



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

**PROYECTO FIN DE  
CARRERA**

***Tecnología domótica para el  
control de una vivienda.***

*(Home Automation technology for the control of a house.)*

- **AUTOR:** Ramón Hernández Balibrea
- **TITULACIÓN:** Ingeniería Técnica Telecomunicaciones esp. Telemática
- **DIRECTOR:** Juan Carlos Sánchez Aarnoutse
- **FECHA:** Septiembre 2012



<b>Autor</b>	Ramón Hernández Balibrea
<b>D.N.I.</b>	48648598 X
<b>E-mail del Autor</b>	<i>Ray-hb@hotmail.com</i>
<b>Director</b>	Juan Carlos Sánchez Aarnoutse
<b>E-mail del Director</b>	<i>Juanc.sanchez@upct.es</i>
<b>Codirector</b>	
<b>Título del Proyecto Fin Carrera</b>	Tecnología Domótica para el control de una vivienda
<b>Título en Ingles del PFC</b>	Home Automation technology for the control of a house
<b>Descriptores</b>	ETS 3 Professional
<b>Resumen:</b>	
<p>Este trabajo de fin de carrera tiene como objetivo explicar en qué consiste un sistema domótico y cuáles son sus ventajas y cualidades, así como dar a conocer los distintos tipos de tecnologías que existen en el mercado para automatizar una vivienda, centrándonos en las características y funcionamiento del sistema KNX/EIB. Por último, se verá la configuración, funciones y comunicación de los elementos necesarios para alcanzar los objetivos del sistema domótico.</p>	
<b>Titulación</b>	Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones Esp. Telemática
<b>Intensificación</b>	
<b>Departamento</b>	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
<b>Curso</b>	2011 / 2012
<b>Fecha</b>	Septiembre 2012

# **Índice:**

# **Página**

<b>1. Introducción.....</b>	<b>05</b>
<b>2. Objetivos del proyecto.....</b>	<b>06</b>
<b>3. Qué es la Domótica.....</b>	<b>07</b>
<b>3.1. Objetivos de los sistemas domóticos.....</b>	<b>08</b>
<b>3.2. Dispositivos del sistema.....</b>	<b>09</b>
<b>3.3. Tipos de arquitecturas.....</b>	<b>10</b>
3.3.1. Arquitectura centralizada.....	10
3.3.2. Arquitectura descentralizada.....	10
3.3.3. Arquitectura distribuida.....	11
3.3.4. Arquitectura Híbrida o Mixta.....	11
<b>3.4. Tipos de sistemas de transmisión.....</b>	<b>12</b>
<b>4. Tecnologías existentes .....</b>	<b>13</b>
<b>4.1. CEBus.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2. X-10.....</b>	<b>16</b>
4.2.1. Corrientes portadoras.....	17
4.2.2. Dispositivos X-10.....	18
<b>4.3. LonWorks.....</b>	<b>20</b>
<b>4.4. EHS.....</b>	<b>22</b>
<b>4.5. Batibus.....</b>	<b>23</b>
<b>4.6. BIODOM.....</b>	<b>24</b>
<b>4.7. EIB.....</b>	<b>26</b>

<b>5. Sistema KNX / EIB.....</b>	<b>27</b>
<b>5.1. Principales Ventajas de KNX / EIB.....</b>	<b>27</b>
5.1.1. Estándar Internacional que garantiza su continuidad en el futuro..	27
5.1.2. KNX garantiza Interoperabilidad & Interworking de productos.....	27
5.1.3. KNX representa alta calidad de producto.....	28
5.1.4. Único software independiente del fabricante ETS (Engineering Tool Software).....	29
5.1.5. KNX puede ser usado para todas las aplicaciones en el control de casas y edificios.....	28
5.1.6. KNX se adapta a diferentes tipos de construcciones.....	28
5.1.7. KNX puede ser acoplado a otros sistemas.....	29
5.1.8. KNX es independiente de cualquier plataforma hardware o software.....	29
<b>5.2. Medios de Configuración KNX / EIB.....</b>	<b>30</b>
<b>5.3. Modo básico de funcionamiento del KNX / EIB.....</b>	<b>31</b>
<b>5.4. Topología del KNX / EIB.....</b>	<b>32</b>
5.4.1. Línea. Segmento de Línea.....	32
5.4.2. Área.....	32
5.4.3. Varias áreas.....	32
5.4.4. EIB & Otros Sistemas.....	33
<b>5.5. Software ETS.....</b>	<b>34</b>
<b>5.6. Fabricantes KNX / EIB.....</b>	<b>36</b>
<b>6. Medios de transmisión.....</b>	<b>37</b>
6.1. Par Trenzado, TP (Twisted Pair): TP1.....	37
6.2. Corrientes Portadoras, PLC (Power Line Carrier): PL110 .....	37
6.3. RF (Radio Frequency).....	38
6.4. IP (Ethernet).....	38
<b>7. Direccionamiento de dispositivos.....</b>	<b>39</b>
7.1. Direcciones Físicas.....	39
7.2. Direcciones de grupo.....	40
7.3. Transmisión de la información.....	42
7.4. Formato de tramas.....	42

<b>8. Elementos del sistema.....</b>	<b>44</b>
8.1. Sensores.....	44
8.2. Actuadores.....	48
8.3. Elementos del Sistema.....	53
8.4. Elementos de Visualización.....	61
<b>9. Solución técnica del proyecto.....</b>	<b>66</b>
9.1. Requerimientos funcionales del sistema.....	66
9.2. Implementación del sistema y presupuesto.....	67
9.3. Programación del sistema.....	75
<b>10. Planos.....</b>	<b>77</b>
10.1. Elementos por estancias.....	79
<b>11. Conclusiones.....</b>	<b>85</b>
<b>12. Referencias .....</b>	<b>86</b>
12.1. Bibliografía.....	86
12.2. Referencias Web.....	86
12.3. Recursos Software.....	87

# **1. Introducción**

La infraestructura del hogar debe adaptarse a las nuevas tecnologías, y esto hay que tenerlo en cuenta a la hora de diseñar y construir una vivienda, igual que ocurre con la distribución de electricidad o de agua.

Llevamos muchos años ya con la instalación eléctrica convencional y empezamos a observar necesidades enfocadas a la simplificación de las tareas domésticas que hasta ahora no habían sido relevantes. La respuesta será probablemente la "Domótica".

La vivienda inteligente es el resultado de la integración de sistemas y equipos que permiten cumplir las necesidades de sus habitantes referentes a la seguridad, confort, gestión y control, telecomunicaciones y ahorro de energía.

Para que esta infraestructura funcione se necesitan unos conocimientos teóricos y prácticos para su correcta instalación. El sistema domótico de la vivienda debe permitir tener conectadas todas las estancias de la vivienda con un control total para el usuario de la iluminación, de las persianas, toldos, de la climatización de cada una de las habitaciones, etc.

## 2. Objetivos del proyecto

El principal objetivo de este proyecto es dar a conocer el tipo de aplicaciones y mejoras que se pueden introducir en una vivienda para dotarla de "inteligencia" y los beneficios que los usuarios de la misma pueden obtener gracias a esta automatización.

Se busca diseñar e implementar una solución domótica para el control de una vivienda para hacerla moderna, ecológica y rentabilizable.

Partiremos de una vivienda estándar con 3 dormitorios y 2 baños que posee calefacción y aire acondicionado en todas las habitaciones. (Ver Plano 1)

Los principales objetivos son [1]:

- Dar a conocer los tipos de tecnologías que se pueden utilizar para automatizar la vivienda.
- Explicar en profundidad el estándar a utilizar que mejor se adapten a nuestras necesidades.
- Ver el modo de funcionamiento y de comunicación entre elementos del sistema.
- Implementar los elementos necesarios para dotar a la vivienda de seguridad, confort y ahorro de energía.

Para ello se realizará un estudio global sobre la domótica y las tecnologías existentes en el mercado. Se resumirán los distintos componentes que son necesarios para automatizar una vivienda, teniendo en cuenta la **"Guía técnica de aplicación de instalaciones de sistemas de automatización gestión técnica de energía y seguridad para viviendas y edificios" del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. [2]**

El sistema domótico a utilizar será el KNX / EIB por diferentes motivos y ventajas que se comentan a lo largo del proyecto. Finalmente se calculará detalladamente el capital estimado para la implementación del proyecto.

### **3. Qué es la Domótica**

El término domótica proviene de la unión de las palabras *domus* (que significa casa en latín) y *tica* (de automática, palabra en griego, 'que funciona por sí sola'). [1] Se entiende por domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes de comunicación pudiendo ser controlados desde dentro y fuera del hogar.

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

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

Los sistemas de automatización, gestión técnica de energía y seguridad para viviendas y edificios, se conocen internacionalmente como HBES (*Home and Buildings electronic Systems*). Actualmente la norma que define los requisitos técnicos generales de estos sistemas es la UN-EN 50090-2-2. [2]



### 3.1. **Objetivos de los sistemas domóticos**

La instalación domótica tiene como objetivo encargarse de gestionar cuatro aspectos fundamentales del sistema como se define en la guía técnica de aplicación de instalaciones de sistemas de automatización [1]:

- **Confort:** la domótica nos aporta la automatización de servicios como la iluminación, la refrigeración, la calefacción, la subida y bajada de persianas, etc. Todo ello mediante pulsadores o bien por la creación de escenas ya programadas que se activen en determinados momentos definidos por el usuario.
- **Seguridad:** son sistemas para alarmas de intrusión, cámaras de vigilancia, alarmas personales, alarmas técnicas (humo, agua, gas, fallo de suministro eléctrico, fallo de línea telefónica, etc.), etc.
- **Energía:** la domótica se encarga de gestionar el consumo de energía aplicando el uso de temporizadores, relojes programadores y termostatos con el fin de eliminar los usos innecesarios de luz, calefacción, refrigeración, etc.
- **Comunicaciones:** consiste en conectar la red telefónica con la red domótica que se instala en la vivienda para controlar diferentes dispositivos. Esto permite el diagnóstico de la vivienda por el usuario desde el exterior y control de los sistemas a distancia.

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

### 3.2. Dispositivos del sistema

Una solución domótica puede variar desde un único dispositivo, que realiza una sola acción, hasta amplios sistemas que controlan prácticamente todas las instalaciones dentro de la vivienda. Los distintos dispositivos de los sistemas domóticos se pueden clasificar en los siguientes grupos [5]:

- **Controlador:** es el dispositivo que gestiona el sistema según la programación y la información que recibe. Puede haber un controlador solo, o varios distribuidos por el sistema.
- **Actuador:** es un dispositivo capaz de ejecutar y/o recibir una orden del controlador y realizar una acción sobre un aparato o sistema (encendido/apagado, subida/bajada, apertura/cierre, etc.).
- **Sensor:** es el dispositivo que monitoriza el entorno, tanto interior como exterior, captando información que transmite al sistema (sensores de agua, gas, humo, temperatura, viento, humedad, lluvia, iluminación, etc.).
- **Bus:** es el medio de transmisión que transporta la información entre los distintos dispositivos por un cableado propio, por la redes de otros sistemas (red eléctrica, red telefónica, red de datos) o de forma inalámbrica.
- **Interface:** nos referimos a los dispositivos (pantallas, móvil, Internet, conectores) y los formatos (binario, audio) en que se muestra la información del sistema para los usuarios (u otros sistemas) y donde los mismos pueden interactuar con el sistema.



Figura 1. Ejemplos dispositivos

### 3.3. Tipos de arquitecturas

El tipo de arquitectura de un sistema domótico nos aporta información de cómo será la distribución y la ubicación de los elementos de control. Los principales tipos de arquitectura son cuatro: arquitectura centralizada, arquitectura descentralizada, arquitectura distribuida y arquitectura híbrida o mixta [5].

#### 3.3.1. Arquitectura centralizada

Un controlador centralizado envía la información a los actuadores e interfaces según el programa, la configuración y la información que recibe de los sensores, sistemas interconectados y usuarios. El cableado es en estrella cuyo centro es la unidad central de control y no existe comunicación entre sensores y actuadores.

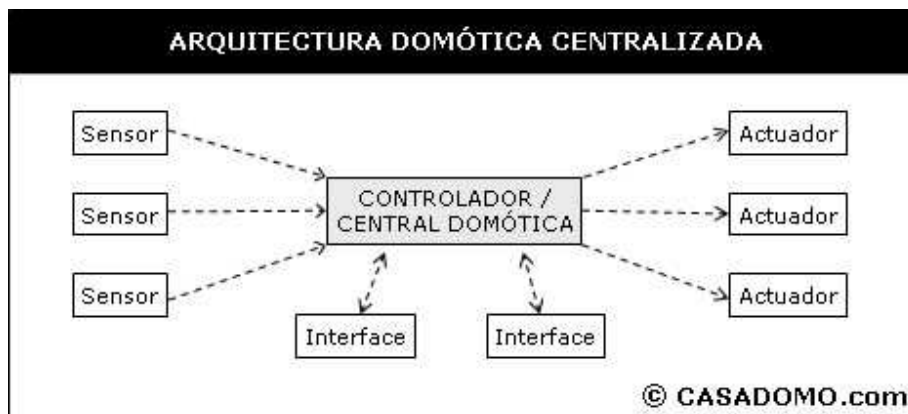


Figura 2. Arquitectura centralizada

#### 3.3.2. Arquitectura descentralizada

Hay varios controladores, interconectados por un bus, que envía información entre ellos y a los actuadores e interfaces conectados a los controladores, según el programa, la configuración y la información que recibe de los sensores, sistemas interconectados y usuarios.

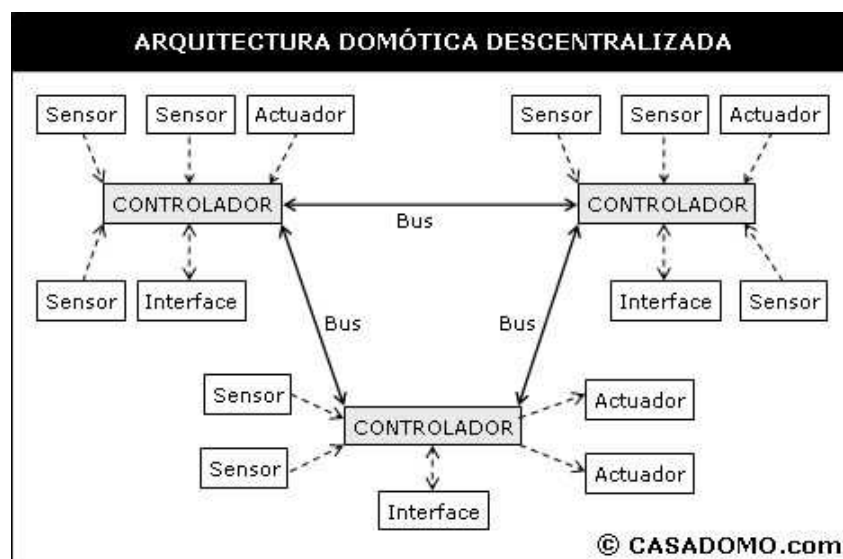


Figura 3. Arquitectura descentralizada

### 3.3.3. Arquitectura distribuida

Cada sensor y actuador es también un controlador capaz de actuar y enviar información al sistema según el programa, la configuración, la información que capta por sí mismo y la que recibe de los otros dispositivos del sistema.

Todos los elementos disponen de un acoplador al bus con una interfaz de acceso compartido y técnicas de direccionamiento para que la recepción y el envío de información quede definida y el dialogo entre elementos asegurado.

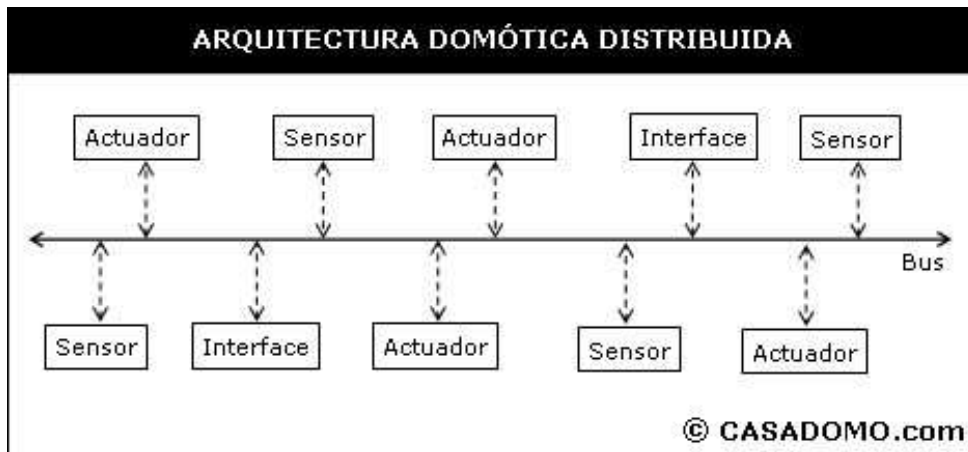


Figura 4. Arquitectura distribuida

### 3.3.4. Arquitectura Híbrida o Mixta

Se combinan las arquitecturas de los sistemas centralizadas, descentralizadas y distribuidas. A la vez que puede disponer de un controlador central o varios controladores descentralizados, los dispositivos de interfaces, sensores y actuadores pueden también ser controladores, como en un sistema distribuido, y procesar la información según el programa, la configuración, la información que capta por sí mismo, y tanto actuar como enviarla a otros dispositivos de la red, sin pasar por otro controlador.

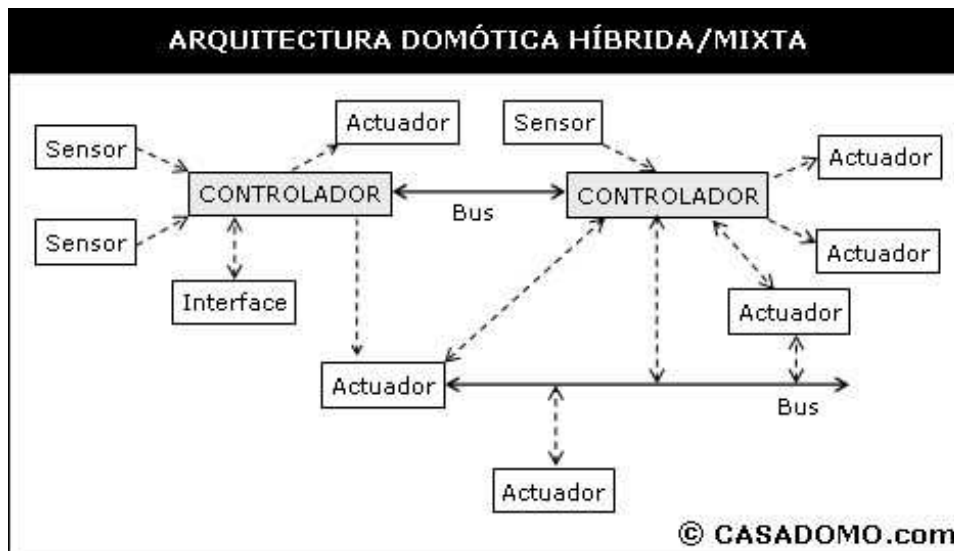


Figura 5. Arquitectura mixta

### 3.4. Tipos de sistemas de transmisión

Por otra parte, también se pueden clasificar los sistemas en tres tipos a nivel tecnológico [1]:

- **Sistemas cableados:** todos los sensores y actuadores están cableados a la central o entre ellos, la cual es el controlador principal de todo el sistema. Ésta tiene normalmente una batería de respaldo, para en caso de fallo del suministro eléctrico, poder alimentar a todos sus sensores y actuadores y así seguir funcionando normalmente durante unas horas.

El cableado puede ser de cuatro tipos: Par trenzado, de 1 a 4 pares, coaxial, por fibra óptica o mediante la línea eléctrica de la vivienda con el sistema llamado "corrientes portadoras" (*Power Line Carrier*).

- **Sistemas inalámbricos:** en este caso usan sensores inalámbricos alimentados por pilas o baterías y transmiten vía radio la información de los eventos entre ellos o a la central, la cual está alimentada por red eléctrica y tiene sus baterías de respaldo.
- **Sistemas mixtos:** combinan el cableado con el inalámbrico.

## **4. Tecnologías existentes**

Actualmente existen numerosos sistemas domóticos comerciales y cada uno de ellos está orientado a un segmento concreto del mercado. Los tres sectores son: las casas ya construidas, las casas nuevas y los grandes edificios.

A continuación veremos las principales tecnologías existentes en el mercado, protocolos y sistemas, y terminaremos con el sistema KNX / EIB que, además de ser el estándar europeo más importante, es el protocolo que se ha elegido para la realización de este proyecto.

## 4.1. CEBus

El protocolo de comunicación CEBus (*Consumer Electronics Bus*) es un estándar vigente en los Estados Unidos que ha sido desarrollado por la Asociación de Industrias Electrónicas (*EIA-Electronic Industries Association*). El estándar surgió en 1984, en Estados Unidos, cuando la EIA se propuso unificar los protocolos de señalización infrarroja para el control de remoto de electrodomésticos. En 1992 el estándar se había extendido a todo el ámbito de control domótico. [5]

Los objetivos principales del estándar son:

- Facilitar el desarrollo de módulos de interfaz de bajo coste que puedan ser integrados fácilmente en electrodomésticos.
- Soportar la distribución de servicios de audio y vídeo tanto en formato analógico como digital.
- Evitar la necesidad de un controlador central, distribuyendo la inteligencia de la red entre todos los dispositivos.
- Permitir añadir y quitar componentes de la red sin que afecte al rendimiento del sistema ni que requiera un gran esfuerzo la configuración por parte del usuario.
- Proporcionar un método adecuado de acceso al medio.

Los medios físicos por donde puede usarse el protocolo son: Red eléctrica, cable trenzado, cable coaxial, infrarrojos, radio frecuencia, fibra óptica o bus audio-vídeo. La elección del medio está en función del ahorro energético, la comodidad, la facilidad de instalación de los productos CEBus, el coste o la sencillez del sistema. En una instalación pueden combinarse distintos medios.

En todos los medios físicos, la información de control y datos se transmite a la misma tasa binaria, 8000 b/s. Aunque también se permite canales para acomodar audio o vídeo.

Respecto al funcionamiento del protocolo los comandos y los informes de estados se transmiten por el canal de control en forma de mensajes. El núcleo de la especificación CEBus se centra en definir este canal de control. El formato de los mensajes CEBus es independiente del medio de físico utilizado. Cada mensaje contiene la dirección de destino de receptor sin ninguna referencia sobre qué medio físico está situado el receptor o el transmisor. De esta forma CEBus forma una red uniforme a nivel lógico en forma de bus. CEBus soporta una topología flexible. Cualquier dispositivo se puede conectar a cualquier medio siempre que tenga la interfaz adecuada. Para comunicar segmentos de red que tienen diferente medio físico, se utilizan dispositivos *routers*. Estos pueden estar integrados dentro de otro dispositivo con más funcionalidades.

Para facilitar la difusión de mensajes todos los dispositivos tienen una dirección a la que responden todos (*broadcast address*). Además, los dispositivos se pueden agrupar en grupos (*group address*). De esta forma se puede mandar un único mensaje a varios dispositivos al mismo tiempo. Un dispositivo puede pertenecer a uno o más grupos.

CAL (*Commun Appliance Language*) es el lenguaje que utilizan los dispositivos CEBus para comunicarse. Es un lenguaje orientado a comandos que permite controlar dispositivos CEBus y asignar recursos. Este lenguaje es un elemento de la capa de aplicación del modelo OSI.

## CORRESPONDENCIA CAPAS MODELOS TCP/IP Y OSI

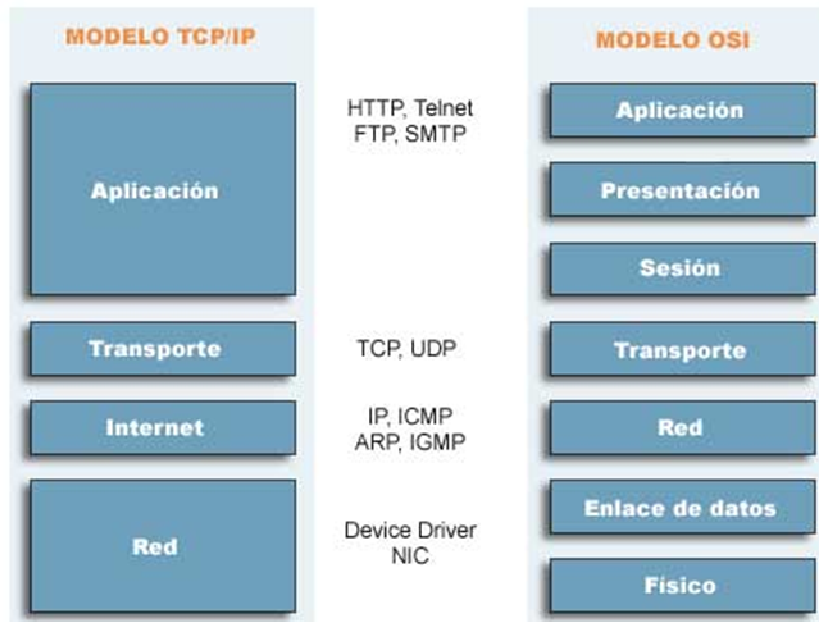


Figura 6. Modelo TCP/IP vs OSI

Las funciones de asignación de recursos permiten pedir, usar y liberar recursos CEBus. Las funciones de control proporcionan la capacidad de enviar comando CAL a dispositivos remotos, y responder a comandos CAL.

CAL utiliza el paradigma de programación orientada a objetos. Cuando un objeto recibe un mensaje se ejecuta alguno de los métodos disponibles. Un mensaje consiste en un identificador de método seguido de cero o más parámetros. Cuando se recibe el mensaje, se busca en la lista de métodos cual es el que tiene el identificador y se si se encuentra, se ejecuta.

Los objetos CAL no se organizan en jerarquías (no existe el concepto de herencia tal como se entiende en Programación orientada a objetos) sino que el comportamiento depende del contexto en el que se encuentre. Por ejemplo si tenemos un objeto de control analógico, este se puede usar tanto para representar un control de volumen o un termostato. La función exacta vendrá determinada por el contexto en el cual es instanciado el objeto.



## 4.2. X-10

Entre 1.976 y 1.978 se desarrolló la tecnología X-10 en Glenrothes, Escocia, por ingenieros de la empresa Pico Electronics Ltd. En la actualidad se distribuye X-10 en todo el mundo. [5]

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

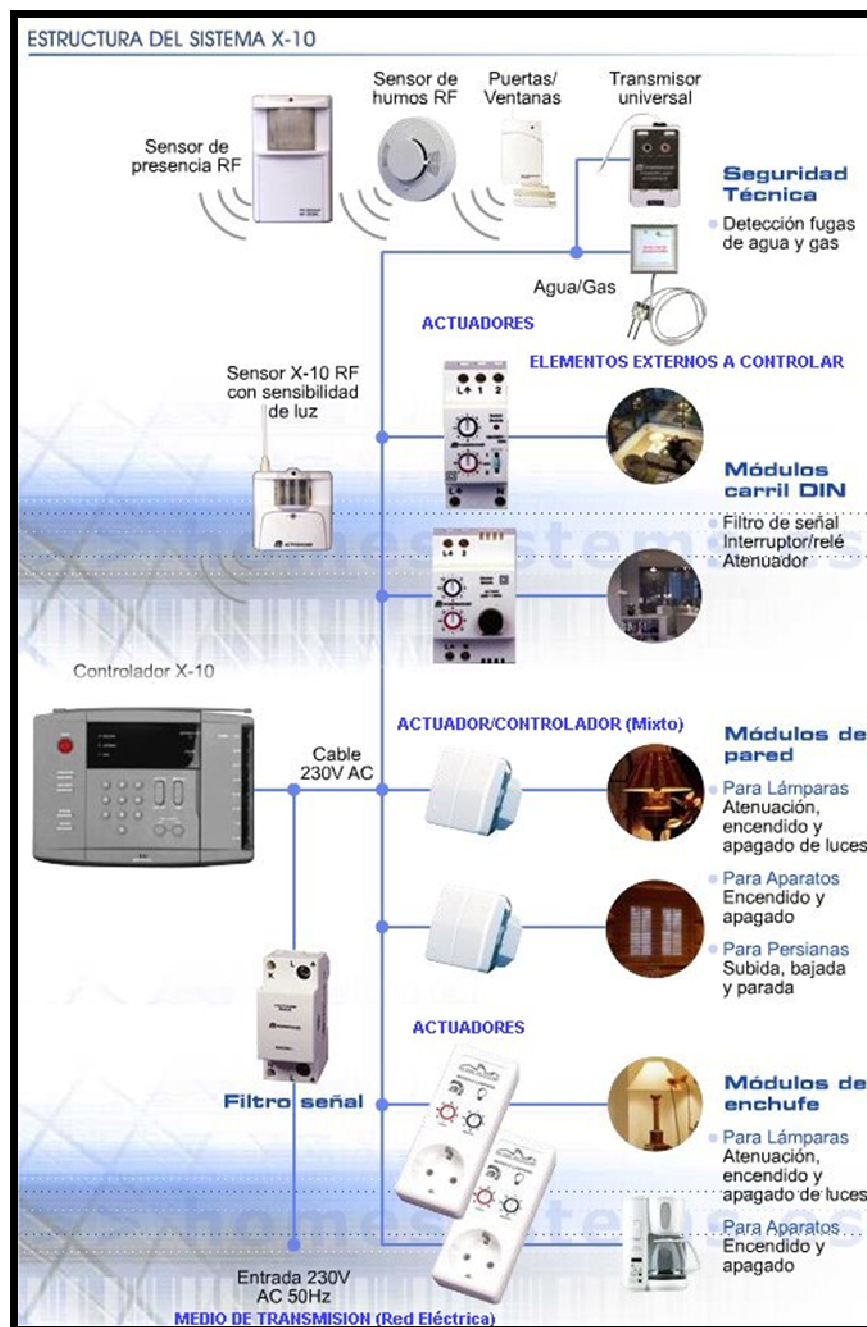


Figura 7. Estructura sistema x-10

El sistema X-10 es un estándar de Transmisión a través de corriente portadora, el cual permite conectar dispositivos a su red eléctrica, persianas, luces, toldos y demás equipos que utilicen una alimentación de 220 V, para ser administrados mediante equipos compatibles con esta tecnología.

El protocolo está formado de tal forma que la señal portadora es captada por cualquier modulo receptor conectado a la línea de alimentación eléctrica, traduciéndose en un evento ON, Off, DIM.

El sistema X-10 utiliza la señal senoidal de 50 HZ de la vivienda para que transporte las señales X-10 utilizando la técnica de "**Corrientes portadoras**" (*Power Line Carrier*). [5] [16]

#### 4.2.1. Corrientes portadoras

Se puede insertar la señal X-10 en el semiciclo positivo o en el negativo de la onda senoidal. La codificación de un bit 1 o de un bit 0, depende de cómo se inyecte esta señal en los dos semiciclos. Un 1 binario se representa por un pulso de 120 KHz durante 1 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 con el paso cero para cada una de las tres fases.

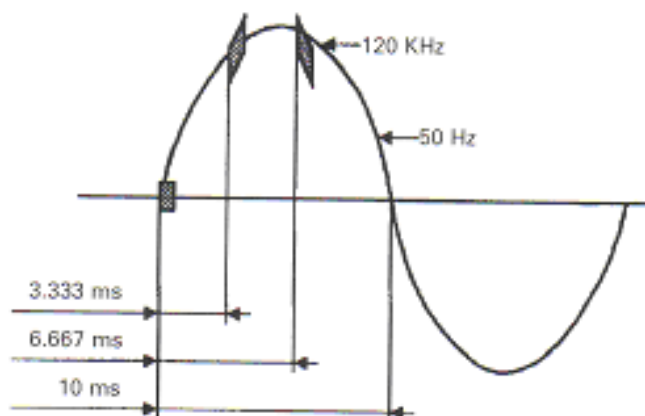


Figura 8. Codificación de bit en señal senoidal

Por lo tanto, el Tiempo de Bit coincide con los 20 mseg 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 tenemos en Europa.

La transmisión completa de una orden X-10 necesita once ciclos de corriente alterna. Esta trama se divide en tres campos de información: los dos primeros representan el código de inicio, los cuatro siguiente el código de casa (Letras A - P), y los cinco últimos código numérico (1 - 16) o bien el código función (encendido, apagado, aumento o disminución de intensidad).

Código Inicio	Código Casa	Código Numérico	Código Inicio	Código Casa	Código Numérico
---------------	-------------	-----------------	---------------	-------------	-----------------

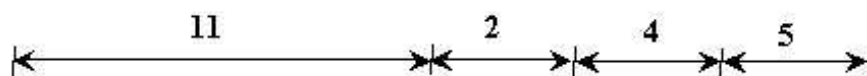


Figura 9. Trama x-10

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.

#### 4.2.2. Dispositivos X-10

Existen cuatro tipos de dispositivos X-10:

**X10 → ~ Transmisor** Estos transmisores envían una señal especialmente codificada de bajo voltaje que es superpuesta sobre el voltaje del cableado. Un transmisor es capaz de enviar información hasta 256 dispositivos sobre el cableado eléctrico. Múltiples transmisores pueden enviar señales al mismo módulo.



Figura 10. Transmisor

**X10 ← ~ Receptor** Como transmisores, los receptores pueden comunicarse con 256 direcciones distintas. Cuando se usan con algunos controladores de computadoras, estos dispositivos pueden reportar su estado.



Figura 11. Receptor



**Bidireccionales:** Estos dispositivos toman la seña enviada por los dispositivos transmisores. Una vez que la seña es recibida el dispositivo responde encendiéndose (ON) o apagándose (OFF). Los receptores generalmente tienen un código establecido por el usuario para indicar la dirección del dispositivo. Múltiples dispositivos con el mismo código pueden co-existir y responder al mismo tiempo dentro de una misma casa. Los dispositivos bidireccionales, tienen la capacidad de responder y confirmar la correcta realización de una orden, lo cual puede ser muy útil cuando el sistema X-10 está conectado a un programa de ordenador que muestre los estados en que se encuentra la instalación domótica de la vivienda.



*Figura 12. Bidireccional*



**Inalámbricos:** Una unidad que permite conectarse a través de una antena y enviar señas de radio desde una unidad inalámbrica e inyectar la seña X10 en el cableado eléctrico (como los controles remotos para abrir los portones de los garajes). Estas unidades no están habilitadas para controlar directamente a un receptor X-10, debe utilizarse un módulo transceptor.



*Figura 13. Inalámbrico*

### 4.3. LonWorks

Echelon presentó la tecnología LonWorks en el año 1992, desde entonces multitud de empresas viene usando esta tecnología para implementar redes de control distribuidas y automatización. Es un protocolo diseñado para cubrir los requisitos de la mayoría de las aplicaciones de control: edificios de oficinas, hoteles, transporte, industrias, monitorización de contadores de energía, vivienda, etc. [7]

El protocolo LonWorks se encuentra homologado por las distintas normas Europeas (EN-14908), de Estados Unidos (EIA-709-1) y Chinas (GB/Z20177-2006) así como por el estándar europeo de electrodomésticos CEDEC AIS. [5]

Ofrece una solución con arquitectura descentralizada, extremo-a-extremo (*peer to peer*), que permite distribuir la inteligencia entre los sensores y los actuadores instalados en la vivienda y que cubre desde el nivel físico al nivel de aplicación de la mayoría de los proyectos de redes de control.

Su arquitectura es un sistema abierto a cualquier fabricante que quiera usar esta tecnología sin depender de sistemas propietarios, que permite reducir los costes y aumentar la flexibilidad de la aplicación de control distribuida. Aunque Echelon fue el promotor de la tecnología en la actualidad la asociación que toma las decisiones sobre normalización y certificación es *LonMark Internacional*. Esta asociación formada por los distintos fabricantes que utilizan la tecnología LonWorks, se encarga de definir los perfiles necesarios para que los equipos sean completamente interoperables entre varios fabricantes.



Figura 14. LonMark

Los componentes básicos de una red LonWorks son:

- **Neuronas:** Son unos circuitos integrados que contienen dispositivos de entrada/salida, tres microprocesadores y memoria en la que reside el sistema operativo.
- **Transceptores:** Son dispositivos emisores-receptores que se encargan de conectar las neuronas con el medio de transmisión.

Cualquier dispositivo Lonworks, o nodo, está basado en un microcontrolador llamado Neuron Chip. El diseño inicial del Neuron y el protocolo LonTalk fueron desarrollados por Echelon en el año 1990.

Un nodo LON se puede ver como un objeto que responde a varias entradas y que produce unas salidas. El funcionamiento completo de la red surge de las distintas interconexiones entre cada uno de los nodos. Mientras que la función desarrollada por uno de los nodos puede ser muy simple, la interacción entre todos puede dar lugar a implementar aplicaciones complejas. Uno de los beneficios inmediatos de LON es que un pequeño número de nodos pueden realizar un gran número de distintas funciones dependiendo de cómo estén interconectados.

LONWorks utiliza para el intercambio de información (ya sea de control o de estado) el protocolo LonTalk. Éste tiene que ser soportado por todos los nodos de la red. Toda la información del protocolo está disponible para cualquier fabricante.

Para simplificar el enrutamiento de mensajes, el protocolo define una jerarquía de direccionamiento que incluye dirección de dominio, subred y nodo. Cada nodo está conectado físicamente a un canal. Un dominio es una colección lógica de nodos que pertenecen a uno o más canales. Una subred es una colección lógica de hasta 127 nodos dentro de un dominio. Se pueden definir hasta 255 subredes dentro de un único dominio. Todos los nodos de una subred deben pertenecer al mismo canal, o los canales tienen que estar conectados por puentes (*bridges*). Cada nodo tiene un identificador de 48-bits único, asignado durante la fabricación, que se usa como dirección de red durante la instalación y configuración.

La comunicación entre nodos se completa con las variables de red. Cada nodo define una serie de variables de red que puede ser compartidas por los demás nodos. Cada nodo tiene variables de entrada y de salida, que son definidas por el desarrollador.

Siempre que el programa que se ejecuta en un nodo escribe un nuevo valor en una de sus variables de salida, éste se propaga a través de la red a todos los nodos cuyas variables de entrada estén conectadas a esta variable de salida. Todas estas acciones están implementadas dentro del protocolo. Sólo se podrán ligar variables de red que sean del mismo tipo. Para guardar la interoperabilidad entre productos de distintos fabricantes, se definen las variables a partir de una definición de tipos estándar. Echelon mantiene una lista de unos 100 tipos accesible a cualquier fabricante.

## 4.4. Batibus

BatiBUS fue desarrollado por la empresa francesa Merlin. Este protocolo de domótica está totalmente abierto. [16]

A nivel de acceso, este protocolo usa la técnica CSMA-CA, (*Carrier Sense Múltiple Access with Collision Avoidance*) similar a Ethernet pero con resolución positiva de las colisiones. Esto es, si dos dispositivos intentan acceder al mismo tiempo al bus ambos detectan que se está produciendo una colisión, pero sólo el que tiene más prioridad continua transmitiendo el otro deja de poner señal en el bus. Esta técnica es muy similar a la usada en el bus europeo EIB y también en el bus del sector del automóvil llamado CAN (*Controller Area Network*). [5]

La filosofía es que todos los dispositivos BatiBUS escuchen lo que han enviado cualquier otro, todos procesan la información recibida, pero sólo aquellos que hayan sido programados para ello, filtrarán la trama y la subirán a la aplicación empotrada en cada dispositivo.

Al igual que los dispositivos X-10, todos los dispositivos BatiBUS disponen de una identificación unívoca para cada dispositivo conectado al bus.

Se basa en la tecnología de par trenzado con velocidad binaria única de 4800 bps, la cual es más que suficiente para la mayoría de las aplicaciones de control distribuido. El sistema es centralizado, pudiendo controlar cada central hasta 500 puntos de control.

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

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

## 4.5. EHS

El estándar EHS (*European Home System*) fue desarrollado en europea en el año 1984 para crear una tecnología que permitiera la implantación de la domótica en el mercado residencial de forma masiva. El resultado fue la especificación del EHS en el año 1992. Está basada en una topología de niveles OSI y se especifican los niveles: físico, de enlace, de red y de aplicación. [5]

El objetivo de la EHS es cubrir las necesidades de automatización de la mayoría de las viviendas europeas cuyos propietarios que no se pueden permitir el lujo de usar sistemas más potentes pero también más caros (como Lonworks o Batibus) debido a la mano de obra especializada que exige su instalación.

El EHS viene a cubrir, por prestaciones y objetivos, la parcela que tienen el CEBus y el X-10 en EEUU.

Este protocolo está totalmente abierto, esto es, cualquier fabricante puede desarrollar sus propios productos y dispositivos que implementen el EHS. Cada dispositivo EHS tiene asociada una subdirección única dentro del mismo segmento de red que además de identificar unívocamente a un nodo también lleva asociada información para el enrutado de los telegramas por diferentes segmentos de red EHS.

Después de la aparición de diversos productos y soluciones basadas en EHS, esta tecnología está convergiendo, junto con el EIB y el BatiBUS, en un único estándar europeo, llamado KNX.

La asociación EHSA (*EHS Association*) es la encargada de emprender y llevar a cabo diversas iniciativas para aumentar el uso de esta tecnología en las viviendas europeas. Además se ocupa de la evolución y mejora tecnológica del EHS y de asegurar la compatibilidad total entre fabricantes de productos con interface EHS. [12]



## 4.6. BIODOM

BIODOM es un estándar desarrollado por *Bioingeniería Aragonesa S.L.* a principios de 1999. Es una empresa que fue fundada en 1990 por un grupo de alumnos y profesores del Máster de Ingeniería Biomédica del Centro Politécnico Superior de la Universidad de Zaragoza. Es una empresa que realiza soluciones integradas que incluyen programación de microprocesadores, diseño electrónico y programación informática. Sus actividades se integran con la participación en los principales programas europeos de investigación y desarrollo de la Unión Europea y de España. [8]

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

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

BIODOM está formado por:

- **Controlador:** que centraliza el control del sistema en un interfaz de usuario y realiza periódicamente un autochequeo de los dispositivos domóticos conectados a la red, generando un aviso en caso de que alguno de ellos no esté funcionando correctamente.



*Figura 15. Controlador*

- **Interfaz telefónico:** que permite el control remoto del sistema y generar llamadas de alarma a abonados telefónicos o a una central de recepción de alarmas. Responde con mensajes hablados dando instrucciones de uso y confirmando las acciones realizadas.

- **Módulo Entrada/Salida:** es el módulo básico del sistema Biodom, el controlador puede conocer el estado de todas las entradas del sistema y actuar sobre todas las salidas sin necesidad de conexión física entre éste y cada uno de los dispositivos conectados a alguno de los módulos.



*Figura 16. Entrada/salida*

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

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

Las acciones de control pueden realizarse de forma remota a través del interfaz telefónico.

## 4.7. EIB

El *European Installation Bus* o EIB es un sistema domótico desarrollado en la Unión Europea con el objetivo de contrarrestar las importaciones de productos similares que se estaban produciendo desde el mercado japonés y el norteamericano donde estas tecnologías se han desarrollado antes que en Europa. [10]

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

El EIB está basado en la estructura de niveles OSI y tiene una arquitectura descentralizada donde todos los dispositivos que se conectan al bus de comunicación de datos tienen su propio microprocesador y electrónica de acceso al medio.

Se trata, además, de un sistema abierto bajo las mismas premisas que otros sistemas de comunicación como los buses de campo abiertos: tanto las especificaciones del protocolo como los procedimientos de verificación y certificación están disponibles, así como los componentes críticos del sistema (microprocesadores específicos con la pila del protocolo y electrónica de acoplamiento al bus).



*Figura 17. EIB KNX*

A continuación veremos en profundidad el sistema KNX / EIB.

## **5. Sistema KNX / EIB**

En 1999, las Asociaciones internacionales EIBA (*European Installation Bus Association*), BatiBus y EHSA (*European Home Systems Association*) decidieron unir fuerzas creando la Asociación KONNEX, que finalmente pasó a llamarse “KNX Association”. [10]

Se unieron con el objeto de crear un único estándar europeo y abierto KNX para aplicaciones de domótica e inmótica y consolidar la marca KNX como símbolo de calidad e interoperabilidad entre distintos fabricantes.

Se trata de crear, partiendo de los sistemas EIB, EHS y Batibus, un único estándar europeo que sea capaz de competir en calidad, prestaciones y precios con otros sistemas como el Lonworks o X-10.

### **5.1. Principales Ventajas de KNX / EIB [10]**

#### **5.1.1. Estándar Internacional que garantiza su continuidad en el futuro**

- **ISO/IEC:** Aprobó la tecnología KNX como el Estándar Internacional ISO/IEC 14543-3 en 2006.
- **CENELEC:** Aprobó la tecnología KNX como el Estándar Europeo EN 50090 en 2003.
- **CEN:** Aprobó la tecnología KNX como EN13321-1 (simple referencia a EN50090) y EN1332-2 (KNXnet/IP) en 2006.
- **SAC:** Aprobó la tecnología KNX como Estándar GB/Z 20965 en China en 2007.
- **ANSI/ASHRAE:** Aprobó la tecnología KNX como el Estándar Estadounidense ANSI/ASHRAE 135 en 2005.

#### **5.1.2. KNX garantiza Interoperabilidad & Interworking de productos**

El proceso de certificación KNX asegura que funcionarán y se comunicarán con diferentes productos de diferentes fabricantes usados en diferentes aplicaciones. Esto asegura un alto grado de flexibilidad en la extensión y modificaciones de las instalaciones.

KNX es el único estándar para el control de casas y edificios que lleva a cabo un plan de certificación para productos, centros de formación (instituciones profesionales y privadas) e incluso personas (electricistas, proyectistas).

### **5.1.3. KNX representa alta calidad de producto**

KNX Association exige un alto nivel de producción y control de calidad durante todas las etapas de la vida del producto. Por lo que todos los miembros fabricantes tienen que mostrar conformidad a la norma ISO 9001 incluso antes de que soliciten la certificación para productos KNX.

Además de la conformidad del fabricante a la norma ISO 9001, los productos tienen que cumplir con los estándares tanto Europeos como Internacionales para el control de Casas y Edificios. En caso de duda, la KNX Association tiene el derecho de volver a analizar el producto o puede exigir al fabricante el informe de conformidad de dicho hardware.

### **5.1.4. Único software independiente del fabricante ETS (Engineering Tool Software)**

La herramienta software ETS permite proyectar, diseñar y configurar todos los productos certificados KNX. Dicha herramienta es además independiente del fabricante: el integrador de sistemas podrá combinar los productos de varios fabricantes en una instalación.

### **5.1.5. KNX puede ser usado para todas las aplicaciones en el control de casas y edificios**

KNX puede ser usado para el control de todas las posibles funciones y aplicaciones en casas y edificios desde iluminación, contraventanas, control de seguridad y alarmas, calefacción, ventilación, aire acondicionado, control de agua y dirección de energía, medición, hasta aplicaciones para el hogar, audio y mucho más.

KNX mejora el confort y la seguridad con sus instalaciones a la vez que permite un ahorro energético.

### **5.1.6. KNX se adapta a diferentes tipos de construcciones**

KNX puede ser usado tanto en nuevas construcciones como en las ya existentes. Por lo que las instalaciones KNX pueden ser fácilmente extendidas y adaptadas a las nuevas necesidades, con una pequeña inversión de tiempo y dinero.

KNX puede ser instalado tanto en pequeñas casas como en grandes edificios (oficinas, hoteles, hospitales, escuelas, grandes almacenes, aeropuertos, etc.).

### **5.1.7. KNX puede ser acoplado a otros sistemas**

Distintos fabricantes ofrecen pasarelas a otros sistemas, es decir a otros sistemas de automatización de edificios, redes de telefonía, redes multimedia, redes IP, etc. Las instalaciones KNX pueden ser enlazadas a los objetos BACnet (como está documentado en el estándar internacional ISO 16484-5) o también tienen la posibilidad de conectarse, a través de interfaz con la tecnología DALI.

### **5.1.8. KNX es independiente de cualquier plataforma hardware o software**

KNX puede ser llevada a cabo bajo cualquier plataforma de microprocesador. KNX puede ser implementada desde el principio, pero para una entrada más sencilla en el mercado, los fabricantes KNX también pueden recurrir a los proveedores de componentes KNX.

Ante cambios de uso o reorganización del espacio en la instalación de sistemas EIB se consigue una adaptación rápida y sin problemas, mediante una fácil ordenación (cambio de parametrización) de los componentes del bus, sin necesidad de un nuevo cableado.

Este cambio de parametrización se realiza con un PC, conectado al sistema EIB, que tenga instalado el software ETS (*EIB Tool Software*) para proyecto y puesta en servicio, que ya se emplea en la primera puesta en marcha. El EIB se puede conectar mediante las correspondientes interfaces con los centros de control de otros sistemas de automatización de edificios o con una red digital de servicios integrados (RDSI).

## 5.2. Medios de Configuración KNX / EIB

El estándar KNX permite tres modos de configuración [10] [16]:

- **S-Mode (System installation):** El diseño de la instalación y la configuración se hace a través de un ordenador con el software ETS, a través del cual se usa la base de datos del producto de cada fabricante. S-mode está pensado para integradores de sistemas certificados y para grandes instalaciones.
- **E-mode (Easy installation):** En la configuración los dispositivos son programados en fábrica para realizar una función concreta. Aún así deben ser configurados algunos detalles en la instalación, ya sea con el uso de un controlador central o mediante unos microinterruptores alojados en el mismo dispositivo.
- **A-mode (Automatic mode):** En la configuración automática, con una filosofía Plug&Play ni el instalador ni el usuario final tienen que configurar el dispositivo. Este modo está especialmente indicado para ser usado en electrodomésticos, equipos de entretenimiento y proveedores de servicios para instalaciones pequeñas.

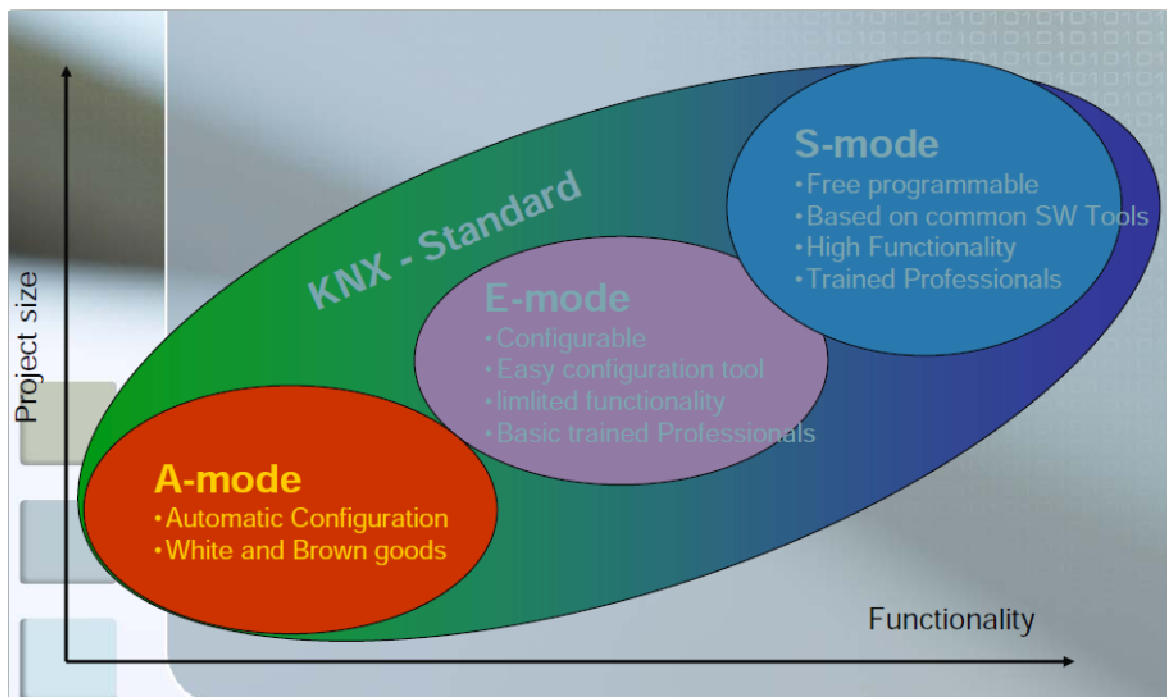


Figura 18. Modos de configuración

### **5.3. Modo básico de funcionamiento del KNX / EIB**

El EIB es un sistema de bus descentralizado, controlado por sensores, con transmisión de los datos recibidos en serie, con el objetivo de controlar y gestionar las funciones técnicas de una vivienda o edificio. [16]

La instalación EIB mínima consta de los siguientes elementos:

- Una unidad de fuente de alimentación (24V DC)
- Sensores
- Actuadores
- Cable bus

Tras la instalación, un sistema EIB no está listo para el funcionamiento hasta que los sensores y actuadores han sido programados con el software de aplicación, por medio del programa ETS. El ingeniero del proyecto debe previamente haber llevado a cabo por medio del ETS los siguientes pasos de configuración:

- Asignación de las direcciones físicas (para la identificación unívoca de cada sensor o actuador en una instalación EIB)
- Selección y programación del software de aplicación apropiado para los sensores y actuadores
- Asignación de direcciones de grupo (para unir las funciones de sensores y actuadores)



## **5.4. Topología del KNX / EIB**

### **5.4.1. Línea. Segmento de Línea**

Cada **aparato acoplado al bus (APT)** puede intercambiar información con cualquier otro aparato por medio de telegramas. [16]

La unidad más pequeña del bus EIB se conoce como **segmento de línea**. Una **línea** consiste en un máximo de 4 segmentos de línea, cada uno de ellos con un máximo de 64 aparatos acoplados al bus. Cada segmento de línea debe ser alimentado mediante una fuente de alimentación adecuada.

El número real de aparatos conectados depende de la fuente de alimentación seleccionada y del consumo de cada aparato individual.

### **5.4.2. Área**

Si se va a emplear más de una línea o si se va a elegir una estructura diferente, podrán conectarse hasta 15 líneas a una línea principal por medio de acopladores de líneas (AL). Esto es lo que se denomina “**área**” de un sistema EIB. [16]

También es posible tener hasta 64 aparatos bus en la línea principal. El número máximo de aparatos bus en la línea principal disminuye con el número de acopladores de línea en uso.

Cada línea, incluyendo la principal, debe tener su propia fuente de alimentación.

Los repetidores de línea (amplificadores) no deben ser utilizados ni en las líneas de área ni en la línea principal de áreas (backbone).

### **5.4.3. Varias áreas**

El Bus de Instalación puede ampliarse mediante una línea de áreas.

El **acoplador de áreas (AA)** conecta su área correspondiente a la línea principal de áreas (backbone). [16]

También es posible situar aparatos bus en la línea de áreas. El número máximo de aparatos bus en la línea de áreas disminuye con el número de acopladores de áreas en uso.

En un máximo de 15 áreas funcionales, pueden conectarse al sistema bus más de 64.000 aparatos.

Dividiendo la instalación EIB en líneas y áreas, la funcionalidad del sistema se incrementa considerablemente.

#### 5.4.4. EIB & Otros Sistemas

El bus de instalación está abierto a cualquier otro sistema. La línea de áreas (o cualquier otra línea) puede conectarse a través de una unidad "gateway" adecuada a sistemas como RDSI, SPS, Internet, y otras tecnologías de gestión de edificios.

La unidad "gateway" realiza una conversión bidireccional del protocolo, posible gracias a que el EIB está basado en la estructura OSI de ISO.

Algunas partes de las instalaciones EIB pueden ser conectadas por medio de fibra óptica, con la ventaja de no tener limitación de longitudes de cable ni interferencias de tipo electromagnético.

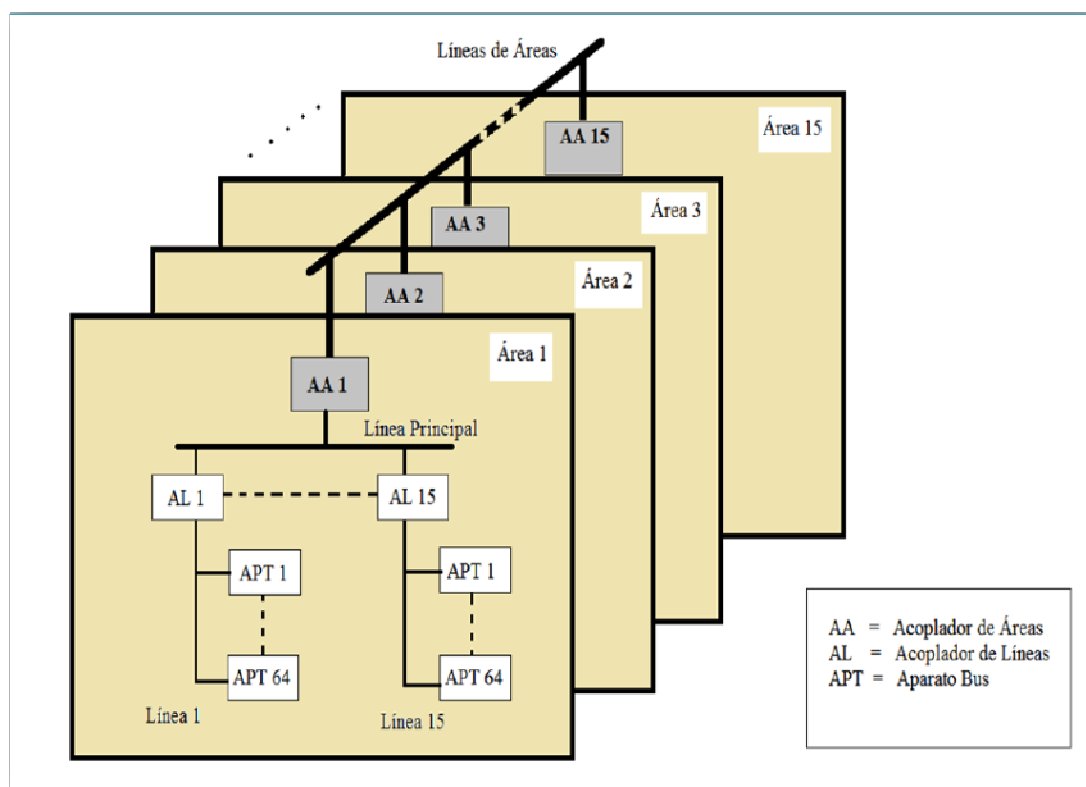


Figura 19. Topología KNX

## **5.5. Software ETS**

### **5.5.1. ¿Qué es ETS?**

El programa ETS (*Engineering Tool Software*) es la única herramienta software independiente del fabricante para diseñar y configurar instalaciones inteligentes para el control de casa y edificios hechas con el sistema KNX.

Sus principales características son:

- ETS es verdaderamente única: en cualquier parte del Mundo, es posible usar el mismo software ETS, para todos los proyectos KNX y para todos los dispositivos certificados KNX.
- ETS es una herramienta del estándar KNX.
- Todas las bases de datos de los productos certificados de parte de todos los fabricantes KNX pueden ser importados a ETS.
- Diseña y configura dispositivos del S-modo. El ETS accede a un conjunto de datos del dispositivo, proporcionado por el fabricante, y que contiene detalles de ese dispositivo para posteriormente configurarlo dentro de la red.
- ETS Integra redes con dispositivos KNX de distintos modos. Es capaz de explorar la red para descubrir los dispositivos presentes en la instalación y ajustar parámetros.

### **5.5.2. ¿Quién usa ETS 3 Professional?**

ETS 3 Professional es la versión ETS para toda aquella persona formada o con experiencia como integrador KNX. Es el sucesor de ETS 2.

ETS Professional es ideal para las siguientes fases y tareas en la realización de proyectos para la automatización de viviendas y edificios de cualquier tamaño:

- Diseño
- Puesta en marcha
- Documentación del proyecto
- Diagnóstico y resolución de problemas

### **5.5.3. ETS 3 Professional cubre todas las áreas de aplicación**

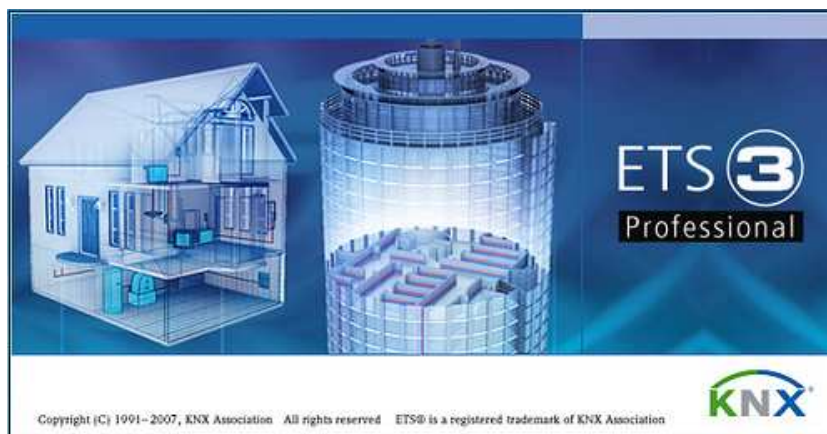
Para los profesionales que trabajan con ETS Professional, es importante tener en cuenta una amplia elección de soluciones y productos que puede encontrar en el mercado. A través del uso de este programa, podría llevar a cabo soluciones de todas las áreas de aplicación para las cuales ETS tiene productos disponibles. ETS da poder no solo tecnológicamente, sino también comercialmente. [4]

Las áreas de aplicación incluidas son:

1. Control de iluminación (encendido/apagado, regulación, escenas)
2. Control de persianas y toldos.
3. Calefacción, ventilación y aire acondicionado (control individual de temperatura, control de radiadores, ventiladores, calderas, ...)
4. Control de accesos y seguridad (detección de presencia, detección de inundaciones, ...)
5. Control de los sistemas de energía (medición del consumo, control de picos, ...)
6. Funciones de confort y control inteligente en todas las aplicaciones (control de usuario, escenarios para distintas situaciones, procesos de control inteligentes, ...)
7. Control y mantenimiento remotos (por ejemplo, a través del teléfono o Internet)
8. Interfaces a otros sistemas complementarios (electrodomésticos, consolas de supervisión, gestión de instalaciones, sistemas de seguridad propietarios, audio, multimedia, servicios, ...)

El ETS consta de los siguientes módulos, usados para realizar las diferentes tareas necesarias en la fase de diseño de proyecto y puesta en marcha:

- **Configuración:** por medio de este módulo se definen la configuración general del ETS, opciones generales, impresión, contraseñas, idiomas, formato de las direcciones de grupo y filtro del fabricante.
- **Diseño de proyecto:** a través de este módulo pueden definirse las estructuras del proyecto, así como insertar y conectare los componentes necesarios para implementar las funciones del sistema.
- **Puesta en marcha / test:** este módulo facilita la puesta en funcionamiento y consiguiente comprobación de los sistemas.
- **Administración de productos:** este módulo permite gestionar los productos de los distintos fabricantes. Por ejemplo, se pueden importar los datos de los productos de un fabricante en concreto desde un CD-ROM.
- **Herramientas de conversión:** permiten al usuario recuperar y editar proyectos creados con versiones anteriores de ETS.



*Figura 20. ETS 3 profesional*

## 5.6. Fabricantes KNX / EIB

Algunos de los principales fabricantes del sistema KNX / EIB son:

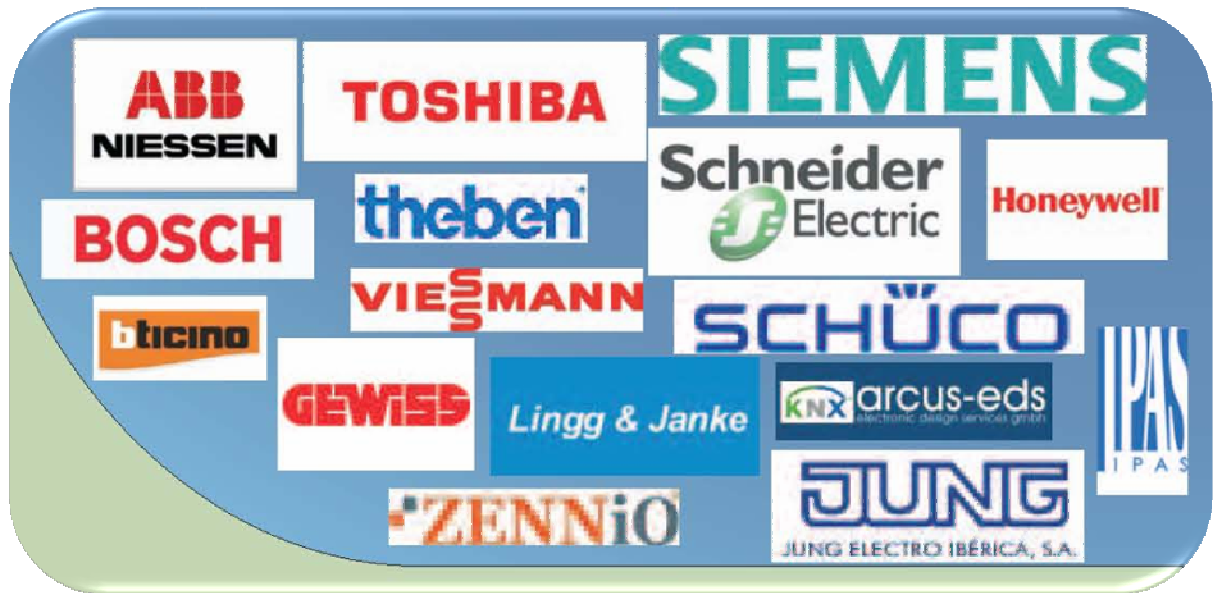


Figura 21. Fabricantes KNX

Los usados el proyecto son sobre todo JUNG y ZENNIO para el control del aire acondicionado.

## **6. Medios de transmisión**

KNX puede utilizar cuatro medios de comunicación. Cada medio de comunicación puede ser utilizado en combinación con uno o más modos de configuración, permitiendo a cada fabricante escoger la combinación correcta para cada segmento de mercado y aplicación. [8]

### **6.1. Par Trenzado, TP (Twisted Pair): TP1**

Este medio de comunicación, par trenzado, de velocidad de transmisión 9600 bits/s, ha sido tomado de EIB.

El sistema se basa en un bus de comunicación cuya instalación puede hacerse en diversas topologías: bus, estrella, anillo, árbol o cualquier combinación de estas. Lo único que hay que respetar es no asignar direcciones idénticas a dos dispositivos de la misma instalación. Todos los productos certificados EIB TP1 y KNX TP1 operarán en un mismo bus de control independiente intercambiando información.

**-Ventajas e inconvenientes:** Posee un bus de control independiente. Está pensado para nuevas instalaciones y grandes renovaciones. Posee un nivel máximo de fiabilidad en la transmisión. Gran velocidad de transmisión.

Necesita de instalación previa del bus de comunicación.

### **6.2. Corrientes Portadoras, PLC (Power Line Carrier): PL110**

Este medio de transmisión de **corrientes portadoras**, power line carrier, de velocidad de transmisión 1200 bits/s, también ha sido tomado de EIB.

El Sistema hace posible la transmisión de telegramas a través de la red de 230/400 V. De este modo, ya no es necesaria una línea de bus independiente. La transmisión de telegramas tiene lugar a través de los conductores de fase y neutro, los cuales deben estar conectados a cada uno de los aparatos.

Los productos certificados EIB y KNX PL110 operarán y se comunicarán los unos con los otros bajo la misma red de distribución eléctrica. La distancia máxima que se puede lograr sin repetidor es de 600 metros.

**-Ventajas e inconvenientes:** Está pensado para lugares donde no se puede instalar un cable de control adicional y hay disponible cable de 230 V. Es de fácil instalación por el usuario.

Debido a la indefinición de las condiciones de la red, que pueden variar constantemente, la transmisión de telegramas puede verse interrumpida, producir errores en el sistema o interferir con otros sistemas.

### **6.3. RF (Radio Frequency)**

Los dispositivos KNX admiten este Medio de Transmisión que emplea señales de radio para transmitir telegramas KNX. Dichos telegramas son transmitidos en la banda de frecuencia 868 MHz (Dispositivos de Corto Alcance), con una fuerza máxima irradiada de 25 mW y velocidad de transmisión de 16.384 kBit/sec. El medio de transmisión KNX RF puede ser fabricado con componentes (chips) que se encuentran disponibles; otras características son que permite implementaciones tanto unidireccionales como bidireccionales, se caracteriza por su bajo nivel de consumo energético y está destinado a pequeñas y medianas instalaciones que sólo necesitan transmisores en casos excepcionales.

**-Ventajas e inconvenientes:** Está pensado para lugares donde no se desea o no puede instalarse cableado.

No puede usarse en grandes superficies y puede tener interferencias externas.

### **6.4. IP (Ethernet)**

Usando el estándar Ethernet a 10 Mbps permite la transferencia de telegramas EIB a través del protocolo IP a viviendas o edificios remotos. Los telegramas KNX se encapsulan en telegramas IP, tanto en redes LAN como por Internet, que se envían con protocolo UDP tanto unicast como multicast.

**-Ventajas e inconvenientes:** Es el mejor medio para el control remoto del sistema desde fuera de la vivienda.

Requiere de elegir un hardware adecuado dependiendo del tipo de aplicación a implementar.

## 7. Direccionamiento de dispositivos

En los sistemas EIB distinguimos dos tipos de direcciones: las denominadas direcciones físicas, que son las que corresponden a cada dispositivo, y las direcciones de grupos, que son las que nos permitirán establecer relaciones entre los diferentes componentes del sistema.

### 7.1. Direcciones Físicas.

Estas direcciones son las que nos permiten diferenciar dispositivos entre sí. Dependerán de la línea y del área a la que pertenezcan. Nos permiten identificar unívocamente cada componente en el sistema. La dirección física está compuesta por 16 bits distribuidos en tres campos:

- **Bits de Área (4 bits):** Con 4 bits podemos identificar hasta 15 áreas distintas. El valor "0" indica que el elemento estará conectado a la línea de áreas del sistema.
- **Bits de Línea (4 bits):** Identificarán a una de las líneas que se conectan a las líneas principales de cada área. Si estos bits tienen el valor cero, identifica a un elemento de la línea principal de cada área.
- **Bits de Dispositivos (8 bits):** Identificarán a cada uno de los dispositivos conectados a las diferentes líneas. Si la dirección que representa el dispositivo es igual a cero, entonces, éste se corresponderá con un acoplador, bien de área o bien de línea. Al ser 8 bits podemos direccionar hasta 256 elementos diferentes.

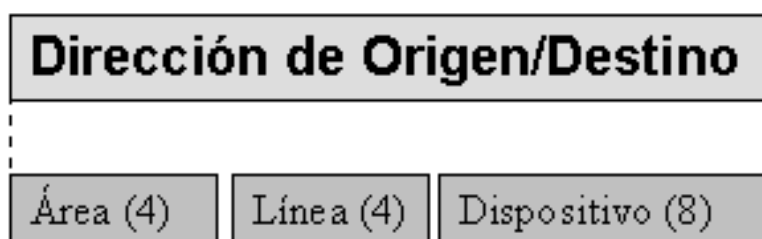


Figura 22. Esquema de direcciones físicas EIB.



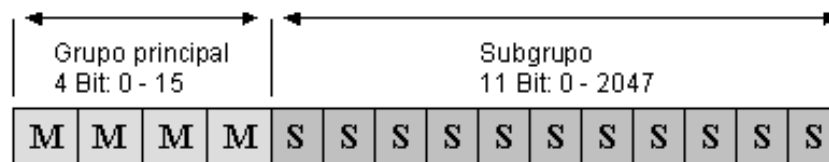
## 7.2. Direcciones de grupo.

La dirección de grupo no está orientada a la topología del bus, sino que se encarga de definir funciones específicas del sistema y de establecer relaciones entre los equipos. Por ejemplo, cuando un sensor de iluminación manda una señal a una dirección de grupo, indicará qué dispositivos actuadores se activarán. Estos podrán ser: un único actuador de iluminación, varios, o incluso un actuador de iluminación y a la vez un actuador para persianas.

La división en grupo permite asociar funcionalmente dispositivos, facilitando la comunicación entre elementos de entrada al sistema (sensores) y elementos de salida (actuadores). Así, los dispositivos que tengan funciones similares pueden asociarse en un grupo y podemos acceder a estas direcciones para dar instrucciones a todos los dispositivos pertenecientes a dicho grupo. [4]

El direccionamiento de grupos puede hacerse de dos maneras: direccionamiento de grupo a dos niveles y direccionamiento de grupo a tres niveles.

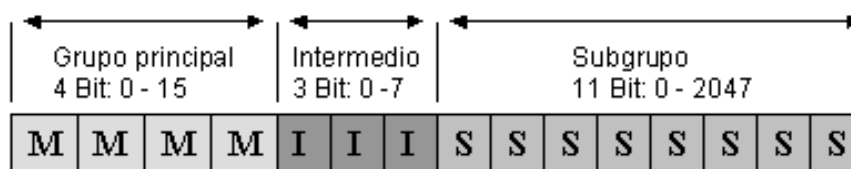
- **Direccionamiento de dos niveles:** En el direccionamiento a dos niveles, el campo de dirección de grupo, que constará de 15 bits, se dividirá en dos partes. La primera representará al grupo principal y constará de un total de 4 bits. La segunda parte, denominada de subgrupo, constará de un total de 11 bits.



### Dirección de Grupo: Nivel 2

Figura 23. Direccionamiento en dos niveles

- **Direccionamiento de tres niveles:** En el direccionamiento a tres niveles, dividiremos los 15 bits que representan la dirección de grupo en tres partes: un grupo principal de 4 bits, un grupo medio de 3 bits y 8 bits para indicar el subgrupo.



### Dirección de Grupo: Nivel 3

*Figura 24. Direccionamiento en 3 niveles*

En ambos tipos de direccionamiento, el campo de grupo principal suele utilizarse para discernir entre grupos funcionales, es decir, para agrupar elementos que se dedican al mismo tipo de funciones, por ejemplo, iluminación, climatización, seguridad, etc. Para este campo, se pueden usar los valores 1-13. Los valores 14 y 15 no deben emplearse ya que son filtrados por los acopladores y podrían afectar a la dinámica de funcionamiento de todo el sistema. La dirección 0 en todos los campos (0/0/0) está reservada para funciones del sistema.

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

Los sensores sólo pueden tener asociada una dirección de grupo.

Varios actuadores pueden tener asociada una misma dirección de grupo. Cada vez que dicha dirección sea direccionada, se activarán todos los actuadores asociados a ella, respondiendo todos ellos al mismo telegrama.

Los actuadores pueden estar asociados a varias direcciones de grupos, es decir, un actuador puede estar asociado a uno o más sensores. Esto quiere decir que si un emisor envía un telegrama con una dirección de grupo al bus, responderán todos los dispositivos asociados a esa dirección de grupo.

### 7.3. Transmisión de la información.

La transmisión de la información en el sistema EIB se hace a través de telegramas. Como el medio que tenemos es un bus, necesitaremos un método de acceso al mismo. En el sistema EIB el método de acceso al medio es el CSMA/CA. Salvo en el caso de la radiofrecuencia, para las que se utiliza CSMA/CD ya que estos dispositivos no pueden emitir y recibir a la vez.

Cuando se produce un evento, el dispositivo envía un telegrama. Si el bus no está ocupado, los elementos a los que iba dirigida la información envían un telegrama de recepción. Si la información llega de forma incorrecta, se reenvía el telegrama. Este proceso se repetirá hasta un máximo de tres veces.

La velocidad de transferencia máxima del bus es de 9600 bps. Si el bus está ocupado enviando un telegrama y sucede un evento, el dispositivo encargado de detectarlo ha de esperar a que el bus se despeje. Para optimizar el uso del bus, los acopladores pueden bloquear los telegramas que vayan dirigidos a una línea/área para que no se propaguen por el resto del sistema y, así, disminuir el número de mensajes.

### 7.4. Formato de tramas.

Las señales utilizadas serán binarias y se transmitirán en banda base. Un "1" lógico se representará con la ausencia de paso de señal, mientras que el "0" lógico se representará con un impulso negativo-positivo. En la siguiente figura, se representa esta codificación.

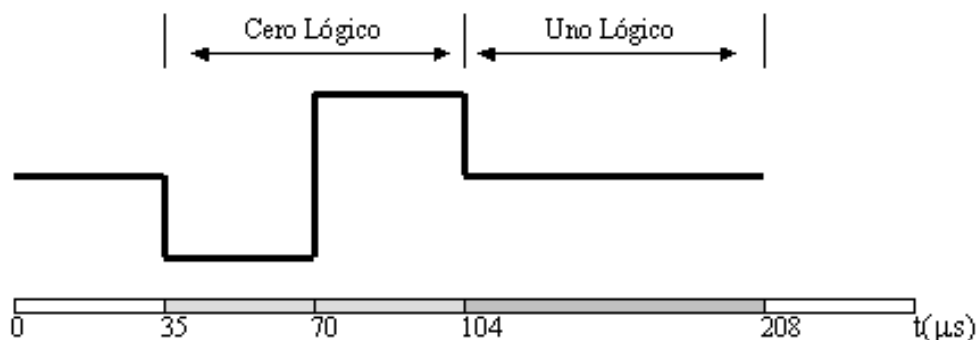


Figura 25. Formato de unos y ceros en el protocolo EIB.

La transmisión de los mensajes es asíncrona y a una tasa de 9600 bps. Comienza cuando se produce un evento, por ejemplo, la activación de un pulsador. El dispositivo emisor comprueba si el bus está disponible durante un tiempo t1 y envía el telegrama. Después de haber enviado el telegrama, espera durante un tiempo t2 el asentimiento de que el datagrama ha sido recibido. En caso de que éste no llegue o llegue de forma negativa, se repetirá el proceso hasta un máximo de tres veces. El formato de la trama EIB se muestra a continuación.

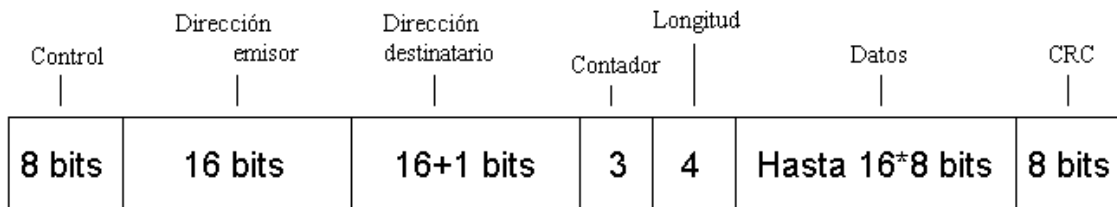


Figura 26. Formato de una trama EIB.

A continuación, pasaremos a detallar cada uno de los campos:

- **Control:** En este campo, se indicará la prioridad de la trama que se envía. También indicamos si la trama ha sido reenviada o es un primer envío.
- **Dirección emisor:** Este campo contiene la dirección del origen y, por tanto, detalla los bits de área, bits de línea y bits de dispositivo. La dirección del origen se incluye para que en las tareas de mantenimiento se sepa quién es el emisor del telegrama.
- **Dirección destino:** La dirección de destino puede ser de dos formas dependiendo del valor que tome el bit de mayor peso de este campo. Si este vale "0" entonces esta dirección será una dirección física, e identificará a un único dispositivo, mientras que si el valor del bit más significativo es "1", tendremos una dirección de grupo y el telegrama podrá ir dirigido a uno o varios dispositivos.
- **Contador:** Indica el número de saltos que ha dado el paquete.
- **Longitud:** Nos indicará la longitud en bytes del campo de datos (0 =1 byte, 15=16 bytes).
- **Datos:** En este campo se incluyen los datos necesarios para la ejecución de órdenes y transmisión de valores.
- **CRC Comprobación:** Es un byte que permite comprobar si el telegrama recibido es correcto. En caso de ser correcto se enviará un asentimiento o ACK, de lo contrario, se enviara un asentimiento negativo o NAK. En caso negativo, se volverá a mandar el telegrama. También, puede mandarse una trama por parte del receptor indicando que en ese momento está ocupado.

## 8. Elementos del sistema domótico

Para la elección de los elementos del sistema, sensores y actuadores, he buscado un fabricante que proporcione los elementos para sistemas KNX que se ajusten a las necesidades del proyecto y con una buena relación calidad precio. [20]

Los elementos se conectan a un Bus de Control Independiente y se controlan con los pulsadores, controles de estancias o mandos de radio frecuencia, con la pantalla táctil central y con la central de alarmas en el caso de los sensores de alarmas.

### 8.1. Sensores

#### 8.1.1 MODULO SENSOR UNIVERSAL 309X TSM de la serie FD-DESIGN

- **Ref. Fabricante:** 3091 TSM, 3092 TSM, 3093 TSM, 3094 TSM
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** PULSADORES



*Figura 27. Sensor universal*

Estos pulsadores pueden configurarse para tener diferentes combinaciones de módulos de teclas según sea de 1, 2, 3 o 4 canales. Vienen con acoplador de bus integrado.

Cuenta con un mecanismo central de LEDs compuesto por un LED azul, que indica funcionamiento, dos LEDs rojos, que indican el estado del dispositivo.

### 8.1.2. DETECTOR DE MOVIMIENTO 180 °

- **Ref. Fabricante:** A 3280
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** SENSORES Y PULSADORES / DETECTORES DE MOVIMIENTO



*Figura 28. Detector de movimiento*

Este sensor está diseñado para aplicación interior o exterior. Responde a los movimientos transmitiendo los correspondientes telegramas al bus. Requieren de acoplador al bus.

### 8.1.3. CONTROLADOR DE ESTANCIAS, 6 o 8 TECLAS, TERMOSTATO, DISPLAY

- **Ref. Fabricante:** RCD 3094 M , RCD 3096 M
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** SENSORES Y PULSADORES



*Figura 29. Controlador de estancias*

Posee la misma estructura que el pulsador universal además de un termostato y un display.

Permite la visualización de la temperatura externa e interna de la habitación y permite el control tanto de la temperatura como de la intensidad de la luz. Además puede usarse para el manejo de las persianas de la habitación.

Posee acoplador al bus integrado.

#### 8.1.4. DETECTOR DE INUNDACION A 12V DC

- **Ref. Fabricante:** AE98/IN & AE98/INS
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** SENSORES Y ALARMAS



*Figura 30. Detector de inundación*

Cuando detecta agua manda la señal a la central de alarma a la vez que emite una señal acústica y luminosa.

Necesita instalarse junto con la Sonda de agua.



## 8.2. Actuadores

### 8.2.1 ACTUADOR 8 SALIDAS, 16 A 230V.16 REGCHM

- **Ref. Fabricante:** 2308.16 REGCHM
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** ACTUADORES / BINARIO / 8 CANALES

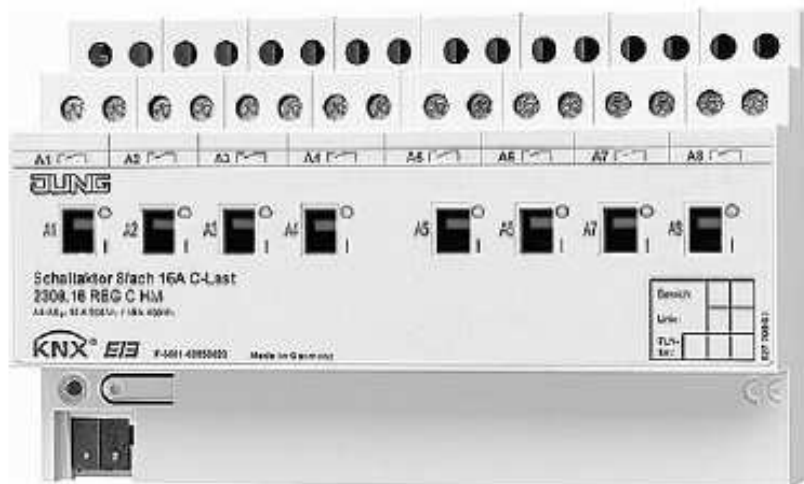


Figura 31. Actuator 8 salidas

Este actuador controla la iluminación que manejamos manualmente mediante los pulsadores o por medio de escenas preprogramadas.

El actuador recibe telegramas de sensores u otros controladores a través del Bus KNX y acciona los dispositivos eléctricos mediante sus salidas independientes a libre potencial. Cada salida dispone por separado de un relé biestable, de modo que los estados de accionamiento también quedan ajustados con seguridad a la caída de la alimentación.

Para la programación y puesta en marcha del aparato se utilizara el ETS3.

El actuador se alimenta por completo del KNX y no requiere de ninguna alimentación externa adicional.

### 8.2.2. ACTUADOR DIMMER UNIVERSAL, 1 CANAL, 50-500 W, PARA CARRIL DIN

- **Ref. Fabricante:** 3601 REG
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** ACTUADORES / DIMMER



Figura 32. Dimmer universal

Se trata de un regulador que trabaja bajo el principio de corte de fase, tanto ascendente como descendente, lo que le permite regular tanto iluminación de incandescencia, como halógenas de 230 V, halógenas de bajo voltaje con transformador convencional, o con transformador electrónico.

Cuando se le conecta la carga por primera vez, el dispositivo reconoce automáticamente de qué tipo de carga se trata, y se autoconfigura para poder regular sin problemas.

En cuanto a su aplicación, dispone de objetos de comunicación que proporcionan un reenvío del estado al bus, así como indicación en caso de cortocircuito en cualquiera de los dos canales, y la posibilidad de bloquearlos a través de un bit.

Además del objeto de valor luminoso, permite un control de escenas propio, consistente en un objeto de 1 byte que permite grabar y reproducir escenas.

### 8.2.3. ACTUADOR DE PERSIANAS 4 CANALES AC 230V/ 2 CANALES DC 24V

- **Ref. Fabricante:** 2504 REG HE
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** ACTUADORES / PERSIANAS



Figura 33. Actuador de persianas

Este actuador permite controlar persianas de accionamiento eléctrico. Permite aplicar una lógica preprogramada para favorecer el control de temperatura de una habitación, optimizando al máximo el consumo energético de la calefacción o del aire acondicionado.

#### 8.2.4. ACTUADOR ELECTRONICO CLIMA, 6 CANALES

- **Ref. Fabricante:** 2136 REG HZ
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** ACTUADORES / BINARIO / 6 CANALES / CLIMATIZACION



Figura 34. Actuador climatización

El actuador de calefacción se usa para controlar mecanismos de regulación electrotérmicos para sistemas de calefacción.

Cuenta con 6 salidas electrónicas que pueden controlar, en función de los telegramas KNX / EIB, mecanismos de regulación electrotérmicos sin producir ruidos. Pueden conectarse hasta un máximo de 4 mecanismos de regulación electrotérmicos por salida.

### 8.2.5. INTERFACE DALI / KNX 2097 REG HE

- **Ref. Fabricante:** 2097 REG HE
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** ACTUADORES / DIMMER

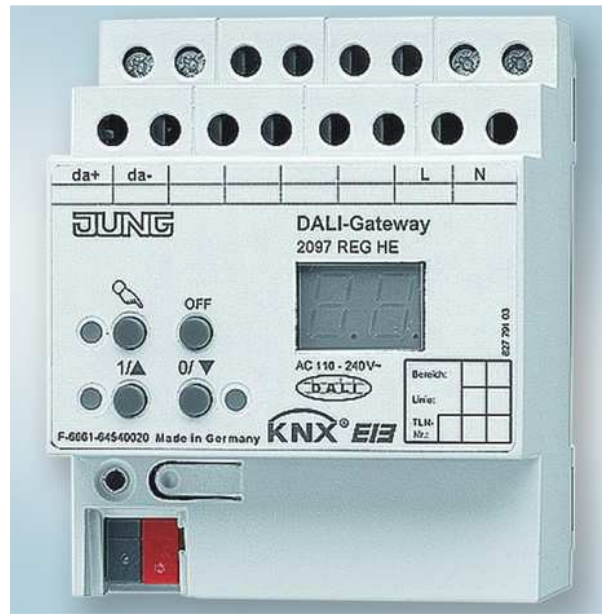


Figura 35. Interfaz dali

Con este interfaz controlamos la regulación de la intensidad de la iluminación fluorescente en función de la aportación de luz natural exterior.

Es capaz de controlar hasta un máximo de 64 componentes DALI, agrupables en un máximo de 32 canales. Con su display y pulsadores de su carcasa podemos manejar sus canales de forma independiente.

## 8.3. Elementos del sistema

### 8.3.1. ACOPLADOR DE BUS EMPOTRABLE

- **Ref. Fabricante:** 2070 U
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** SENSORES Y PULSADORES



Figura 36. Acoplador bus empotrable

Permite la conexión a la línea de bus para cierto grupo de sensores. Los demás aparatos ya cuentan con el acoplador de bus integrado.

### 8.3.2. ACOPLADOR DE VIDEO

- **Ref. Fabricante:** TK VS 21 U
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** SENSORES Y PULSADORES



*Figura 37. Acoplador de video*

El adaptador de video sirve para conectar cámaras analógicas al sistema.

### 8.3.3. CONTROLADOR KNX PARA AIRE ACONDICIONADO

- **Ref. Fabricante:** zen-irsc
- **Fabricante:** ZENNIO
- **Familia Web:** CLIMATIZACIÓN



Figura 38. Controlador KNX aire acondicionado

Los sistemas de aire acondicionado domésticos presentan los siguientes inconvenientes:

- El accionamiento a distancia queda limitado a la estancia donde estén ubicados debido a que el control se realiza mediante comandos infrarrojos.
- No es posible recrear escenas de clima previamente grabadas por el usuario.
- Incapacidad de integrar en un único sistema de control de una vivienda domótica su funcionalidad. Aplicaciones de telefonía móvil, telefonía fija, Internet, televisión, etc., no hablan su mismo idioma no pudiéndose aprovechar sus ventajas que aumentarían el confort, ahorro energético y la comunicación con el hogar.

La solución para satisfacer las necesidades anteriores es crear un interfaz de comunicación entre el sistema domótico instalado en una vivienda y el split de aire acondicionado para que éste quede completamente integrado en la instalación, haciéndose posible su control como un componente más de la red. Para realizar dicho interfaz se tuvieron en cuenta las siguientes premisas:

- Desarrollar un interfaz para sistemas domóticos estándar que cumplieran la norma CENELEC 50090. El sistema EIB-KONNEX cumple con esta norma siendo un estándar.



- No influir en los ciclos de funcionamiento de las máquinas de aire acondicionado para evitar generar cualquier tipo de anomalía, avería, intromisión, reducción del rendimiento termodinámico o disminución de la vida de la máquina.

Conexiones del controlador:

- De un lado la conexión al bus EIB-KONNEX mediante su conector homologado.
- Del otro lado, a un emisor de infrarrojos mediante un cable paralelo ultra-fino de 2.1m
- Es posible ocultar completamente el dispositivo de tal forma que sólo quede expuesta una mínima cantidad del cable del emisor que dependerá del modelo de split o del receptor de infrarrojos en el caso de un sistema de conductos de AA.
- No necesita alimentación adicional ya que la necesaria la recibe del bus.

### 8.3.4. RECEPTOR RF DE SUPERFICIE

- **Ref. Fabricante:** 2700 AP
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** COMUNICACIÓN VIA RADIO



*Figura 39. Receptor RF*

Este dispositivo sirve para poder integrar cualquier emisor del sistema de Control Vía Radio de JUNG en el bus KNX. Una vez asociados los distintos canales de los emisores de radio al interface, se les asignan las correspondientes direcciones de grupo a través del ETS, de forma que cualquier emisor de radio puede activar cualquier actuador del sistema KNX. Se trata de una comunicación unidireccional, no siendo posible activar receptores de radio desde un sensor de KNX.

Está pensado para utilizar mandos a distancia RF para controlar la estancia.

Las informaciones recibidas por radio pueden ser convertidas en telegramas KNX, para accionamiento, regulación de luz, persianas, transmisión de valores o auxiliar de escenas.

Como cualquier receptor de vía radio, posee además una memoria para generar él mismo hasta 5 escenas.

En su funcionamiento normal, se alimenta exclusivamente del bus KNX, aunque para su puesta en marcha es necesaria una pila de 9 V.

### 8.3.5. MANDO A DISTANCIA RF ESTÁNDAR 3 X 8 CANALES

- **Ref. Fabricante:** 48 FH
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** MANDOS A DISTANCIA / RF



*Figura 40. Mando a distancia RF*

Al pulsar una de las teclas de este mando se envía un telegrama vía radio que será recibido por todos los componentes del sistema vía radio, pero solamente será aceptado por aquellos que sean sus destinatarios.

Dispone de 3 grupos, cada uno de ellos con ocho canales. Es decir, se pueden controlar hasta 24 receptores con un solo mando.

Dispone además de 2 botones específicos para control central.

### 8.3.6. FUENTE DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA 640 MA PARA CARRIL DIN

- **Ref. Fabricante:** SU/S 30.640.1
- **Fabricante:** ABB
- **Familia Web:** FUENTES DE ALIMENTACIÓN



*Figura 41. Fuente alimentación*

El suministro de corriente EIB sin interrupciones genera y supervisa la tensión del sistema EIB ante cortes de energía.

La conexión con el EIB se establece mediante bornes de conexión de bus. Si se pulsa la tecla de reset se activa durante unos 20 segundos un reset (independientemente de cuánto tiempo permanezca apretada la tecla). La línea del bus se desconecta y los participantes del bus conectados a esta línea de bus se reponen al estado inicial.

### 8.3.7. ACOPLADOR DE LÍNEA/ÁREA KNX PARA CARRIL DIN 2142

- **Ref. Fabricante:** 2142 REG
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** ACOPLADORES (LÍNEA / ÁREA)



Figura 42. Acoplador línea/área

El acoplador de línea hace posible la interconexión e intercambio de información entre las distintas líneas del bus KNX. Los acopladores de línea/área proporcionan una separación galvánica entre las diferentes líneas que conectan. Tanto la línea de jerarquía inferior como la de jerarquía superior se le conectan frontalmente mediante terminales de conexión, y ambas deben estar alimentadas de forma separada.

En función de las tablas de filtros, que genera automáticamente, se puede bloquear el tránsito de algunos telegramas a través del acoplador de línea.

Dispone también de una aplicación que le permite funcionar como amplificador de línea, con la cual se podrán configurar líneas de bus de más de 64 componentes (hasta 256).

## 8.4. Elementos de Visualización

### 8.4.1. PASARELA TCP/IP "COMBRIDGE MCG" + INTERRUPTOR HORARIO 100 CANALES + MÓDULO LÓGICO + GENERACIÓN Y GESTIÓN EVENTOS + RELOJ MASTER EIB/KNX

- **Ref. Fabricante:** 3622-141-01
- **Fabricante:** IPAS
- **Familia Web:** VISUALIZACIÓN / REQUIERE PC (SOFTWARE)



Figura 43. Pasarela TCP/IP- EIB/KNX

Podemos dividir el Combridge MCG en dos aparatos, uno como módulo EIB/KNX y otro como pasarela TCP/IP – EIB/KNX. Para que funcione como pasarela es necesario la adquisición de un software adicional y que éste corra en un servidor.

Como aparato EIB/KNX, el Combridge MCG contiene:

- Interruptor horario semanal hasta 100 tareas y hasta 80 canales. Los valores de salida pueden ser binarios o valores, dependiendo del tipo de dato del objeto.
- Interruptor de eventos programable (Programación de Escenas).
- Ciertos eventos provocan que se ejecuten escenas o se almacenen en una variable interna del Combridge, cuando se cumple una condición determinada.

- Puertas lógicas. Se pueden definir funciones lógicas en el Combridge. Cada puerta lógica dispone de cuatro entradas. Cada entrada se puede invertir y pueden ser tanto objetos EIB/KNX como variables internas.
- Reloj Tiempo-Real. Es capaz de enviar la fecha y la hora al bus.
- Modo Info-Object. El Combridge MCG actúa como vinculo entre el EIB/KNX y una red IP.
- Interfaz de programación. Con la nueva versión del firmware, la 1.3, es capaz de actuar como programador Ethernet utilizando el protocolo EIBNet/IP. El Combridge es el único dispositivo capaz de mantener dos conexiones simultáneas.
- El Combridge MCG como pasarela necesita el Combridge Studio Software, el cual gestiona la comunicación a través de los servicios del Combridge Studio Service Core.

#### 8.4.2. PANTALLA TÁCTIL KNX JUNG EN COLOR

- **Ref. Fabricante:** FP 701 CT
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** PANTALLAS TÁCTILES



*Figura 44. Pantalla táctil*

Es una pantalla táctil KNX a color de 5,7 pulgadas, que ofrece un potente y atractivo interface gráfico de usuario. Simplificando el control de todas las funciones de iluminación, persianas, climatización y alarmas entre otras, y permitiendo controlar toda la instalación desde cualquier punto, de una forma cómoda, visual y sencilla.

Internamente dispone de gran cantidad de puertas lógicas, temporizadores y multiplexores, que permitirán realizar funciones complejas dentro del sistema KNX. También incorpora un programador semanal de 16 canales, y una memoria para 24 escenas, con 32 posibles participantes.

Se conecta directamente a la tensión de 230 V AC y al bus KNX.



### 8.4.3. CENTRAL DE ALARMAS TITANIA 960 TCP/IP

- **Ref. Fabricante:** TITANIA 960 TCP/IP
- **Fabricante:** JANDEI
- **Familia Web:** CENTRAL DE ALARMAS



Figura 45. Central alarmas

#### Características:

- Posibilidad de transmitir eventos a 3 receptoras de forma simultánea.
- Programación de 2 IPs por receptora para proveer redundancia.
- Programación bi-direccional local y remota por software a través de PC.
- La Central registra hasta 256 eventos. Se pueden ver hasta 128 en el teclado y se pueden descargar los 256 desde el software de programación en un archivo \*.txt separado por comas.
- Interpretación como entradas de los detectores EIB o cableados pudiendo mezclarlos en la programación.
- Interpretación como Salidas de los elementos EIB.
- Ejecución de acciones de forma encadenada para responder con el número de acciones deseadas ante eventos o ejecución de acciones.
- Disponibilidad de módulo GPRS externo para ubicaciones donde la cobertura falla.
- Aprovechamiento de la infraestructura de red del cliente evitando gastos de telefonía innecesarios.
- Cambio de modo TCP/IP <---> GPRS automático al detectar el fallo de comunicación de la línea.

#### 8.4.4. TKM Cámara IP techo 58°

- **Ref. Fabricante:** TK 420 FDK 58
- **Fabricante:** JUNG
- **Familia Web:** Videoporteros / Aparatos del sistema



*Figura 46. Cámara IP*

El control automático del obturador, la compensación automática de la luz frontal y la regulación automática de la potencia permiten su uso tanto en interiores como en exteriores bajo luz solar.

Solamente se puede acoplar al sistema TKM mediante el adaptador TK VS 21 U. La resolución es de 420 TVL (752 x 582 píxeles).

## 9. Solución técnica del proyecto

Para la solución técnica del proyecto, nos basaremos en el sistema domótico KNX / EIB con medio de transmisión y comunicación TP1 con bus de control independiente y modo de configuración S-mode. Las principales razones son:

- Es un sistema que permite una instalación híbrida, es decir, de arquitectura descentralizada y distribuida.
- Gran velocidad de transmisión gracias al Bus de control TP1 (Twisted Pair).
- Los productos están homologados y son compatibles con un gran número de fabricantes. Además estos productos están estandarizados internacionalmente por KNX.
- Es una instalación rápida, sencilla y ampliable.
- Es económica comparado con otros sistemas domóticos.

### 9.1. Requerimientos funcionales del sistema

El sistema llegará a ser de grado de automatización normal [2], según la guía técnica de aplicación de instalaciones de sistemas de automatización gestión técnica de energía y seguridad para viviendas y edificios , ya que cumplirá con los siguientes requisitos funcionales:

- **Sistema ampliable:** El sistema permitirá poder ampliarse en un futuro. Esto se consigue con KNX con una instalación híbrida, de arquitectura descentralizada y distribuida, y su compatibilidad con otros fabricantes.
- **Alarmas técnicas:** El sistema debe ser capaz de comunicar alarmas de fallo eléctrico, inundación o intrusión.
- **Persianas:** Control de las persianas mediante pulsadores y escenas.
- **Climatización:** Con el Actuador electrónico de clima controlamos la calefacción de la vivienda y con el Controlador Zennio KNX controlamos los aires acondicionados. Podemos programar, manualmente o por medio de escenas, la climatización de cada zona de la vivienda.
- **Iluminación interior:** Encendido automático luces y creación de escenas en sala estar y dormitorios, pudiendo controlar la regulación luminosa.
- **Iluminación exterior:** Encendido y apagado según el nivel de luz y por programación horaria. La iluminación decorativa consiste en crear distintas escenas y enlazarlas cada cierto tiempo programable.

- **Interface de usuario:** Cada habitación tendrá un teclado multifuncional desde el que se controla la iluminación, la climatización y las persianas.
- **Uso de escenas:** Posibilidad de la recreación de diferentes escenas predeterminadas por el usuario. Por ejemplo, aumenten o disminuyan la intensidad de las luces a lo largo del día dependiendo de los parámetros que se hayan asignado, para así obtener el máximo confort para el usuario.

## 9.2. Implementación del sistema y presupuesto

A continuación se detallara que elementos se instalaran en cada habitación de la vivienda genérica con el presupuesto necesario en cada zona y el presupuesto total a invertir. La vivienda ya posee calefacción y aire acondicionado en todas las habitaciones. También pueden verse la instalación de cada elemento en el apartado de Planos.

Como medio de transmisión y comunicación se utilizará TP1 (*Twisted Pair*) que consiste en instalar primero el cableado para el bus de control independiente antes de la instalación, montaje y configuración de los elementos. En este caso la mejor opción es la disposición en "anillo" del bus de control. (Ver Plano 2). El cable utilizado seguirá las normas de la serie EN 61.196 y CEI 60.189-2. [2]

Cada habitación tendrá además un mando RF para el control de la estancia.

Para la programación del sistema se utilizará el modo de configuración S-Mode.

El vestíbulo tiene un sensor de alarma de detector de movimiento, un pulsador para la luz y un actuador para regular la intensidad lumínica según la escena programada.

<b>Vestíbulo</b>				
<b>Elemento Sistema</b>	<b>Ref. Fabricante</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Precio Total (€)</b>
<i>Detector de movimiento 180'</i>	<i>A3280</i>	<i>1</i>	<i>83,9</i>	<i>83,9</i>
<i>Acoplador al bus empotrable</i>	<i>2070 U</i>	<i>1</i>	<i>78,4</i>	<i>78,4</i>
<i>Módulo universal 1 fase</i>	<i>3091 TSM</i>	<i>1</i>	<i>142,71</i>	<i>142,71</i>
<i>Actuador dimmer universal</i>	<i>3601 REG</i>	<i>1</i>	<i>272,3</i>	<i>272,3</i>
				<b><i>+=577,31</i></b>

*Tabla 1. Vestíbulo*

La sala de estar tiene diferentes pulsadores para la iluminación, que con los actuadores puede regularse, ya sea manualmente o por una escena, además de un controlador de estancia para el control del aire acondicionado y las persianas.

Con la pantalla táctil podemos programar las diferentes escenas que queramos para el confort de la vivienda.

Además aquí tenemos la central de alarmas del sistema.

<b>Sala se Estar</b>				
<b>Elemento Sistema</b>	<b>Ref. Fabricante</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Precio Total (€)</b>
<i>Módulo universal 1 fase</i>	<i>3091 TSM</i>	<i>1</i>	<i>142,71</i>	<i>142,71</i>
<i>Módulo universal 4 fases</i>	<i>3094 TSM</i>	<i>1</i>	<i>296,85</i>	<i>296,85</i>
<i>Controlador de estancia de 6 fases</i>	<i>RCD 3096 TSM</i>	<i>1</i>	<i>484,8</i>	<i>484,8</i>
<i>Controlador Zennio KNX</i>	<i>zen-irsc</i>	<i>1</i>	<i>168,2</i>	<i>168,2</i>
<i>Actuador de persianas 4 canales</i>	<i>2504 REGHE</i>	<i>2</i>	<i>297,8</i>	<i>595,6</i>
<i>Pantalla táctil KNX</i>	<i>FP 701 CT</i>	<i>1</i>	<i>1277</i>	<i>1277</i>
<i>Central de alarmas JANDEI</i>	<i>TITANIA 960</i>	<i>1</i>	<i>660</i>	<i>660</i>
<i>Actuador dimmer universal</i>	<i>3601 REG</i>	<i>1</i>	<i>272,3</i>	<i>272,3</i>
<i>Actuador 8 salidas, 16 A</i>	<i>2308.16 REGCHM</i>	<i>1</i>	<i>441,7</i>	<i>441,7</i>
				<b>+=4339,16</b>

*Tabla 2. Sala de Estar*

En la cocina tenemos un pulsador para la luz, un regulador interfaz DALI para el fluorescente y un sensor de alarma contra inundaciones.

<b>Cocina</b>				
<b>Elemento Sistema</b>	<b>Ref. Fabricante</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Precio Total (€)</b>
<i>Módulo universal 1 fase</i>	<i>3091 TSM</i>	<i>1</i>	<i>142,71</i>	<i>142,71</i>
<i>Detector de inundación a 12 V &amp; Sonda de agua</i>	<i>AE98/IN &amp; AE98/INS</i>	<i>1</i>	<i>56,4</i>	<i>56,4</i>
<i>Interface DALI KNX</i>	<i>2097 REGHE</i>	<i>1</i>	<i>530,4</i>	<i>530,4</i>
				<b>+=729,51</b>

*Tabla 3. cocina*

En el pasillo instalaremos un sensor de alarma de detección de movimiento y el receptor de radio frecuencia del sistema.

También tendremos un pulsador a cada extremo del pasillo para la iluminación con su regulador de intensidad lumínica.

<b>Pasillo</b>				
<b>Elemento Sistema</b>	<b>Ref. Fabricante</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Precio Total (€)</b>
<i>Detector de movimiento 180'</i>	<i>A3280</i>	<i>1</i>	<i>83,9</i>	<i>83,9</i>
<i>Acoplador al bus empotrable</i>	<i>2070 U</i>	<i>1</i>	<i>78,4</i>	<i>78,4</i>
<i>Módulo universal 1 fase</i>	<i>3091 TSM</i>	<i>2</i>	<i>142,71</i>	<i>285,42</i>
<i>Receptor RF de superficie</i>	<i>2700AP</i>	<i>1</i>	<i>546,8</i>	<i>546,8</i>
<i>Mando a distancia RF</i>	<i>48FH</i>	<i>1</i>	<i>74,9</i>	<i>74,9</i>
<i>Actuador dimmer universal</i>	<i>3601 REG</i>	<i>1</i>	<i>272,3</i>	<i>272,3</i>
				<b>+=1341,72</b>

*Tabla 4. Pasillo*

El dormitorio principal tiene varios pulsadores para las distintas luces de techo y de mesa, con sus reguladores de iluminación, además de un controlador de estancia para controlar la persiana y el aire acondicionado.

Todos los dormitorios poseen un mando de control a distancia por radio frecuencia.

<b>Dormitorio 1</b>				
<b>Elemento Sistema</b>	<b>Ref. Fabricante</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Precio Total (€)</b>
<i>Módulo universal 1 fase</i>	<i>3091 TSM</i>	<i>1</i>	<i>142,71</i>	<i>142,71</i>
<i>Módulo universal 4 fases</i>	<i>3094 TSM</i>	<i>1</i>	<i>296,85</i>	<i>296,85</i>
<i>Controlador de estancia de 6 fases</i>	<i>RCD 3096 TSM</i>	<i>1</i>	<i>484,8</i>	<i>484,8</i>
<i>Controlador Zennio KNX</i>	<i>zen-irsc</i>	<i>1</i>	<i>168,2</i>	<i>168,2</i>
<i>Actuador de persianas 4 canales</i>	<i>2504 REGHE</i>	<i>1</i>	<i>297,8</i>	<i>297,8</i>
<i>Actuador dimmer universal</i>	<i>3601 REG</i>	<i>1</i>	<i>272,3</i>	<i>272,3</i>
<i>Actuador 8 salidas, 16 A</i>	<i>2308.16 REGCHM</i>	<i>1</i>	<i>441,7</i>	<i>441,7</i>
<i>Mando a distancia RF</i>	<i>48FH</i>	<i>1</i>	<i>74,9</i>	<i>74,9</i>
				<b>+=2179,26</b>

*Tabla 5. Dormitorio 1*

En el segundo dormitorio tenemos lo mismo que en el dormitorio principal solo que con algo menos de iluminación que controlar.

<b>Dormitorio 2</b>				
<b>Elemento Sistema</b>	<b>Ref. Fabricante</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Precio Total (€)</b>
<i>Módulo universal 1 fase</i>	<i>3091 TSM</i>	<i>1</i>	<i>142,71</i>	<i>142,71</i>
<i>Módulo universal 2 fases</i>	<i>3092 TSM</i>	<i>1</i>	<i>151,35</i>	<i>151,35</i>
<i>Controlador de estancia de 4 fases</i>	<i>RCD 3094 TSM</i>	<i>1</i>	<i>377,9</i>	<i>377,9</i>
<i>Controlador Zennio KNX</i>	<i>zen-irsc</i>	<i>1</i>	<i>168,2</i>	<i>168,2</i>
<i>Actuador de persianas 4 canales</i>	<i>2504 REGHE</i>	<i>1</i>	<i>297,8</i>	<i>297,8</i>
<i>Actuador dimmer universal</i>	<i>3601 REG</i>	<i>1</i>	<i>272,3</i>	<i>272,3</i>
<i>Actuador 8 salidas,16 A</i>	<i>2308.16 REGCHM</i>	<i>1</i>	<i>441,7</i>	<i>441,7</i>
<i>Mando a distancia RF</i>	<i>48FH</i>	<i>1</i>	<i>74,9</i>	<i>74,9</i>
				<b>+=1926,86</b>

*Tabla 6. Dormitorio 2*



El tercer dormitorio posee lo mismo que el segundo junto con una cámara IP de techo, por ejemplo para vigilar a niños pequeños.

<b>Dormitorio 3</b>				
<b>Elemento Sistema</b>	<b>Ref. Fabricante</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Precio Total (€)</b>
<i>Módulo universal 1 fase</i>	<i>3091 TSM</i>	<i>1</i>	<i>142,71</i>	<i>142,71</i>
<i>Módulo universal 2 fases</i>	<i>3092 TSM</i>	<i>1</i>	<i>151,35</i>	<i>151,35</i>
<i>Controlador de estancia de 4 fases</i>	<i>RCD 3094 TSM</i>	<i>1</i>	<i>377,9</i>	<i>377,9</i>
<i>Controlador Zennio KNX</i>	<i>zen-irsc</i>	<i>1</i>	<i>168,2</i>	<i>168,2</i>
<i>Acoplador de video</i>	<i>TK VS 21 U</i>	<i>1</i>	<i>108,68</i>	<i>108,68</i>
<i>TKM Cámara IP techo 58°</i>	<i>TK 420 FDK 58</i>	<i>1</i>	<i>540,36</i>	<i>540,36</i>
<i>Actuador de persianas 4 canales</i>	<i>2504 REGHE</i>	<i>1</i>	<i>297,8</i>	<i>297,8</i>
<i>Actuador dimmer universal</i>	<i>3601 REG</i>	<i>1</i>	<i>272,3</i>	<i>272,3</i>
<i>Actuador 8 salidas, 16 A</i>	<i>2308.16 REGCHM</i>	<i>1</i>	<i>441,7</i>	<i>441,7</i>
<i>Mando a distancia RF</i>	<i>48FH</i>	<i>1</i>	<i>74,9</i>	<i>74,9</i>
				<b><i>+=2575,9</i></b>

*Tabla 7. Dormitorio 3*

En los baños tenemos pulsadores para las luces y un sensor de alarma de detección de inundaciones.

<b>Baño 1</b>				
<b>Elemento Sistema</b>	<b>Ref. Fabricante</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Precio Total (€)</b>
<i>Módulo universal 1 fase</i>	<i>3091 TSM</i>	<i>2</i>	<i>142,71</i>	<i>285,42</i>
<i>Detector de inundación a 12 V &amp; Sonda de agua</i>	<i>AE98/IN &amp; AE98/INS</i>	<i>1</i>	<i>56,4</i>	<i>56,4</i>
				<b>+=341,82</b>

*Tabla 8. Baño 1*

<b>Baño 2</b>				
<b>Elemento Sistema</b>	<b>Ref. Fabricante</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Precio Total (€)</b>
<i>Módulo universal 1 fase</i>	<i>3091 TSM</i>	<i>2</i>	<i>142,71</i>	<i>285,42</i>
<i>Detector de inundación a 12 V &amp; Sonda de agua</i>	<i>AE98/IN &amp; AE98/INS</i>	<i>1</i>	<i>56,4</i>	<i>56,4</i>
				<b>+=341,82</b>

*Tabla 9. Baño 2*

En la terraza tenemos un pulsador para la luz exterior y una alarma de detección de movimiento.

<b>Terraza</b>				
<b>Elemento Sistema</b>	<b>Ref. Fabricante</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Precio Total (€)</b>
<i>Módulo universal 1 fase</i>	<i>3091 TSM</i>	<i>1</i>	<i>142,71</i>	<i>142,71</i>
<i>Detector de movimiento 180'</i>	<i>A3280</i>	<i>1</i>	<i>83,9</i>	<i>83,9</i>
<i>Acoplador al bus empotrable</i>	<i>2070 U</i>	<i>1</i>	<i>78,4</i>	<i>78,4</i>
				<b>+=305,01</b>

*Tabla 10. Terraza*

Otros elementos necesarios en el sistema son:

<b>Otros Elementos del Sistema</b>				
<b>Elemento Sistema</b>	<b>Ref. Fabricante</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Precio Total (€)</b>
<i>Pasarela TCP/IP Combridge</i>	<i>3091 TSM</i>	<i>1</i>	<i>142,71</i>	<i>142,71</i>
<i>Fuente de alimentación 640</i>	<i>SU/S 30.640.1</i>	<i>1</i>	<i>368,5</i>	<i>368,5</i>
<i>Acoplador de línea/área KNX</i>	<i>2142 REG</i>	<i>1</i>	<i>341,7</i>	<i>341,7</i>
<i>Actuador electrónico de clima</i>	<i>2136 REGHZ</i>	<i>1</i>	<i>251,4</i>	<i>251,4</i>
				<b>+=1104,31</b>

*Tabla 11. Otros Elementos del Sistema*

➤ **Presupuesto Total a Invertir: 15.908,18 €**

### 9.3. Programación del sistema

A la hora de programar cualquier aparato del sistema KNX / EIB, se debe de tener en cuenta los siguientes conceptos [4]:

- **Dirección física (DF):** Identifica cada aparato en la instalación (Área, Línea, aparato).
- **Aplicación:** Cada aparato puede tener una o más aplicaciones, que es el tipo de función a realizar (conmutación, regulación, ajuste de parámetros, etc.)
- **Parámetros:** Para cada aplicación los parámetros permiten determinar el comportamiento específico (tiempos de ajuste, definición de teclas, etc.)
- **Objetos de comunicación (OC):** Cada aparato tiene sus objetos de comunicación que cambian en función de las aplicaciones y parámetros elegidos. Se enlazan con ellos las direcciones de grupo para desarrollar la funcionalidad, comunicando eventos y valores en el bus.
- **Dirección de grupo (DG):** Es el mecanismo para vincular unos aparatos con otros (sensores y actuadores) por medio de su asociación a objetos de comunicación.

Lo primero que tenemos que hacer es importar al ETS el software de cada elemento que nos proporciona el fabricante. Hay que tener en cuenta cuales son las entradas y salidas de los actuadores y sus entradas binarias.

Insertamos cada elemento en su espacio correspondiente.

Una vez hecho esto definimos las funciones y características de los elementos a implementar en el sistema por tipo de función de los actuadores y por habitación. Para ello asignaremos las direcciones físicas de los componentes del sistema según su función para la comunicación entre elementos. Esto puede hacerse de forma automática o de forma manual a través del cuadro de dialogo "propiedades".

Después editamos las direcciones de grupo según la función que desempeñen los elementos.

Por último se procede al volcado de la programación en el sistema para su puesta en marcha.

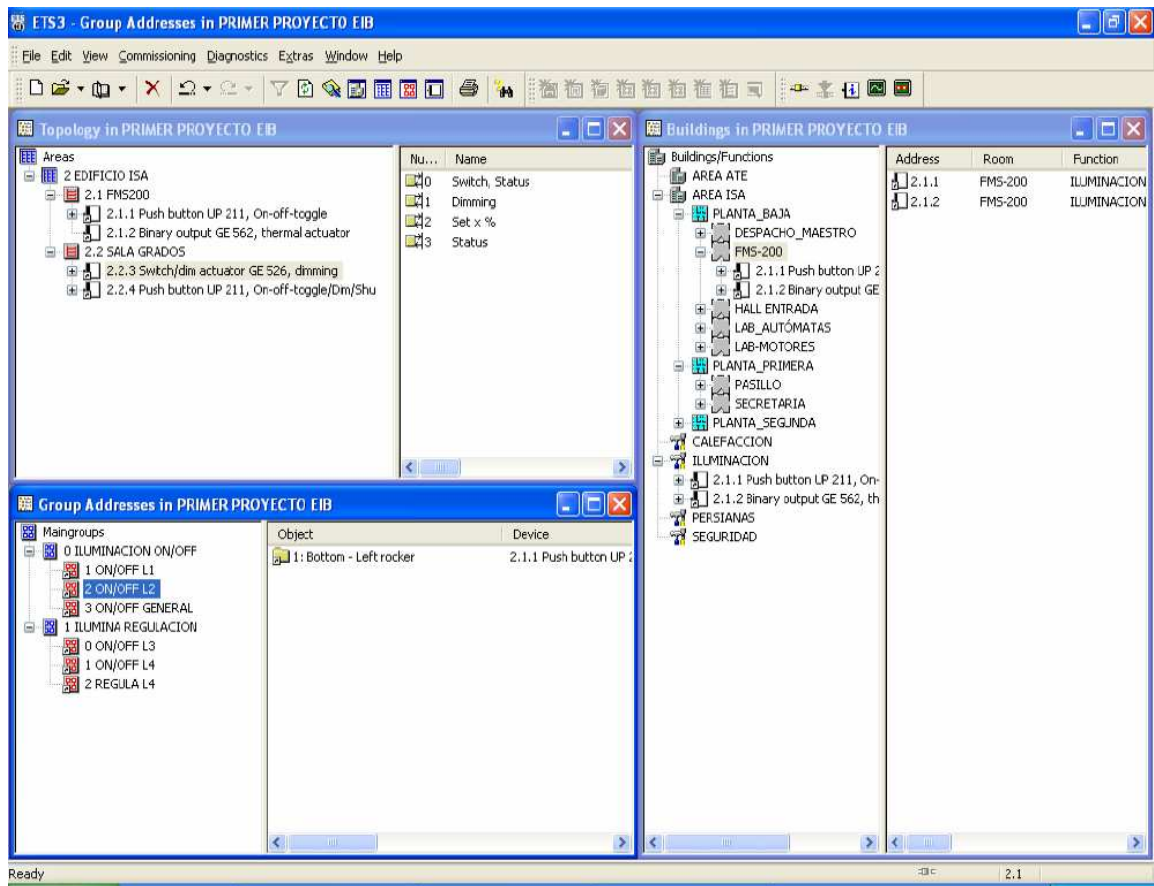
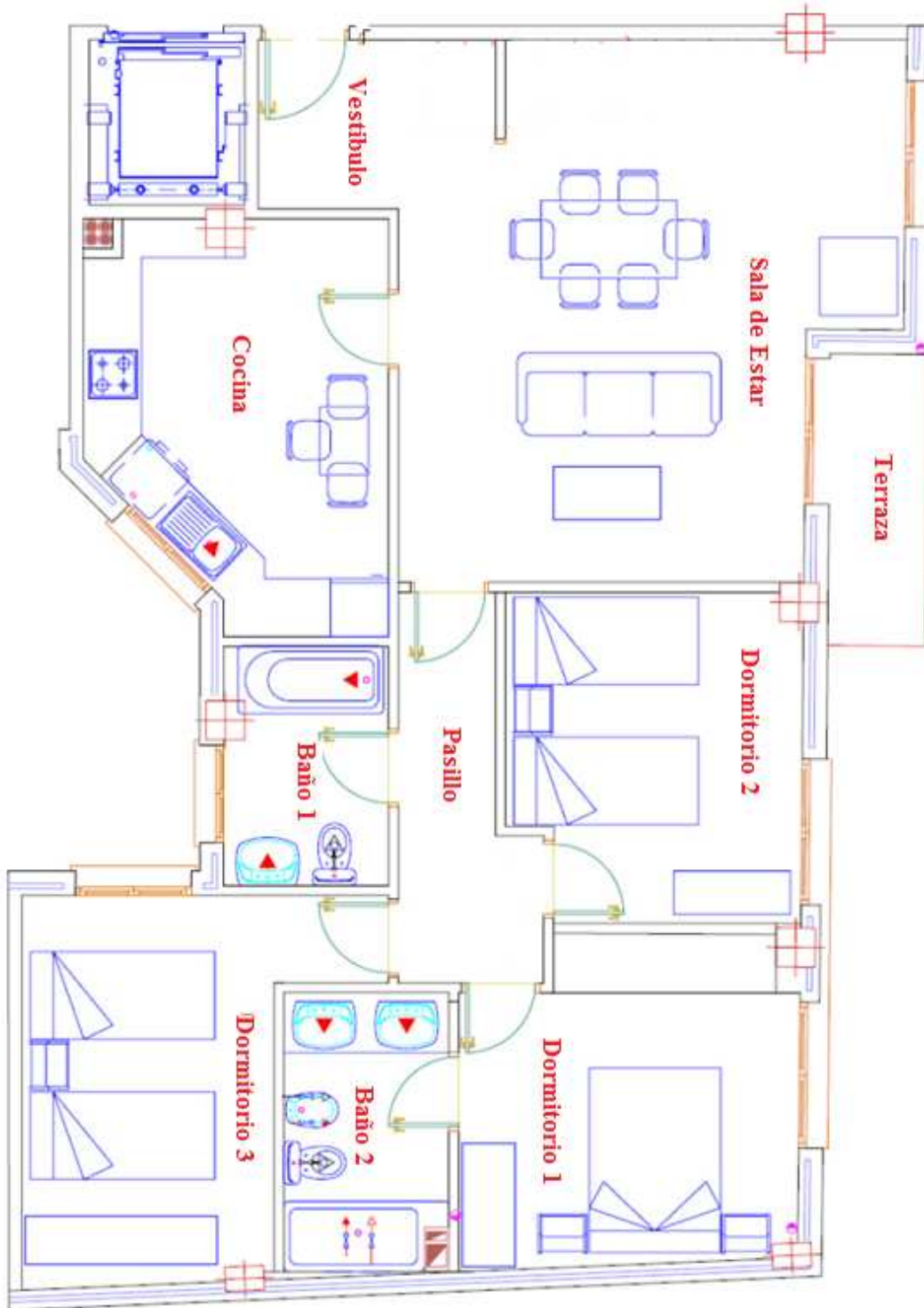


Figura 47. Captura ETS 3

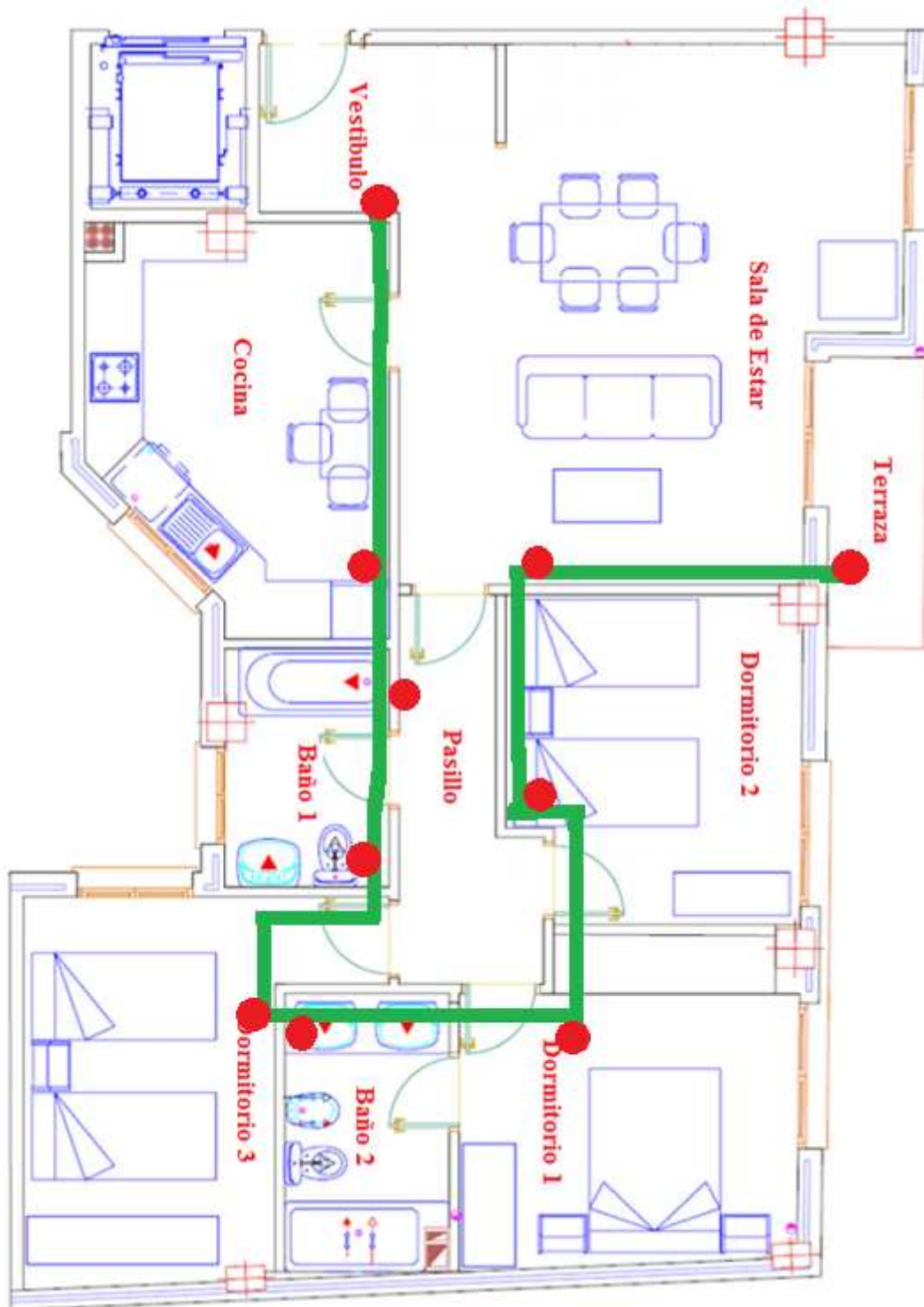
## 10. Planos

Plano general de la vivienda:



*Plano 1. Plano General de la Vivienda*

Plano general de la vivienda con el Bus de Control, configuración en "anillo":



*Plano 2. Bus de Control*

## 10.1. Elementos por estancias

### Sala de Estar y Terraza:

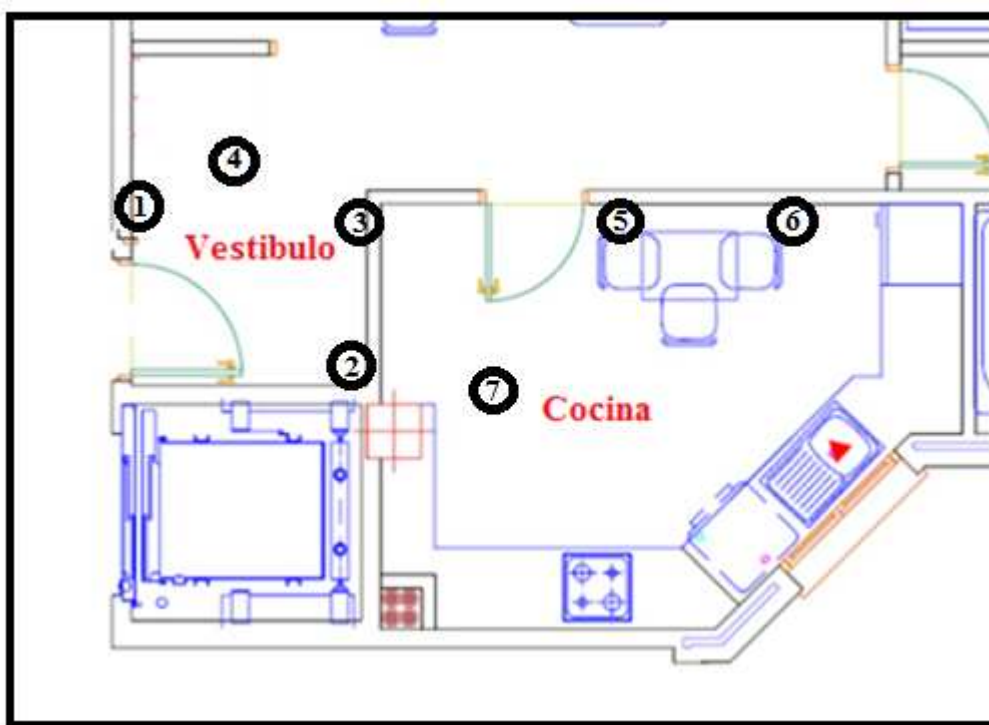


Plano 3. Sala de Estar y Terraza

- 1) Módulo universal 1 fase (3091 TSM)
- 2) Módulo universal 4 fases (3094 TSM)
- 3) Controlador de estancia de 6 fases (RCD 3096 TSM)
- 4) Controlador Zennio KNX (zen-irsc)
- 5) Actuador de persianas 4 canales (2504 REGHE)
- 6) Actuador de persianas 4 canales (2504 REGHE)
- 7) Pantalla táctil KNX (FP 701 CT)
- 8) Central de alarmas JANDEI (TITANIA 960)
- 9) Actuador dimmer universal (3601 REG)
- 10) Actuador 8 salidas, 16 A (2308.16 REGCHM)
- 11) Módulo universal 1 fase (3091 TSM)
- 12) Detector de movimiento 180' (A3280)
- 13) Acoplador al bus empotrable (2070 U)



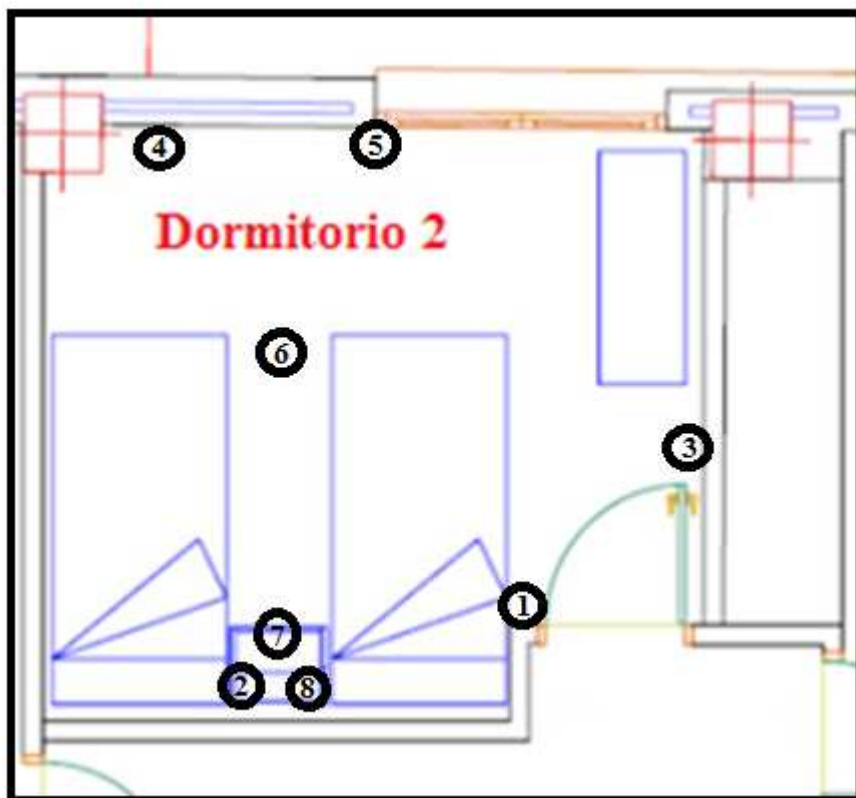
Vestíbulo y Cocina:



*Plano 4. Vestíbulo y Cocina*

- 1) *Módulo universal 1 fase (3091 TSM)*
- 2) *Detector de movimiento 180' (A3280)*
- 3) *Acoplador al bus empotrable (2070 U)*
- 4) *Actuador dimmer universal (3601 REG)*
- 5) *Módulo universal 1 fase (3091 TSM)*
- 6) *Detector de inundación a 12 V & Sonda de agua (AE98/IN & AE98/INS)*
- 7) *Interface DALI KNX (2097 REGHE)*

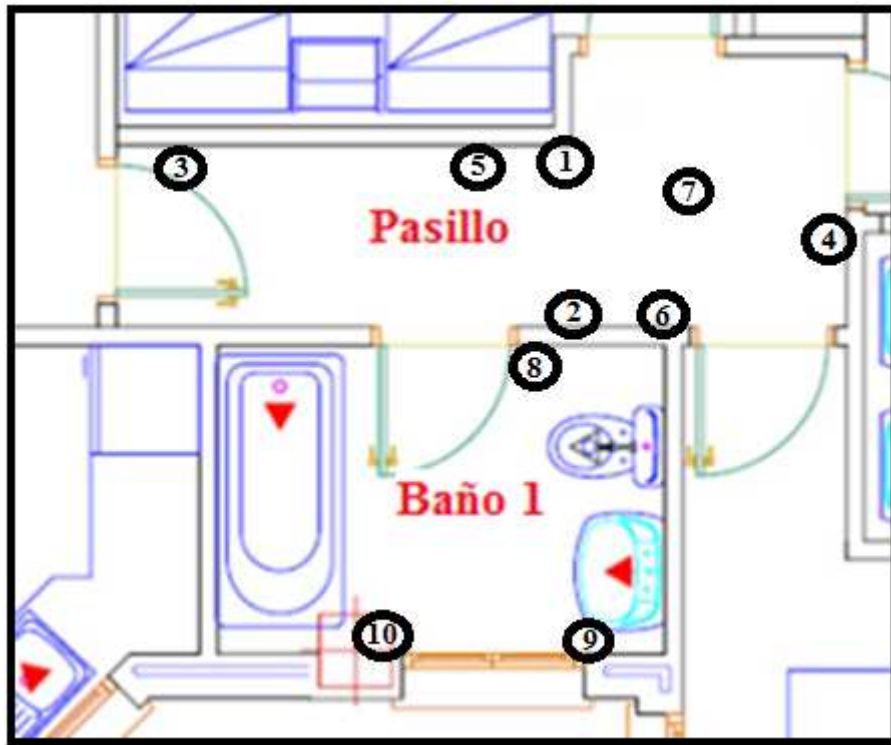
Dormitorio 2:



*Plano 5. Dormitorio 2*

- 1) *Módulo universal 1 fase (3091 TSM)*
- 2) *Módulo universal 2 fases (3092 TSM)*
- 3) *Controlador de estancia de 4 fases (RCD 3094 TSM)*
- 4) *Controlador Zennio KNX (zen-irsc)*
- 5) *Actuador de persianas 4 canales (2504 REGHE)*
- 6) *Actuador dimmer universal (3601 REG)*
- 7) *Actuador 8 salidas, 16 A (2308.16 REGCHM)*
- 8) *Mando a distancia RF (48FH)*

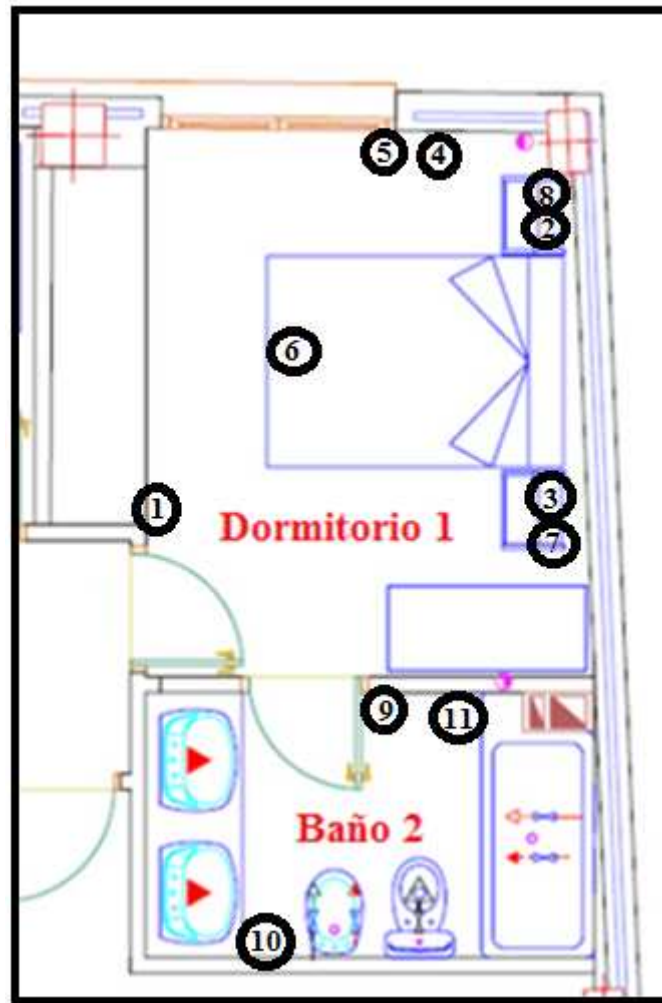
Pasillo y Baño 1:



*Plano 6. Pasillo y Baño 1*

- 1) *Detector de movimiento 180' (A3280)*
- 2) *Acoplador al bus empotrable (2070 U)*
- 3) *Módulo universal 1 fase (3091 TSM)*
- 4) *Módulo universal 1 fase (3091 TSM)*
- 5) *Receptor RF de superficie (2700AP)*
- 6) *Mando a distancia RF (48FH)*
- 7) *Actuador dimmer universal (3601 REG)*
- 8) *Módulo universal 1 fase (3091 TSM)*
- 9) *Módulo universal 1 fase (3091 TSM)*
- 10) *Detector de inundación a 12V & Sonda de agua (AE98/IN & AE98/INS)*

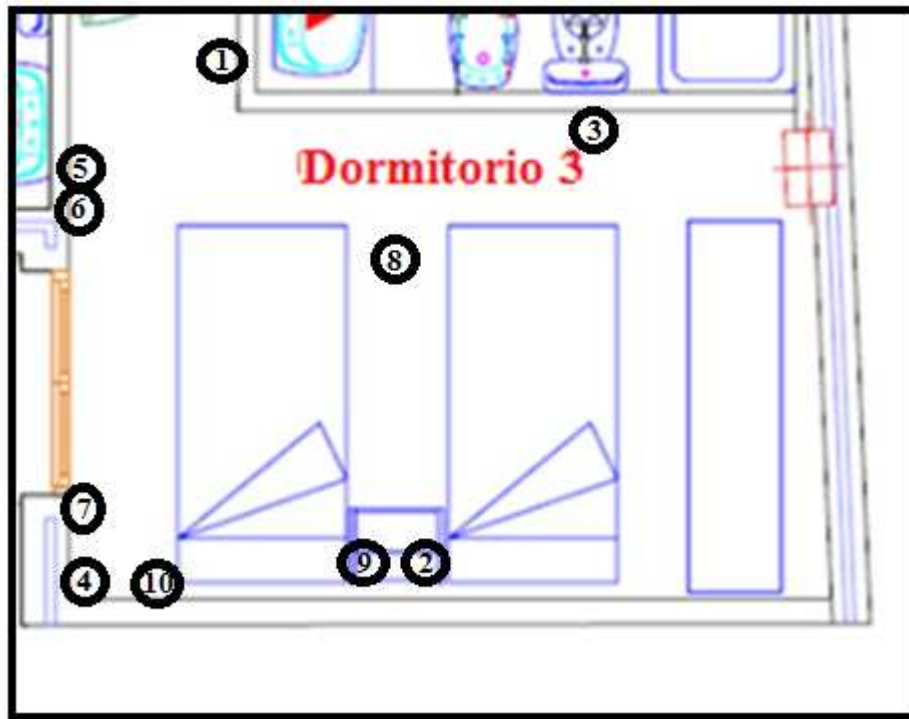
Dormitorio 1 y Baño 2:



Plano 7. Dormitorio 1 y Baño 2

- 1) Módulo universal 1 fase (3091 TSM)
- 2) Módulo universal 4 fases (3094 TSM)
- 3) Controlador de estancia de 6 fases (RCD 3096 TSM)
- 4) Controlador Zennio KNX (zen-irsc)
- 5) Actuador de persianas 4 canales (2504 REGHE)
- 6) Actuador dimmer universal (3601 REG)
- 7) Actuador 8 salidas, 16 A (2308.16 REGCHM)
- 8) Mando a distancia RF (48FH)
- 9) Módulo universal 1 fase (3091 TSM)
- 10) Módulo universal 1 fase (3091 TSM)
- 11) Detector de inundación a 12V & Sonda de agua (AE98/IN & AE98/INS)

Dormitorio 3:



Plano 8. Dormitorio 3

- 1) Módulo universal 1 fase (3091 TSM)
- 2) Módulo universal 2 fases (3092 TSM)
- 3) Controlador de estancia de 4 fases (RCD 3094 TSM)
- 4) Controlador Zennio KNX (zen-irsc)
- 5) Acoplador de video (TK VS 21 U)
- 6) TKM Cámara IP techo 58° (TK 420 FDK 58)
- 7) Actuador de persianas 4 canales (2504 REGHE)
- 8) Actuador dimmer universal (3601 REG)
- 9) Actuador 8 salidas, 16 A (2308.16 REGCHM)
- 10) Mando a distancia RF (48FH)

## **11. Conclusiones**

Una vez vistas las diferentes tecnologías domóticas que se pueden aplicar a una vivienda y los diferentes elementos que ofrecen, podemos hacer una valoración del proyecto y sacar las siguientes conclusiones.

La primera conclusión que se puede obtener es que, a la hora de diseñar una vivienda "inteligente" el proyecto domótico debe cumplir con los objetivos principales de confort y seguridad de los habitantes de la vivienda, ahorro y optimización de la energía que se utiliza, así como la correcta comunicación entre los dispositivos del sistema para garantizar su buen funcionamiento. También hay que tener en cuenta los requisitos de cada zona de la vivienda (iluminación, control de persianas, calefacción, etc.) para elegir los elementos del sistema que cumplan con dichos requisitos.

Como segunda conclusión cabe destacar que, existen muchas tecnologías diferentes por lo que hay que elegir el estándar más adecuado y que mejor se adapte a nuestras necesidades. La experiencia adquirida en este trabajo nos ha mostrado que, sólo las grandes empresas ofrecen un catálogo de productos lo suficientemente amplio para escoger los elementos que nuestro sistema necesite. Con el tiempo pequeñas empresas harán que los precios de los productos se reduzcan debido a la mayor competencia en el sector.

Por último, el sistema utilizado en el proyecto, KNX, permite gracias a su compatibilidad entre fabricantes y junto con la programación mediante ETS, la instalación de un sistema híbrido, es decir, de arquitectura descentralizada y distribuida, y ampliable en el futuro.

Este proyecto puede servir como guía sobre los distintos estándares y protocolos domóticos que existen en el mercado, de los requisitos que se exigen y/o puede necesitar una vivienda domótica y la configuración que deben llevar los distintos elementos dentro del sistema, así como sus características y funciones.

## 12. Referencias:

### 12.1. Bibliografía:

- **"Sistemas De Control Para Viviendas Y Edificios Domóticos"**, José María Quinteiro González, Javier Lamas Graziani, Juan D. Sandoval González. [1]
- **"Guía técnica de aplicación de instalaciones de sistemas de automatización gestión técnica de energía y seguridad para viviendas y edificios"**, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. *Guía BT-5. Edición Feb. 07. Revisión 1.* [2]
- **"Build Your Own: Smart Home"**, Robert C. Elsenpeter, Toby J. Velte, ed. *McGraw-Hill.* [3]
- **"Manual de Utilización - ETS 3 Profesional"** [4]

### 12.2. Referencias Web:

➤ **Para el apartado teórico:**

- *www.casadomo.com* [5]
- *www.domoticaviva.com* [6]
- *www.lonmark.es* [7]
- *www.bioingenieria.es* [8]
- *www.konnex.org* [9]
- *www.knx.org/es* [10]
- *www.eiba.org* [11]
- *www.ehsa.com* [12]

- [www.batibus.com](http://www.batibus.com) [13]
- [www.lonmark.com](http://www.lonmark.com) [14]
- [www.eiba-es.com](http://www.eiba-es.com) [15]
- [www.mundomotica.es](http://www.mundomotica.es) [16]
- [www.homesystems.es](http://www.homesystems.es) [17]
- [www.ldingenieria.com/domotica.html](http://www.ldingenieria.com/domotica.html) [18]
- [www.eveliux.com/mx/medios-de-transmision.php](http://www.eveliux.com/mx/medios-de-transmision.php) [19]

➤ **Para el apartado de elementos del sistema:**

- [www.jungiberica.es](http://www.jungiberica.es) [20]
- [www.futurasmus-knxgroup.es](http://www.futurasmus-knxgroup.es) [21]
- [www.eibshop-spain.com](http://www.eibshop-spain.com)[22]
- [www.domotica.com.es](http://www.domotica.com.es) [23]
- [www.domodesk.com](http://www.domodesk.com) [24]
- [www.domoticaviva.com](http://www.domoticaviva.com) [25]

### **12.3. Recursos Software:**

- **ETS3 versión 3.0e**