



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO DE TELECOMUNICACIÓN,
ESPECIALIDAD EN SONIDO E IMAGEN

Título del proyecto:

“DOMÓTICA PARA VIVIENDAS CONSTRUIDAS”

Alumno: Unai Beaskoetxea Gartzia
Tutor: Carlos Fernández Valdivielso
Pamplona, 26 de Enero de 2011

I - INDICE

I.	Indice	1
II.	Introducción	2
III.	Objeto del Proyecto	5
IV.	Análisis del Estado del Arte	7
	1) Medios de transmisión	7
	2) Tecnologías de Transmisión	8
	3) Estándares	10
	4) ZIGBEE	11
	1. Dispositivos	14
	2. Características	15
	3. Estructuración Estándar	17
	4. Conexión	18
	5. Comparativa otras tecnologías	21
	6. Interoperabilidad	22
	5) X-10	25
	1. Características	25
	2. Módulos de Potencia	31
	3. Puntos débiles/Limitaciones	35
	6) KNX	36
V.	Arquitectura del Sistema	37
	1) Arquitectura	37
	2) Sistemas	38
VI.	Descripción de las Instalaciones	40
	1) Distribución de Dispositivos	43
	1. Nivel 1	44
	2. Nivel 2	48
	3. Nivel 3	50
VII.	Conclusiones	51
	1) Ventajas	51
	2) Desventajas	51
VIII.	Líneas Futuras	52
IX.	Pliego de Condiciones	53
	1) Generales: Normativa	53
	2) Particulares: Características Técnicas	54
X.	Presupuesto	58
XI.	Planos y Diagramas	61
XII.	Fuentes y Bibliografía	66

II – INTRODUCCION

El término domótica proviene de la unión de las palabras *domus* (que significa *casa* en latín) y *tica* (de *informática*, palabra de origen francés, a su vez proveniente de la contracción de “información” y “automática”). Se entiende por domótica al conjunto de sistemas y servicios tecnológicos e informáticos que, integrados en una vivienda, son capaces de automatizarla, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar. Se podría definir como la *integración de la tecnología en el diseño inteligente de un recinto*.

Cuando se habla de Domótica en un hogar, la mayoría se limita a pensar en la comodidad de controlar todos los dispositivos electrónicos, desde lámparas hasta el DVD, con un solo mando, o a poder encender desde el trabajo la calefacción y cerrar las persianas para encontrarnos con un ambiente cálido al llegar a casa...

Pero, ¿la domótica sólo proporciona “confort”?

Al ponerse en el lugar de una persona con discapacidad física o una persona de edad avanzada se puede comprobar que no: gracias a la domótica podrá valerse por ella misma a la hora de abrir una puerta, encender las luces, cerrar ventanas, cerrar persianas... Controlar su hogar. Los servicios que ofrece la domótica se pueden agrupar según cuatro aspectos:

1. **Ahorro energético:** El ahorro energético no es algo tangible, sino un concepto al que se puede llegar de muchas maneras. En muchos casos no es necesario sustituir los aparatos o sistemas del hogar por otros que consuman menos, sino una *gestión eficiente* de los mismos. En un principio tal vez haya que invertir para instalar el sistema, pero a la larga el usuario comprueba que sus recibos de electricidad, agua, etc. bajan, y con ello recupera el capital invertido.

Al igual que los cristales dobles ahorran energía, un sistema que supervisa y controla las luces y electrodomésticos apagándolos cuando no son necesarios también ahorra energía.

- Climatización: programación y zonificación.
- Gestión eléctrica:
 - Racionalización de cargas eléctricas: desconexión de equipos de uso no prioritario en función del consumo eléctrico en un momento dado
 - Gestión de tarifas, derivando el funcionamiento de algunos aparatos a horas de tarifa reducida
- Uso de energías renovables

2. **Confort:** Conlleva todas las actuaciones que se puedan llevar a cabo que mejoren el confort en una vivienda. Dichas actuaciones pueden ser de carácter tanto pasivo, como activo o mixtas.

- Iluminación:
 - Apagado general de todas las luces de la vivienda
 - Automatización del apagado/ encendido en cada punto de luz
 - Regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad ambiente

- Automatización de todos los distintos sistemas/ instalaciones / equipos dotándolos de control eficiente y de fácil manejo
 - Integración del portero al teléfono, o del video-portero al televisor.
 - Control vía Internet
 - Gestión Multimedia y del ocio electrónicos
 - Generación de macros y programas de forma sencilla para el usuario
3. **Protección patrimonial:** Consiste en una red de seguridad encargada de proteger tanto los Bienes Patrimoniales como la seguridad personal. Es decir, el residente podrá saber al instante si alguien intenta entrar en su casa, si tiene escapes de cualquier tipo, o recibir apoyo médico o asistencial en caso de necesitarlo. Las alarmas pueden conectarse de forma que avisen de la forma que a la persona en cuestión le sea más cómodo (avisos sonoros, visuales, etc.)
- Detección de conatos de incendio, fugas de gas, escapes de agua.
 - Alerta médica. Tele-asistencia.
 - Cerramiento de persianas puntual y seguro.
 - Acceso a Cámaras IP
- Simula presencia en el hogar cuando no haya nadie: encendiendo todas las luces con solo un botón, operando con las persianas...
4. **Comunicaciones:** Son los sistemas o infraestructuras de comunicaciones que posee el hogar.
- Ubicuidad en el control tanto externo como interno, control remoto desde Internet, PC, mandos inalámbricos (p.ej. PDA con WiFi), aparellaje eléctrico.
 - Transmisión de alarmas.
 - Intercomunicaciones.

Todo esto se traduce en:

- Incremento de la comunicación interna y externa (dentro y fuera de la casa)
- Posibilidad de tele-asistencia y monitorización de la salud del individuo
- Ahorro de energía por el consumo inteligente del sistema
- Ahorro de tiempo y dinero por la gestión remota de los equipos y electrodomésticos
- Opción de realizar teletrabajo (la oficina en casa con las últimas tecnologías)
- Mejor y mayor acceso a la cultura (online, televisión, etc.)
- Mayor seguridad en el hogar
- Automatización y control de la vivienda
- Múltiples posibilidades en relación al ocio y tiempo libre
- Gestiones online con la administración pública
- Múltiples posibilidades en relación al ocio y tiempo libre
- Programaciones diarias.

5. **Añade Valor a la Propiedad:** Una casa con un sistema domótico se cotiza más alto en el mercado inmobiliario. La casa es más fácil de vender. Incorpora características únicas que no tiene la competencia. Es un valor añadido que le da mayor categoría.

Ejemplo práctico de un hogar domotizado:

Con la instalación domótica el individuo de la casa puede programar sus mandos de forma que cada mañana se realicen unas operaciones concretas, que le ayudarán a comenzar el día.

Se puede programar, por ejemplo, que a primera hora se encienda la radio para irse despertando, y que progresivamente vayan subiéndose las persianas, que el baño se vaya preparando para darse una ducha, y que en la cocina, por ejemplo, se preparen el café y las tostadas. Los aparatos podrán ir poniéndose en marcha según a la hora que se hayan programado, así, dejando un intervalo de tiempo entre cada uno, se podrá comenzar la rutina diaria con todos los elementos imprescindibles preparados.

Asimismo, los encendidos y apagados de calefacción también se pueden controlar introduciendo una programación horaria, para que se active a una hora concreta.

Por la noche.

Lo más útil es programar la bajada de persianas, el riego automático del jardín, y apagar el resto de aparatos eléctricos (radio, TV, equipo de música...). También se pueden activar las alarmas de seguridad que conectan con los centros de control en caso de detectar intrusos en el hogar.

Por la noche es de gran interés la instalación eléctrica que se activa al detectar calor humano. De esta forma, se tienen las luces apagadas y si se precisa ir al baño, las luces se van encendiendo progresivamente (habitación, pasillo, baño...), sin necesidad de ir activando con el mando una a una. Con este método se ahorra energía, porque solo se enciende la luz de la habitación donde el usuario se encuentre.

Asimismo, destaca la opción de tener conectado un control que detecta posibles anomalías en el cuerpo del usuario durante la noche, activándose y conectándose con emergencias (por tele-asistencia), para conseguir ayuda.

III – OBJETO DEL PROYECTO

Este proyecto presentará 3 niveles de domótica: un primer nivel para personas sin discapacidad, un segundo nivel para personas de edad avanzada, y un tercer nivel adaptado a personas con discapacidad.

El objeto de este proyecto es mostrar las distintas tecnologías disponibles para la domótica actual, y cómo se podría aplicarlas en una vivienda ya construida, incidiendo en el uso de la tecnología ZigBee, aunque también se combinará con el uso de KNX, RF...

Se indicará qué tecnologías y equipamientos se puede emplear, y se mostrará un ejemplo práctico, sobre un plano de una vivienda, para cada uno de los distintos niveles mencionados, y se hará el cálculo del presupuesto que se necesitaría.

Será el tercer nivel el que más dispositivos instalados tenga, porque se entiende que es el de las personas con discapacidad el sector de la población que más se beneficia con la implementación de la domótica en sus hogares. Los dispositivos que se mostrarán en este nivel se emplearán indistintamente en el caso de que el usuario tenga una discapacidad física, como ceguera o parálisis, o una discapacidad mental, como Alzheimer o Síndrome de Down, puesto que la mayoría de estos dispositivos, cuando no resultan de verdadera utilidad, como puede ser una cerradura que no requiera llaves o persianas motorizadas para personas mayores, pueden traducirse en mero comfort para personas con Síndrome de Down o alguna discapacidad física menos severa.

Domótica y Discapacidad

- En personas con problemas degenerativos el hogar inteligente les brinda la opción de poder ir usando sus opciones de forma progresiva, a medida que vayan perdiendo su movilidad o autonomía, y de esta forma, su vida podrá seguir de forma autónoma con estos apoyos.



Fig1. Medios de Transporte para facilitar movilidad

- En el caso de personas con discapacidad, lo esencial que la domótica les ofrece son los “sistemas de control de entorno” cuya finalidad es controlar elementos del entorno doméstico y laboral.
- Una persona con movilidad reducida o con otras discapacidades puede encender sus aparatos electrónicos bien por voz, bien por mandos a distancia, o pueden realizar llamadas de emergencia o activar sus servicios de alarma si lo necesitan. En casos de movilidad reducida severa incluso hay aparatos habilitados para levantarse de la cama, acceder a la ducha, mandos para abrir puertas, etc.
- Todos los mecanismos y componentes, tecnologías e interfaces necesarios para poner a punto un edificio domótico se basan en lo que se llama "diseño para todos", que es, en conclusión, un tipo de diseño y desarrollo tecnológico que permite que las diversas ayudas y mandos de la nueva instalación puedan ser utilizados por todo tipo de personas, tanto con discapacidad como sin ella, independientemente de sus cualidades o limitaciones.

En general, al utilizar la domótica en hogares y edificios, lo que se está haciendo es que esos lugares sean accesibles para todos. Se adapta el entorno a todo tipo de persona, sea cual sea su limitación o discapacidad, y con ello se ofrece más autonomía al individuo en sus tareas y quehaceres cotidianos.

Las ventajas de la domótica forman una cadena que va desde el primer eslabón: facilitar la vida diaria a personas dependientes o con discapacidad hasta su relación con el exterior. Con los servicios tecnológicos integrados en su hogar se fomenta su comunicación con el exterior, se facilita la intercomunicación con familiares o asistentes, o con personal sanitario en caso de necesitarlo (tele-asistencia).

Ejemplos de aparatos que facilitan la vida diaria a personas con discapacidad:

- Teléfonos con sensores visuales y vibración para personas con discapacidad auditiva, y que a su vez, poseen teclas grandes y sonido para personas con discapacidad visual.
- Interfaces inalámbricas que permiten controlar aparatos solo con un movimiento de cabeza (FATRONIK)
- Productos para comunicar a través del iris (IRISCOM)
- Trajes robóticos para facilitar movimiento de extremidades



Fig2.Cerraduras Electrónicas en el hogar

Fig3. Tecnología al servicio del usuario

IV – ANALISIS DEL ESTADO DEL ARTE

A continuación se hará un repaso breve de los distintos tipos de tecnologías existentes que se emplean en las comunicaciones, así como los medios físicos que usan, para así poder tener una idea de que tecnologías son las apropiadas para usar en una vivienda ya construida.

Medios de transmisión.

El transporte de la información necesita de medios de transmisión, que pueden ser físicos (cableados) o a través de al aire (inalámbricos). En el caso que se aborda, diseño de una instalación domótica para una vivienda ya construida, es claramente comprensible que se abogue por los medios inalámbricos, aunque hay que tener en cuenta el hecho de que no se dispone de todo tipo de dispositivos inalámbricos como para cubrir las necesidades del hogar, por lo que también se estudia el uso de medios físicos.

- Cableados

- **Coaxial.-** consta de un núcleo de hilo de cobre rodeado por un aislante, un apantallamiento de metal trenzado y una cubierta externa. Transporta señales eléctricas de alta frecuencia.
- **Par trenzado.-** forma de conexión en la que dos aisladores son entrelazados para tener menores interferencias y aumentar la potencia y la diafonía de los cables adyacentes.
- **Fibra óptica.-** empleado habitualmente en redes de datos; se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir por un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos.
- **Power Line Communications.-** se refiere a diferentes tecnologías que utilizan las líneas de energía eléctrica convencionales para transmitir señales de radio para propósitos de comunicación.

-Inalámbricos:

- **Wi-Fi.-** sistema de envío de datos sobre redes computacionales que utiliza ondas de radio.
- **GPRS, General Packet Radio Service.-** es una extensión del Global System for Mobile Communications, o GSM, para la transmisión de datos no conmutada (o por paquetes).
- **Bluetooth.-** especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,5 GHz.

- **Radiofrecuencia.-** banda menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 Hz y unos 300 GHz cuyas ondas se pueden transmitir aplicando la corriente alterna originada en un generador a una antena.
- **Infrarrojos.-** radiación electromagnética cuyo rango de longitudes de onda va desde unos 700 nanómetros hasta 1 micrómetro.
- **ZigBee.-** es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radios digitales de bajo consumo. Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías.

Tecnologías de transmisión.

Las tecnologías de transmisión son aquellos protocolos, o reglas, de comunicación que los dispositivos que deseen comunicarse deben comprender y utilizar para permitir la conexión, comunicación y transferencia de datos. Se presentan algunos de los más conocidos.

- Acceso a internet:

- **xDSL.-** basada en la transmisión de datos por cable par trenzado, 4 tipos:
 - **VDSL**, Very high bit-rate Digital Subscriber Line. Hasta 52/12 Mbit/s (subida/bajada) en distancias entre 100 y 1500 metros.
 - **HDSL**, High bit rate Digital Subscriber Line, el módem habilita el establecimiento telefónico de un circuito digital unidireccional a unas velocidad de entre 1.5 y 2 Mbps.
 - **ADSL**, Asymmetric Digital Subscriber Line (“Línea de Abonado Digital Asimétrica”). Sus tasas van variando. Hasta 8/1 Mbps.
 - **SDSL**, Symmetric Digital Subscriber Line. Soporta velocidades de hasta 2 Mbps.

-Redes domésticas:

- **Interconexión de dispositivos:**
 - **IEEE 1394 (FireWire).-** estándar multiplataforma para entrada/salida de datos en serie a gran velocidad. Suele utilizarse para la interconexión de dispositivos digitales como cámaras digitales y videocámaras a computadoras.
 - **Bluetooth.-** especificación que define redes de área personal inalámbricas (wireless personal area network, WPAN). Desarrollada por Bluetooth SIG.

- **USB.-** puerto que sirve para conectar periféricos a una computadora, tasa de transferencia de hasta 480 Mbps en su versión 2.0
- **IrDA .-** estándar físico en la forma de transmisión y recepción de datos por rayos infrarrojo, permite la comunicación bidireccional entre dos extremos a velocidades que oscilan entre los 9.600 bps y los 4 Mbps.
- **Redes de control y automatización:**
 - **KNX.-** protocolo multimedia de comunicaciones de red para edificios inteligentes, resultado de la fusión de los buses industriales para transmisión de datos BatiBus, EIB y EHS.
 - **LonWorks.-** plataforma estandarizada diseñada para atender las necesidades de aplicaciones de control de edificios, viviendas, industria y transporte.
 - **X10.-** protocolo de comunicaciones que utiliza la línea eléctrica (220V o 110V) para transmitir señales de control entre equipos de automatización del hogar en formato digital.
- **Redes de datos:**
 - **Ethernet.-** estándar de redes de computadoras de área local que define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.
 - **Homeplug.-** red Powerline
 - **HomePNA.-** tiene como objetivo el construir una red de área local sin cableado que permita unir ordenadores, impresoras y otros. Usa el ancho de banda libre de los cables telefónicos de la vivienda para inyectar su señal modulada por encima de los 2 MHz.
 - **WiFi.-** Marca comercial de la alianza WiFi empleada para describir un estrecho rango de tecnologías de conexión incluyendo WLAN (Wireless Local Area Network) basadas en el estándar IEEE 802.11 .

Estándares

Los estándares son el conjunto de recomendaciones y normas que las empresas deberían seguir para conseguir que sus productos puedan interactuar con los dispositivos de otras empresas así como funcionar en las mismas redes en las que operen.

- **OSGi:** Open Services Gateway Initiative. Plataforma de sistemas y servicios para el lenguaje de programación Java. Define las especificaciones abiertas de software que permiten diseñar plataformas compatibles que puedan proporcionar múltiples servicios. Ha sido pensada para su compatibilidad con Jini o UPnP.
- **Universal Plug and Play (UPnP):** Conjunto de protocolos de red cuyo objetivo es la conexión perfecta entre dispositivos y la simplificar la implementación de redes en el hogar. Es una arquitectura de software abierta y distribuida que permite el intercambio de información y datos a los dispositivos conectados a una red.
- **LonWorks:** plataforma de red específicamente creada para atender a las necesidades de aplicaciones de control. Plataforma construida en un protocolo creado por la Corporación Echelon.
- **KNX:** protocolo estandarizado (EN 50090, ISO/IEC 14543) de comunicaciones de red basado en OSI, para edificios inteligentes. Sucesora y convergencia de tres estándares previos: EHS, BatiBUS, y EIB.
- **X10:** Estándar de comunicación entre dispositivos electrónicos usado en la automatización de del hogar. Hace uso de las corrientes portadoras (cableado eléctrico convencional) para señalización y control, aunque también se define un protocolo de transporte basado en radio.

Hoy en día hay 2 tecnologías que intentan hacerse un hueco en el vasto mercado de la domótica: ZigBee, como tecnología inalámbrica, y X-10 o de Corrientes Portadoras, empleando las instalaciones de cable eléctrico. Se presenta a continuación las características de ambas, disponiendo así de la suficiente información para elegir la mejor de estas para su implementación en una vivienda.

ZIGBEE



ZigBee es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radios digitales de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (*wireless personal area network*, WPAN).

Es un sistema ideal para redes domóticas, específicamente diseñado para reemplazar la proliferación de sensores/actuadores individuales. Es el estándar basado en la tecnología necesaria para el control remoto de sensores/actuadores que se utilizan en domótica. Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías.

La ZigBee Alliance, es una alianza sin ánimo de lucro de más de 250 miembros, la mayoría de ellas fabricantes de semiconductores, con el objetivo de auspiciar el desarrollo e implantación de una tecnología inalámbrica de bajo coste. También probarán los dispositivos que se creen con esta tecnología.

Destacan empresas como Invensys, Mitsubishi, Honeywell, 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, juguetería, sensores médicos...

Desde pequeños negocios hasta grandes corporaciones multinacionales de casi todos los continentes están trabajando codo con codo con IEEE para asegurar una integración, completa y operativa. Justifican el desarrollo de este estándar para cubrir el vacío que se produce por debajo del Bluetooth y la necesidad del mercado de un sistema a bajo coste, un estándar para redes Wireless de pequeños paquetes de información, bajo consumo, seguro y fiable.

Al igual que Bluetooth, el origen del nombre es un poco rebuscado, pero la idea vino de una colmena de abejas pululando alrededor de su panal y comunicándose entre ellas, algo así como la comunicación que se produce con el zumbido de las abejas.

Es conocido con otros nombres como "HomeRF Lite" en referencia a HomeRF, un estándar cuyo grupo desarrollador se disolvió en Enero de 2003. Existen el HomeRF y el HomeRF2.

La idea del estándar se basa en el Teléfono Inalámbrico Digital Mejorado (Digital Enhanced Cordless Telephone, DECT), que es un equivalente al estándar de los teléfonos celulares GSM. Transporta voz y datos por separado, al contrario que protocolos como el WiFi que transporta la voz como una forma de datos. Los creadores de este estándar pretendían diseñar un aparato central en cada casa que conectara los teléfonos y además proporcionar un ancho de banda de datos entre las computadoras.

Las prestaciones de este sistema son:

- Modulación FSK, modulación de frecuencia cuya señal modulante es un flujo de pulsos binarios que varía entre valores predeterminados.
- Velocidad de datos variables de entre 800 Kbps y 1.6Mbps.

- Utiliza la banda de 2.4 GHz.
- 75 canales de 1 MHz para voz.
- El HomeRF2 aumenta su velocidad a entre 5 y 10 Mbps, y agrupa los canales en 15 de 5 MHz.

Este estándar posee multitud de capacidades de voz (identificador de llamadas, llamadas en espera, regreso de llamadas e intercomunicación dentro del hogar).

En principio, el ámbito donde se prevé que esta tecnología cobre más fuerza es en domótica, como se hace mención desde la ZigBee Alliance. La razón de ello son diversas características que lo diferencian de otras tecnologías:

- Su bajo consumo
- Su topología de red en malla
- Su fácil integración (se pueden fabricar nodos con muy poca electrónica).

Para interactuar remotamente con todos los dispositivos del hogar (TV, cadena de música, aire acondicionado, DVD, video, cámara digital, Home Cinema...), es necesario trabajar con un solo estándar para poder tenerlos todos bajo una misma red, específicamente en nuestro hogar.

Además la ZigBee Alliance también deja disponible para su acceso la ZigBee Cluster Library, ofreciendo de este modo a los ingenieros y demás integradores bloques de construcción para aplicaciones con necesidades bajo el denominador común de la automatización residencial, reduciendo de este modo las labores de desarrollo y permitiendo implementaciones más precisas.

El estándar de ZigBee proporciona la red de comunicaciones, la seguridad con algoritmos empotrados, y los servicios de apoyo para aplicaciones que operan encima de la capa IEEE 802.15.4, el Control (MAC) y la capa física (PHY), y una topología de red tan variada como aplicaciones pudieran ser imaginadas.

Cronología

El grupo de trabajo de IEEE pasó el primer borrador de la capa física y la de acceso al medio en 2003. Una versión final de la capa de red (NWK) se acabó en 2004, y en Junio del 2005 se tenía ya un ZigBee 1.0 publico.

- Las redes de la familia de ZigBee se conciben hacia 1998, al tiempo que se hizo claro que WiFi y Bluetooth no serían soluciones válidas para todos los contextos. En concreto, se observó una necesidad de redes ad-hoc inalámbricas.
- El estándar IEEE 802.15.4 se aprobó en mayo de 2003.
- En el verano de 2003, Philips Semiconductors puso fin a su inversión en redes de mallas. Philips Lighting ha perpetuado la participación de Philips, que sigue siendo un miembro prominente de la ZigBee Alliance.
- ZigBee Alliance anunció en octubre de 2004 una duplicación en su número de miembros en el último año a más de 100 compañías en 22 países. En abril de 2005

había más de 150 miembros corporativos, y más de 200 en diciembre del mismo año.

- La especificación se aprobó el 14 de diciembre de 2004.
- ZigBee 2004 se puso a disposición del público el 13 de junio de 2005.
- En diciembre de 2006 se publicó la actual revisión de la especificación.
- En Noviembre de 2007 se publicó el perfil HOME AUTOMATION de la especificación.

Visión general

La relación entre IEEE 802.15.4-2003 y ZigBee es parecida a la existente entre IEEE 802.11 y WiFi Alliance. La especificación 1.0 de ZigBee se aprobó el 14 de diciembre de 2004 y está disponible a miembros del grupo de desarrollo (ZigBee Alliance).

ZigBee utiliza la banda ISM para usos industriales, científicos y médicos; en concreto, 868 MHz en Europa, 915 en Estados Unidos y 2,4 GHz en todo el mundo. Sin embargo, a la hora de diseñar dispositivos, las empresas optarán prácticamente siempre por la banda de 2,4 GHz, por ser libre en todo el mundo. El desarrollo de la tecnología se centra en la sencillez y el bajo coste, frente a otras redes inalámbricas semejantes de la familia WPAN, como por ejemplo Bluetooth. El nodo ZigBee más completo requiere en teoría cerca del 10% del hardware de un nodo Bluetooth o WiFi típico; esta cifra baja al 2% para los nodos más sencillos. No obstante, el tamaño del código en sí es bastante mayor y se acerca al 50% del tamaño del de Bluetooth. Se anuncian dispositivos con hasta 128 KB de almacenamiento.

En 2006 el precio de mercado de un transceptor compatible con ZigBee se acerca al dólar y el precio de un conjunto de radio, procesador y memoria ronda los tres dólares. En comparación, con Bluetooth a principios de 2007, el precio de dispositivos de consumo comunes era de unos tres dólares.

Usos

Los protocolos ZigBee están definidos para su uso en aplicaciones embebidas con requerimientos muy bajos de transmisión de datos y consumo energético. Se pretende su uso en aplicaciones de propósito general con características auto-organizativas y bajo costo (redes en malla). Puede utilizarse para realizar control industrial, albergar sensores empotrados, recolectar datos médicos, ejercer labores de detección de humo o intrusos o domótica. La red en su conjunto utilizará una cantidad muy pequeña de energía de forma que cada dispositivo individual pueda tener una autonomía de hasta 5 años antes de necesitar un recambio en su sistema de alimentación.

-Dispositivos

Tipos de dispositivos

Se definen tres tipos distintos de dispositivo ZigBee según su papel en la red:

- *Coordinador ZigBee (ZigBee Coordinator, ZC)*. El tipo de dispositivo más completo, el más sofisticado. Debe existir uno por red. Sus funciones son las de encargarse de controlar la red y los caminos que deben seguir los dispositivos para conectarse entre ellos.
- *Router ZigBee (ZigBee Router, ZR)*. Interconecta dispositivos separados en la topología de la red, además de ofrecer un nivel de aplicación para la ejecución de código de usuario.
- *Dispositivo final (ZigBee End Device, ZED)*. Posee la funcionalidad necesaria para comunicarse con su nodo padre (el coordinador o un router), pero no puede transmitir información destinada a otros dispositivos. De esta forma, este tipo de nodo puede estar dormido la mayor parte del tiempo, aumentando la vida media de sus baterías. Un ZED tiene requerimientos mínimos de memoria y es por tanto significativamente más barato.

Funcionalidad

Basándose en su funcionalidad, puede plantearse una segunda clasificación:

- *Dispositivo de funcionalidad completa (FFD)*: También conocidos como nodo activo. Es capaz de recibir mensajes en formato 802.15.4. Gracias a la memoria adicional y a la capacidad de computar, puede funcionar como Coordinador o Router ZigBee, o puede ser usado en dispositivos de red que actúen de interface con los usuarios.
- *Dispositivo de funcionalidad reducida (RFD)*: También conocido como nodo pasivo. Tiene capacidad y funcionalidad limitadas (especificada en el estándar) con el objetivo de conseguir un bajo coste y una gran simplicidad. Básicamente, son los sensores/actuadores de la red.

Un nodo ZigBee (tanto activo como pasivo) reduce su consumo gracias a que puede permanecer dormido la mayor parte del tiempo (incluso muchos días seguidos). Cuando se requiere su uso, el nodo ZigBee es capaz de despertar en un tiempo ínfimo, para volverse a dormir cuando deje de ser requerido. Un nodo cualquiera despierta en aproximadamente 15 ms. Además de este tiempo, se muestran otras medidas de tiempo de funciones comunes:

- Nueva enumeración de los nodos esclavo (por parte del coordinador): aproximadamente 30 ms.
- Acceso al canal entre un nodo activo y uno pasivo: aproximadamente 15 ms.

-Características

Es una tecnología inalámbrica con velocidades comprendidas entre 20 KB/s y 250 KB/s. Puede usar las bandas libres ISM de 2,4 GHz, 868 MHz (Europa) y 915 MHz (EEUU).

La transferencia de datos de hasta 250 Kbps puede ser transmitido en la banda de 2.4Ghz (16 canales), hasta 40kps en 915Mhz (10 canales) y a 20kps en la de 868Mhz (un solo canal). La frecuencia central de cada canal puede calcularse como: $F_C = (2405 + 5 \cdot (k-11))$ MHz, con $k = 11, 12, \dots, 26$.

Al igual que WiFi, ZigBee usa la DSSS (Secuencia Directa De Espectro Ensanchado) en la banda 2.4 GHz. En las bandas de 868 y 900Mhz también se utiliza la secuencia directa de espectro ensanchado pero con modulación de fase binaria.

Una red ZigBee puede estar formada por hasta 255 nodos, los cuales tienen la mayor parte del tiempo el transceiver dormido con objeto de consumir menos que otras tecnologías inalámbricas. El objetivo, es que un sensor equipado con un transceiver ZigBee pueda ser alimentado con dos pilas AA durante al menos 6 meses y hasta 2 años.

Los módulos ZigBee dispondrán de una antena integrada, control de frecuencia y una pequeña batería. Es una solución económica porque la radio se puede fabricar con muchos menos circuitos analógicos de los que se necesitan habitualmente.

Las radios utilizan un espectro de dispersión de secuencia directa. Se utiliza BPSK en los dos rangos menores de frecuencia, así como un QPSK ortogonal que transmite dos bits por símbolo en la banda de 2,4 GHz. Ésta permite tasas de transmisión en el aire de hasta 250 Kbps, mientras que las bandas inferiores se han ampliado con la última revisión a esta tasa desde los 40 Kbps de la primera versión. Los rangos de transmisión oscilan entre los 10 y 75 metros, aunque depende bastante del de la potencia de transmisión y del entorno. La potencia de salida de las radios suele ser de 0 dBm (1 mW).

Hardware y software

El software se ha diseñado para ejecutarse en procesadores y microcontroladores de bajo coste, con un diseño de radio muy optimizado para lograr bajos costes con altos volúmenes de producción. Utiliza circuitos digitales siempre que es posible y evita los componentes analógicos.

Si bien el hardware es sencillo, el proceso de certificación de un dispositivo conlleva una validación completa de los requerimientos del nivel físico. Esta revisión intensiva tiene múltiples ventajas, ya que todas las radios fabricadas a partir de una misma máscara de semiconductor gozarán de las mismas características de radiofrecuencia. Por otro lado, un nivel físico mal controlado podría perjudicar no sólo al propio dispositivo, sino al consumo de energía de otros dispositivos en la red. Otros estándares pueden compensar ciertos problemas, mientras que ZigBee trabaja en márgenes muy estrechos de consumo y ancho de banda. Por ello, según el 802.15.4, las radios pasan validaciones ISO 17025. La mayoría de fabricantes planea integrar la radio y el microcontrolador en un único chip.

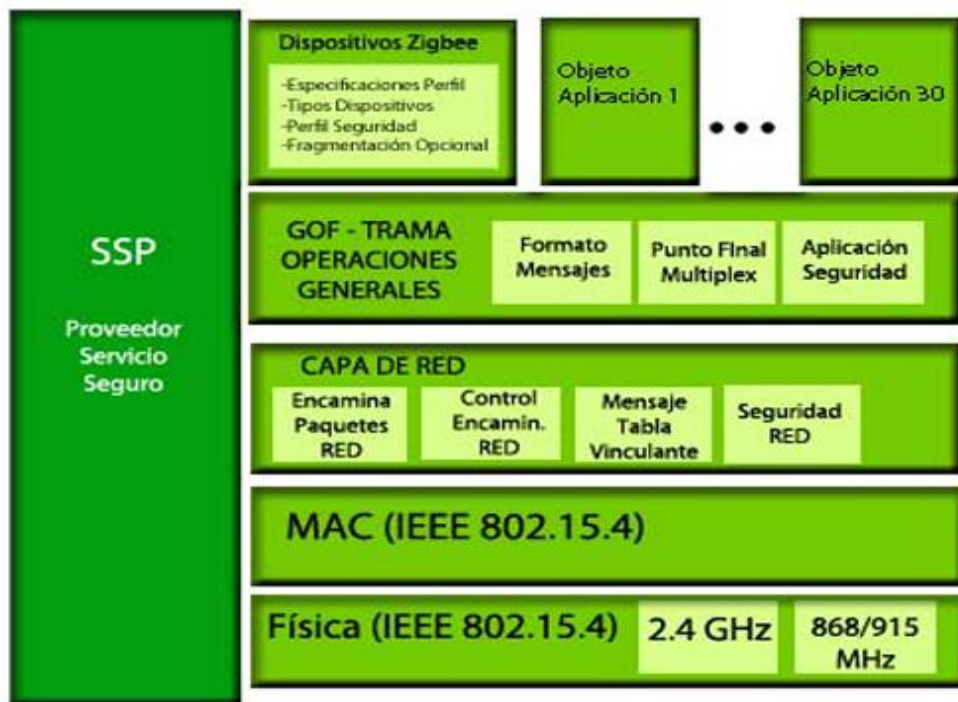


Fig4. Modelo OSI

Siguiendo el estándar del modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection), se puede ver en el gráfico la estructura de la arquitectura en capas. Las primeras dos capas, la física (PHY) y la de acceso al medio (MAC), son definidas por el estándar IEEE 802.15.4. Las capas superiores son definidas por la Alianza ZigBee.

La trama general de operaciones (GOF) es una capa que existe entre la de aplicaciones y el resto de capas. La GOF suele cubrir varios elementos que son comunes a todos los dispositivos, como el subdireccionamiento y los modos de direccionamientos y la descripción de dispositivos, como el tipo de dispositivo, potencia, modos de “dormir” y coordinadores de cada uno. Utilizando un modelo, la GOF especifica métodos, eventos, y formatos de datos que son utilizados para constituir comandos y las respuestas a los mismos.

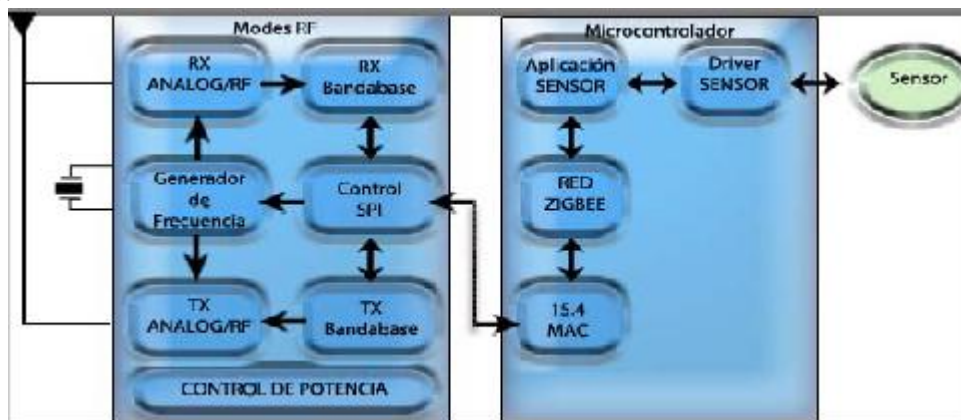


Fig5. Esquema de un dispositivo Zigbee

El típico dispositivo ZigBee incluye una parte con un Circuito Integrado de Radiofrecuencia (RF IC) con una pequeña parte de capa física (PHY) conectada al bajo consumo/pequeño voltaje del microcontrolador de 8-bits con periféricos, conectados a una

aplicación de sensor o actuador. La pila de protocolos y aplicaciones está implementada en un chip de memoria flash.

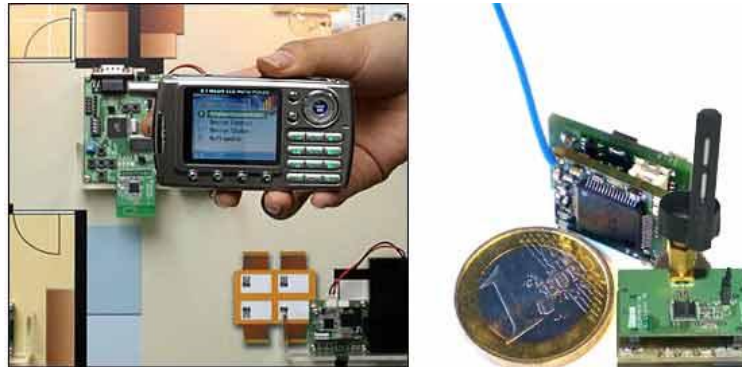


Fig6. Dispositivo y Microcontrolador Zigbee. Fuente: Domodesk

Motorola y Atmel ya ofrecen un grupo de microcontroladores para ZigBee. Chipcon está mostrando dispositivos que trabajan en la banda de 2.4Ghz.



Fig7. Dispositivos Zigbee. Fuente: Domodesk

-Estructuración del estándar.

El *paquete de datos* tiene una carga de datos de hasta 104 bytes. La trama está numerada para asegurar que todos los paquetes lleguen.

Otra estructura importante es la de *ACK*, o reconocimiento. Esta trama es una realimentación desde el receptor al emisor, para confirmar que el paquete se ha recibido sin errores. Se puede incluir un “tiempo de silencio” entre tramas, para enviar un pequeño paquete después de la transmisión de cada paquete. Esta estructura aumenta la fiabilidad en condiciones complicadas de transmisión.

El *paquete MAC*, se utiliza para el control remoto y la configuración de dispositivos/nodos. Una red centralizada utiliza este tipo de paquetes para configurar la red a distancia.

Para acabar, el *paquete baliza* “despierta” los dispositivos, que escuchan y luego vuelven a “dormirse” si no reciben nada más. Estos paquetes son importantes para mantener todos los

dispositivos y los nodos sincronizados, sin tener que gastar una gran cantidad de batería estando todo el tiempo encendidos.



Fig8. Paquete de Datos del protocolo Zigbee.

-Conexión

Topologías de red

- Topología en estrella: el coordinador se sitúa en el centro.
- Topología en árbol: el coordinador será la raíz del árbol.
- Topología de malla: al menos uno de los nodos tendrá más de dos conexiones.

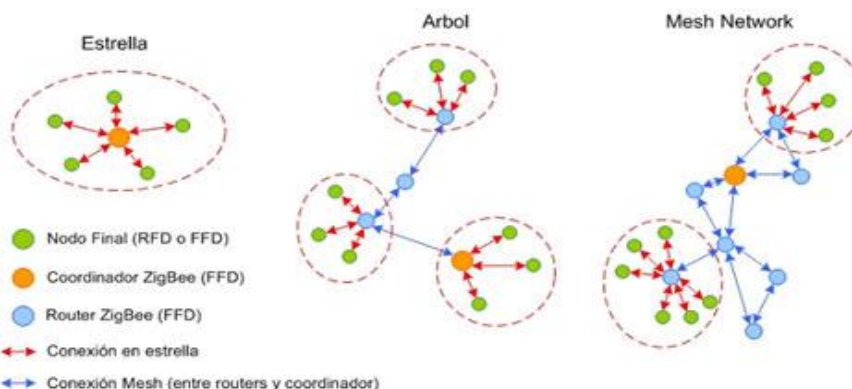


Fig9. Distintas Configuraciones para Topología de Red. Fuente: Sensonet.com

La topología más interesante es la topología de malla. Ésta permite que si, en un momento dado, un nodo del camino falla y se cae, pueda seguir la comunicación entre todos los nodos debido a que se rehacen todos los caminos. La gestión de los caminos es tarea del coordinador.

Importancia de la Capa de Red

La capa de red (NWK) une o separa dispositivos a través del controlador de red, implementa seguridad, y encamina tramas a sus respectivos destinos. Además, la capa de red del controlador de red es responsable de crear una nueva red y asignar direcciones a los dispositivos de la misma.

En la configuración en estrella, uno de los dispositivos tipo FFD asume el rol de coordinador de red y es responsable de inicializar y mantener los dispositivos en la red. Todos los demás dispositivos ZigBee, conocidos con el nombre de dispositivos finales, “hablan” directamente con el coordinador.

En la configuración de malla (o rejilla), el coordinador ZigBee es responsable de inicializar la red y de elegir los parámetros de la red, pero la red puede ser ampliada a través del uso de routers ZigBee. El algoritmo de encaminamiento utiliza un protocolo de pregunta-respuesta (request-response) para eliminar las rutas que no sean óptimas.

Protocolos y estrategias de conexión de los dispositivos en una red ZigBee

Los protocolos se basan en investigaciones sobre algoritmos de red (*ad hoc on-demand distance vector*, vector de distancias bajo demanda; neuRFon) para la construcción de redes ad-hoc de baja velocidad. La mayoría de redes grandes están pensadas para formar un cluster de clusters. También puede estructurarse en forma de malla o como un solo cluster. Los perfiles actuales de los protocolos soportan redes que utilicen o no facilidades de balizado.

En las redes ZigBee, se pueden usar dos tipos de entornos o sistemas:

Con balizas

Es un mecanismo de control del consumo de potencia en la red. Permite a todos los dispositivos saber cuándo pueden transmitir. Las balizas que dan nombre a este tipo de entorno, se usan para poder sincronizar todos los dispositivos que conforman la red, identificando la red domótica, y describiendo la estructura de la "supertrama", los routers las generan periódicamente para confirmar su presencia a otros nodos. En este modelo, los dos caminos de la red tienen un distribuidor que se encarga de controlar el canal y dirigir las transmisiones.

Este modo es más recomendable cuando el coordinador de red trabaja con una batería. Un dispositivo que quiera intervenir, lo primero que tendrá que hacer es registrarse para el coordinador, y es entonces cuando mira si hay mensajes para él. En el caso de que no haya mensajes, este dispositivo vuelve a "dormir", y se despierta de acuerdo a un horario que ha establecido previamente el coordinador. En cuanto el coordinador termina el "balizamiento", vuelve a "dormirse".

Los nodos pueden desactivarse entre las recepciones de balizas reduciendo su ciclo de servicio (*duty cycle*). Los intervalos de balizado son asignados por el coordinador de red y pueden ir desde 5,36 ms a 251,65824 segundos ($5,36 \text{ ms} \cdot 2^{14}$) a 250 Kbps; de 24 ms a 393,216 segundos ($24 \text{ ms} \cdot 2^{14}$) a 40 Kbps; y de 48 ms a 786,432 segundos ($48 \text{ ms} \cdot 2^{14}$) a 20 Kbps.

Sin embargo, los periodos largos con ciclos de servicio cortos necesitan de una temporización precisa, lo que puede ir en contra del principio de bajo coste.

Sin balizas

Se usa el acceso múltiple al sistema ZigBee en una red punto a punto cercano. En este tipo, cada dispositivo es autónomo, pudiendo iniciar una conversación, en la cual los otros pueden interferir. A veces, puede ocurrir que el dispositivo destino puede no oír la petición, o que el canal esté ocupado.

Este sistema se usa típicamente en los sistemas de seguridad, en los cuales sus dispositivos (sensores, detectores de movimiento o de rotura de cristales), duermen prácticamente todo el tiempo (el 99,999%). Para que se les tenga en cuenta, estos elementos se "despiertan" de forma regular para anunciar que siguen en la red. Cuando se produce un evento (cuando se detecta algo), el sensor "despierta" instantáneamente y transmite la alarma correspondiente. Es en ese momento cuando el coordinador de red, recibe el mensaje enviado por el sensor, y activa la alarma correspondiente. En este caso, el coordinador de red se alimenta de la red principal durante todo el tiempo.

Aquellas redes cuyo grado de balizado es 15 acceden al canal por medio de CSMA/CA 8 (Protocolo de control de redes de bajo nivel que permite que múltiples estaciones utilicen un mismo medio de transmisión). Los routers suelen estar activos todo el tiempo, por lo que requieren una alimentación estable en general. Esto, a cambio, permite redes heterogéneas en las que algunos dispositivos pueden estar transmitiendo todo el tiempo, mientras que otros sólo transmiten ante la presencia de estímulos externos.

El ejemplo típico es un interruptor inalámbrico: un nodo en la lámpara puede estar recibiendo continuamente ya que está conectado a la red; por el contrario, un interruptor a pilas estaría dormido hasta que el mecanismo se activa. En una red así la lámpara sería un router o coordinador, y el interruptor un dispositivo final.

Los dispositivos ZigBee deben respetar el estándar de WPAN de baja tasa de transmisión IEEE 802.15.4-2003. Éste define los niveles más bajos: el nivel físico (PHY) y el control de acceso al medio (MAC, parte del nivel de enlace de datos, DLL). El estándar trabaja sobre las bandas ISM de uso no regulado.

Si bien en general se utiliza CSMA/CA para evitar colisiones en la transmisión, hay algunas excepciones a su uso: por una parte, las tramas siguen una temporización fija que debe ser respetada; por otra, las confirmaciones de envíos tampoco siguen esta disciplina; por último, si se asignan slots de tiempo garantizados para una transmisión tampoco es posible que exista contención.

Direccionamiento

Los dispositivos se direccionan empleando 64-bits y un direccionamiento corto opcional de 16 bits. El campo de dirección incluido en MAC puede contener información de direccionamiento de ambos orígenes y destinos (necesarios para operar punto a punto). Este doble direccionamiento es usado para prevenir fallos.

-Comparativa con otras tecnologías

ZigBee vs. Bluetooth

ZigBee es muy similar al Bluetooth pero con algunas diferencias:

- Una red ZigBee puede constar de un máximo de 65535 nodos distribuidos en subredes de 255 nodos, frente a los 8 máximos de una subred (Piconet) Bluetooth.
- Menor consumo eléctrico que el de Bluetooth. En términos exactos, ZigBee tiene un consumo de 30mA transmitiendo y de 3uA en reposo, frente a los 40mA transmitiendo y 0.2mA en reposo que tiene el Bluetooth. Este menor consumo se debe a que el sistema ZigBee se queda la mayor parte del tiempo dormido, mientras que en una comunicación Bluetooth esto no se puede dar, y siempre se está transmitiendo y/o recibiendo.
- Tiene una velocidad de hasta 250 Kbps, mientras que en Bluetooth es de hasta 1 Mbps.
- Debido a las velocidades de cada uno, uno es más apropiado que el otro para ciertas cosas. Por ejemplo, mientras que el Bluetooth se usa para aplicaciones como los teléfonos móviles y la informática casera, la velocidad del ZigBee se hace insuficiente para estas tareas, desviándolo a usos tales como la Domótica, los productos dependientes de la batería, los sensores médicos, y en artículos de juguetería, en los cuales la transferencia de datos es menor.
- Existe una versión que integra el sistema de radiofrecuencias característico de Bluetooth junto a una interfaz de transmisión de datos vía infrarrojos desarrollado por IBM mediante un protocolo ADSI y MDSI.
- Como comparativa, la tecnología Bluetooth es capaz de llegar a 1 MB/s en distancias de hasta 10 m operando en la misma banda de 2,4 GHz, sólo puede tener 8 nodos por celda y está diseñado para mantener sesiones de voz de forma continuada, aunque pueden construirse redes que cubran grandes superficies ya que cada ZigBee actúa de repetidor enviando la señal al siguiente, etc.

Nombre de mercado	IEEE 802.15.4	Bluetooth(2.0) 802.15.1	WiFi 802.11b	GSM/GPRS	Radios propietarias
Estándares	ZigBee, WirelessHART, ISA100, 6lowpan	Bluetooth	WiFi a/b/g	GSM/GPRS	
Frecuencia de radio	868 MHz, 902-982 MHz, 2.4 GHz	2.4 GHz	b/g - 2.4 GHz a - 5.0 GHz		400 MHz, 900 MHz, 2.4 GHz
Ancho de banda (KB/s)	20-250	720	11.000+		9,6-115
Dimensión de red	> 65,000	7	32	1	-
Rango de transmisión (metros)	1-100+	1-10+	1-100	1.000+	100+
Topología de red	mallado	ad-hoc, piconet	point-to-multipoint		P2P, point-to-point, point-to-multipoint
Consumo energético	bajo	medio	alto	alto	medio
Puntos fuertes	robustez, consumo, coste, flexibilidad, escalabilidad	conveniencia, coste	velocidad, flexibilidad	alcance, calidad	
Coste	*	**	*	****	***

Fig10. Comparación de tecnologías. Fuente: Wikipedia

-Interoperabilidad

Mientras ZigBee sea un estándar abierto, no hay que olvidar que no existe una definición completa y específica de como acometer desarrollos con los productos que se van a necesitar, por lo que se puede caer en el error de pensar que todo lo que saldrá al mercado de la domótica va a ser compatible con cada uno de todos los posibles desarrollos que salgan de terceros. Esto solo ocurriría si se tuviese un consenso entre como se deben de

comportar cada uno de los nodos diseñados para un uso específico, y eso no va a ocurrir, no al menos a nivel internacional, aunque sí que se encontrará en la alianza unos perfiles públicos (p.e. los nodos destinados a iluminación o HVAC...) que seguidos al pie de la letra aseguran la compatibilidad entre fabricantes distintos.

El consejo es ceñirse a los perfiles públicos lo más posible e ir añadiendo solo aquellos perfiles (privados) de lo que no se encuentra (siempre y cuando se pueda pagar la membresía en la alianza y le asignen un Id para su perfil)... Una buena estrategia sería liberar el código a terceros de esos perfiles privados que se vayan conformando. Esto al menos asegura que no se será el único y la apertura de código siempre a medio/largo plazo es una buena estrategia de ventas.

La seguridad ya viene implícita en el ZigBee, por lo que se podrá desarrollar sabiendo que se puede usar AES 128 bits y el 802.15.4.

ZigBee deja el camino alisado para el tema de RF, pero aun así habrá que disponer de un micro (llámese DSP, microcontrolador...) para hacerlo servir en cada sistema.

Lo que le convierte en un sistema seguro

La seguridad de las transmisiones y de los datos son puntos clave en la tecnología ZigBee. ZigBee utiliza el modelo de seguridad de la subcapa MAC IEEE 802.15.4, la cual especifica 4 servicios de seguridad.

- Control de accesos, el dispositivo mantiene una lista de los dispositivos “comprobados” en la red.
- Datos Encriptados, los cuales usan una encriptación con un código de 128 bits.
- Integración de tramas para proteger los datos de ser modificados por otros.
- Secuencias de refresco, para comprobar que las tramas no han sido reemplazadas por otras. El controlador de red comprueba estas tramas de refresco y su valor, para ver si son las esperadas.

Presencia de ZigBee

Harbor Research, firma de California que sigue de cerca la tecnología inalámbrica para sensores, calculó que 200 millones de sensores y dispositivos ZigBee se fabricarían en 2010, demostrando un gran crecimiento respecto a los 40.000 que se fabricaron en el 2006. Aunque según un estudio de la empresa analista West Technology Research Solutions (WTRS), en el año 2008 había más de 300 millones de nodos o dispositivos equipados con la tecnología ZigBee sólo en el sector de la domótica.

Gracias a tecnologías como la de Tritech y su TriBee Gateway, se puede conectar una red ZigBee a las redes basadas en TCP/IP. También existen dispositivos de seguridad USB que permiten dar conectividad ZigBee a un PDA, PC o móvil.



Fig11. Pasarelas TCP/IP y USB. Fuente: Domodesk

Esta tecnología se ha llegado a implantar en aparcamientos, en los cuáles se informa a los conductores recién llegados, dónde hay plazas libres, ahorrándoles así el tiempo de búsqueda.

Se espera que los módulos ZigBee sean los transmisores inalámbricos más baratos de la historia, y además producidos de forma masiva. Tendrán un coste aproximado de alrededor de 6 euros, y dispondrán de una antena integrada, control de frecuencia y una pequeña batería. Ofrecerán una solución tan económica porque la radio se puede fabricar con muchos menos circuitos analógicos de los que se necesitan habitualmente.

Desventajas:

- Tasa de transferencia reducida
- Manipula textos pequeños comparado con otras tecnologías
- No puede ser compatible con Bluetooth porque no maneja la misma tasa de transferencia, ni tiene la misma capacidad de soporte para nodos.
- Tiene menor cobertura porque pertenece a redes inalámbricas tipo WPAN (Wireless Personal Area Network)

X-10



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

El formato de codificación X-10 es un estándar usando transmisión de corrientes portadoras (Power Line Carrier = P.L.C) que, desde que se introdujo, ha desarrollado y manufacturado versiones O.E.M (Original Equipment Manufacturer) de su Sistema de Control del Hogar para muchas compañías incluyendo Leviton Manufacturing Co., Stanley Health / Zenith Co., Honeywell, Norweb y Busch Jaeger. Actualmente X10 es un protocolo que está presente en el mercado mundial, sobre todo en Norteamérica y Europa (España y Gran Bretaña fundamentalmente).

-Características

El protocolo X-10, en sí, no es propietario, es decir, cualquier fabricante puede producir dispositivos X-10 y ofrecerlos en su catálogo, eso sí, está obligado a usar los circuitos del fabricante escocés que diseñó esta tecnología. Esto no resulta una gran desventaja ya que los circuitos integrados que implementan el X-10 tienen un royalty muy bajo.

Es un sistema domótico de instalación sencilla y fácil manejo. No hay necesidad de conocimientos especiales para la instalación de los productos X10. Todos los productos son compatibles entre sí, por lo que se pueden combinar para formar el sistema que más se adecue a nuestras necesidades.

Se caracteriza principalmente por:

- Ser un sistema descentralizado y configurable.
- De instalación sencilla (conectar y funcionar).
- De fácil manejo por el usuario.
- Compatibilidad casi absoluta con los productos de la misma gama, obviando fabricante y antigüedad.
- Flexible y ampliable.

Su considerable gama de productos permite aplicaciones diversas en los campos de:

- Seguridad: intrusión, fugas de gas, inundaciones, incendio, alarma médica, simulación de presencia.
- Confort: control centralizado / descentralizado de iluminación y aparatos así como persianas. Manejo con mando a distancia. Facilidades para audio y video. Posibilidad de gestión a través de ordenador personal.
- Ahorro energético: programación nocturna y optimización de recursos.

- **Comunicación:** control telefónico remoto. Aviso de la vivienda ante incidentes (control telefónico bidireccional).
- **Visión de Futuro**
Una de las cosas que más preocupa cuando se invierte en tecnología hoy en día es su vida útil. El sistema domótico X10 sigue vigente después de más de 25 años y más de cien millones de aparatos funcionando por todo el mundo. Actualmente ya se ha adaptado el sistema a 220V y se usa por toda Europa, además de EEUU.

En España, ya forma parte obligatoria en los planes de estudio de la Formación Profesional Superior en la rama de electrónica.

- **Inteligencia.**
El sistema X10 es inteligente y los aparatos interactúan entre sí. Por ejemplo, al entrar en casa por la tarde, el sensor de presencia puede encender secuencialmente el recibidor, el pasillo, el dormitorio, apagar el recibidor, conectar el calentador y encender dos lámparas del salón al 50%, todo de forma automática y con un solo botón para restablecer un nuevo modo de funcionamiento.

X10 se comunica entre los transmisores y receptores mediante el envío y recepción de señales a través de los cables de línea de alimentación. Estas señales son pulsos de RF (120 kHz) que representan la información digital. También se define un protocolo de transporte basado en radio inalámbrica.

Existen tres tipos de dispositivos X-10: los que sólo pueden transmitir órdenes, los que sólo pueden recibirlas y los que pueden enviar/recibir estas.

Los transmisores pueden direccionar hasta 256 receptores.

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

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

Los logos que identifican a qué tipo pertenece un dispositivo son:



La red de la instalación es la base de todo el sistema de corrientes portadoras (X-10). El elemento básico y fundamental de la técnica de corrientes portadoras es el aprovechamiento doble de la instalación eléctrica ya existente, como conductor de energía

y de información. Con los componentes X-10 la red, además de suministro de corriente, se encarga también de la transmisión de señales de mando para los diversos aparatos eléctricos. Con ello se puede enviar señales de corrientes portadoras a cualquier punto de la instalación que se desee, y a su vez pueden solicitarse de dicho punto las informaciones pertinentes.

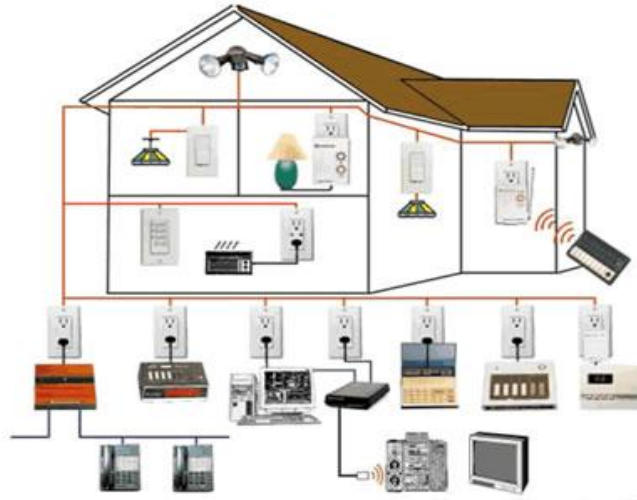


Fig12. Ejemplo de un Sistema X10
Fuente: www.aquihayapuntes.com

El sistema permite el accionamiento a distancia y control remoto de diversos receptores eléctricos, desde uno o desde varios puntos.

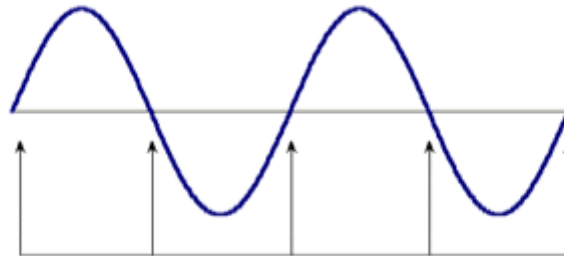
El sistema de corrientes portadoras trabaja tanto en redes de corriente alterna monofásica como trifásica

Nivel Físico

El protocolo X-10 usa una modulación muy sencilla, comparado con las que usan otros protocolos de control por ondas portadoras. El transmisor X-10 está pendiente de los pasos por cero de la onda senoidal de 50 Hz típica de la alimentación eléctrica (60 Hz en EEUU) para insertar un instante después una ráfaga muy corta de señal en una frecuencia fija. Las señales de control de X10 se basan en la transmisión de ráfagas de pulsos de RF (120 KHz) que representan información digital. Por tanto, hay que tener en cuenta que dispositivos fabricados en EEUU no serán implementables en ninguna red Europea

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

Transmisores y receptores son sincronizados por el paso por cero de la tensión de red, de esta manera los transmisores saben cuando enviar los datos y los receptores cuando buscarlos.

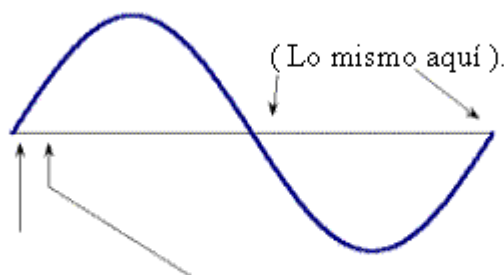


Los dispositivos X-10 no distinguen entre el paso por cero cuando la señal va de positivo a negativo que cuando va de negativo a positivo, ambos pasos por cero son interpretados de igual modo por el dispositivo.

Fuente: www.aquíhayapuntes.com

Cada orden involucra 11 ciclos de red (220 ms para 50 Hz y 183,33, para 60Hz). A su vez, cada orden se transmite 2 veces, con lo cual toda la información transmitida tiene cuádruple redundancia. La relativamente alta frecuencia de la portadora de frecuencia que lleva la señal no puede pasar a través de un transformador o través de las fases de un sistema de múltiples fases. El Tiempo de Bit coincide con los 20 ms que dura el ciclo de la señal, de forma que la velocidad binaria de 50 bps viene impuesta por la frecuencia de la red eléctrica que se tiene en Europa.

Los receptores al igual que los transmisores detectan cada paso por cero y buscan la señal de 120 KHz durante un periodo de 1ms.



Cada paso por cero ellos comprueban durante 1ms si está presente la señal de 120 KHz

Fuente: www.aquíhayapuntes.com

Para permitir el funcionamiento de los teclados inalámbricos, conmutadores remotos, y similares, un protocolo de radio también está definido. Operando a una frecuencia de 310 MHz en los EE.UU. y 433 MHz en los sistemas europeos, los dispositivos inalámbricos

envían paquetes de datos que son muy similares a los paquetes normales de alimentación la línea de control X10. Un receptor de radio a continuación, ofrece un puente que se traduce en estos paquetes de radio para poder ordinaria paquetes de control de línea X10.

Comunicación

La transmisión completa de una orden X-10 necesita once ciclos de corriente.

Primero se transmite una orden con el Código de Casa y el Número de Módulo que direccionan el módulo en cuestión. Luego se transmite otro orden con el código de función a realizar (Function Code). Hay 256 direcciones soportadas por el protocolo.

Esta trama se divide en tres campos de información:

1. Dos ciclos representan el Código de Inicio.
2. Cuatro ciclos representan el Código de Casa (letras A-P),
3. Cinco ciclos representan o bien el Código Numérico (1-16) o bien el Código de Función (Encender, Apagar, Aumento de Intensidad, etc...).

Para aumentar la fiabilidad del sistema, esta trama (Código de Inicio, Código de Casa y Código de Función o Numérico) se transmite siempre dos veces, separándolas por tres ciclos completos de corriente. Hay una excepción: en funciones de regulación de intensidad, se transmiten de forma continuada (por lo menos dos veces) sin separación entre tramas.

Los dispositivos están generalmente enchufados en módulos X10 (receptores). X10 distingue entre *módulos de lámparas* y *módulos de dispositivos*. Los módulos de dispositivos proporcionan energía a los dispositivos eléctricos y aceptan órdenes X-10. Los módulos de dispositivos son capaces de gestionar cargas grandes (ej. máquinas de café, calentadores, motores...) simplemente encendiéndolos y apagándolos.

Los nuevos protocolos de comunicación en la red eléctrica ocupan una señal más fuerte e inmune al ruido eléctrico, uno de estos protocolos es el llamado UPB (Universal Powerline Bus).

Un mensaje completo en X-10 está compuesto por el código de comienzo (1110), seguido por la letra de la casa y por un código de control. El código de control puede ser o una dirección de unidad o un código de comandos, dependiendo de si el mensaje es una dirección o un comando.

Un bloque completo de datos o paquete de información se compone de código de comienzo, código de la letra, código de control y sufijo.

El protocolo puede transmitir un mensaje que diga "Selección de código A3", seguido de "Encender". Varias unidades pueden ser tratadas antes de dar la orden, lo que permite un comando a afectar a varias unidades de forma simultánea. Por ejemplo, "Selección de código A3", "Selección de código A15", "Selección de código A3", y, finalmente, "Encender".

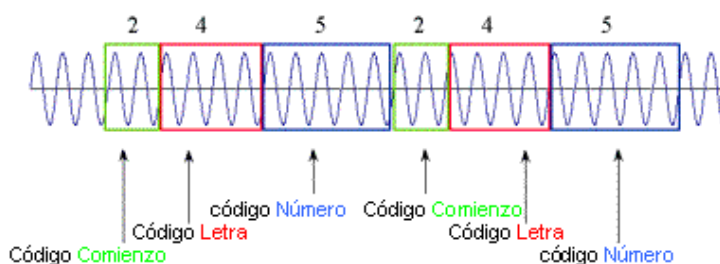
La Petición de Saludo se transmite para ver si existen otros transmisores X-10 dentro del rango de escucha. Esto permite al OEM asignar un Código de Casa diferente si se recibe un mensaje de Aceptación de Saludo.

El código de comienzo (1110) es el único que no se envía de forma complementaria.

Inmediatamente después del código de comienzo se transmite la dirección de casa o letra.

Después de enviar el código de la letra se envía la dirección de unidad o número.

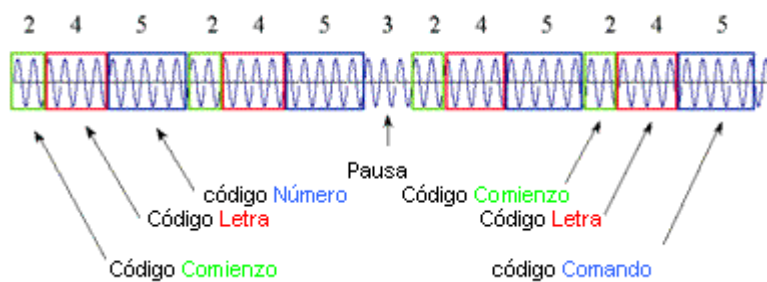
Debido al medio de transmisión utilizado, los diseñadores del código X-10 decidieron transmitir dos veces cada bloque de información para que el sistema ganara en fiabilidad. Cada once ciclos se transmite un bloque de datos:



Fuente: www.aquíhayapuntes.com

Cada par de bloques de información deben estar precedidos por 6 pasos por cero.

Estos 3 ciclos de margen son necesarios para que el receptor mueva los datos de sus registros en cada uno de los seis pasos por cero. Una transmisión estándar X-10 normal necesita 47 ciclos de la señal de red:



Fuente: www.aquíhayapuntes.com

A una frecuencia de 50 Hz ello supone un tiempo igual a 0,94 segundos en transmitir una orden completa. Hay excepciones a esta regla. Por ejemplo, el código de Aumentar Intensidad (*Bright*) y Atenuar intensidad (*Dim*) no requiere los tres ciclos de espera entre comandos consecutivos *Dim* o comandos consecutivos *Bright*. Sin embargo sí son necesarios los tres ciclos de espera entre códigos diferentes.

-Módulos de Potencia

Dependiendo de la carga a controlar, los módulos a utilizar son diferentes. Para cargas de lámpara incandescente se puede utilizar un *módulo de la lámpara* o el módulo de *interruptor de pared*. Estos módulos conmutan la energía mediante un interruptor TRIAC de estado sólido y también son capaces de atenuar la carga de la lámpara. Los módulos de lámpara son bastante silenciosos al operar, y, en general soportan cargas que van desde los 40 watts a 500 watts.

Para cargas distintas a las lámparas incandescentes, como las lámparas fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad, y los aparatos electrodomésticos eléctricos, el módulo de la lámpara es inadecuado y en su lugar se debe utilizar un *módulo de aplicación*. Estos módulos conmutan la energía mediante un relé de impulso.

Muchos de los módulos ofrecen una función llamada *control local*. Si el módulo está apagado, la función de encendido del interruptor de la lámpara o aparato hará que el módulo se encienda. De esta manera, una lámpara todavía puede ser encendida sin necesidad de utilizar un controlador X10. Los módulos de conmutación de pared no ofrecen esta característica.

Algunos módulos de interruptor de pared ofrecen una característica llamada *atenuación local*. Normalmente, el pulsador de un interruptor de pared simplemente ofrece on / off, sin posibilidad de oscurecimiento local de la lámpara controlada. Si la atenuación local es posible, manteniendo pulsado el botón hará que la lámpara varíe su rango de brillo de forma cíclica.

Hay módulos que detectan e informan de temperatura, luz, infrarrojo o cierres y aperturas de contacto. Los módulos de dispositivos incluyen termostatos, alarmas audibles y mandos para interruptores de baja tensión.

La siguiente tabla resume los módulos de aparato de X10.






 <p>Módulo de Potencia P&P</p> <p>Electrodomésticos cafetera, horno...</p>	 <p>Módulo de potencia Carril Din</p> <p>Circuitos potencia: lavadora, lavavajillas, acumuladores de calor, iluminación de jardines</p>
 <p>Módulo de Potencia para empotrar</p> <p>Aire acondicionado, fancoils, ventiladores</p>	 <p>Receptor de RF/MA 5A</p> <p>Receptor de señales de radio frecuencia X10 que incorpora el módulo de aparato</p>  <p>Micromódulo de potencia de pared</p> <p>Para mantener la estética de los interruptores de la vivienda</p>

Fig13. Módulos de X10

Fuente: Domodesk

Todos pueden recibir órdenes X10 locales o a través de teléfono procedentes de la instalación eléctrica de la vivienda. Estas órdenes pueden proceder de programadores horarios, mandos a distancia, detectores de presencia, PC, Internet...

Todos responden a las órdenes X10 "All Units OFF" (Todas las unidades apagadas) desde cualquier controlador X-10 y que coincidan con el mismo código de casa.

A todos hay que identificarles con una letra (código de casa) y, excepto el Receptor RF/MA, con un número (código de aparato o de unidad). El receptor RF/MA no tiene rueda para seleccionar un número, este equipo siempre tiene el código de unidad '1', es decir, por ejemplo, si se asigna el código de casa con la letra 'B', el receptor será el 'B1'.

Con el micromódulo y el de empotrar, el usuario puede utilizarlos para actuar directamente sobre los equipos, los otros tres deben recibir las órdenes a través de la red eléctrica. La misión de estos equipos es la de producir un encendido/apagado (ON/OFF) de los equipos electrónicos que a ellos se conecten. Es decir, son relés de potencia que dan tensión de 220 V o la cortan.

Para poder llevar a cabo todas las tareas es necesario disponer de módulos de aparato para los electrodomésticos a controlar y el adecuado controlador de X10.

Plug & Play

Intercalando un Plug&Play entre el enchufe y la caldera de calefacción, la lavadora, secadora, etc. se corta o se da corriente al electrodoméstico. Con un programador horario se puede hacer que, dejando previamente la comida en el horno eléctrico, media hora antes de la llegada a la cocina, el horno comience a cocinar la comida. Si la cafetera es eléctrica y se deja cargada, 15 minutos antes de despertar, el café empezará a prepararse para que se pueda tomar caliente.



Fig14. Plug & Play
Fuente: Domodesk

Receptor RF/MA [5 A (carga resistiva) - 2A (carga inductiva)]

El receptor de RF/MA tiene dos funciones: es un módulo de aparato Plug&Play y es el encargado de convertir las señales de radio frecuencia X10, de mandos a distancia y teclados, en órdenes X10 que se transmiten por la red eléctrica de la vivienda para actuar sobre persianas, toldos, dimmer, motores...

Existen dos modelos de Receptor RF/MA: con antena desplegable y normal.



Fig14.Receptor RF/MA
Fuente: Domodesk

Micromódulo de potencia

Su tamaño es muy pequeño, cabe en la misma caja que un pulsador o enchufe convencional, por lo que se suele emplear cuando se desea conservar la misma estética que el resto de interruptores y enchufes de la vivienda.



Fig15. Micromódulo de Potencia
Fuente: Domodesk

Es un módulo bidireccional que manda su estado a través de la red eléctrica. En caso de fallo de suministro eléctrico, el relé mantiene su último estado.

Además de ser módulo de aparato es un transmisor de dos direcciones: por un lado controla la fase de la carga a alimentar y por otro se conecta, mediante cable, a dos pulsadores o interruptores convencionales. Convierte de este modo cualquier interruptor o pulsador, de cualquier fabricante, en transmisor de X10.

Si se actúa sobre el primer pulsador, el micromódulo envía por la red eléctrica su dirección X10 asignada (código de casa y unidad), si se pulsa el segundo se envía la misma letra (código de casa) y el código de unidad del primer pulsador+1

Módulo de potencia empotrable

A diferencia del micromódulo, este equipo no es bidireccional ni transmisor de órdenes X-10. Actúa tanto con órdenes X10 que procedan de la instalación eléctrica como con sus teclas incorporadas; la superior manda encender y la inferior apagar. Su embellecedor sobresale de la pared, pero puede sustituir a un interruptor ya instalado. Si se pulsa el módulo de potencia de empotrar, no manda su estado por la red eléctrica, es decir, el software de control X10 ActiveHome (para controlar todo el sistema domótico desde un PC) no sabría en qué estado (encendido o apagado) se encuentra el equipo.



Fig16. Módulo de Potencia Empotrable
Fuente: Domodesk

Módulo de potencia de carril DIN

Este módulo es un receptor que se controla mediante órdenes procedentes de controladores X10 a través de la red eléctrica de la vivienda. También se puede controlar mediante pulsadores convencionales cableados al módulo. Se suele situar en el cuadro eléctrico de la vivienda.

La entrada '1' se utiliza para interruptores convencionales de dos estados: el relé actúa cuando tiene voltaje y se apaga cuando no hay voltaje en el terminal. Este módulo X10 no manda su estado por la red eléctrica. La entrada '2' está pensada para pulsadores convencionales, cada vez que se le aplica tensión, el relé cambia de estado.



Fig17. Módulo de Potencia de Carril DIN Fuente: Domodesk

- Puntos débiles y limitaciones

- Un RCD (Dispositivo de Corriente Residual) puede atenuar las señales X10 que pasen por el dispositivo. Esto significa que las señales X10 que pasen por un RCD pueden no ser lo suficientemente fuertes como para proporcionar una comunicación fiable.
- Los televisores o los dispositivos móviles pueden causar falsos o desactivar las señales. Los filtros de ruido pueden ayudar a evitar el ruido externo de la señal de X10, pero los que no estén diseñados para X10 también puede filtrar las señales X10 que viajaban en el circuito derivado al cual está conectado el aparato.
- Además, ciertos tipos de fuentes de alimentación utilizadas en equipos electrónicos modernos (como ordenadores, televisiones y receptores por satélite) "se comen" las señales X10 proporcionando una baja impedancia para señales de alta frecuencia. Normalmente, los condensadores utilizados en las entradas a estas fuentes de alimentación cortan la señal X10, suprimiendo toda esperanza de control X10 en el circuito cercano a ese dispositivo. Hay disponibles filtros que bloquean la señal X10 para que nunca lleguen a tales dispositivos.
- Algunos controladores de X10 no funcionan del todo o absolutamente bien con los dispositivos de baja potencia (menos de 50 vatios) o dispositivos como las bombillas fluorescentes que no presentan cargas resistivas. El uso de un módulo de aparato en lugar de un módulo de lámpara puede resolver este problema.
- Las señales X10 sólo pueden transmitir un comando a la vez, primero indicando la dirección del dispositivo a controlar, y luego la operación que ese dispositivo debe llevar a cabo. Si dos señales X10 se transmiten al mismo tiempo pueden chocar o intercarse, lo que lleva a los comandos a que, o bien no pueden ser descifrados, o que indiquen operaciones incorrectas.
- El protocolo X10 es también lento. Se tarda aproximadamente tres cuartas partes de un segundo para transmitir una dirección de dispositivo y un comando. Aunque en general no es perceptible cuando se utiliza un controlador de mesa, se convierte en un problema notable cuando se utilizan conmutadores de doble sentido o cuando se utiliza algún tipo de control computarizado. Con módulos más avanzados una posible solución es utilizar los comandos ampliados de control de grupo. Éstos permiten ajustar varios módulos a la vez con un solo comando.
- El protocolo X10 es compatible con un control más avanzado sobre la velocidad de oscurecimiento, establecimiento directo del nivel de atenuación y control de grupo (ajustes de escena). Esto se realiza mediante una extensión del mensaje, que es parte oficial del estándar X10. Sin embargo el reconocimiento de todos los mensajes extendidos no es obligatorio, y muchos módulos más baratos implementan sólo el conjunto mensaje básico. Estos requiere el ajuste de cada uno de los circuitos de iluminación, uno tras otro, que puede ser poco llamativo y también muy lento.

- El estándar X10 y los protocolos de RF carecen de soporte para cifrado, y sólo pueden direccionar 256 dispositivos. A menos de que se filtren, las señales de la línea de alimentación de vecinos cercanos usando X10, si las mismas direcciones se utilizan en cada una de las dos partes, se pueden interferir. Es igualmente posible interferir señales inalámbricas de RF, con facilidad para aquellas personas cercanas que posean un control remoto RF X10 y, a sabiendas o no, puedan causar el caos si un dispositivo de RF está conectado a la línea eléctrica en un local.

KNX



Hay que hacer una pequeña mención a esta tecnología, pues va a venir implementada en algún dispositivo en el proyecto.

KNX es un sistema de transferencia de datos de control de dispositivos fruto de la unión de los estándares EIB, EHS y BatiBUS. A través de cuatro posibles medios de transmisión: PL (PowerLine, corrientes portadoras), IP/Ethernet, TP (Par Trenzado) y RF, es posible el control de equipamiento de gestión de edificios en todas las aplicaciones posibles: iluminación, persianas / contraventanas, sistemas de seguridad, gestión energética, calefacción, sistemas de ventilación y aire acondicionado, sistemas de supervisión y señalización, interfaces a servicios y sistemas de control de edificios, control remoto, medición, audio / video, control de bienes de gama blanca, etc...

El control de una instalación KNX se puede hacer desde un PC que tenga instalado el Interfaz Gráfico ETS4, pudiendo hacer seguimientos del proyecto, creación de informes, puesta a punto...

En cuanto a la velocidad de transmisión de datos se tiene que empleando TP alcanza los 9600 bits/s y PL 1200 bits/s. En el caso de RF la comunicación se realiza mediante telegramas KNX, empleado la banda de frecuencia de 868 MHz con una potencia máxima de 25mW y velocidad de transmisión de 16.384 kBits/s. Por último, como las especificaciones KNX indican, los telegramas KNX pueden ser encapsulados en paquetes IP, con lo que se adoptan las redes LAN e Internet, enrutado IP, como medios de transporte alternativo a los acopladores de línea y Buses.

V – ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Un sistema domótico puede estar constituido de 3 maneras distintas, diferenciadas entre sí por la forma en la que sus elementos están distribuidos en la instalación y la relación entre estos, es decir, la forma en la que los dispositivos actúan: independientemente, bajo el control de un controlador central o una mezcla de ambos.

-Arquitectura

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

-Arquitectura Centralizada: un controlador centralizado recibe información de múltiples sensores y, una vez procesada, genera las órdenes oportunas para los actuadores.

-Arquitectura Distribuida: toda la inteligencia del sistema está distribuida por todos los módulos sean sensores o actuadores. Suele ser típico de los sistemas de cableado en bus, o redes inalámbricas.

-Arquitectura mixta: sistemas con arquitectura descentralizada en cuanto a que disponen de varios pequeños dispositivos capaces de adquirir y procesar la información de múltiples sensores y transmitirlos al resto de dispositivos distribuidos por la vivienda, p.e. aquellos sistemas basados en ZigBee y totalmente inalámbricos.

Son sistemas de control del entorno todos aquellos mecanismos y tecnologías integradas mediante las cuales el usuario puede ordenar funciones para controlar diversos aparatos, electrodomésticos, etc. de su entorno. Composición de estos sistemas:

- Medios de control o controladores.- Es el aparato eléctrico que emite señales a la red integrada para solicitar una función o una acción. Programas informáticos que permiten al sistema operativo interactuar con un periférico. Puede ser un mando con teclas y según el código que se marque activa una u otra función.
- Sensores o receptores.- aparato capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Para que la comunicación domótica sea completa, recibirá la orden del controlador y a su vez la pasará al aparato que tiene que realizar la función X. En resumen, es el intermediario.
- Elementos controlables o actuadores.- Son los mecanismos que finalmente realizan la función ordenada. Pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado: el actuador recibe la orden de un controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas.

Estos elementos deben ser los idóneos para que la persona que va a utilizar pueda usarlos sin esfuerzo y fácilmente.

-Sistemas

Sistemas que se integran en la domótica:

- Sistema domótico
- Sistema de seguridad
- Sistema multimedia
- Sistema de comunicación

El sistema de control debe reunir estas características:

- Ser transportable. De este modo el usuario puede controlar las funciones domóticas tanto desde cualquier lugar de su casa, como desde el exterior, si se encuentra ausente.
- Flexible y personalizado. La empresa que monta el sistema domótico debe precisar un sistema que le permita hacer los cambios que estime necesarios para adaptarlo al perfil del usuario donde se instala.
- Mando integral. Todos los sistemas de la casa han de poder controlarse desde un único mando.
- Seguridad. Mecanismo eficaz y seguro. Que cumpla las órdenes que se le dan.
- Accesible. Debe ser un mando que puedan utilizar todos y que solucione los requerimientos del usuario. Prima su funcionalidad y usabilidad. Debe ser de fácil comprensión en su uso y sencillo de utilizar.
- Funcional. Se debe ajustar a las necesidades del usuario dando soluciones.
- Eficaz. Debe proporcionar seguridad y control al sistema.
- Redundante. Que el sistema sea compatible con las necesidades del resto de los integrantes de la vivienda y aporte soluciones para todos.
- Escalable. Que permita la ampliación progresiva en función de las necesidades futuras.

Se pueden dividir según la función a la que están destinados:

- Control del ambiente
- Higiene
- Movilidad
- Comunicación
- Entretenimiento
- Acceso a ordenador
- Realización de avisos

Los elementos que se acaban de definir se controlan de diversas formas, según su forma de acceso, su medio de control se podrían agrupar de la siguiente forma:

- Control por mando directo. Con un mando único se controlan todos los elementos de la casa (puertas, luces, ventanas, etc.). El mando será ergonómico y las funciones se ejecutan con solo pulsar su tecla correspondiente.
- Control por mando secuencial. Todos los elementos están en un mando único, pero en esta ocasión, pero en vez de ser ejecutable con la simple pulsación de una tecla, ahora funcionará con métodos de barrido, a modo de menú que va presentando las diversas acciones (bien de forma visual o por sonido) y el usuario elige la que quiera activar.
- Control informático. El control se realizará con un periférico conectado al ordenador y un programa instalado en el mismo. Esta es la forma más accesible ya que el usuario puede controlar sus mandos bien con un ratón, un teclado, por voz, con joysticks, etc. Asimismo, por pantalla irán apareciendo imágenes intuitivas de ayuda, óptimas para personas con discapacidad mental o intelectual, si las necesitan.
- Control semiautomático. Son controles configurados para que ellos solos puedan detectar una acción y actuar en consecuencia. Por ejemplo, si el usuario se va moviendo por la casa las luces se irán encendiendo a su paso.
- Control individual alternativo. En este caso habrá “botones especiales” o conmutadores para cada acción. Existen aparatos adaptados y accesibles a disposición de los usuarios según su discapacidad o limitaciones. Unos se activan al soplar, otros por voz, otros solo con tocar con la lengua o con un simple movimiento de pestañas.

En los medios de control hay que tener en cuenta su forma de actuar para valorar cuál es el más indicado para nosotros. Se puede valorar su:

- **Ergonomía.** Su facilidad de uso y su comprensión para ser utilizado. Esto debe ser estudiado por un equipo compuesto por técnicos de varias disciplinas.
- **Instalación.** Lo ideal sería que no requieran demasiadas obras en casa. Los encargados de desarrollar la instalación deben ser técnicos expertos.
- **Forma de transmitir órdenes y funciones.** Unos irán por cable, otros no los necesitan. Los inalámbricos son más sencillos de instalar y manejar. Dentro de los inalámbricos se encuentran los que funcionan por IR o RF, pero el primero necesita que el mando y el aparato receptor estén frente a frente (o quede dentro de un mismo ángulo de las posibles reflexiones de la señal de infrarrojo).
- **El equipo.** Valorar sus baterías, cobertura, conexiones, programas que precisa, etc.

VI – DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

Como se ha indicado en el Objeto del Proyecto, las instalaciones que se presentarán se corresponderán con las necesarias para 3 tipos de niveles, cada cual más especializado que el anterior, siendo el nivel más completo el correspondiente a la vivienda de una persona con discapacidad física.

Se ha elegido la tecnología inalámbrica ZigBee.

El primer nivel se corresponde con una vivienda cuyo sistema domótico se centra en la seguridad del hogar.

- Los dispositivos instalados se encargarán de detectar posibles fugas de gas, concentraciones anormales de humo, inundaciones, rotura de cristales (mediante reconocimiento frecuencial del sonido) y existencia de fuegos.
- Todas las situaciones de alarma conectarán directamente con un receptor acoplado al teléfono del hogar (tras la correspondiente orden de la Unidad Central de Control), procediendo a llamar a una serie de números programables.
- Se incluirán un par de detectores de presencia para posibilitar el encendido automático de las luces al paso del usuario, aunque también se podrán usar como detector de intrusos, utilizando el receptor telefónico para dar la alarma pertinente.
- Fuera del concepto de “seguridad del hogar”, se tendrá un dispositivo descalcificador acoplado a las tuberías de desagüe del fregadero, que, mediante un campo electromagnético generado por un bobinado, debilitará las concentraciones cálcicas dentro del conducto.
- Se dispondrá de una persiana automatizada con KNX incorporado. Gracias a un interfaz KNX/IP y al software adecuado se podrá controlar desde el PC la persiana..

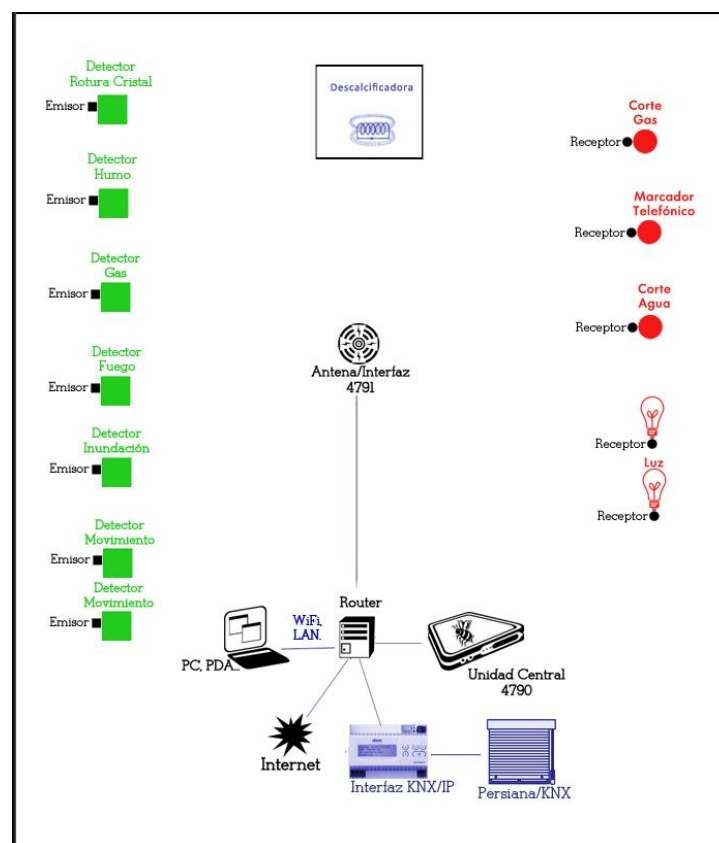


Fig18. Nivel 1 de Instalación

El segundo nivel ofrece mantiene una instalación centrada en la seguridad del hogar, a la par que incorpora elementos que repercutan positivamente en el nivel de confort del usuario. Este nivel de la instalación domótica está pensado para facilitar un poco la vida a las personas mayores de edad, a la vez que se puede evitar riesgos innecesarios que pueden producir daños físicos.

- Pueden instalarse elevadores de bañera y de inodoro, que no son más que unos asientos motorizados elevados, que permiten que el usuario sólo tenga que apoyarse en el asiento o camilla, y el propio dispositivo los reclina sobre el inodoro, o los introduce en la bañera.
- Se dispondrá de una cerradura biométrica en la puerta de entrada al hogar. Esto permitirá que no dependan de unas llaves físicas, a la vez que facilitarán su entrada en el hogar, puesto que un motor abrirá la puerta en su lugar. Con la automatización, dificultades como abrir y empujar la puerta o entrar cargado con algo desaparecen, a la vez que se introduce un cierto grado de seguridad, al hacer que la puerta sólo se abra ante el dueño de la casa.
- El uso de un teléfono con letras grandes y fotografías ayuda por partida doble: es un alivio para aquellas personas con problemas de vista y una cierta ayuda para aquellos usuarios con pequeños fallos de memoria, que estén desarrollando Alzheimer, por ejemplo.
- Mediante el mando de control remoto con reconocimiento de voz, se podrá controlar el funcionamiento de gran parte de los dispositivos del hogar (cuyo control se base en RF e IF), como pueden ser la televisión, el equipo de música, ciertas camas reclinables, teléfonos especiales...

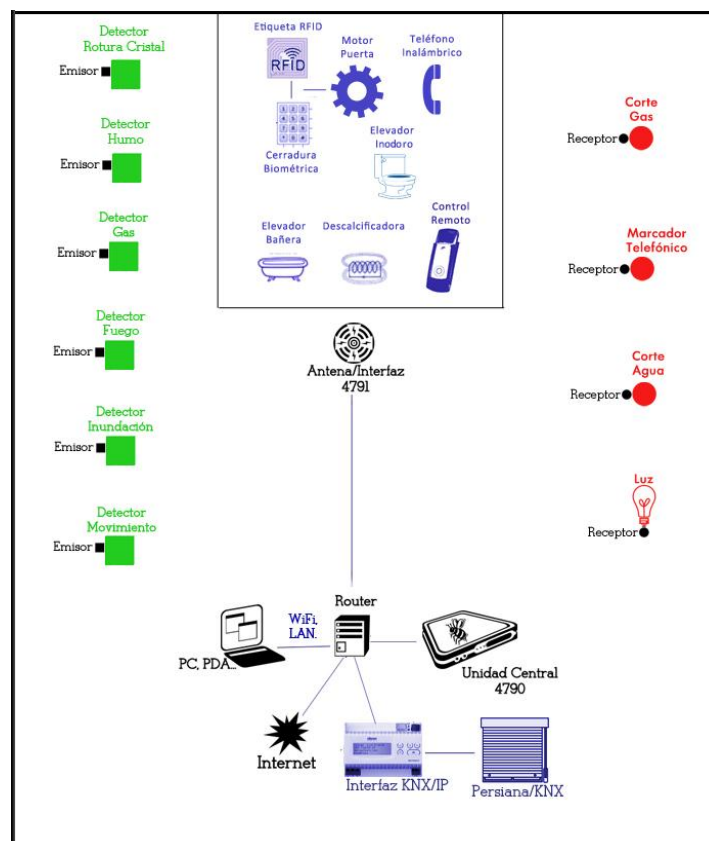


Fig19. Nivel 2 de Instalación

El tercer nivel incluye una última forma de automatización que puede resultar muy beneficiosa, sobre todo para usuarios que se desplacen con silla de ruedas:

- Motorización de puerta interior conectada a un detector de presencia. Funciona también con mando RF. La posibilidad de abrir y cerrar puertas dentro del hogar sin tener que actuar sobre ellas directamente es una facilidad que una persona en silla de ruedas puede agradecer, no ya por la molestia de tener que maniobrar con la silla para cerrarla y abrirla, si no por la posibilidad de que una persona que tenga movilidad reducida en las extremidades superiores no vea problema alguno en desenvolverse dentro del hogar.

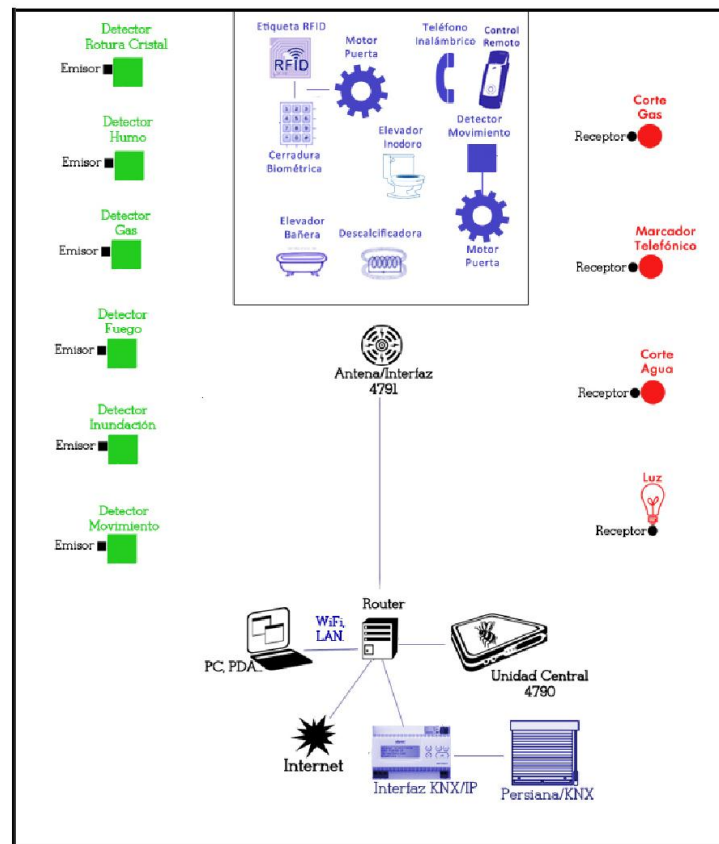


Fig20. Nivel 3 de Instalación

La arquitectura de la instalación se podría considerar como mixta, pues algunos de los dispositivos atienden a una unidad central de control (arquitectura centralizada), y a ella mandan sus mensajes de estado, y es ésta la que envía las instrucciones de respuesta. Pero hay otros que no dependen de forma alguna de esta unidad de control (arquitectura distribuida) y que, o bien los detectores envían las señales a los actuadores, o son dispositivos independientes, que actúan de forma autónoma.

-Distribución de Dispositivos en los Distintos Niveles

Unidad central de comunicación y gestión e interfaz.

Estos dos dispositivos son necesarios y básicos para todos los niveles. Un sistema domótico Osiris RF se compone, al menos, de un transmisor y un receptor que puedan establecer la comunicación RF, funcionando de forma independiente o con un control centralizado, haciendo uso de la unidad central. La unidad central de Osiris RF no es más que un PC dedicado en el que se ejecuta la aplicación de interfaz de usuario que permite el control centralizado de todos los dispositivos automatizados utilizando módulos Osiris RF.

Esta unidad central de comunicación estará conectada a una antena/interfaz mediante el router (responsable final de la comunicación RF con los dispositivos Osiris), al cual se conectará a través de un cable Ethernet, como si fuera un dispositivo más de nuestra LAN. La unidad central se comunicará con el resto de dispositivos Zigbee que tengan un emisor/receptor. Estos dispositivos serán integrados en el sistema mediante la configuración de su IP, una vez establecida la comunicación RF.

Se podrá manejar todos los dispositivos Zigbee unidos a la red de una forma muy sencilla: a través de una interfaz gráfica (a modo de menú de configuración de los routers) a la cual se accederá a través de la dirección IP asignada a la Unidad de Control. De esta manera se podrá manejar toda la red desde un portátil, PAD... solamente accediendo a esa dirección IP. Llevando esta idea más lejos aún, si se permite el Acceso Remoto en un PC, se podrá manejar los dispositivos Zigbee desde fuera del hogar.

http://www.casadomo.com/images/archivos/domodesk_manual_osiris_rf.pdf



Fig21. Unidad Central. Fuente: Domodesk

Habrán ciertos dispositivos que no vendrán con transmisor Zigbee incorporado de fábrica. Para estos dispositivos, que cuentan con una salida relé, se acoplará un minitransmisor Zigbee 0R-4718 con batería propia (larga duración, incluida) a la propia salida de los dispositivos, pasando a ser, de esta manera, dispositivos con capacidad de enviar un ON/OFF en lenguaje Zigbee, señal que será captada por la Antena de la Unidad Central de Comunicación, operando a continuación como el usuario le indique: encendido de alarma, de luz, llamada telefónica, etc...

http://www.osiriszig.com/document/download_archivos/lista_osirisrf.pdf



Fig22. Minitransmisor Zigbee. Fuente: Domodesk

En caso de que el usuario no tenga un equipo informático en su hogar, se le podrá incluir en el presupuesto uno de bajo coste, que ofrezca un buen rendimiento para las tareas de control domótico.

Por otra parte habrá algunos dispositivos que no requieran de ningún tipo de conexión inalámbrica, pues serán autónomos, tales como los elevadores de baño e inodoro, la cerradura biométrica...

Nivel 1: Las necesidades básicas giran en torno a la seguridad del hogar, la automatización de dispositivos cotidianos, así como su control remoto. En cuanto a la seguridad se necesitará tener constancia de fugas de gas, de agua, presencia de humo, rotura de cristales, presencia de intrusos... La automatización de dispositivos hace referencia a la posibilidad de programar desde una cafetera para su puesta en funcionamiento a una hora deseada, así como muchos de los electrodomésticos presentes en una cocina, hasta el sistema de riego de un jardín. Con el control remoto se podría controlar el cierre/apertura de persianas, ventanas y cortinas, encendido/apagado de luces, control climático. Todo esto mediante acceso Online cuando se esté ausente, o mediante el PC o una pantalla táctil en el hogar.

a) Control de escapes de gas:

Osiris Gas Complet RF: detección, aviso telefónico y actuación sobre llave de paso de suministro, que contempla la detección de cualquier posible fuga de gas natural (no para otros gases) así como aviso telefónico y la actuación inmediata sobre la llave de paso para cerrar el suministro, evitando así desgracias mayores. Tras su detección el minitransmisor OSIRIS RF envía una señal inalámbrica de ON a los receptores OSIRIS conectados al motor de corte y el marcador telefónico respectivamente. Mientras el motor procedería al cierre de la llave de paso de 1/4 de vuelta, el marcador empezará a hacer las llamadas de aviso, dejando el mensaje previamente grabado, a los números programados, pudiendo ser hasta 8 números de teléfono diferentes. Alimentación 220V

<http://www.osiriszig.com/content.aspx?co=51&t=196&c=15>



b) Control de fugas de agua:

Kit Osiris Aqua Complet RF. Incluye 2 sondas de inundación para la detección, ubicadas en las zonas húmedas de la vivienda, susceptibles de posibles fugas de agua, actuando sobre llave de paso, haciendo uso de los módulos transmisores y receptores de OSIRIS RF, y conectándose a la línea telefónica para el correspondiente aviso (8 posibles números) en caso de detección de fuga. Este kit puede ampliarse para cubrir otras zonas húmedas de la vivienda como baños secundarios, etc. Alimentación 220V.

Cuando la sonda se active por detección de agua, el transmisor enviará señales a los receptores Zigbee, los cuales producirán un cierre en sus relés, activando el motor de corte a la vez que se realiza la llamada telefónica. El cierre de relé permanecerá activado durante todo el tiempo que la sonda esté detectando agua.

<http://www.osiriszig.com/content.aspx?co=50&t=196&c=15>



c) Detector de humo:

Casa Vellman. Detector de humo óptico para rápida detección de un incendio, sobre todo si se trata de un fuego dormido. El detector resiste al polvo, a los insectos, a la humedad y a las corrientes de aire. El análisis óptico se base en el tipo de dispersión del humo y el rayo IR emitido por un LED, que se analiza por un fotodiodo. El compartimiento de análisis está protegido por una caja de acero inoxidable. El equipo utiliza un laberinto a través del cual se conduce el humo mientras la luz del exterior es retenida. Usa 8-16Vcc

http://www.irunatron.com/catalog/product_info.php?products_id=85&language=es



d) **Alarma Rotura de Cristales:**

GBS200. Posee una tecnología doble: el FLEX, sensible a las frecuencias más bajas generadas por impactos secos en un cristal, y el AUDIO para las frecuencias emitidas por una rotura de cristal. Para que la alarma se desencadene, el AUDIO tiene que detectar una rotura de cristal en cuanto el FLEX haya señalado un golpe. Alcance óptimo : 9 metros. Relé de alarma. Usa pila 12Vcc

http://jr-international.fr/detector-alarma-rotura-cristal-bi_DBV_itm_spanish.html



e) **Control de persianas**

SuperGradhermetic. Persiana motorizada con conexión KNX cuyas lamas son regulables en inclinación cuando la persiana se encuentra en posición bajada. Esta particularidad proporciona una protección extra contra el calor y permite la entrada de la luz natural evitando la radiación directa del sol.

<http://www.domolleida.com/catalogue.php?lang=es&ide=219>



g) **Interruptor-Receptor Empotrado**

Receptor Zigbee de funciones ON/OFF con salida relé que se introduce en el cajetín del interruptor de la luz. Cuando reciba una señal Zigbee ON, cerrará su circuito interno permitiendo la circulación de la corriente para el encendido de la lámpara.

http://www.osiriszig.com/document/descarga_archivos/lista_osirisrf.pdf



h) **Detección de fuegos:**

DD-4306 Detector dual fuego térmico-termovelocimétrico salida relé. Diseñado para asegurar la detección por cambios de temperatura rápidos en situaciones de pre-fuego. Combina dos diferentes tipos de detección lo que hace de este detector un sistema fiable. Cuando la temperatura ambiente aumenta de forma rápida y alcanza los 58°C (situación pre-fuego) el sistema actúa enviando la señal de alarma a los equipos de seguridad o domótica a los que esté conectado (salida relé). Batería de 12 V.

http://www.domodesk.com/product/435/14/50/1/Detector_dual_fuego_térmico-termovelocimétrico_salida_relé.htm



i) Sensor de presencia para encendido de luz:

Sensor de infrarrojos para detección de movimiento. Hace uso de la última tecnología ASIC (circuito integrado hecho a la medida para un uso en particular, en vez de ser concebido para propósitos de uso general) y SSP (Signal Selective Processing). Con cámara hermética que impide el acceso al polvo y a los insectos. El sensor impide que se desaten falsas alarmas con las pequeñas mascotas por debajo de los 12Kg. Dispone de compensación de temperatura, lentes fresnel “EZ Aim” para óptima detección y alta protección EMI /RMI/ Protección Rayos. Usa 10-16 Vcc.

[http://www.domodesk.com/product/306/14/50/1/DETECTOR_MOVIMIENTO,_PIR_ANTIMASCOTAS_\(PRESENCIA,_MOVIMIENTO,_PROXIMIDAD,_IR\).htm](http://www.domodesk.com/product/306/14/50/1/DETECTOR_MOVIMIENTO,_PIR_ANTIMASCOTAS_(PRESENCIA,_MOVIMIENTO,_PROXIMIDAD,_IR).htm)



j) Descalcificador:

AD-C1000. Proporciona una protección eficaz contra las acumulaciones de cal en las cañerías de agua y los aparatos conectados a la red doméstica (calentadores, calderas, lavadoras, planchas, lavavajillas, etc.), disolviendo el CaCO₃ mediante ondas electromagnéticas. Uso de 230V para alimentador de 9V.

<http://www.albedo.biz/products/023/001/001/>



k) Interfax KNX-IP/TCP / Software ETS4

La persiana viene incorporada con un interfaz KNX (KNX IP Interface 730) para controlar su motor. Gracias a una pasarela TCP/KNX será posible conectar mediante LAN la persiana y un PC, pudiendo, nuevamente, controlarla remotamente.

Para ello se usará el software ETS4 (<http://www.knx.org/?L=5> de 100€), interfaz gráfico para el control KNX, con el que se podrá manejar futuras ampliaciones con dispositivos KNX. Permite una comunicación entre el ETS4 y el bus KNX a través de un conector RJ45. Integable en WiFi
<http://www.weinzierl.de/en/products/730.html>



Nivel 2: Necesidades.- Se mantienen las necesidades del Nivel 1, muchas de ellas, en este caso, más funcionales que por confort. Levantar una persiana, por ejemplo, puede suponer ciertamente dificultoso para una persona mayor. Comprender el funcionamiento de una pantalla táctil con la que controlar los dispositivos del hogar también puede resultar lioso. Gracias a mandos a distancia que tengan teclas grandes y fáciles de ver e interpretar se puede facilitar esa tarea.

a) Teléfono:

Teléfono especial inalámbrico. Fotos y números grandes para personas mayores con problemas de visión, falta de memoria, Alzheimer...

<http://www.visionfarma.es/product/17062/0/0/1/TELEFONO-ESPECIAL-INALAMBRICO-CON-FOTOS-FACIL-DE-MARCAR-PARA-PROBLEMAS-DE-VISION.htm>



b) SiCare Standart:

Mando de control remoto con reconocimiento de voz. Para poder manejar una gran variedad de dispositivos del hogar (señales radio e infrarrojo): persianas y camas motorizadas, equipos de música y video, teléfonos (como el Quickphone), luces...
(*Requiere entrenamiento supervisado por personal con experiencia: 3 sesiones de 3 horas en promedio*) http://www.sicare.de/en/sicare_standard_txt.html(Inglés)



c) Cerradura Biométrica:

Ya sea por seguridad, por confort o por necesidad, tener una puerta que no necesite de las llaves convencionales para su apertura puede ser interesante. Se puede instalar una cerradura biométrica de control, de forma que la manivela sólo se abra ante el reconocimiento de una huella digital autorizada, con llave física para emergencias. El sistema de cierre está controlado por 3 sistemas distintos: detección de etiqueta RFID, reconocimiento de huella dactilar y apertura de emergencia mediante llave mecánica, cada uno independiente del otro.
http://www.domodesk.com/product/574/14/35/1/Cerradura_biométrica_de_control_de_acceso_por_huella_y_o_tag_RFID.htm



d) Elevador de Bañera:

Bathmaster Solaris. Elevador eléctrico de bañera portátil. con control y aviso de batería.
<http://www.ortosoluciones.com/es/ayudas-bano/banera/elevador-banera-bathmaster-sonaris.html>



e) Elevador de Inodoro:

Solo. Sistema de asiento de inodoro con motor eléctrico (a baterías) que ayuda a sentarse o incorporarse a quienes requieren ayuda para ello.

<http://www.mountway.co.uk/content.php?nID=11&langID=1>



Nivel 3: Necesidades.- A las del Nivel 2 se añadiría una última que una persona con discapacidad necesitaría: apertura automática de puertas. Mediante un mando de radiofrecuencia detector de presencia conectado a un motor acoplado a la puerta, una persona de movilidad reducida (un usuario de silla de ruedas, por ejemplo) no tendría dificultad alguna para pasar de una habitación a otra, abriéndose y cerrándose automáticamente las puertas a su paso.

Aunque no se han incluido en este nivel, existen otros dispositivos, como otra versión del siCare Standart, que pueden ser utilizados mediante un interruptor que funciona mediante de soplos y aspiraciones (puf/sip switch), para casos de fallo de la voz, o empeoramiento de la salud.

a) Kit Automatización Puerta Interior

DR-2100, Motor para puertas de interior con transformador para montaje en caja de conexiones estándares, detector PIR y mando RF 433 con batería. Cuando el detector PIR active su salida, manda una señal de apertura al motor acoplado a la puerta. Alimentación 220v

http://www.domodesk.com/product/154/14/35/1/KIT_MOTOR_AUTOMATIZACION_PUERTA_INTERIOR.htm



VII – CONCLUSIONES

-Ventajas

Los beneficios del uso de las tecnologías domóticas son mayores y más evidentes según se sube en el nivel del tipo de instalación: lo que en el nivel 1 puede significar mero confort, como el uso de persianas automatizadas y programables, para los usuarios del nivel 2, personas mayores, puede significar una pequeña ayuda y reducción de esfuerzos físicos, y una gran ayuda y mejora de la calidad de vida, así como cierta independencia, para los usuarios del nivel 3, es decir, personas con discapacidades.

Al fijarse en otros dispositivos se ve que el apoyo que la domótica les ofrece es todavía mayor, como por ejemplo los teléfonos siCare o los interruptores de soplo-aspiración, así como los pulsadores para emergencias.

La instalación de la mayoría de dispositivos es fácil y no requiere de ningún tipo de obra o contratación de personal especializado para la instalación, aunque siempre es recomendable que la instalación sea llevada a cabo por un especialista.

En resumen, es claramente comprobable que el uso de tecnologías domótica beneficia tanto para aquél que busca el máximo confort y el ahorro de energía, como para aquellos que buscan una forma de mejorar su vida, en un sentido más complejo y profundo de la expresión.

-Desventajas

Si se piensa en tener una casa completamente domotizada en poco tiempo, y no de una forma paulatina, se puede considerar como inconveniente el coste económico que los distintos dispositivos pueden llegar a tener. Pero hay que pensar que ese es el precio de la tecnología existente, al igual que los nuevos modelos de automóviles tienen un precio elevado. Por suerte, cada día surgen más empresas dedicadas a este mundo, lo que permite la competencia y la consiguiente reducción del precio, además de disponer del Internet como herramienta eficaz en la búsqueda de tiendas y empresas de domótica online.

A parte del asunto económico, los únicos problemas o inconvenientes que se pueden llegar a dar son los propios de cada tecnología, pero son problemas que se pueden encontrar en cualquier dispositivo de la vida diaria, esté o no relacionado con la tecnología domótica.

Inconvenientes de Zigbee.

- Tasa de transferencia reducida
- Manipula textos pequeños comparado con otras tecnologías
- No puede ser compatible con Bluetooth porque no maneja la misma tasa de transferencia, ni tiene la misma capacidad de soporte para nodos.
- Tiene menor cobertura porque pertenece a redes inalámbricas tipo WPAN (Wireless Personal Area Network)

VIII – LINEAS FUTURAS

Zigbee pretende ser la tecnología inalámbrica líder en el ámbito de la domótica.

Cada día son más las empresas de prestigio que se unen a la alianza Zigbee, lo que proporciona una mayor presencia en el mercado, una lógica mejora de sus productos, debido al esfuerzo conjunto de estas nuevas empresas por conseguir mejores dispositivos y funcionalidades, un abaratamiento de sus productos, debido a la normalización de su presencia en el mercado.

Gracias a sus distintas pasarelas (RF, IR, IP, PL a Zigbee), la tecnología Zigbee consigue que su presencia se extienda más allá de las viviendas en proyecto de construcción, consiguiendo introducirse en viviendas que cuenten o no con un sistema domótico ya instalado, expandiendo sus funcionalidades o permitiendo unas instalaciones menos cableadas, al sustituir “antiguos” dispositivos dependientes del cable.

Se puede ver cómo Zigbee se va integrando en distintos dispositivos de la vida cotidiana, como móviles que incorporan esta tecnología (hay que recordar que fue proyectada inicialmente para el Teléfono Inalámbrico Digital Mejorado). No es difícil imaginar que en un futuro no muy lejano se pueda controlar la instalación domótica directamente desde el móvil, sin hacer uso de ninguna interfaz gráfica, al igual que se puede controlar un PC mediante Bluetooth simplemente con las teclas del móvil.

Gracias a su radio de acción, la domótica mediante Zigbee puede salir de las puertas del hogar y expandirse a las zonas comunes de un edificio de viviendas pudiendo encenderse las luces del rellano y de las escaleras al abrir la puerta para salir. Más que eso, ¿por qué no dar la posibilidad de llamar al ascensor desde el interior del hogar? ¿O adaptar los detectores de personas con motor para puertas para automatizar la puerta del ascensor? ¿Y, aunque parezca complicado, controlar remotamente a qué satélite se quiere que la antena del hogar apunte, para ver unos canales de televisión u otros?

En cuanto a la domótica en sí misma es cada día algo más normal en la vida cotidiana. Luces de portales y de escaleras que se encienden solas, edificios empresariales cuya iluminación y controles de entrada y salida son automáticamente controlados mediante un sistema central (un PC), calefacciones y persianas programadas en el hogar, mediante combinación de tecnologías se podría permitir controlar el portero automático y ver quién llama al timbre desde un iPad...

Hoy en día ya hay casas totalmente domotizadas, y otros tantos prototipos de viviendas automatizadas que responden a estados de ánimo y órdenes de voz...

Es cuestión de tiempo que un hogar medio cuente con todo tipo de funcionalidades domóticas, aunque cueste pensar en una vida así, en la que sea posible comunicarse con la casa.

Al fin y al cabo hace no más de 40 años las televisiones y computadoras personales eran artículos casi de lujo que costaba imaginarse se tendría en toda vivienda, y los móviles quizás sólo eran una idea borrosa en la cabeza de pocos tecnófilos.

IX – PLIEGO DE CONDICIONES

❖ Condiciones Generales: Normativa

El marco normativo actual no dispone de directivas específicas para el sector de la domótica que deban aplicarse en cualquier instalación. No obstante, sí hay ciertas disposiciones legales, y por tanto de obligado cumplimiento, que tienen relación más o menos directa con el sector y que deben considerarse a la hora de hablar de productos y sistemas. Dos de ellas son del ámbito de la Unión Europea y el resto en el ámbito Estatal:

- **Directiva CE 89/336/CEE de Compatibilidad Electromagnética.** Cuyo objetivo es garantizar la protección de los equipos y las personas contra los problemas que puedan causar las perturbaciones electromagnéticas que provocan los dispositivos eléctricos y electrónicos. Esta disposición quedará derogada por la nueva directiva que entrará en vigor el 20 de julio de 2009 2004/108/CE.
- **Directiva CE 2006/95/CE de Baja Tensión.** Su finalidad es la de garantizar la seguridad en el empleo de cualquier material eléctrico.
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002).** Actualmente, este reglamento es el que se considera como documento por excelencia para regir una instalación domótica en España, contemplando ésta como un caso particular de instalación eléctrica.
- **Real Decreto-ley 1/1998,** de 27 de febrero, que estableció el marco jurídico de las ICT.
- **Ley 8/1999,** de 6 de abril, de reforma de la Ley 49/1960, de 21 de julio, de Propiedad Horizontal, estableció las condiciones en que las Juntas de Propietarios pueden acordar la instalación de una ICT, en los edificios que no dispongan de ella y las definió como elementos comunes.
- **Ley 38/1999,** de 5 de noviembre, modificó la definición del ámbito de aplicación del Real Decreto-ley 1/1998 y estableció, como requisito básico de funcionalidad, de todos los edificios, el acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información.
- **Real Decreto 401/2003,** de 4 de abril, que aprueba el Reglamento regulador de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones y la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones actualizó las disposiciones que regulaban y desarrollaban los aspectos legales y técnicos correspondientes al proyecto, instalación y certificación de dichas infraestructuras y definió al Ingeniero de Telecomunicación como técnico titulado competente en esta materia.

❖ **Condiciones Particulares: Características Técnicas de los elementos**

A continuación se detallarán las características técnicas de los dispositivos utilizados en los distintos niveles de instalación.

a) **Osiris Gas Complet RF:**

- Todos los módulos mantienen su comunicación haciendo uso de la RF a 868.3 MHz.
- El detector de gas natural DD-4014 funciona de forma autónoma y se alimenta directamente de la red eléctrica: 220 VAC/50 Hz. En su salida relé se conecta el minitransmisor.
- El minitransmisor OR-4719 se alimenta mediante una batería de larga duración incluida
- El receptor OR-4758 funciona alimentado a 12 VCC, por lo que se conectará a la fuente de alimentación incluida en el kit.
- El motor de corte de fluidos DD-4016, se alimenta y opera a 12 VCC, por lo que recibirá la alimentación de la misma fuente que el receptor. Válido únicamente para llaves de paso de 1/4 de vuelta.
- El marcador telefónico programable DD-4401, presenta una alimentación a 12 - 24 VCC. A su entrada, se conectará un receptor OR-4758.

b) **Osiris Aqua Complet RF:**

- Todos los módulos mantienen su comunicación haciendo uso de la RF a 868.3 MHz.
- El detector de gas natural DD-4014 funciona de forma autónoma y se alimenta directamente de la red eléctrica: 220 VAC/50 Hz. En su salida relé se conecta el minitransmisor.
- Los transmisores binarios OR-4717 pueden alimentarse con baterías, aunque se recomienda alimentarlos a 12 V aprovechando la alimentación que llega a las sondas de inundación.
- El receptor OR-4758 funciona alimentado a 12 VCC, por lo que se conectará a la fuente de alimentación incluida en el kit.
- El motor de corte de fluidos DD-4016, se alimenta y opera a 12 VCC, por lo que recibirá la alimentación de la misma fuente que el receptor. Válido únicamente para llaves de paso de 1/4 de vuelta.
- El marcador telefónico programable DD-4401, presenta una alimentación a 12 - 24 VCC. A su entrada, se conectará un receptor OR-4758.

c) **Detector de Humo Casa Vellman:**

- Alimentación: 8-16Vdc
- Corriente de reposo: 70µA
- Corriente de alarma: máx. 50mA
- Fuente luminosa: LED IR
- Dimensiones: 84(Ø) x 70mm (sin base)
- Peso: 225g (con base)

- Normas: EN54-7, BS5445-7, UL-268
- Salida de relé: NC - NA 24Vdc/1A
- Temperatura ambiente: de 0°C - 50°C

d) GBS200:

-Tecnología doble:

- FLEX, sensible a las frecuencias más bajas generadas por impactos secos en un cristal.
- AUDIO para las frecuencias emitidas por una rotura de cristal.
(AUDIO detecta una rotura de cristal cuando FLEX señala un golpe.)

- LEDS de control y de regulación del aparato.
- Alcance óptimo: 9 metros.
- Caja autoprotegida contra la apertura.
- Relé de alarma de tipo OFF.
- Fijación en una pared o en el techo.

e) KNX IP Interface 730

- Ethernet: 10BaseT (10Mbit/s)
- Alimentación externa: 12-24V AC o 12-30V DC
- Alternativa: 'Power-over-Ethernet'
- Consumo de Potencia: < 800 mW
- Conectores EIB/KNX , Socket LAN RJ-45

f) SuperGradhermetic:

- Persiana enrollable de aluminio.
- Lamas orientables para regulación de la entrada de luz.
- Lamas de 45 x 14mm
- Longitud máxima de persiana de 2'75 m.
- Accionamiento mediante varilla oscilante, manivela o motorizada.
- Motor acoplado a sistema KNX

g) 0R-4754:

- Interruptor-Receptor encapsulado cambio de estado.
- Salidas On/Off

h) DD-4306:

- Consumo corriente en alarma: 30mA
- Consumo corriente sin alarma: 45uA
- Rango Voltaje alimentación: 12 a 30VDC
- Punto térmico: 58°C
- Ratio Respuesta: cumple con la norma EN54, grado 1
- Temperatura Ambiente: -10°C a +55°C
- Material: Plástico resistente al fuego
- Dimensiones (diámetro * a): 102 x 47mm
- Peso: 173.5g
- Construcción/Altura: por debajo de 4 m
- Salida Relé

i) Sensor de presencia para encendido de luz:

- Tecnologías ASIC (SMD) y SSP (Signal Selective Processing)
- Temperatura Trabajo: -10°C / 50°C
- Salida Relé NC
- Alimentación: 10-16 Voltios DC filtrados
- Dimensiones: 11,4 x 6,4 x 4,6cm (Altura, Anchura, Profundidad)
- Peso: 170gr
- Alcance: 18 m.
- Apertura 90°.
- 36 haces de detección con banda cero.
- Ajuste de sensibilidad.
- Consumo 23 mA

j) AD-C1000 Descalcificador:

- Alimentación de 9V
- Consumo inferior a 2W.
- Frecuencias seleccionables entre 0,5kHz y 2kHz, según la dureza del agua.

k) Minitransmisor 0R-4718:

- Estados On/Off
- Comunicación Zigbee
- Acoplables a salidas Relé

l) Teléfono Visionfarma:

- Teclas grandes y con fotos. Dígitos grandes de pantalla
- Pantalla de 2 líneas: 12 caracteres alfanuméricos y 14 iconos
- Luz en pantalla
- Menú en pantalla de fácil manejo
- GAP Compatible
- Agenda alfanumérica de 25 registros de hasta 12 caracteres y 25 dígitos
- Manos libres
- Identificación de llamada
- Lista de los últimos números marcados: 10 registros
- Menú en varios idiomas
- Marcación tonos y pulsos y en colgado
- Tono configurable de confirmación de tecla
- Bloqueo de teclado
- Descuelgue automático programable
- Busca portátil
- Transferencia de llamada externa a un portátil
- Comunicación interna entre portátiles
- Función portátil on/off
- Aviso de batería baja y de fuera de cobertura
- Colgado automático
- Reloj y tiempo de conversación
- Número PIN programable
- Peso del portátil: 160 gr.
- Medidas: 170x57x28 mm

m) siCare Standart:

- Funciona mediante voz, presionado de botón y soplidos (con sip/puff switch).
- Radiotransmisor en la frecuencia 433,92 MHz (FM).
- Compatible con KNX/EIB
- Funciona con pilas (4 x 1,5 V)
- Medidas: 21 cm x 7 cm x 3 cm

n) Sistemas de control para puertas:

- Lector de huella digital óptico tecnología Coreana. "Scratch-proof", irrompible y durable.
- Manivela reversible a izquierdas o derechas para una fácil instalación por parte del usuario.
- Indicador LED y zumbador de operación incorporado.
- Segura y confiable tanto con huella como con TAG RFID
- 4 pilas AA con un total de 6V aseguran unas 30 maniobras diarias durante 1 año aprox.
- Sistema de aviso de batería baja
- Sistema de apertura desde el exterior en caso de agotamiento total de baterías principales con pila de 9V
- Sistema mecánico con llave de respaldo

o) Bathmaster Solaris.

- Asiento: 51 x 38 cm sin las alas; 51 x 68 cm incluyendo las alas
- Peso máximo usuario: 140 Kg
- Peso: 12 Kg
- Tamaño del respaldo: 61.5 x 35.5 cm
- Peso del asiento: 7.3 Kg
- Peso del respaldo: 4.7 Kg
- Rango de elevación desde 7.5 cm hasta 45.5 cm
- Máximo ángulo de inclinación: 40°

p) Elevador de Inodoro:

- Soporta hasta 160 kg de peso
- Controles de fácil uso e indicador de batería mediante luz.
- Reproduce los movimientos naturales de levantarse.
- Pies acojinados anti-resbalo
- Batería Interna
- Incluye dos baterías

q) Kit DR-2100

- Detector PIR
- Motor apertura con conexión a 220 V.
- Mando RF 433
- Batería batería 1 x MN21/12 V.

X – PRESUPUESTO

Se indica a continuación que unidades y cuantas de ellas serán empleadas en cada nivel, así como el precio unitario y el subtotal correspondiente por unidades compradas y un presupuesto total para cada instalación completa.

Nivel 1			
Necesidades básicas en una vivienda para usuarios sin discapacidades.			
<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
1	0R-4790 Unidad central de comunicación y gestión. (Incluye 4791)	1.695,66 €	1.695,66 €
1	Kit OSIRIS Gas Complet	563,06 €	563,06 €
1	Kit Osiris Aqua Complet RF	681,17 €	681,17 €
1	Velleman Detector óptico de Humo	64,51 €	64,51 €
1	GBS300 Detector rotura cristales	29,90 €	29,90 €
1	DD-4306 Detector dual fuego	27,40 €	27,40 €
5	OR-4719 Minitransmisor	34,61 €	173,05 €
2	DD-503 Detector Presencia	29,33 €	58,66 €
2	OR-4754 Interruptor/Receptor Encapsulado Empotrado (no manual)	75,63 €	151,26 €
1	AD-C1000 Descalcificador	79,65 €	79,65 €
1	KNX IP Interface 730	236,81 €	236,81 €
1	Interfaz Gráfica KNX ETS4	100,00 €	100,00 €
1	SuperGradhermetic Persiana Motorizada KNX	84,00 €	84,00 €
1	Salario Ingeniero Técnico Telecomunicaciones (Proyecto y Configuración)	826 €	826 €
1	Salario Instalador	354,00 €	354,00 €
		Total:	5125,13 €
1	MiniPC Acer eMachines EM350 N450	231,00 €	231,00 €
		Total (con PC):	5.356,13 €

*Todos los precios IVA incluido.

Nivel 2			
Necesidades básicas en una vivienda para personas mayores.			
<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
1	0R-4790 Unidad central de comunicación y gestión. (Incluye 4791)	1.695,66 €	1.695,66 €
1	Kit OSIRIS Gas Complet	563,06 €	563,06 €
1	Kit Osiris Aqua Complet RF	681,17 €	681,17 €
1	Velleman Detector óptico de Humo	64,51 €	64,51 €
1	GBS300 Detector rotura cristales	29,90 €	29,90 €
1	DD-4306 Detector dual fuego	27,40 €	27,40 €
4	OR-4719 Minitransmisor	34,61 €	138,44 €
1	DD-503 Detector Presencia	29,33 €	29,33 €
1	OR-4754 Interruptor/Receptor Encapsulado Empotrado(no manual)	75,63 €	75,63 €
1	AD-C1000 Descalcificador	79,65 €	79,65 €
1	KNX IP Interface 730	236,81 €	236,81 €
1	Interfaz Gráfica KNX ETS4	100,00 €	100,00 €
1	SuperGradhermetic Persiana Motorizada KNX	84,00 €	84,00 €
1	Teléfono Visionfarma	60,00 €	60,00 €
1	Control Remoto siCare	620,00 €	620,00 €
1	Elevador eléctrico para bañera Bathmaster Sonaris	650,00 €	650,00 €
1	Cerradura biométrica	375,24 €	375,24 €
1	Elevador inodoro Mountway Solo	1.377,27 €	1.377,27 €
1	Salario Ingeniero Técnico Telecomunicaciones (Proyecto y Configuración)	944,00 €	944,00 €
1	Salario Instalador	472,00 €	472,00 €
		Total:	8304,07 €
1	MiniPC Acer eMachines EM350 N450	231,00 €	231,00 €
		Total (con PC):	8.535,07 €

*Todos los precios IVA incluido.

Nivel 3			
Necesidades básicas en una vivienda para personas con discapacidad			
<i>Ud.</i>	<i>Concepto</i>	<i>P. Unitario</i>	<i>Subtotal</i>
1	0R-4790 Unidad central de comunicación y gestión. (Incluye 4791)	1.695,66 €	1.695,66 €
1	Kit OSIRIS Gas Complet	563,06 €	563,06 €
1	Kit Osiris Aqua Complet RF	681,17 €	681,17 €
1	Velleman Detector óptico de Humo	64,51 €	64,51 €
1	GBS300 Detector rotura cristales	29,90 €	29,90 €
1	DD-4306 Detector dual fuego	27,40 €	27,40 €
4	OR-4719 Minitransmisor	34,61 €	138,44 €
2	DD-503 Detector Presencia	29,33 €	58,66 €
2	OR-4754 Interruptor/Receptor Encapsulado Empotrado(no manual)	75,63 €	151,26 €
1	DR-2100 Kit Automatización Puerta Interior	488,70 €	488,70 €
1	AD-C1000 Descalcificador	79,65 €	79,65 €
1	KNX IP Interface 730	236,81 €	236,81 €
1	Interfaz Gráfica KNX ETS4	100,00 €	100,00 €
1	SuperGradhermetic Persiana Motorizada KNX	84,00 €	84,00 €
1	Teléfono Visionfarma	60,00 €	60,00 €
1	Control Remoto siCare	620,00 €	620,00 €
1	Elevador eléctrico para bañera Bathmaster Sonaris	650,00 €	650,00 €
1	Cerradura biométrica	375,24 €	375,24 €
1	Elevador inodoro Mountway Solo	1.377,27 €	1.377,27 €
1	Salario Ingeniero Técnico Telecomunicaciones (Proyecto y Configuración)	1.062,00 €	1.062,00 €
1	Salario Instalador	590,00 €	590,00 €
		Total:	9.133,73 €
1	MiniPC Acer eMachines EM350 N450	231,00 €	231,00 €
		Total (con PC):	9.364,73 €

*Todos los precios IVA incluido.

XI – PLANOS Y DIAGRAMAS

Las viviendas que se emplearán en este proyecto son 3 viviendas pertenecientes al mismo piso de un edificio de viviendas.

Cada una de ellas se corresponderá con uno de los 3 niveles de domótica.

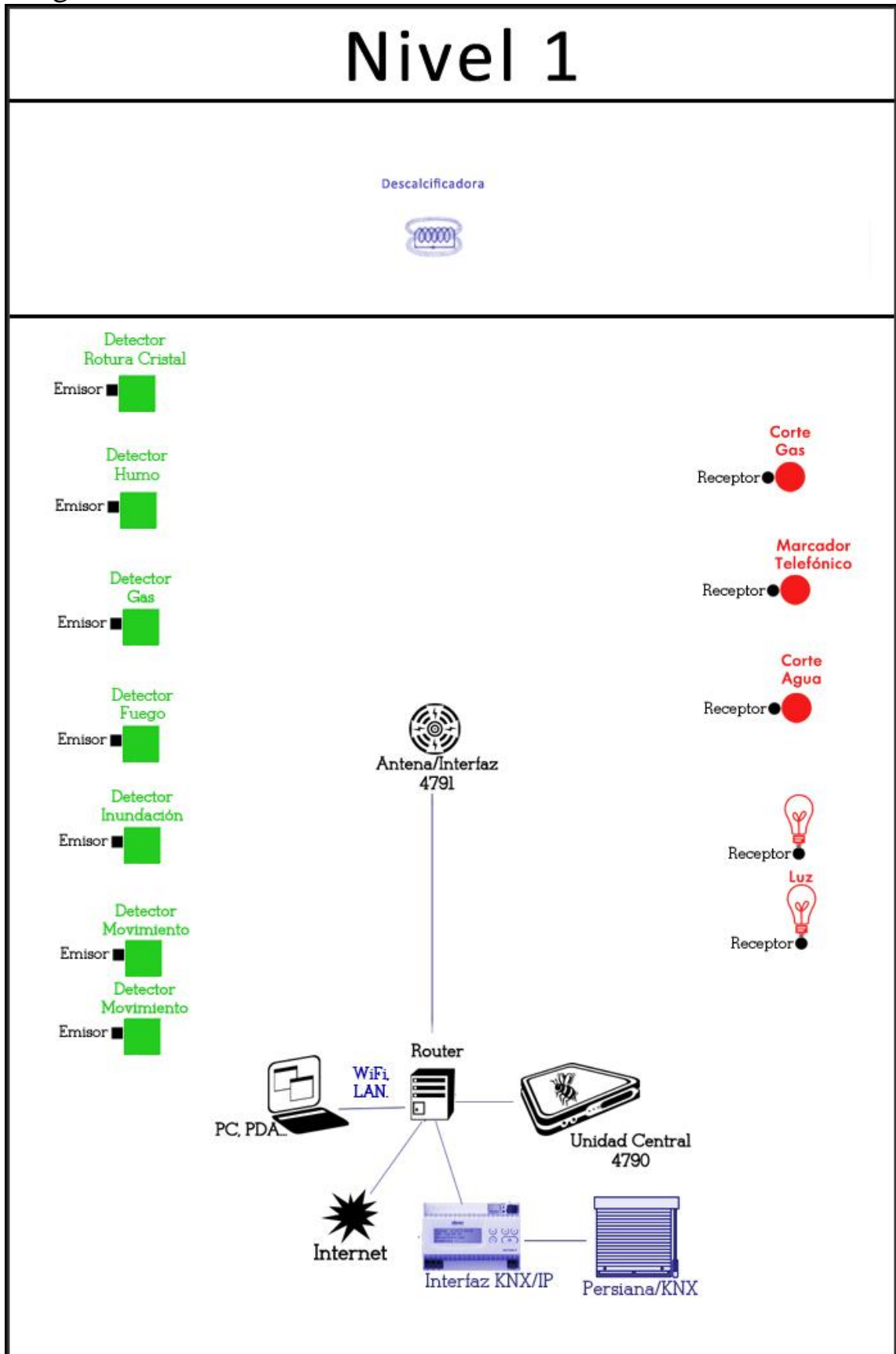
El primero de los niveles, la vivienda 1, se compone de tres habitaciones, un cuarto de baño privado (en una habitación), y otro comunal (abierto al resto del hogar), una cocina y una sala de estar. A excepción de los cuartos de baño, todos los habitáculos disponen de una salida (ventana o puerta) a una terraza (una a cada lado de la vivienda).

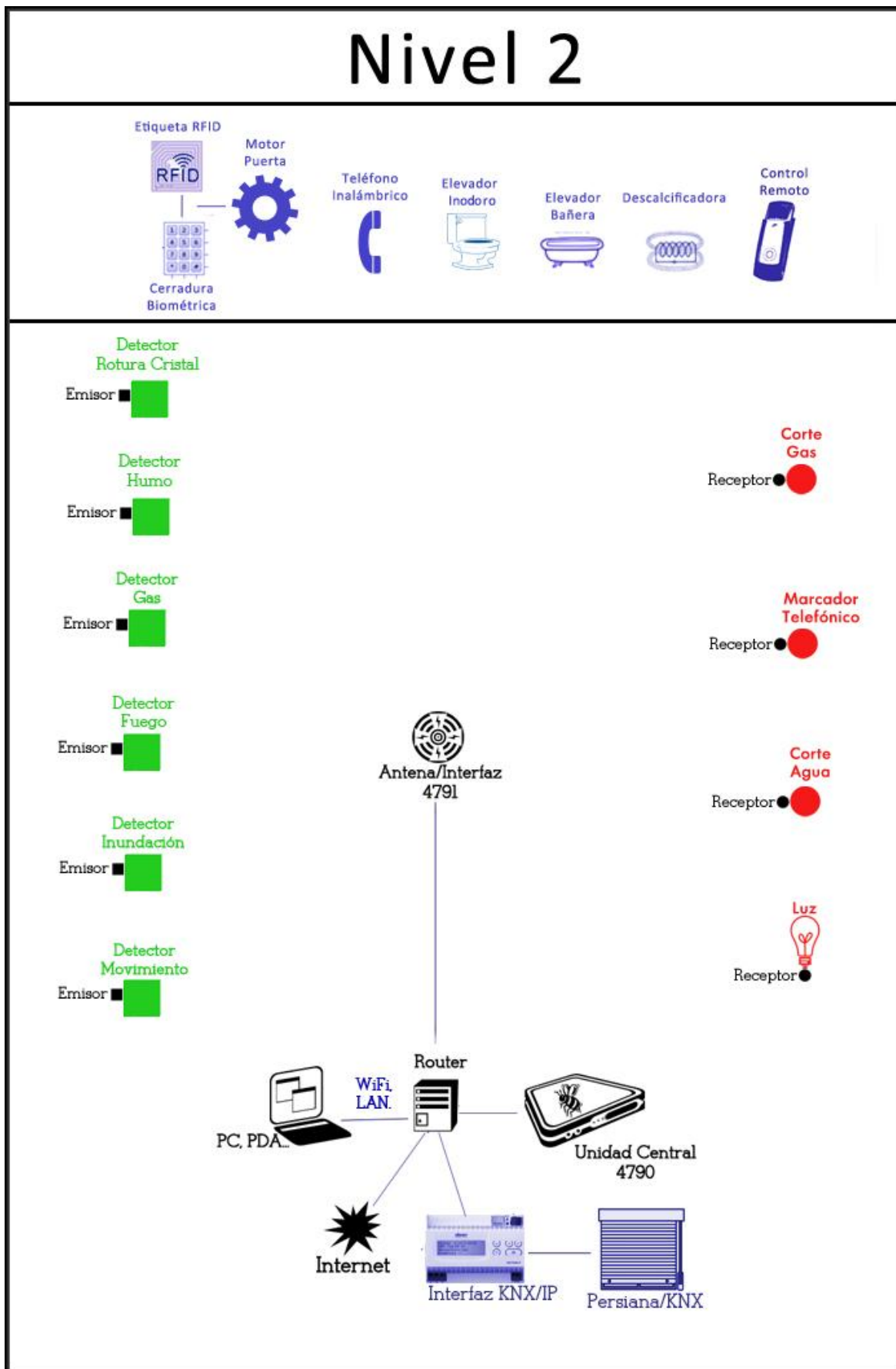
La vivienda 2, correspondiente al nivel 2, dispone de dos baños comunales, dos habitaciones, sala de estar y cocina. En este caso tanto las habitaciones como la sala de estar tienen únicamente ventanas, sin terraza alguna. La cocina tiene un pequeño balcón.

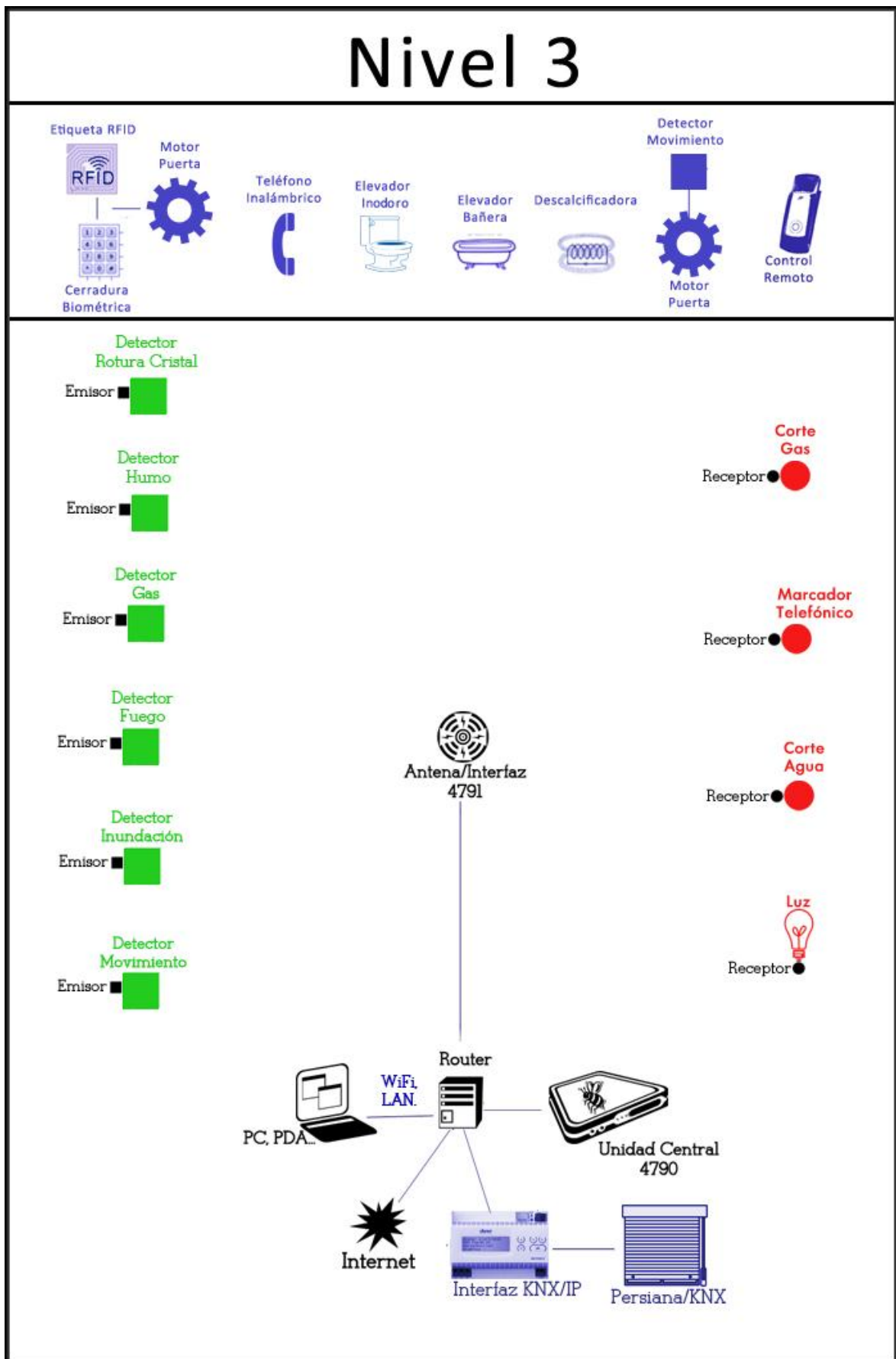
La tercera vivienda, la más pequeña de todas, se corresponde con el nivel 3 de instalación domótica, adaptada para un usuario con limitaciones o discapacidades. Posee una habitación, un baño, una cocina y una sala de estar. A excepción del baño, los otros tres módulos tienen ventanas que dan al exterior.

Es importante señalar que los cuartos de baño de las 3 viviendas vienen con bañera, no con ducha, donde se emplearán los dispositivos para facilitar la entrada y salida en la misma.

Diagramas







Plano



XII – FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

- 1) <http://www.domoticaviva.com/temas.htm>
- 2) http://www.elpais.com/articulo/tecnologia/casa/domotica/330/euros/elpeputec/20090124elpeputec_1/Tes
- 3) <http://www.discapnet.es/castellano/Paginas/default.aspx>
- 4) es.wikipedia.org
- 5) <http://www.osiriszig.com/default.aspx?c=4&hc=4&s=1>
- 6) <http://dr-hein.com/>
- 7) <http://www.albedo.biz/>
- 8) <https://www.itron.com/Pages/default.aspx>
- 9) <http://www.knx.org/es/knx/que-es-knx/>
- 10) <http://www.domodesk.com/default.aspx?c=4&hc=4>
- 11) <http://www.casadomo.com/default.aspx>
- 12) <http://www.superinventos.com/Default.htm>
- 13) <http://www.aquihayapuntes.com/inicio.html>
- 14) <http://www.dexmatech.com/>
- 15) <http://www.eetimes.com/design/microwave-rf-design>
- 16) <http://www.zigbee.org/Default.aspx>
- 17) <http://www.isde-ing.com/>
- 18) <http://www.proinssa.com/>
- 19) <http://www.wago.com/start/start.htm>
- 20) <http://www.ti.com/>
- 21) <http://www.mityc.es/telecomunicaciones/es-ES/Paginas/index.aspx>

- 22) “Telecomunicaciones en la Construcción”
Ignacio R. Matías, Carlos Fernández Valdivielso
Universidad Pública de Navarra

- 23) “Telecontrol Adaptado a Sistemas Sociosanitarios”
Proyecto Fin de Carrera de Ignacio Sotés Tena, 24/11/2009
Tutores: Joaquín García Guajardo, Carlos Fernández Valdivielso