtenidos en este sentido. Las iniciativas parten de dos continentes distintos. Por un lado Europa que propugna Konnex (KNX), y del lado americano aparece el SCP. En la Figura se exponen las tecnologías que ambos aglutinan.

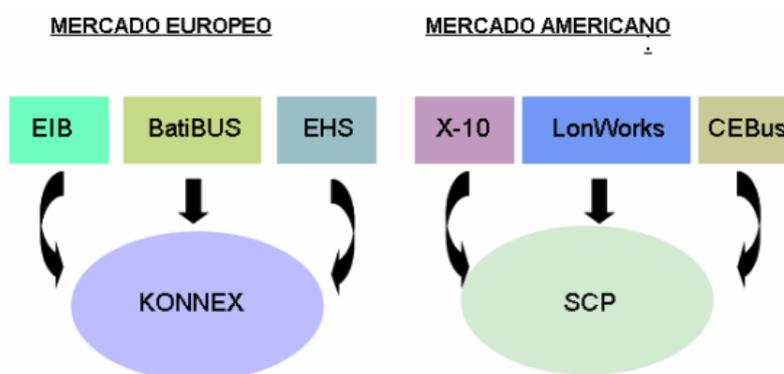


Figura 10. Plataformas de convergencia

4.7.1 Konnex

El protocolo Konnex es la iniciativa de tres asociaciones europeas, ya descritas anteriormente:

- EIBA (European Installation Bus Association)
- BCI (BatiBUS Club International)
- EHSA (European Home System Association)

Su objetivo general es crear un único estándar europeo para la automatización de las viviendas y oficinas, y de manera concreta los aspectos clave de la “convergencia” son:

- Crear un único estándar para la domótica e inmótica que cubra todas las necesidades y requisitos de las instalaciones profesionales y residenciales de ámbito europeo.
- Aumentar la presencia de estos buses domóticos en áreas como la climatización o HVAC.
- Mejorar las prestaciones de los diversos medios físicos de comunicación sobre todo en la tecnología de radiofrecuencia.
- Introducir nuevos modos de funcionamiento que permitan aplicar una filosofía Plug&Play a muchos de dispositivos típicos de una vivienda.
- Contactar con empresas proveedoras de servicios, como las de telecomunicaciones y las eléctricas con el objeto de potenciar las instalaciones de telegestión técnica de las viviendas o domótica.

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

En resumen, se trata de, partiendo de los sistemas EIB, EHS y BatiBUS, crear un único estándar europeo que sea capaz de competir en calidad, prestaciones y precios con otros sistemas norteamericanos como el LonWorks o CEBus, y finalmente con el estándar americano de convergencia SCP.

Actualmente la asociación Konnex está terminando las especificaciones del nuevo estándar (versión 1.0) el cual será compatible con los productos EIB instalados. Se puede afirmar que el nuevo estándar tendrá lo mejor del EIB, del EHS y del Batibus y que aumentará considerablemente la oferta de productos para el mercado residencial el cual ha sido, hasta la fecha, la asignatura pendiente de este tipo de tecnologías.

La versión 1.0 contempla tres modos de funcionamiento:

1. S.mode (System mode): La configuración de Sistema usa la misma filosofía que el EIB actual, esto es, los diversos dispositivos o nodos de la nueva instalación son instalados y configurados por profesionales con ayuda de la aplicación software especialmente diseñada para este propósito.
2. E.mode (Easy mode): En la configuración sencilla los dispositivos son programados en fábrica para realizar una función concreta. Aún así deben ser configurados algunos detalles en la instalación, ya sea con el uso de un controlador central (como una pasarela residencial o similar) o mediante unos microinterruptores alojados en el mismo dispositivo (similar a muchos dispositivos X-10 que hay en el mercado).
3. A.mode (Automatic mode): En la configuración automática, con una filosofía Plug&Play, ni el instalador ni el usuario final tienen que configurar el dispositivo. Este modo está especialmente indicado para ser usado en electrodomésticos, equipos de entretenimiento (consolas, set-top boxes, HiFi, ...) y proveedores de servicios.

Respecto al nivel físico el nuevo estándar podrá funcionar sobre:

- Par trenzado (TP1): aprovechando la norma EIB equivalente.
- Par trenzado (TP0): aprovechando la norma Batibus equivalente.
- Ondas Portadoras (PL100): aprovechando la norma EIB equivalente.
- Ondas Portadoras (PL132): aprovechando la norma EHS equivalente.
- Ethernet: aprovechando la norma EIB.net.
- Radiofrecuencia: aprovechando la norma EIB.RF

4.7.2 SCP

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

Se trata de poner un poco de orden en la oferta que hay ahora mismo en EEUU en este ámbito (X-10, CEBus, LonWorks, otros) y auspiciar la convergencia de todos éstos hacia un protocolo abierto y libre de royalties, además de desarrollar un conjunto de productos que cubran todos los requisitos de automatización de las viviendas. Esta iniciativa, aunque ya había trabajos previos, tiene formalmente apenas cuatro años de vida. Como se puede ver se trata de una iniciativa de similares características a la que puede ofrecer Konnex en el marco Europeo

Para el desarrollo de este protocolo, no se ha partido de cero, el CIC (CEBus Industry Council) junto con las empresas que auspician el desarrollo del UPnP (Universal Plug&Play), se unieron en este objetivo y trabajan desde el principio en esta convergencia. Evidentemente era lógico que ambas iniciativas lo hicieran, algunas de las empresas asociadas al CIC ya estaban trabajando en lo que iba a ser el Home PnP, además General Electric estaba usando el CEBus en algunos de sus productos.

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

Por otro lado UPnP es una iniciativa liderada por Microsoft que pretende ser la solución estándar para todos los problemas de instalación y configuración de una red de dispositivos pequeños o grandes. Hay que recalcar que el UPnP y el Jini (Sun Microsystems) son iniciativas que tienen un objetivo similar y que por lo tanto se están desarrollando en competencia.

A nivel físico el SCP ha escogido una solución basada en la transmisión de datos por las líneas de baja tensión (ondas portadoras) que ya estaba desarrollada, el CEBus. Gracias a esto, el estándar CEBus está disfrutando de una segunda oportunidad después de varios años de existencia con una implantación escasa. En este punto hay que recalcar que en EEUU, donde llevan varios años de adelanto en la implantación de sistemas domóticos respecto a Europa, el X-10, en el mercado residencial y el Lonworks, en el mercado profesional, tienen copado el mercado.

Actualmente las empresas Damosys, ITRAN Communications Ltd y, Mitsubishi Electric Corporation, están desarrollando circuitos integrados que implementen la especificación SCP en poco espacio y a bajo coste, haciendo posible su uso en multitud de dispositivos eléctricos, electrodomésticos y equipos de consumo de las viviendas.

Está previsto el desarrollo de varios medios físicos adicionales como el par trenzado y la radiofrecuencia.

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

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

4.7.3 Pasarelas residenciales

Una pasarela residencial es un dispositivo que conecta las infraestructuras de telecomunicaciones (datos, control, automatización,...) de la vivienda o edificio a una red pública de datos, como por ejemplo Internet. La pasarela residencial normalmente combina las funciones de un router, de un hub, de un módem con acceso a Internet para varios PCs, de cortafuegos e incluso de servidor de aplicaciones de entretenimiento, como Vídeo/Audio bajo demanda, de comunicaciones, como VoIP (telefonía sobre Internet) o de telecontrol como la domótica/inmótica.

Las pasarelas residenciales vienen a cubrir las necesidades actuales de convergencia que se están produciendo con la aparición e instalación de nuevas tecnologías de comunicaciones. Primero, gracias al aumento imparable del número de conexiones a Internet ya sea con modem corriente 56Kbps (banda estrecha) y, sobre todo con módems ADSL o de cable (banda ancha).

Segundo, el número de viviendas y edificios con uno o más PCs continúa aumentando, además de la aparición de nuevos dispositivos y equipos que necesitan estar en red para implementar nuevas y útiles prestaciones. De hecho, además de la tecnología Ethernet con cables CAT.5, están apareciendo multitud de tecnologías como el HomePlug, HomeRF, HomePNA, IEEE 802.11x, que son capaces de transferir datos a varios Mbps sin necesidad de instalar nuevos cables en las viviendas.

Entonces, en pocos años, en un edificio típico será muy normal encontrarse por un lado una conexión de banda ancha a Internet y por otro una red de datos interna que permita compartir ficheros o impresoras y ejecutar aplicaciones distribuidas de entretenimiento. Por lo tanto, si hay varios equipos en la vivienda que tienen recursos necesarios como para conectarse a Internet ¿cuál es la forma óptima de compartir dicha conexión? ¿Instalando varias rosetas telefónicas y pagando varios accesos a Internet? ¿Embarcando en cada equipo las funciones de cortafuegos o de proxy? Parece que la forma más lógica es instalar una red de datos interna a la vivienda y que un único dispositivo, como la pasarela residencial se encargue de gestionar un punto único de acceso a Internet. Si encima, esta conexión es de banda ancha, gracias a ADSL o el módem de cable, e incorpora las funcionalidades mencionadas en la definición anterior, se dispondrá de un servicio de calidad que está optimizado desde el punto de vista económico y de explotación (seguridad y autenticación, direccionamiento de dispositivos o DNS interno, etc.).

Sin tratar de extendernos más, pues es el campo de las pasarelas uno de los que quizás va a sufrir un auge más importante en los próximos tiempos, se va a desarrollar como ejemplo de pasarela residencial la iniciativa OSGi.

4.7.3.1 OSGi

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

En el ámbito de la gestión técnica de la edificación, el OSGi pretende ofrecer una arquitectura completa y extremo-a-extremo, que cubra todas las necesidades del proveedor de servicios, del cliente y de cualquier dispositivo instalado en las viviendas, y se conoce con el nombre de "Pasarela Residencial".

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

Las áreas en que se vuelcan todos los esfuerzos del OSGi son:

- **SERVICIOS:** se pretende crear una plataforma que sea capaz de procesar y tratar de forma correcta toda la información necesaria para proporcionar servicios de comunicaciones, de entretenimiento, de telecontrol o teledomótica, y de seguridad. Por lo tanto, la especificación OSGi debe tener los interfaces adecuados para soportar todos estos servicios sin incompatibilidades además de permitir gestionarlos de forma adecuada.
- **MÉTODOS DE ACCESO:** la idea es que la pasarela OSGi sea capaz de acceder al mundo exterior (redes de datos tipo Internet) usando cualquiera de las tecnologías disponibles actualmente. Si bien es cierto que en el año 1999 se contemplaba el uso de métodos de acceso de banda estrecha como los módems RTC, RDSI, GSM, entre otros, ahora la tendencia es volcar todos los esfuerzos en tecnologías de acceso de banda ancha con conexión permanente Internet (Always-On). Destacan el ADSL, el módem de Cable, o inalámbricas UMTS, LMDS.
- **REDES DE DATOS Y CONTROL DE LAS VIVIENDAS:** teniendo en cuenta la variedad de hogares y edificios en donde este tipo de pasarelas debe ser instalado, esta iniciativa no escoge una única tecnología de conexión en red los múltiples electrodomésticos o dispositivos de las viviendas. Su objetivo es definir un interface común para todas ellas,

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

dejando la responsabilidad a los fabricantes de construir los controladores adecuados para cada una de ellas. Teniendo en cuenta esto, las pasarelas OSGi podrán usar tecnologías conexión inalámbricas (IrDa, HomeRF, IEEE 802.11x, Bluetooth), sobre cables telefónicos (HomePNA), sobre la red de baja tensión (HomePlug, LonWorks, EIB/KNX, etc.), sobre conexiones como Ethernet, USB, etc., y protocolos como el HAVi, el VESA, el Jini, etc.

Por lo tanto, la especificación OSGi será la "pasarela" que transforme los paquetes de información procedentes del mundo exterior a un paquete de datos de cualquiera de estas tecnologías y viceversa.

5 EL HOGAR DIGITAL

Estamos asistiendo al advenimiento de una convergencia entre los sectores de la construcción y las telecomunicaciones, por las aplicaciones y servicios que facilitan las Tecnologías de la Información y de la Comunicación para viviendas y edificios, como es el caso de las ventajas de las ICT y el futuro prometedor que facilitarán las infraestructuras domóticas.

Surgen así las nuevas posibilidades de crecimiento desde el mundo de la Domótica y el Hogar Digital, como se le está denominando ahora en nuestras coordenadas tecnológicas y sociales. Un ejemplo de integración de los contenidos y las redes, con el objetivo de ofrecer nuevos servicios y ampliar las posibilidades de la Sociedad de la Información, es el Hogar Digital. La Comisión del Hogar Digital dependiente del Ministerio de Industria define que "El Hogar Digital es el lugar donde las necesidades de la familia, en materia de seguridad y control, comunicaciones, ocio y confort, integración medioambiental y accesibilidad, son atendidas mediante la convergencia de servicios, infraestructuras y equipamientos".

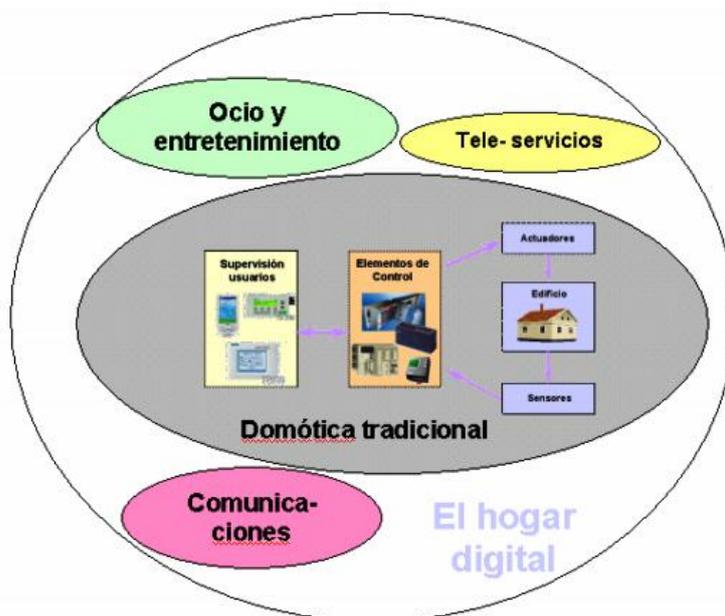


Figura 11. Esquema básico del Hogar Digital

El ámbito del control de instalaciones es lo que habitualmente cubre la domótica tradicional, donde se apuntan funcionalidades relativas a la gestión energética, el confort y la seguridad tanto a nivel técnico como de intrusión.

GENERALIDADES SOBRE DOMÓTICA E INMÓTICA

Uno de los servicios en el hogar que está cobrando cada día más importancia es el del entretenimiento y ocio, donde la domótica puede incluir e integrar infinidad de propuestas:

- Captura, grabación, reproducción y distribución de imágenes y sonidos: Cámaras de video, Televisión, DVD, "Cine en casa", reproductores de CD, etc.
- Integración de ordenadores en red y acceso a internet.
- Videojuegos.

En el campo de las comunicaciones destaca el acceso a internet permanente y de banda ancha, videoconferencias, videotelefonía, tele-educación y comercio electrónico, etc.

Para la integración de todos los sistemas se requiere de redes de acceso englobadas en una infraestructura de comunicaciones global, el uso de pasarelas residenciales como equipo integrador y un conjunto de dispositivos que faciliten la usabilidad y la accesibilidad (PC's, Terminales Web, consolas, etc.).

En la siguiente figura se muestran otros esquemas genéricos del hogar digital que muestran distintos medios de integración, funcionalidades y equipos.

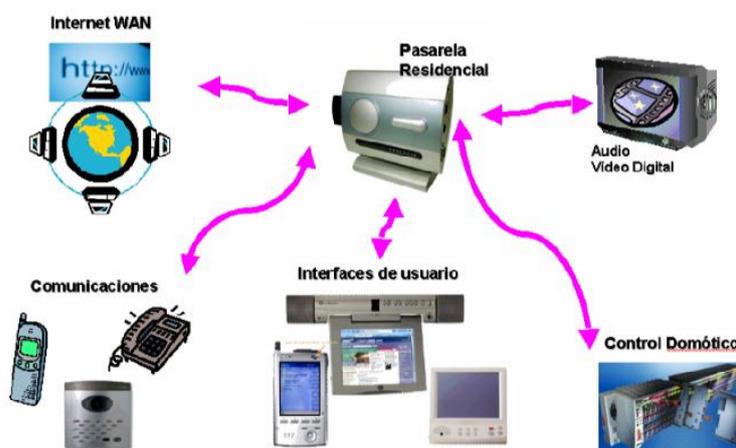


Figura 12. Hogar digital. Equipos y funciones

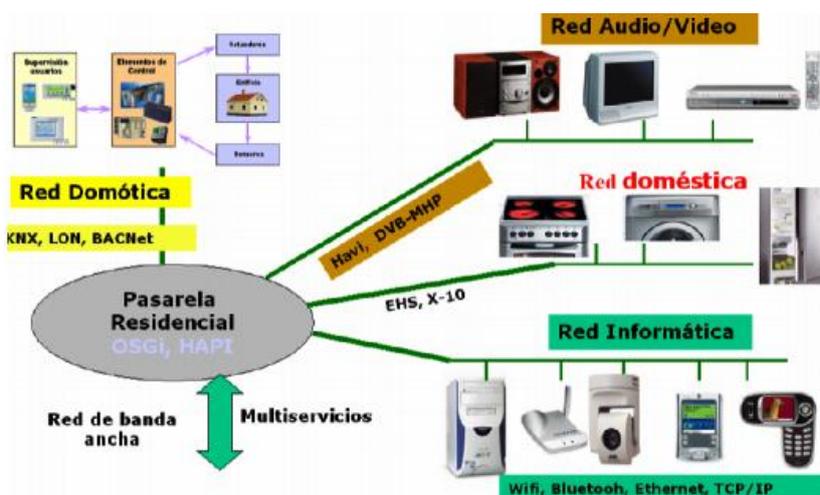


Figura 13. Idea del hogar digital como integración de redes

6 INTELIGENCIA AMBIENTAL. CIUDAD INTELIGENTE?

Con la incorporación de sistemas de gestión técnica de instalaciones (clima, iluminación, control de electrodomésticos, alarmas técnicas, seguridad, control del agua, gestión de energía, control de accesos, etc.) los entornos evolucionan hacia sistemas automatizados (vivienda domótica, edificio inmótico, ...).

Con la adición de nuevas tecnologías para la información y las telecomunicaciones, integrando ocio, multimedia, e-servicios, etc. se convierten en entornos digitales.

Por último, con el uso de la inteligencia ambiental (integración sensorial, computación ubicua, sistemas multiagentes, interfaces multimodales,...) el entorno puede pasar al escalón de “inteligente”.

Cuando se aplican estos conceptos en otros entornos más extensos, por agrupación de las entidades anteriores se puede llegar a la “Ciudad Inteligente” apuntando líneas de investigación de las próximas décadas.

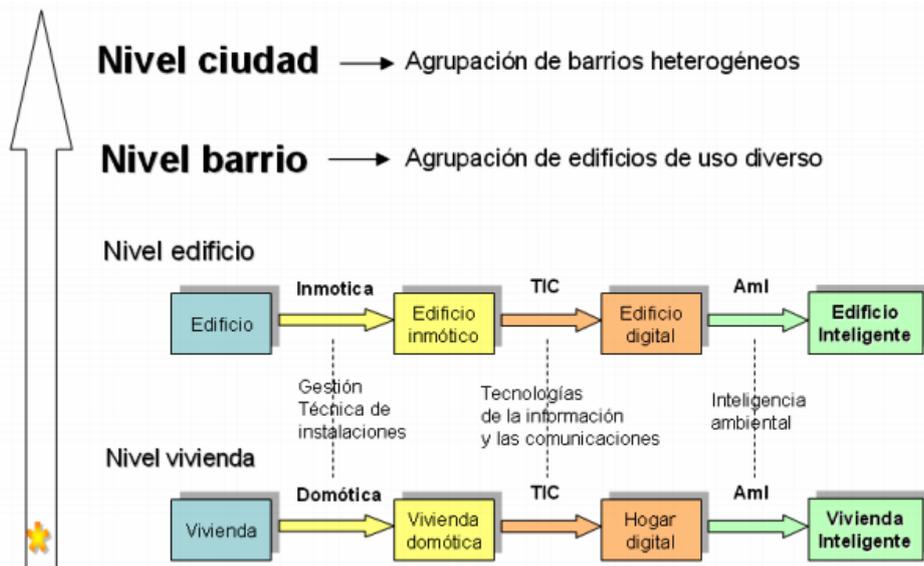


Figura 14. Hacia la Ciudad Inteligente con la Inteligencia Ambiental.