



INFORME TÉCNICO SOBRE DOMÓTICA DE VIVIENDAS Y EDIFICIOS DE LA MILLA DIGITAL DE ZARAGOZA

Zaragoza, Octubre de 2005

Autor/es: Roberto Casas
Armando Roy

Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón
Grupo de Tecnologías para la Discapacidad
Universidad de Zaragoza

Índice

<u>SERVICIOS DOMÓTICOS</u>	3
<u>1.1 Seguridad</u>	3
<u>1.2 Tecnología Asistencial</u>	6
<u>1.3 Eficiencia energética</u>	8
<u>1.4 Confort</u>	8
<u>1.5 Comunicación con el exterior</u>	9
<u>1.6 Ocio</u>	9
<u>REQUISITOS TECNOLÓGICOS A CONTEMPLAR</u>	11
<u>2.0 Pasarela Residencial</u>	12
<u>2.1 Red de datos, multimedia y de seguridad</u>	14
<u>2.2 Sistema domótico</u>	15
<u>2.2.1 Arquitectura del sistema domótico</u>	16
<u>2.2.2 Medio de transmisión</u>	18
<u>2.2.3 Protocolo domótico</u>	21
<u>2.2.4 Sistemas domóticos en el mercado</u>	26
<u>2.2.5 Elementos domóticos en la vivienda</u>	26
<u>2.2.6 Apuntes prácticos</u>	30
<u>2.3 Infraestructura domótica en la oficina</u>	31
<u>2.4 Infraestructura domótica en el edificio (bloque de viviendas)</u>	31
<u>2.5 Infraestructura domótica en edificios particulares</u>	32

ANEXO I. Instrucción Técnica Complementaria para Baja Tensión: ITC-BT-51

ANEXO II. Sistemas Domóticos Comerciales en el mercado actual

ANEXO III. Guía Recomendaciones instalaciones domótica

ANEXO IV. Aproximación Presupuestaria de una Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT) y domótica

ANEXO V. Aproximación Presupuestaria de una Instalación Domótica

SERVICIOS DOMÓTICOS

En este informe se plantea una selección de los requisitos tecnológicos que ha de tener la Milla Digital (MD) dentro del ámbito de la domótica. Hace unos años la principal finalidad de la domótica se limitaba a automatizar algunas sencillas tareas dentro del hogar. Gracias al avance de la tecnología podríamos definirla ahora como un sistema dentro de la tecnología de la información, para proporcionar seguridad tanto a las personas como a los bienes, confort, cuidado personal, comunicación, ahorro energético y administración remota en las viviendas.

Es una tecnología con un gran potencial para ayudar a las personas, por lo que consideramos los siguientes principios básicos a la hora de afrontar su diseño:

- “Vida independiente”: Las personas con discapacidad deben tener la oportunidad de vivir como todo el mundo y de trabajar independientemente. La idea ha de ser independizar a las personas con discapacidad del cuidado de familiares o instituciones. Entre otras cosas hemos de hacer edificios, educación y empleo más accesible para estas personas; dar a los niños con discapacidad el derecho de una libre y apropiada educación lo menos restrictiva posible; posibilitar que los ancianos permanezcan en sus viviendas el máximo tiempo posible.
- “Sociedad sin barreras”: Defiende la idea de evitar que, por su diseño, dispositivos o instalaciones presenten dificultades extraordinarias a ancianos o a personas con discapacidad. Esto requiere un profundo conocimiento de sus necesidades y de cómo el entorno físico y tecnológico puede ayudar en dichas necesidades. Requiere también la cooperación de legisladores, diseñadores, expertos en rehabilitación y personas con discapacidad.
- “Diseño para todos”: Se basa en el principio de que lo que es bueno para una persona con discapacidad es generalmente bueno para todas. Esto da las mismas oportunidades a todas las personas para participar en la comunidad.

A continuación se detalla una taxonomía de los posible servicios que nos ofrece la domótica o más genéricamente los ambientes inteligentes.

1.1 Seguridad

El concepto de seguridad es muy amplio e incluye diversas aplicaciones que protegen tanto a los bienes como a las personas y los datos.

Los sistemas de **teleseguridad** ante posibles intrusiones incluyen:

- Sistemas de control de acceso inteligentes capaces de registrar y permitir el acceso en función de las horas, de la identidad del usuario, etc. Estos sistemas pueden ser del tipo tarjeta inteligente (banda magnética, RFID) o biométricos (huella digital, reconocimiento facial, termografía, patrón de voz...).
- Sensores perimetrales (de apertura de puertas/ventanas, rotura de cristal), de presencia o movimiento (volumétricos, térmicos).

- Cámaras que permiten, tanto la grabación continua, como el envío remoto de imágenes (webcams, cámaras IP).
- Sistemas de aviso o notificación bien al usuario bien a la empresa contratada para la gestión de la seguridad. Se contempla la alarma acústica, llamada telefónica, mensajes SMS, correo electrónico, etc. Es importante que el sistema sea robusto ante el corte del suministro eléctrico y de las líneas de comunicación por cable, por lo que el uso de fuentes de alimentación ininterrumpida y sistemas de comunicación móviles son recomendables.
- La simulación de actividad en el domicilio mediante el control de la iluminación, persianas, etc. es un elemento de seguridad más.

La **seguridad en las comunicaciones** es un tema clave dado que gran parte de los sistemas domóticos disponen de una conexión con el exterior que permite su monitorización y control. La pasarela residencial se perfila como el elemento más adecuado para ejercer de cortafuegos (*firewall*) protegiendo de posibles ataques.

La conexión de banda ancha también permitirá que empresas de servicios informáticos ofrezcan servicios de **copia de seguridad** para prevenir pérdidas de datos ante posibles catástrofes en el edificio.

Los sistemas de **seguridad ante catástrofes** presentan similares sistemas de notificación pero cuentan con diferentes sensores de detección: inundación, fuego, humos, gas, etc. Así mismo también se monitorizaría el sistema eléctrico. Es necesario que ante un imprevisto, además de generar los avisos pertinentes, se disparen las acciones paliativas automáticas necesarias, principalmente el corte de suministros.

Con respecto a la seguridad es importante conocer el estado de la casa y de las personas que la habitan (ausentes, durmiendo, de vacaciones, etc.), de este los sistemas domóticos puedan reaccionar en función del estado global de la vivienda. Por ejemplo, si se está ausente y se detecta una fuga de agua, se corta la entrada de agua, y se llama al terminal remoto. Si se está durmiendo, únicamente se activa una llamada en el dormitorio.

Como medio preventivo para evitar estas situaciones y también para tranquilidad del usuario (la sensación de conocer en tiempo real la situación del domicilio puede ser muy tranquilizadora) es interesante la monitorización remota de todo el sistema domótico (situación de electrodomésticos, iluminación, accesos, etc.).

Por otro lado la utilización de webcams y cámaras IP permite el control visual en tiempo real. Este último servicio es muy interesante en la **seguridad de personas**, generalmente niños, ancianos o personas con discapacidad. Es este un aspecto en el que, gracias a los avances en la tecnología, sería posible ofrecer una serie de servicios que mejoraran notablemente la calidad de vida de las personas. Por ejemplo, sistemas anti-escape o localización para niños o personas con discapacidades cognitivas permitirían una mayor tranquilidad para las personas encargadas de su cuidado. En este sentido, las soluciones a aportar diferirán en el caso de tratarse de viviendas particulares, residencias (de ancianos o personas con discapacidad) o edificios de carácter público (ayuntamiento, hospitales, museos, etc.).

En el primer caso, cámaras permitirían el control en tiempo real, desde cualquier punto remoto (incluso inalámbricamente) de lo que ocurre en cualquier sitio de la vivienda. Caso de no buscar el control visual, sería posible mediante sensores de presencia y un sistema inteligente, controlar donde están las personas, si salen de la vivienda o incluso periodos de inactividad excesivos.

La **teleasistencia** es un concepto en auge que persigue la prestación de ayuda a domicilio reclamado habitualmente mediante la pulsación de un botón de alarma. Sin embargo, este sistema pasa por alto muchas situaciones que lo harían inservible, principalmente aquellas que impiden que la persona presione el pulsador: pérdida del conocimiento, imposibilidad física, estrés o confusión mental (no es capaz de relacionar la pulsación del botón con la ayuda que necesita), etc. Si contamos con una vivienda domotizada y “conectada” es posible ampliar la funcionalidad de un servicio convirtiéndolo en un **sistema avanzado de alarma** con las siguientes características:

- En caso de alarma apertura de un canal de comunicación inalámbrica con quien esté programado que preste la atención (cuidador, familiar, etc.). Esto permite por un lado la tranquilización de la persona al saber que alguien se ha enterado de su situación (está demostrado que desde que ocurre se solicita la ayuda hasta que acude son momentos de mucho estrés). Por otro lado posibilita el detallamiento de la situación permitiendo una mejor atención.
- Ampliación de las situaciones a detectar por medio de inclusión de sensores fisiológicos. Sensores de pulso, oximetría, etc. facilitan la detección de situaciones de emergencia médica así como capacitan a la vivienda de un servicio de **telemedicina** para el telediagnóstico, medición y envío de determinadas constantes vitales al centro de salud.
- Un detector de caídas e inactividad ayudaría a paliar gran parte de las situaciones que no son detectadas con un pulsador.
- La unión con el sistema domótico permitiría abrir la puerta cuando vengan la ayuda, conectar las cámaras de video para ver el estado de la persona, etc.

En el caso de una residencia de ancianos o personas con discapacidad, un sistema de localización en interiores podría servir para detectar las siguientes situaciones de riesgo:

- Riesgo por estancia en un recinto peligroso para una persona sin personal cuidador. (Cocina, Sala de curas, etc.).
- Estancia o deambulación a corregir (estar por la noche en el comedor y no en la cama).
- Duración de estancia mayor de la especificada (30' en el cuarto de baño).
- Ausencia o pérdida de contacto (Falta de la residencia).
- Conductas que denoten ansiedad, escapismo u otras de interés (Detección de balanceos, pequeños itinerarios repetitivos).
- Inmovilismo durante excesivo tiempo en un lugar no habitual (3' sin moverse en el medio del pasillo).

Si un sistema de este tipo se une con un sistema de alarma como el que acabamos de describir en el anterior párrafo, seríamos capaces además detectar la persona de la que procedía la llamada, de conocer su localización

pudiendo acudir más rápidamente a atenderle. Esto redundaría, contrariamente a lo que se podría pensar al localizar personas, en la ampliación del rango de independencia de la persona al permitir movimientos en un área mayor y con menos limitaciones. Al detectar estas situaciones con un sistema automático es posible evitar barreras físicas coactivas, tales como cerrar puertas, clausurar dependencias, etc. permitiendo a la persona realizar actividades que en principio tienen un riesgo que con la monitorización se ve reducido. Ejemplo de esto sería el pasear por los jardines una persona confusa sin acompañante. En principio existe riesgo de desorientación, escapismo o caída, pero con la monitorización, estas situaciones se detectan y se solucionan.

También proporciona un refuerzo psicológico para la persona, que se siente más segura para emprender acciones, lo que amplía su capacidad y su independencia al saber que va a poder ser asistido de la manera más rápida posible, reduciéndose además, el tiempo de sufrimiento que supone la espera a los servicios de asistencia.

Dentro de grandes edificios un sistema de localización tendría diversos usos en función del tipo de edificio que se trate. Por ejemplo en un centro comercial se podría utilizar para evitar pérdidas de niños. También es interesante el guiado de personas que llegan a un gran edificio: hospital, edificio de la administración pública, etc. En estos lugares es habitual la desorientación o pérdida, incluso en personas sin discapacidad alguna. Este problema se magnifica en el caso de ancianos o personas con discapacidad y en algunos casos puede dar lugar a crisis nerviosas o al aislamiento de las personas en lo que consideran un lugar seguro (habitualmente su casa). Con un sistema de localización adecuado sería posible guiar a una persona sabiendo donde se encuentra, sus características (capacidades mentales, sensoriales y de movilidad), preferencias, el mapa del edificio, y donde se quiere dirigir. Podemos adaptar el modo de dar la información a las capacidades o preferencias a la persona; por ejemplo, con pantallas o por medio de la voz, evitando que se pierda o se desoriente. Si una persona se pierde aún con las indicaciones proporcionadas, es posible darle nuevas instrucciones, para orientarla de nuevo en el camino deseado o incluso mandar una persona en su auxilio. También podemos adaptar el camino elegido a las circunstancias de cada persona; si por ejemplo la persona va en silla de ruedas, no le indicaremos caminos con escaleras o puertas estrechas.

1.2 Tecnología Asistencial

La inclusión de la tecnología en el entorno residencial presenta numerosas ventajas a una gran parte del espectro social. Se estima que el 10-15% de la población europea tiene alguna discapacidad y el 15.5% (100 millones) es mayor de 65 años. Además en los siguientes 50 años se espera que la proporción de personas mayores de 65 años se duplique. A esto hay que añadir que las discapacidades se incrementan con la edad, actualmente dos tercios de las personas con discapacidad son ancianos. De un modo más exhaustivo se pueden beneficiar de sistemas de este tipo:

- Personas que envejecen normalmente y se apoyan en la tecnología para realizar las actividades diarias.
- Personas cuya situación se va degradando paulatinamente y gracias a la tecnología consiguen mantener la independencia (no ingresar en residencias) y minimizar las discapacidades.
- Personas ancianas que consiguen mayor seguridad y minimizan riesgos de lesiones.
- Personas a cargo de un familiar que gracias a la tecnología adquieren una ayuda en el cuidado.
- Personas que sufren una discapacidad por primera vez o que presentan discapacidades crónicas y que utilizan la tecnología para llevar a cabo tareas de cuidado personal.

Principalmente las finalidades que se persiguen con una vivienda inteligente son las siguientes:

- Proporcionar un entorno constantemente monitorizado que asegure la seguridad personal (*active monitoring*). Bien alertando al propio usuario de situaciones de riesgo o a cuidadores de que la persona se encuentra en dificultades.
- Automatizar tareas que una persona no es capaz de realizar por si misma (encender/apagar luces).
- Habilitar, potenciar y facilitar la rehabilitación de la persona.

Estos objetivos son bastante genéricos y la mayoría de las aplicaciones concretas reúnen características de varios puntos.

Además de los elementos que se ocupan de la seguridad de las personas comentados en el anterior punto, la domotización de las viviendas permite otra serie de sistemas de apoyo a las personas con discapacidades cognitivas. La gran variedad de discapacidades hace que cada caso concreto necesite una solución diferente, aunque algunas aplicaciones tienen un amplio espectro de uso. Por ejemplo, la integración del sistema domótico con un **gestor de tareas** puede servir de gran ayuda a muchas personas con olvidos frecuentes o discapacidad mental. Estos sistemas les recuerdan vía un panel de información, un colgante u otros las tareas de importancia (hacer la comida, paseo, comer, tomar la pastilla...) y fechas señaladas (cumpleaños de los hijos...). La información de la activación de los electrodomésticos será útil para monitorizar lo que tenga que ver con su alimentación, recordarle que tiene que calentar al comida, (comprobar que actúa) que ya está la comida, apagar la cocina al acabar, etc.

Otro punto a tener en cuenta es la diversificación de **interfaces** que mejoran la accesibilidad y calidad de vida de personas con alguna discapacidad. Este tema es tratado en detalle en otro informe.

Los ancianos y personas con discapacidad pueden ser usuarios de esta tecnología en su vida cotidiana, pero de tal modo que se preserve su dignidad y ofreciendo siempre la posibilidad de actuar en su propia situación. Para el caso de las personas que no tienen un criterio por si mismas son muy importantes las consideraciones éticas. Esto se ha de considerar sobre todo en la calidad de vida, en la ayuda ofrecida en los momentos cotidianos, en la preservación de la dignidad personal y en ofrecer a las personas la posibilidad de actuar en su propia situación.

1.3 Eficiencia energética

Este es uno de los elementos domóticos más demandados gracias a la creciente conciencia ecológica de los ciudadanos y al ahorro económico que una inversión de estas características supone. La gestión optimizada de las instalaciones energéticas permite controlar eficientemente diferentes elementos (calefacción, climatización, ventilación, iluminación, etc.) ajustando los consumos a las necesidades en cada momento y disminuyendo pérdidas. Algunas posibilidades son:

- Regulación, zonificación y programación de la **temperatura y ventilación**.
- Gestión de **cargas eléctricas**: Desconexión de cargas no prioritarias antes de alcanzar la potencia contratada, gestión de la tarifa nocturna y programación de cargas.
- Regulación de la intensidad de la **iluminación** en función de la luz natural, conexión/desconexión en función de la presencia.
- Gestión eficiente del **agua** (riego, grifos, piscinas, etc.)
- **Estadísticas**: El sistema domótico almacena un conjunto de información, que posteriormente el usuario puede consultar obteniendo así informaciones sobre el consumo de luz o de teléfono, dónde se ha producido un problema y cual la sido la causa...
- Utilización de **electrodomésticos** que permitan su gestión remota y que sean energéticamente eficientes (encimeras independientes tipo vitrocerámica, frigoríficos y congeladores “side by side” combi de dos motores, todos los electrodomésticos de categoría A ó B, luminarias de alta reflectividad con lámparas de bajo consumo electrónicas compactas no integradas y sondas para la reducción de flujo luminosos que maximizar el aprovechamiento de la luz natural.

1.4 Confort

El confort se define como todo aquello que contribuya al bienestar y la comodidad de las personas que utilicen las instalaciones. Esto tiene un marco muy amplio en el que se pueden incluir muchos de los puntos tratados en apartados anteriores, aquí nos centraremos más en aquellos sistemas que permiten sobre todo simplificar tareas.

La automatización de tareas como el riego de jardines, mantenimiento de piscinas, apertura de puertas, control de toldos, persianas e iluminación, etc. Son tareas fácilmente implementables, tanto a nivel de vivienda como de edificio, con un sistema inteligente y algunos sensores y actuadores.

De un modo más avanzado, los avances en la tecnología embebida dentro de los **electrodomésticos** permiten su gestión de remota. No solo el encendido y apagado en el momento más oportuno (aprovechamiento de la tarifa nocturna) es posible, controles más avanzados (programa de funcionamiento) y su telediagnóstico mediante chequeo remoto de su estado (bien en caso de avería o como mantenimiento preventivo) son cada vez más habituales. Algunos casos concretos son:

- Frigoríficos programables para efectuar compras automáticas en función de su contenido y consumo, aviso de fechas de caducidad, consejo sobre platos a cocinar, información nutricional de alimentos...
- Lavadoras autoprogramables con detección de tipo de prendas, sistemas de ahorro de energía, ...
- Hornos/microondas inteligentes con aprendizaje/ajuste de ciclos de cocción, memorización de recetas...

El control de todos estos elementos puede ser automatizado (cuando sea totalmente gobernado por sensores), comandado localmente (cuando el usuario lo gestione desde la propia vivienda mediante interfaces detallados más adelante) y comandado remotamente (cuando el control se haga desde fuera de la vivienda mediante interfaces telefónicos o Internet)

1.5 Comunicación con el exterior

Un punto importante dentro del confort es la administración remota del sistema domotizado mediante interfaces telefónicos o Internet, pero entendemos que la comunicación con el exterior implica una oferta de servicios mucho más amplia. Además del acceso a la información, una conexión de banda ancha desde la vivienda permite, como vimos en puntos anteriores, una mayor seguridad de los bienes y las personas y mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad.

Si en la vivienda se cuenta con dispositivos como ordenador, impresora, teléfono multimedia con capacidad de videoconferencia, el abanico de posibilidades se abre más aún. Servicios como la compra, las gestiones oficiales y personales se pueden realizar desde casa materializadas en sistemas de tele-compra, tele-ayuntamiento o tele-banca. Del mismo modo sería posible el trabajo/formación desde la propia casa, o incluso habilitando oficinas/aulas comunes para viviendas para optimizar recursos.

El ocio es otro de los grandes beneficiarios de la comunicación con el exterior que se detalla a continuación.

1.6 Ocio

Los servicios de ocio presentan una gran demanda por parte del usuario que se prevé se vaya incrementando conforme el número de usuarios crezca. La mayor parte de los servicios dentro de este ámbito necesitan básicamente una conexión de banda ancha y equipos electrónicos adecuados.

- TV interactiva y video bajo demanda a través de la recepción de material audiovisual por banda ancha. Permite todos los comandos típicos de un DVD así como servicios avanzados tipo control parental e inhabilitación de contenidos, navegación guiada, acceso a programación de TV emitida con posterioridad...
- Minicadena con acceso a servidores de música con tecnología “streaming” y reproducción de sonido de elevada calidad.
- Alquiler de juegos y juegos en red.

- Sistemas de almacenamiento de información de alta capacidad conectados a los dispositivos de reproducción multimedia (audio y video).

REQUISITOS TECNOLÓGICOS A CONTEMPLAR

Como hemos detallado en el anterior apartado, la oferta de servicios que se pueden ofrecer en un entorno tecnológicamente avanzado es muy grande. Muchos de los sistemas expuestos son ya posibles, otros lo serán en un corto-medio plazo. De cualquier modo, es necesario que en un proyecto como la Milla Digital se dote a los edificios, oficinas, hogares, etc. de una infraestructura suficiente para que las aplicaciones no queden limitadas en los próximos años. De manera general, en una vivienda, la infraestructura básica necesaria partirá de una conexión de banda ancha que permitirá la comunicación con el exterior. Una pasarela residencial hará de puente entre dicha red y el interior de la vivienda por el que se trazarán diversas redes:

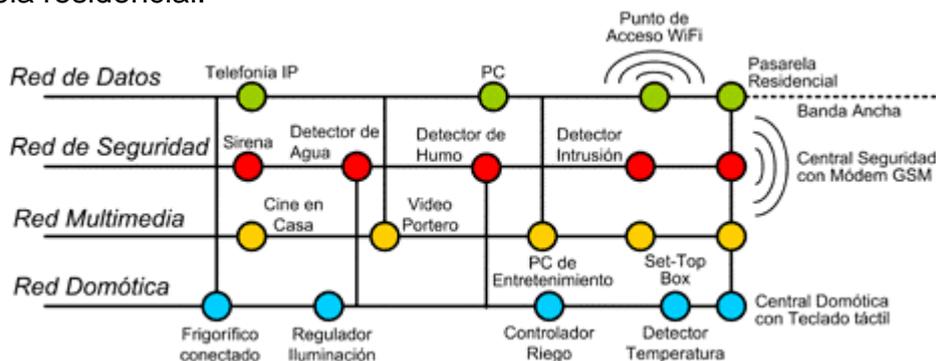
- Red de Datos: es aquella heredada de entornos empresariales y que permite usar una misma red para la distribución de ficheros entre ordenadores, compartir dispositivos y aplicaciones, y hablar por teléfono. Esta red permite acceder a Internet desde cualquier estancia del hogar y compartir esta conexión con otros ordenadores simultáneamente.

Para lograr todo lo anterior puede llegar a ser necesario disponer en el hogar de distintas subredes de datos con distintas tecnologías, siendo todas ellas “transparentes” al usuario, es decir, el usuario de las redes sólo percibe una única red de datos en el hogar independientemente de las infraestructuras desplegadas y las tecnologías utilizadas.

Actualmente existen en el mercado productos (pasarelas) que permiten conectar entre sí las distintas subredes de datos y los distintos equipos informáticos a un precio asequible. Estas conexiones se pueden realizar utilizando la instalación telefónica existente en la vivienda o conexiones inalámbricas.

- Red de Multimedia/Entretenimiento: esta red está orientada a la distribución de audio y video en el hogar. Principalmente se conectarán los equipos de línea marrón del hogar (TV, vídeo, consolas, etc.) en los cuales es clara la tendencia a incluir interfaces de altas prestaciones, como IEEE 1394, Ethernet, etc.
- Red de Seguridad: es aquella que integra los dispositivos y sensores para la seguridad del hogar.
- Red Domótica: Como veremos más adelante, es aquella que integra los dispositivos y sensores para la automatización y control del hogar.

En la siguiente figura vemos como diferentes sistemas se podrían conectar a las redes de la vivienda y como éstas acceden al exterior a través de la pasarela residencial.



Actualmente no existe ningún soporte físico que sea óptimo en todos los aspectos para todas las redes presentes en el hogar, por lo que habitualmente se utilizan distintos soportes.

2.0 Pasarela Residencial

La pasarela residencial (*Residential Gateway*) hace de puente transparente entre las redes externas a la vivienda (habitualmente la banda ancha) y las redes internas. Esta pasarela es una interfaz de terminación de red flexible, normalizada e inteligente, que recibe señales de las distintas redes de acceso y las transfiere a las redes internas, y viceversa.

También permite el establecimiento de comunicación entre aquellos dispositivos que se encuentren en el interior de la vivienda pero en diferentes redes (estableciendo un flujo de comunicaciones que no sale al exterior), y entre estos y cualquier otro conectado a una red de telecomunicaciones (por ejemplo, Internet) con flujos de comunicaciones bidireccionales entrando y saliendo de la casa.

Según el libro blanco del Hogar Digital de Telefónica I+D, las Pasarelas Residenciales deben tener las siguientes características:

- **Instalación sencilla.** La instalación debe ser sencilla y la configuración rápida y asequible (mejor si es *Plug&Play*, es decir, conectar y listo). Igualmente, la asignación y especificación de las funciones que puede hacer cada dispositivo doméstico o electrodoméstico debería ser automática.
- **Telecarga de software.** El proveedor de servicios, o directamente el usuario bajo supervisión del proveedor, debería de ser capaz de actualizar o telecargar nuevos servicios, además de configurarlos remotamente.
- **Soporte para redes.** Las Pasarelas Residenciales deberían tener interfaces que permitan conectar redes de datos de banda ancha (>10Mbps) con tecnologías como la tradicional Ethernet o con las nuevas tecnologías "sin cables" como HomePlug, HomeRF o 802.11. Por otro lado sería interesante que tuvieran interfaces para redes de control de banda estrecha (red doméstica) que permitan implementar funciones de telecontrol y ahorro energético.
- **Seguridad.** La seguridad es una cuestión fundamental en la concepción de una pasarela residencial, ya que ésta es el medio de acceso al hogar a través de la red. Dentro de este campo se contemplan dos aspectos fundamentales:
 1. *Seguridad de acceso:* Se puede subdividir a su vez dos niveles, ambos necesarios para garantizar la seguridad de los servicios: (1) seguridad de acceso a la pasarela, que contiene las aplicaciones, y (2) seguridad de acceso a nivel de servicio. Así pues, la pasarela deberá disponer de cortafuegos (firewall) que sólo permita establecer conexiones hacia el hogar a aquellas entidades autorizadas. Al mismo tiempo deberá permitir que desde dentro de la casa se tenga salida hacia la red, por ejemplo para conectarse a Internet. Por último, los servicios instalados en

la pasarela deberán contemplar mecanismos de autenticación y autorización de acceso al servicio.

2. *Seguridad de la información que se transmite a través de la red.*

Se contemplan dos niveles suplementarios: pasarela y servicio. Conviene que la pasarela disponga de un mecanismo de encriptación de la información que se transmite. Para ello se recomienda utilizar IPSEC para la creación de redes privadas virtuales (en inglés VPN-*Virtual Private Network*) entre pasarela y proveedores de servicio. De esta manera toda la información transmitida entre estas entidades va protegida con independencia del servicio que la genere.

Si se decide tener en cuenta la seguridad de transmisión de la información a nivel de servicio, no es necesaria la creación de VPNs entre entidades, sino que es ya la aplicación la que se debe encargar de contemplar dicha seguridad usando mecanismos como HTTPS, etc.

- **Capacidad para soportar múltiples servicios.** Con suficiente memoria, capacidad de procesamiento y un sistema operativo robusto y multitarea, las pasarelas residenciales deberán ser capaces de ejecutar múltiples aplicaciones concurrentemente. La conexión de banda ancha será compartida entre todos estos servicios con la multiplexación de datos, ya sea a nivel IP o nivel de aplicaciones.
- **Monitorización usando páginas Web.** Ya sea de forma local o de forma remota, el usuario debe poder acceder a la Pasarela Residencial para cambiar su configuración, borrar aplicaciones (servicios) o supervisar su estado. Para ello las pasarelas tendrán que tener integrados pequeños servidores HTTP o WAP.

La funcionalidad de una pasarela residencial puede ser implementada de diversas formas. Desde un pequeño software insertado en los set-top boxes de TV o de una consola, lo cual constituiría una pasarela con un mínimo de servicios, hasta la ya más completa Pasarela Residencial Multiservicios, que cumpliría con todas las características anteriormente descritas. Esta sería una caja cerrada a la que se le insertarían todas las conexiones necesarias. Podemos distinguir dos tipos de pasarelas residenciales:

- **Pasarelas Residenciales de Banda Ancha:** son routers/hubs o módems ADSL o de Cable que actúan como pasarelas en sí mismas, adaptando entre los datos de la red interna de la vivienda y la conexión de banda ancha de Internet. Suelen tener interfaces Ethernet (conector RJ45 para cable de categoría 5), USB, acceso inalámbrico con 802.11b, HomePNA (aprovechando la instalación telefónica de la vivienda). Este tipo de pasarelas está en auge gracias al aumento del teletrabajo y las pequeñas oficinas de profesionales liberales (SOHO, *Small Office/Home Office*).
- **Pasarelas Residenciales Multiservicios:** proporcionan varias interfaces para redes de datos y control con diferentes tecnologías, además de ser más complejas y potentes. Son capaces de ejecutar diferentes aplicaciones (servicios) con requisitos de tiempo real (para VoIP o streaming de vídeo para Pay-per-View). También puede ejecutar servicios orientados a las SOHOs como el acceso único a Internet para varios PCs.

Las Pasarelas Residenciales tendrán interfaces que les permitirán intercambiar información con cualquier equipo, dispositivo o electrodoméstico que tenga conectividad para redes de datos o de control.

Las posibilidades dependen de la imaginación de desarrollo de nuevos servicios y de la utilidad aportada a los usuarios finales por cada uno, ya que las tecnologías de interconexión para estos equipos ya están disponibles.

Por último resaltar que la Pasarela Residencial será programada para distribuir apropiadamente los paquetes entrantes de datos hacia cada equipo dentro de la vivienda. Igualmente empaquetará la información generada por cada uno para distribuirla internamente o enviarla al proveedor de servicios correspondiente.

2.1 Red de datos, multimedia y de seguridad

La legislación vigente establece la reglamentación de ICT (Infraestructuras Comunes de Telecomunicación) obligatoria para todos los edificios nuevos o rehabilitados completamente destinados a la vivienda residencial, centros comerciales, oficinas de alquiler y todos aquellos que, no estando sujetos a la Ley de Propiedad Horizontal, sean explotados en régimen de alquiler.

Según esta normativa es necesario que como mínimo se cumplan las siguientes funciones:

- Captación y adaptación de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales y por satélite y su distribución hasta los puntos de conexión situados en las distintas viviendas o locales.
- Proporcionar el acceso al servicio de telefonía disponible al público y al servicio de comunicaciones de banda ancha, mediante la infraestructura necesaria que permita la conexión de las diferentes viviendas y locales a las redes de los operadores habilitados.

En el caso concreto de la Milla Digital se proponen los siguientes sistemas de comunicación de entrada/salida a cada vivienda:

- Red de fibra óptica para las comunicaciones de banda ancha. En este punto hay que tener en cuenta la inversión que puede suponer un sistema de conversión a señal eléctrica. Pero de cualquier modo se recomienda que la conducción de fibra llegue hasta el hogar.
- Cable coaxial para los servicios de radiodifusión sonora y televisión que lleguen mediante antenas situadas en el techo del edificio.
- Telefonía (una o dos líneas según el caso).
- Módem GSM, GPRS o UMTS que permita comunicaciones inalámbricas de larga distancia en caso de fallo de los sistemas por cable (esto también dependerá del caso).

Dentro de la vivienda se recomienda en todas las habitaciones tomas dobles RJ11/RJ45 así como cable coaxial e hilo musical o distribución de audio/video digital. Estas tomas darán servicio a los siguientes sistemas de comunicaciones:

- Cableado telefónico distribuido en estrella desde el Centro de Control y Distribución de la vivienda (CCyD).
- Red de área local (LAN) tipo Ethernet distribuida en estrella desde el CCyD.
- Cableado coaxial para distribución de audio/video distribuido en estrella desde el CCyD.
- Sistema de hilo musical distribuido con topología de bus. Caso de desearse una distribución de audio/video digital se utilizaría del mismo modo un bus de tipo Firewire - IEEE 1394.
- Para contar con redes personales inalámbricas (Bluetooth, Zigbee, UWB, etc.). Son necesarios puntos de acceso conectados a la red de área local.
- Para contar con una red de área local inalámbrica (WLAN), se considera como solución óptima un servicio corporativo gestionado a nivel de edificio. De este modo el usuario tendría acceso en cualquier punto del edificio sin preocuparse de la gestión de una red de este tipo. Además, permitir la gestión e instalación libre (e indiscriminada) de redes de este tipo podría afectar al comportamiento global de las comunicaciones inalámbricas.

En lo que se refiere a los sistemas de seguridad, habitualmente usan tecnologías propietarias o centralizadas, para el envío de información de sus sensores al controlador o equipo central de seguridad, el cual tendrá el interfaz adecuado para conectarla a la red de control y/o de datos de la vivienda.

2.2 Sistema domótico

El reglamento de las ICT, de momento, no regula las infraestructuras (canalizaciones y cableado) necesarias en el hogar para la instalación de los sistemas domóticos. No obstante es probable que estas infraestructuras sean abarcadas en las futuras ICT.

Actualmente estos sistemas están regulados en el nuevo REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión), Real Decreto 8421/2002. Este reglamento establece las condiciones técnicas y las garantías necesarias que deben reunir las instalaciones de baja tensión para preservar la seguridad de las personas y de los bienes y asegurar el normal funcionamiento de las instalaciones y servicios.

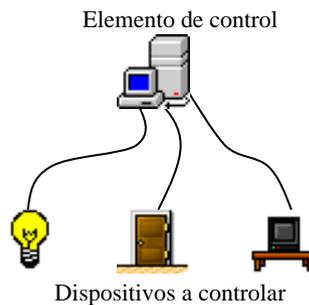
De este modo, la normativa del nuevo REBT establece, a través de su instrucción 51 (ICT-BT-51), los requisitos específicos de la instalación de los sistemas domóticos. Esta instrucción se detalla en el anexo I.

Existe una gran variedad de sistemas domóticos en el mercado, unida a la ausencia de estándares globales y el desarrollo de sistemas propietarios de difícil mantenimiento hacen de la elección del sistema domótico una tarea delicada. Previo a la toma de esta decisión, es necesario conocer las posibles arquitecturas, protocolos, componentes, etc. que un sistema domótico puede presentar.

2.2.1 Arquitectura del sistema domótico

El sistema domótico instalado va a depender en gran medida de la arquitectura específica del sistema instalado en última instancia. Existen dos arquitecturas básicas: la centralizada y la distribuida.

Arquitectura centralizada: Es aquella en la que los elementos a controlar y supervisar (sensores, luces, válvulas, etc.) han de cablearse hasta el sistema de control central. El sistema de control es el corazón de la vivienda, en cuya falta todo deja de funcionar.



La principal ventaja de los sistemas creados con esta arquitectura es que los equipos son más económicos a priori. Sin embargo, hay que añadir los costes derivados de una instalación más complicada y de grandes cuadros equipados con relés de potencia, ya que estos equipos no son capaces de conmutar grandes cargas eléctricas.

Otros inconvenientes son la centralización de las funciones de control (si falla el centro de control el sistema deja de funcionar) y el hecho de que habitualmente las interfaces Hombre-Máquina son complicadas (muchos sistemas son autómatas programables).

Por otro lado, este tipo de sistemas necesita cableado en estrella desde el punto de control domótico y cada uno de los elementos a controlar.

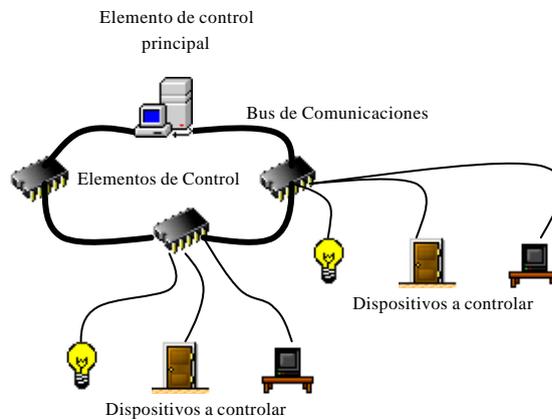
Arquitectura distribuida: Es aquella en la que el elemento de control se sitúa próximo al elemento a controlar. En general, para todos los sistemas distribuidos, una de las ventajas más importantes es su robustez frente al fallo, dada por el hecho de que el sistema no depende únicamente de un nodo, es decir, si un nodo falla no sólo el sistema sigue funcionando, sino que además puede además avisar del fallo existente.

Otras ventajas son la posibilidad de utilizar diferentes medios de transmisión, la conexión del sistema con ordenadores personales, la reutilización de dispositivos para fines distintos (un sensor de presencia se puede usar para encender luces o calefacción cuando haya alguien en una estancia y también se puede usar como dispositivo de seguridad cuando no deba haber nadie).

Su mayor inconveniente es la relación "punto controlado"- precio.

Dentro de esta arquitectura existen dos posibilidades:

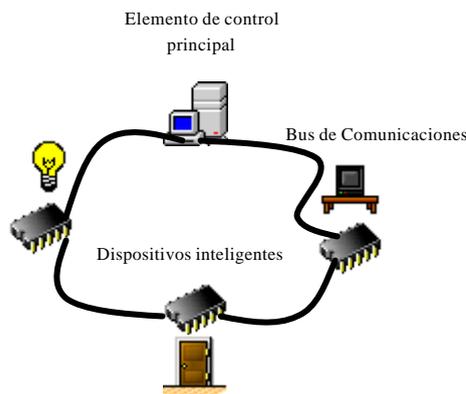
- La **arquitectura distribuida con procesos de control centralizados**, presenta una arquitectura distribuida en cuanto a su capacidad para ubicar elementos de control físicamente distribuidos, pero no en cuanto a los



procesos de control, que son ejecutados en varios procesadores físicamente centralizados, los denominados nodos.

En este caso, la estructura física de red sería mixta. Un bus para la canalización general (datos) que recorre la vivienda uniendo los nodos. Desde cada uno de los nodos se realizaría una conexión en estrella hacia todos los elementos controlados o de entrada.

- La **arquitectura totalmente distribuida**, en la que se distribuye tanto la capacidad de proceso como la ubicación física de los diferentes elementos de control. En este caso, cada elemento del sistema tiene su propia capacidad de proceso y puede ser ubicado en cualquier parte de la vivienda. Lógicamente, en este caso el bus de datos ha de llegar a todos los elementos.



La diferencia entre estos dos tipos de arquitectura es que en el segundo caso todos los sensores y actuadores necesitan inteligencia para comunicarse además es necesario que el bus llegue a todos los dispositivos. Por el contrario en el primer tipo de arquitectura un nodo inteligente es capaz de controlar varios elementos, esto reduce la inversión en dispositivos inteligentes pero generalmente aumenta la cantidad de cableado necesario.

Como conclusión podemos decir que la arquitectura centralizada, aunque puede dar lugar a sistemas domóticos, está muy limitada por carecer de bus de

comunicaciones que imposibilita la de comunicación entre dispositivos. Así pues, la mejor opción son sistemas domóticos de arquitectura distribuida en cualquiera de sus dos configuraciones.

2.2.2 Medio de transmisión

En todo sistema domótico, los diferentes elementos de control deben intercambiar información unos con otros a través de un soporte físico. A continuación se enumeran los tipos de medios existentes indicando las ventajas e inconvenientes de cada uno.

Líneas de distribución de energía eléctrica (corrientes portadoras).

El intercambio de información se realiza modulando sobre la señal de 220v (en Europa) una señal digital en la que se codifican los datos a intercambiar. Esta modulación depende del protocolo elegido (EHS, CeBus, X-10).

Si bien no es el medio más adecuado para la transmisión de datos, por la poca fiabilidad, si es una alternativa a tener en cuenta para las comunicaciones domésticas en las que las necesidades del sistema no impongan requerimientos muy exigentes en cuanto a la velocidad de transmisión dado el bajo coste que implica su uso y que no es necesaria una instalación nueva. Otra ventaja importante es el hecho de que de un mismo cable obtenemos la alimentación y los datos.

Actualmente se están desarrollando protocolos que permiten comunicación de alta velocidad utilizando este medio físico

Habitualmente suele ser necesario un filtro exterior para evitar que las señales generadas salgan de la instalación y contaminen la red eléctrica exterior, así como para que defectos en equipos externos a nuestra instalación nos perturben la comunicación.

Es importante comprobar a la hora de elegir un protocolo que utilice este soporte físico el cumplimiento de las normas, especificaciones y restricciones, de la zona en la que se va a implantar. En Europa existe un comité encargado de la estandarización electrotécnica: CENELEC (European Electronics Standard Committee), esta organización fue fundada en 1973 y ha sido reconocida oficialmente como la organización europea de estándares en este campo (directiva 83/189/EEC). El equivalente americano de CENELEC pero para cualquier ámbito, no sólo para el área de la electrotecnia, es el ANSI (American National Standards Institute).

Soportes metálicos: cables

Actualmente es el medio de transmisión de información más extendido, los cables metálicos de cobre. En general se pueden distinguir dos tipos de cables metálicos, el par metálico y el par coaxial.

El par metálico está formado por varios conductores de cobre. Este tipo de cable puede soportar un amplio rango de aplicaciones en el entorno doméstico. Puede transportar datos, voz y alimentación de corriente continua.

Los denominados cables de pares están formados por cualquier combinación de los tipos de conductores que a continuación se detallan:

- Cables formados por un solo conductor con un aislamiento exterior plástico (los utilizados para la transmisión de las señales telefónicas).
- Par de cables, cada uno de los cables está formado por un arrollamiento helicoidal de varios hilos de cobre (los utilizados para la distribución de señales de audio).
- Par apantallado, formado por dos hilos recubiertos por un trenzado conductor en forma de malla cuya misión consiste en aislar las señales que circulan por los cables de las interferencias electromagnéticas exteriores (los utilizados para la distribución de sonido alta fidelidad o datos).
- Par trenzado, está formado por dos hilos de cobre recubiertos cada uno por un trenzado en forma de malla (los utilizados para interconexión de ordenadores).
- El par coaxial, constituido por un conductor que ocupa el eje longitudinal del otro en forma de tubo, manteniéndose la coaxialidad de ambos mediante un dieléctrico. Este tipo de cables permite el transporte de las señales de vídeo y señales de datos a alta velocidad, su precio es mayor.

En los sistemas de arquitectura distribuida que utilizan como medio de transmisión el cable, existe un concepto a tener en cuenta que es la topología de la red de comunicaciones. La topología de la red se define como la distribución física de los elementos de control respecto al medio de comunicación (cable).

Infrarrojos (IR)

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. Hay que tener en cuenta que la radiación emitida por el emisor ha de llegar al receptor por lo que este medio no es adecuado para grandes distancias de comunicación.

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 por el contrario le afectan otras fuentes de IR (dispositivos de iluminación, estufas, etc.).

Los dispositivos que utilizan este medio de transmisión tienen la gran ventaja de la comodidad y portabilidad, debiendo únicamente tener en cuenta que el emisor y el receptor se deben “ver” el uno al otro para que la radiación emitida pueda ser recibida.

Aunque la transmisión por infrarrojos está casi exclusivamente restringida al mercado residencial con los mandos a distancia para controlar equipos de audio y vídeo, su incapacidad para atravesar paredes hace de este medio de transmisión el adecuado para la realización de pequeños sistemas domóticos (en una habitación) de muy bajo coste.

Así como se está estudiando la posibilidad de que otros medios inalámbricos tengan posibles efectos para la salud, este medio hoy en día no ofrece duda de su inocuidad.

Radiofrecuencia (RF)

Este medio de transmisión utiliza la radiación electromagnética de alta frecuencia para el intercambio de información. Aunque el modo de operación

es el mismo son diferentes las aplicaciones según el rango de frecuencia de la portadora, se pueden decir que la transmisión por debajo del Gigahercio es adecuada para bajas velocidades de transmisión, mientras que por encima del GHz es posible alcanzar unas tasas de transmisión muy elevadas que permiten incluso la transmisión de vídeo.

Hay que tener en cuenta las bandas de emisión permitidas por la ley vigente en cada país, ya que hay rangos de frecuencias reservados.

Hay que decir que este medio de transmisión resulta particularmente sensible a las perturbaciones electromagnéticas producidas, tanto por los otros medios de transmisión, como por los equipos domésticos. Además existen estudios contradictorios sobre los efectos de la radiación de alta frecuencia sobre las personas a más de 1GHz.

Las ventajas de estos sistemas son la portabilidad y alcance. Además actualmente se están desarrollando numerosos sistemas de RF de bajo coste.

Como conclusión a los medios de transmisión hay que decir que una instalación domótica no tiene porque utilizar un único medio, es más, en un mismo sistema domótico pueden existir distintas aplicaciones con distintos requerimientos tanto de velocidad como de movilidad o restricciones en el precio global del sistema. A continuación se muestra un cuadro comparativo con los distintos medios de transmisión.

Medio	Precio	Velocidad	Alcance	Dificultad de Instalación	Utilización típica
Red eléctrica	3 😊	1 😊	2 😊	3 😊	Control remoto, datos
Cableado aislado	3 😊	1 😊	2 😊	2 😊	Datos, voz
Pareamiento de cables	3 😊	2 😊	2 😊	2 😊	Datos, audio
Parapantallado		2 😊	2 😊	2 😊	Datos, audio HIFI
Paratrazado	2 😊	1 😊	2 😊	2 😊	Datos alta velocidad
Par coaxial	1 😊	3 😊	2 😊	2 😊	Datos alta velocidad, vídeo
Infra-rojos	3 😊	1 😊	1 😊	3 😊	Control remoto, datos
Radiofrec. < 1GHz	2 😊	2 😊	2 😊	2 😊	Control remoto, datos, voz
Radiofrec. > 1GHz	2 😊	3 😊	2 😊	2 😊	Datos alta velocidad, vídeo

Así pues, caso de utilizar radiofrecuencia no será necesaria infraestructura adicional, únicamente unos puntos de acceso.

Si se escogiera la red eléctrica tampoco haría falta cableado a lo largo de la residencia para comunicar los dispositivos. En este caso serían necesarios elementos adicionales en la pasarela residencial por ejemplo para eliminar e inmunizar la red interna de ruido electromagnético en la red eléctrica.

Respecto a la comunicación por red eléctrica hay que indicar que se está erigiendo como estándar de facto en el control y monitorización de dispositivos de línea blanca (electrodomésticos).

El bus de cable es la opción más extendida y recomendable en una vivienda de nueva construcción. La instalación en este caso dependerá de la arquitectura del sistema domótico instalado. El caso más exigente desde el punto de vista de la infraestructura, la arquitectura totalmente distribuida, necesita de un bus de comunicaciones desde la caja de supervisión domótica hasta cada uno de los puntos de la vivienda susceptibles de ser controlados (luces, persianas, enchufes...) y todos los dispositivos de entradas (Pulsadores de luz, sondas de temperatura, detectores de agua, gas...). Esto se puede resolver, desde el punto de vista de la infraestructura, mediante un tubo paralelo a la instalación eléctrica; allí donde llega la electricidad llega el bus domótico.

En el caso de que la arquitectura fuera distribuida con procesos de control centralizados, el bus domótico únicamente tendría que llegar hasta cada caja de conexiones eléctricas de cada estancia. A partir de estos puntos se distribuiría cable de fuerza (no de datos) en estrella hacia los puntos a controlar o dispositivos de entrada.

Para dar a la infraestructura la máxima flexibilidad se debería llevar un tubo paralelo a la instalación eléctrica; allí donde llega la electricidad llega el bus domótico.

2.2.3 Protocolo domótico

Una vez claras las posibilidades en cuanto al tipo de arquitectura y al soporte físico a utilizar es necesario decidir el protocolo de comunicaciones a utilizar, esto es, el idioma o formato de los mensajes que los diferentes elementos de control del sistema deben utilizar para entenderse unos con otros y para intercambiar su información de una manera coherente.

A la hora de elegir el protocolo hay que tener en cuenta varios aspectos:

- La inversión necesaria tanto para la infraestructura como para los elementos (sensores y actuadores).
- El tipo de arquitectura y topología en caso de ser distribuido.
- Las posibilidades en cuanto a velocidad de transmisión.
- El medio de transmisión preferente así como la posibilidad de ser multimedio.
- La existencia de aparatos susceptibles de ser utilizados y el precio de los mismos.
- El grado de adecuación del diseño del protocolo a las necesidades del proyecto (tratamiento de prioridades, alcance, direccionamiento, etc.).
- La difusión y nivel de utilización del protocolo tanto actualmente como las expectativas futuras.

Existen tres grandes grupos geográficos (Europa, Japón y EE.UU.) con diferentes protocolos estándar en cada uno de ellos.

Konnex

En Europa actualmente existe un esfuerzo por realizar un protocolo europeo común que permita la interconexión de productos creados con cualquiera de los tres protocolos europeos existentes: European Home System (EHS),

Batibus y European Installation Bus (EIB), y que aúne en una sola especificación los mejores aspectos de los mismos. Para ello se ha creado la asociación llamada Konnex.

Los objetivos perseguidos por la asociación son los siguientes:

- Crear un único estándar para la domótica 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.
- Mejorar las prestaciones de los diversos medios físicos de comunicación sobretodo 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 (que la conexión de un nuevo dispositivo no requiera instalación del mismo, sino que ésta se realice automáticamente).
- Contactar con empresas proveedoras de servicios como las de telecomunicación y las eléctricas con el objeto de potenciar las instalaciones de telegestión técnica de las viviendas o domótica.

El esfuerzo de unión de los protocolos europeos les otorga unas grandes perspectivas de futuro, además se firmó un acuerdo de cooperación con CENELEC, adquiriendo de este modo la asociación Konnex una posición de privilegio dentro del entramado de la estandarización europea, ya que será la encargada de especificar los requerimientos tanto de los consumidores como de la industria para llegar a dicha estandarización.

La versión 1.0 contempla tres modos de funcionamiento dependiendo del usuario final del sistema:

- 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. Este modo está especialmente pensado para su uso en instalaciones como oficinas, industrias, hoteles, etc. Sólo los instaladores profesionales tendrán acceso a este tipo de material y a las herramientas de desarrollo. Además, los dispositivos S.mode sólo podrán ser comprados a través de distribuidores eléctricos especializados.
- 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). La filosofía es similar a X-10, cualquier usuario final podrá conseguir dispositivos E.mode en ferreterías, almacenes de productos eléctricos o tiendas de bricolaje. Aunque la funcionalidad de estos productos esta limitada (viene establecida de fábrica).
- 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.

Tan pronto como conecte un dispositivo A.mode a la red este se registrará en las bases de datos de todos los dispositivos activos en ese momento en la instalación o vivienda y pondrá a disposición de los demás sus recursos (procesador, memoria, entradas/salidas, etc).

BATIBUS es uno de los tres protocolos europeos incluidos en Konnex, es un protocolo abierto que fue desarrollado por las compañías MERLIN GERIN, AIRELEC, EDF y LANDIS & GYR.

El protocolo es un estándar NFC en Francia, el 46620, además es un estándar europeo (CENELEC) y mundial (ISO/IEC JTC 1 SC25).

El único medio físico del BatiBus es el cable, este es un gran handicap del protocolo ya que prácticamente limita su instalación a edificios de nueva construcción al no contemplar la comunicación con RF, IR o línea de potencia.

En el bus se interconectan todos los sensores y actuadores (calefacción, alumbrado, seguridad, etc.) hasta un máximo de 7680 dispositivos. Existe la posibilidad de alimentar los elementos a través del bus. La topología de la red puede ser cualquiera. La velocidad de comunicación es de 4800bps.

BatiBus está indicado para edificios de tamaño pequeño-medio, como pueden ser hogares, residencias, oficinas pequeñas, hoteles o colegios. Ha tenido una considerable penetración en el mercado europeo sobre todo en Francia.

EIBus fue desarrollado por La European Installation Bus Association (EIBA) fue fundada en 1990 por 15 compañías, actualmente son más de 100 entre las que se encuentran Bosch, Siemens, ABB, etc. Su campo de acción es el control de entorno, control energético, monitorización y alarmas.

El protocolo cumple el estándar ISO/IEC 7498 y además es un estándar ENV 13154-2 (Preestándar CENELEC) y ANSI/EIA 776.

El protocolo contempla los siguientes medios físicos:

1. EIB.TP: sobre par trenzado a 9600 bps. Además por estos dos hilos se suministra 24 Vdc para la telealimentación de los dispositivos EIB.
2. EIB.PL: Corrientes portadoras sobre 230 Vac/50 Hz (powerline) a 1200/2400 bps. La distancia máxima que se puede lograr sin repetidor es de 600 metros.
3. EIB.net: usando el estándar Ethernet a 10 Mbps (IEC 802-2). Permite la transferencia de telegramas EIB a través del protocolo IP a viviendas o edificios remotos.
4. EIB.RF: Radiofrecuencia: usando varias portadoras, se consiguen distancias de hasta 300 metros en campo abierto.
5. EIB.IR: Infrarrojo: para el uso con mandos a distancia en salas o salones donde se pretenda controlar los dispositivos EIB instalados.

El bus EIB es adecuado para cualquier edificio: oficina, hotel, residencia, etc. Ha encontrado un gran éxito en el mercado europeo especialmente en Alemania.

La especificación EHS fue desarrollada por industrias europeas bajo los programas de ayuda europeos EUREKA y ESPIRIT en 1987, actualmente la European Home Systems Association (EHSA) se encarga de mantener y

extender dicho protocolo proporcionando la especificación del mismo a miembros.

En el siguiente cuadro se detallan los medios físicos especificados en el protocolo, aunque actualmente sólo existen dispositivos para la línea de potencia y para par trenzado.

Medio	Usos	Velocidad	Acceso	Alimentación del bus	Topología	Nodos	Distancia
Par trenzado tipo 1	Control	4.8 kbps	CSMA/CA	35 V	Libre	128	500 m
Par trenzado tipo 2	Control, telefonía, datos	64 kbps	CSMA/CD	35 V	bus	40	300 m
Cable coaxial	Control, AV,	9.6 kbps	CSMA/CA	15 V	bus	128	150/50 m
Power Line	Control	2.4 kbps	CSMA/ACK	230 VAC	Libre	256	vivienda
Radiofrec	Control, telefonía inalámbrica	1,2 kbps	CT2	-	Libre	256	50-200 m
Infrarrojos	Control remoto	1,1 kbps	-	-	Libre	256	habitación

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.

LONWorks

El protocolo LON (Local Operating Network) fue desarrollado en el año 1991 por la Corporación Echelon. LonWorks es la marca registrada de esta compañía con la que se denomina a toda la tecnología alrededor del bus LonTalk.

Existe un ente que se encarga de facilitar el desarrollo de nuevos elementos y de asegurar la interoperabilidad de estos sistemas, la Lonmark Interoperability Association.

La tecnología LonWorks cumple los estándares CENELEC, se ha reconocido como un estándar de automatización por CEMA (Consumers Electronics Manufacturers Association) y ha sido adoptado como un nuevo estándar ANSI/EIA 709.1.

Por otro lado el protocolo es parte del estándar de control para edificios BACnet de la (ANSI/ASHRAE SPC_135), también dentro de IEEE (IEEE 1473), AAR ECP, IFSF, SEMI y CEN (Comité europeo de normalización).

Es el único protocolo para el que existen transceivers desarrollados que implementan todos los medios físicos. El medio mas utilizado es el par trenzado, puede llegar a velocidades de 1.25Mbps y distancias de hasta 2700m. Una variante es el Link Power, que envía la información juntamente con la alimentación del nodo, la red puede soportar una potencia de hasta 36.5watts a una tensión de +/-21v.

Otro medio a tener en cuenta es la línea de potencia, para este medio físico se alcanzan velocidades de 4.8kbps y distancias de hasta 5Km.

Para radiofrecuencia, infrarrojos, cable coaxial y fibra óptica existen transceivers que aunque no han sido desarrollados por Echelon si son reconocidos.

El valor añadido más grande es que LonWorks es una plataforma completa que incluye no sólo un protocolo, también un transceiver, los estándares de interoperabilidad y un API de software universal que funciona todo junto sin costuras.

Otras ventajas del protocolo son el reducido precio de transceivers, la diversidad de medios, la cantidad de productos ya desarrollados, la gran cantidad de documentación y sistemas de desarrollo. Como mayor inconveniente está el elevado coste de los sistemas de desarrollo.

A continuación se muestra una lista con otros estándares:

Standard	Medio trans.	Descripción
CEBUS	Línea de Corriente	es un protocolo desarrollado por la EIA (Asociación de Industrias Eléctricas) que nace con la idea de implementar un sistema plug and play, de hecho el protocolo se denomina CEBus/Home Plug & Play. Este protocolo no entra dentro de los estándares de CENELEC. http://www.cebuse.org
X10	Línea de Corriente	Las características propias de este bus, velocidad muy reducida y escasa libertad en la comunicación (mensajes ya definidos) lo hacen adecuado únicamente para tareas de control y en casos muy concretos.
HES (Home Electronic System)	Todos	El Home Electronic System (HES) es un standard bajo desarrollo de un grupo de trabajo dirigido por la ISO (International Organization for Standardization) y la IEC (International Electrotechnical Commission) de Ginebra, Suiza. Un primer objetivo de HES es especificar hardware y software con el que cualquier fabricante pudiera ofrecer una versión de producto que fuera operativa en varias redes distintas de automatización del hogar.
HomeAPI	Todos	El Grupo de Trabajo Home API esta dedicado a establecer las pautas con una especificación abierta que defina un set standard de servicios de programación y API's, que permitan el desarrollo de aplicaciones de software para monitorizar y controlar dispositivos domóticos. http://www.homeapi.org
HomePNA (Home Phoneline Network Alliance)	línea telefónica	El Home Phoneline Networking Alliance (HomePNA) es una asociación de industrias líderes trabajando conjuntamente en la adopción de una única y unificada red telefónica que a través del standard sirva para rápidamente sacar al mercado soluciones compatibles de "networking". Haciendo uso de la RTB en cada uno de los hogares. http://www.homepna.org

HomeRF (Home Radio Frequency Working Group)	RF	La misión del grupo de trabajo HomeRF es hacer posible un amplio rango de productos electrónicos de consumo que operen entre si, estableciendo una especificación abierta para comunicaciones digitales de RF (sin licencia), para PC,s y productos electrónicos de consumo en cualquier sitio dentro y alrededor del hogar. http://www.homerf.org
HomePlug	Línea de Corriente	30 compañías se unen para desarrollar un estándar de "Home Networking" por líneas de corriente. La alianza se formó en Abril del 2000 y prevén tener resultados en el 2002. http://www.homeplug.org
HBS (Home Bus System)	Todos	El protocolo japonés, es un resultado de un consorcio de compañías japonesas soportado por agencias gubernamentales y empresas cuyo objetivo es especificar estándares de comunicación en dispositivos domóticos, además de asegurar vía cable la unión de estos con dispositivos telefónicos y audio/vídeo.

2.2.4 Sistemas domóticos en el mercado

Existen gran cantidad de sistemas domóticos, algunos de los más importantes en el mercado español se detallan en el anexo II.

2.2.5 Elementos domóticos en la vivienda

La especificación de los elementos que deberán encontrarse en los espacios domotizados tiene una gran dependencia tanto de las preferencias del usuario final, como del sistema domótico escogido. El primer punto está claro, si una persona no quiere que las persianas de su casa sean automáticas o que la iluminación del pasillo se encienda al entrar por la puerta, no tiene porque pagar por ello. El segundo aspecto tiene más que ver con la oferta comercial concreta de los diferentes sistemas domóticos que hay actualmente en el mercado. Por ejemplo, algunos cuentan con electrodomésticos totalmente controlables por el sistema (por ejemplo, la selección del programa de lavado, temperatura de cocción, etc.) mientras que otros sólo son capaces de controlar el encendido o apagado de un electrodoméstico mediante la conexión o desconexión de su alimentación eléctrica.

La clave para poder definir e instalar un sistema domótico sin limitaciones y teniendo en cuenta la opinión del usuario final es dotar al edificio de la infraestructura necesaria. Esto es así ya que la conexión de cualquier elemento domótico con el sistema es la misma: energía para alimentar o accionar el dispositivo y según el caso, comunicación. Asegurando que una red de datos y alimentación pueda llegar a cualquier punto el edificio nos aseguraremos la posibilidad de utilizar cualquier dispositivo.

Para contar con un sistema capaz de implementar todos los servicios detallados en el primer apartado habría que contar con los siguientes dispositivos:

Caja de supervisión domótica

La caja de supervisión domótica (CSD) preferiblemente se encontrará instalada en la entrada de la vivienda junto (según el caso) al cuadro eléctrico, pasarela residencial, PAU (Punto de Acceso del Usuario), router, switch, firewall, central de alarmas, etc. El conjunto de estos elementos de control y distribución es lo que hemos denominado como cuadro de control y distribución (CCyD)

Habitualmente la CSD (y quizás otros elementos del CCyD), deberá tener una alimentación propia y en su caso deberá soportar los fallos en el suministro eléctrico general.

Las dimensiones del CCyD dependerán de la cantidad de sistemas integrados y el usuario final deberá tener acceso al mismo. Dadas las necesidades de una red interna importante lo más adecuado es ubicar el CCyD en un mini armario dentro de la vivienda.

Sensores

Estos dispositivos de entrada al sistema muchas veces no se conectan a la red eléctrica sino que funcionan con pilas a fin de mantener una flexibilidad en su ubicación. En ocasiones es posible conectar sensores directamente con actuadores sin pasar por un control centralizado, por ejemplo un sensor de fuego con una sirena de incendios. La regulación en estos elementos no está clara en todos los casos, por ello es básico seguir las instrucciones de colocación y mantenimiento de los mismos.

- Luminosidad: Habitualmente utilizados para ajustar los niveles de iluminación en función de la luz existente.
- Termostatos: Miden la temperatura y permiten la modificación de consignas por parte del usuario para regular la climatización. Han de colocarse lejos de elementos que desvíen su lectura de la de la estancia que monitorizan. Por ejemplo, fuentes de calor (electrodomésticos, radiadores, etc.), corrientes de aire, lugares con luz del sol directa, o aquellos que puedan encontrarse tapados con muebles o cortinas. En algunos casos se integran con otros sensores atmosféricos que detectan presión atmosférica y humedad relativa.
- Sensores de presencia: Pueden detectar movimiento o variaciones de temperatura. Se utilizan tanto en seguridad como para controlar las condiciones (iluminación, climatización, etc.) en una estancia en función de su ocupación. Habitualmente se colocan en las esquinas superiores de las estancias asegurando con su orientación una máxima cobertura. Se ha de evitar la cercanía de fuentes de calor.
- Anemómetros: Se utilizan para controlar toldos y persianas motorizadas e impedir que se dañen con el viento.
- Sensores de lluvia: Se usan para controlar el riego automático en función del agua recibida en forma de lluvia.
- Cámaras: Se pueden considerar como sensores de imágenes y se utilizarán de un modo u otro en función de la utilidad que se busque (sistema de alarma, de monitorización de niños o personas con discapacidad, etc.).

- Sensores de seguridad: hay de gran variedad dependiendo de lo que se quiera detectar, en cualquiera de los casos es conveniente comprobar su comportamiento cada cierto tiempo.
 - Detectores de incendios: Hay de varios tipos, los que detectan humo visible y partículas de la combustión no son adecuados para colocar en a cocina ya que darían falsos positivos al cocinar con humo o al quemarse sustancias como el aceite. Los de temperatura excesiva son los únicos adecuados para lugares como las cocinas. Se suelen ubicar en el techo de las estancias.
 - Detectores de inundación: Detectan agua embalsada en el suelo. Se deben colocar a 1 mm del suelo habitualmente en el baño y cocina.
 - Detectores de corriente eléctrica: Miden la intensidad que circula por un determinado cable. Se colocan en el cuadro de control eléctrico.
 - Detectores de gas: Detectan gases tóxicos y explosivos (butano, propano, gas ciudad, etc.). Se deben ubicar a menos de 1,5 metros del elemento que trabaje con gas y lejos de obstáculos que puedan perturbar la detección (corrientes de aire, temperaturas extremas, zonas húmedas o con polvo, etc.). Dependiendo de la densidad del gas a detectar se deberán colocar cerca del techo (gas natural es menos denso que el aire) o cerca del suelo (butano-propano es más denso que el aire). Estos sensores tienen una vida útil que hay que respetar.
 - Detectores de puertas y ventanas abiertas: Se colocan entre partes móviles y fijas de las puertas y ventanas.
 - Detectores de rotura de cristal: Se colocan en zonas acristaladas para detectar su rotura

Interfaces

Aunque otro trabajo se encarga más extensivamente de este apartado es necesario considerar alguno de los interfaces más habituales en la domótica.

- Interfaces locales: Normalmente en la caja de supervisión domótica se encuentra un interfaz sencillo para el control centralizado del sistema. Habitualmente consta de pantallas de texto, teclados numéricos u otros elementos básicos. Para realizar funciones complejas o la programación del sistema suelen permitir la conexión con otros dispositivos inteligentes con comunicación. Son dispositivos tipo PDA, tablet-PC, etc equipados con comunicaciones inalámbricas (WiFi o Bluetooth) que permiten el acceso al sistema desde cualquier punto de la vivienda.
- Pulsadores, interruptores y teclados: son los interfaces básicos en cualquier sistema distribuidos por la vivienda.
- Interfaces remotos: Son muy importantes ya que permiten tanto controlar el sistema desde la distancia, como consultar el estado de sus elementos y controlar la seguridad de la vivienda. Se pueden concretar mediante teléfonos (móviles o fijos) y con interfaces web.
- Mandos a distancia: Se usan para mandar o recibir información al sistema domótico. Habitualmente son de infrarrojos o de radiofrecuencia. Los primeros son más baratos pero necesitan de visión directa entre emisor y receptor, la mayoría de los electrodomésticos de la línea marrón (televisión, cadenas, etc.) son controlables vía mandos de IR. Los de radiofrecuencia

tienen un rango de alcance mayor atravesando incluso paredes, esto los hace muy cómodos. El precio, la sensibilidad a interferencias y la facilidad de control malintencionado los hacen desaconsejables para funciones de seguridad.

- Interfaces seguros: Son los interfaces generalmente usados para el control de acceso a la vivienda o el control del sistema de alarmas. Teclados, sistemas biométricos, etc. son los más habituales.

Actuadores

Son los elementos a través de los cuales el sistema domótico actúa. Como en el caso de los sensores, es muy importante seguir las indicaciones de instalación, uso y mantenimiento del fabricante. Se encontrarían:

- Motores: Se utilizan habitualmente para el control de persianas y toldos y en algunos casos para la apertura/cierre de puertas o ventanas (en viviendas adaptadas a personas con discapacidad). En el primer caso van integrados en el eje de los dispositivos a controlar.
- Sirenas: Se usan para alertar de alarmas surgidas en el sistema.
- Rociadores antiincendios: Se ubican en el techo y emiten agua pulverizada en caso de detectarse un incendio. En caso de estancias con contenido que no se pueda mojar se emite gas argón o halón. Estos gases extinguen el incendio eliminando el oxígeno de la estancia, por lo que es importante que no haya personas en la misma cuando se accione el dispositivo.
- Electroválvulas: Se utilizan de dos tipos: de control y de corte. Las primeras se emplean cuando se desea regular caudal, por ejemplo en radiadores de agua caliente. Las de corte se usan para interrumpir el servicio de agua o gas. Normalmente se instalarán estas válvulas después de la llave de paso principal y siempre accesibles desde el exterior para permitir su control manual. En el caso de las de agua es conveniente instalar un filtro de impurezas antes de la válvula para evitar daños.
- Relés y contactores: Se suelen colocar en las bases de enchufe para conmutar cargas (iluminación, electrodomésticos, etc.) en función de una señal de control. Los contactores son similares a los relés pero están preparados para cargas mayores.

Sistemas electrónicos complejos

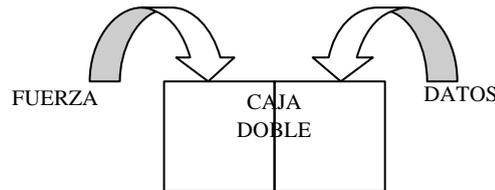
Dentro de esta categoría se incluyen todos los dispositivos electrónicos que no se consideran domóticos, pero que son necesarios para que el usuario disfrute de muchos de los servicios antes planteados. Habitualmente estos sistemas no están únicamente conectados a la red domótica, sino que comparten las de multimedia y datos. Son dispositivos que se encuentran en muchas viviendas habitualmente, como un ordenador personal, impresora, televisión, teléfono con video-conferencia, media-centers (reproductor de videos, música y juegos), etc. También se encontrarían los electrodomésticos inteligentes.

En el caso de que la vivienda sea habitada por un anciano o persona con discapacidad, sería en muchos casos necesario (siempre contando con los deseos de la persona) contar con el sistema de alarma avanzado detallado en el apartado de servicios de seguridad. Cuando la persona tenga discapacidad cognitiva, un sistema de orientación temporal podría mejorar su calidad de vida.

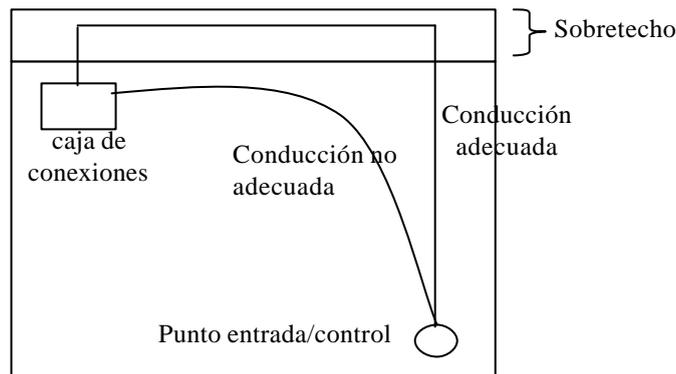
2.2.6 Apuntes prácticos

La conducción de fuerza ha de estar físicamente separada de la de comunicaciones, se recomienda el uso de códigos de colores para codificar el tipo de conducción que ha de ir por cada tubo.

Los puntos de entrada/control a los que llegue conducción de fuerza y datos se recomienda que tengan una caja doble y que cada conducción quede claramente separada de la otra.



El cableado es conveniente distribuirlo por el techo y bajando a cada punto de entrada o control. Esto permite personalizaciones para cada inquilino de manera sencilla. Además facilita conocer por donde van las conducciones, evitando problemas a posteriori (taladros en la pared que afectan a conducciones).



Además de las anteriores recomendaciones, en el anexo III se detallan una serie de Recomendaciones Prácticas para Instalaciones Domóticas. Este trabajo fue realizado por La Fundación Privada Institut Ildefons Cerdà dentro del proyecto Mercadom, financiado parcialmente por el entonces Ministerio de Industria y Energía, con la colaboración de Schneider Electric España y Siemens.

La guía tiene como objetivo presentar un conjunto de recomendaciones para facilitar la implantación y mantenimiento eficaces de un sistema domótico, más concretamente para:

- Preparar una vivienda, en el momento de su construcción, para poder añadirle más adelante un sistema domótico (Preinstalación), o bien instalarlo en una instalación ya existente.
- Instalar correctamente los dispositivos propios de un sistema domótico, como son los sensores y los actuadores, y finalmente,

- Conocer las necesidades de mantenimiento de estos elementos.
La guía no contiene instrucciones detalladas del montaje y el mantenimiento de cada uno de los dispositivos, ya que los fabricantes ya las proporcionan, y por ello se limita a dar algunas recomendaciones para los más comunes.
Estas recomendaciones se refieren a como se deben instalar cada uno de los dispositivos respecto a la vivienda y al resto de los elementos del sistema domótico para asegurar su eficacia, su fiabilidad y su buen funcionamiento.
Por extensión, estas recomendaciones pretenden dar una idea general de los factores que hay que tener en cuenta a la hora de instalar cualquier dispositivo en una instalación domótica.

2.3 Infraestructura domótica en la oficina

Se puede considerar similar a la de las viviendas en cuanto a requisitos salvo pequeños detalles:

- Si se pretende que las oficinas sean de paredes movibles y configurables, es más adecuado que las canalizaciones vayan por el suelo. De este modo se podrían sacar puntos de acceso, enchufes, puntos telefónicos, etc. en cualquier lado y de manera sencilla. En caso contrario llevar las canalizaciones por el sobretecho puede resultar más barato. Las canaletas por la pared también son prácticas y pueden resultar recomendables en función del tipo de oficina.
- Los servicios domóticos serán diferentes, además el control automatizado se centrará sobre todo en el ahorro energético (control de iluminación, climatización, etc.) seguridad y control de acceso.
- La red local tipo Ethernet ha de tener mayor capacidad.
- Se contaría con una sala de control (en lugar de un CCyD) que debería permitir a un técnico la manipulación física de los elementos, así como la operación de los sistemas. Este espacio en un cuarto cerrado alojaría servidores, routers, firewall, switches, caja de supervisión domótica, central de alarmas de incendio, humos, control de presencia y acceso, sistema de alimentación, etc.
- Los sistemas de comunicación serán similares a los de una vivienda

2.4 Infraestructura domótica en el edificio (bloque de viviendas)

En este caso la infraestructura domótica en el edificio tiene bastantes similitudes con las de unas oficinas.

- Es necesario un espacio similar a la sala de control de las oficinas para el alojamiento de todos los sistemas.
- Los servicios domóticos serán similares primando el ahorro energético, seguridad, control de acceso y la automatización de tareas (riego).
- Deberá conectar las comunicaciones internas al edificio con el exterior, principalmente la fibra óptica, telefonía y GSM/GPRS/UMTS para

comunicaciones de larga distancia en caso de fallo de comunicaciones por cable

- Internamente al edificio se deberán considerar la comunicación mediante un bus domótico (con las mismas consideraciones que en la vivienda), WLAN (para el acceso inalámbrico desde cualquier punto) y quizás LAN para facilitar funciones de control de presencia y acceso, video-vigilancia, etc.

2.5 Infraestructura domótica en edificios particulares

Las necesidades de edificios particulares pueden ser muy diversas. De manera genérica, el equipamiento domótico y de comunicaciones será similar al de las oficinas. Aunque en función del tipo de edificio podrán incluirse otros sistemas más específicos.

Un sistema de localización dentro de lugares públicos (hospitales, organismos oficiales, etc.) es indispensable para instalar tanto sistemas de guiado de personas como sistemas de ayuda a la navegación automática en sillas de ruedas. En museos un sistema de este tipo tiene una gran utilidad ya que permite aumentar la percepción del usuario (mediante vídeos, música, explicaciones, etc.) al saber donde se encuentra y que está mirando.

Dentro de edificios como residencias de ancianos o personas con discapacidad, colegios e incluso centros comerciales, un sistema de localización se puede utilizar como un eficaz sistema de alarma como se vio en el apartado de las aplicaciones de seguridad.