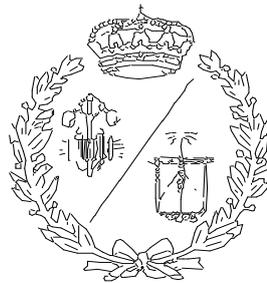


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto / Trabajo Fin de Carrera

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS
DOMÓTICOS EN UN AULA DOCENTE DE
LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**
(Home-automation systems implementation
in a classroom of the University of
Cantabria)

Para acceder al Título de

**INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
ESPECIALIDAD ELECTRÓNICA INDUSTRIAL**

Autor: Abel Rodríguez Ortiz

Septiembre - 2016





El presente Proyecto Fin de Carrera es dedicado a mis padres y hermana, ya que gracias a ellos he llegado a ser la persona que soy en la actualidad.

También una dedicatoria especial a un familiar que no está entre nosotros, Luis Rodríguez Lagunilla, gran conocedor de instalaciones eléctricas y domóticas, quien me animó a que optase por este tipo de trabajo.



Agradecimientos

En primer lugar, agradecer la realización de este trabajo a mis tutores, Adolfo Cobo García y Antonio Quintela Incera, ambos del Departamento de Ingeniería Fotónica de la Universidad de Cantabria, ya que sin su ayuda y conocimientos no me hubiera sido posible llevar a cabo este proyecto.

Igualmente, quisiera hacer una mención muy especial y dar las gracias a mi familia por apoyarme en esta empresa y confiar en mí, sobre todo a mis padres y hermana, que me han ayudado en los momentos más difíciles y alentado a la consecución de mis metas y objetivos no tan solo en este proyecto, sino a lo largo de mi vida como estudiante.

A mi amigo y compañero y el Ingeniero Federico C. Zachary.

Por último, y no menos importante, a mi pareja quien me ha animado en cada momento y confiado plenamente en mí durante todo este tiempo.

Sin más, espero que este trabajo sea de gran utilidad para todas aquellas personas que quieran echarle un vistazo.

¡Muchas gracias por todo!



Resumen

El objetivo del estudio es mejorar la calidad de la actividad desempeñada por los estudiantes de un centro universitario, en este caso un aula de la Universidad de Cantabria, mediante la implementación y automatización de sistemas domóticos e inmóticos, y a su vez optimizar los recursos energéticos de dicho centro.

En la investigación se utilizarán componentes del sistema europeo KNX (Konnex) así como su software ETS; donde se analizará con detalle los diferentes ámbitos en los que se pueda reducir el consumo energético y a su vez prestar un servicio adecuado para la tarea específica requerida. Especialmente, se incidirá en el control de la iluminación, puesto que en la mayoría de los casos es donde más se puede reducir el gasto, aunque también se tratará temas de climatización, comunicaciones, seguridad y alguna creación de escenas.

En el proyecto también se estudiará el ahorro de energía respecto al tema económico y el tiempo estimado para la amortización de dicha instalación.



Summary

The aim of the study is the improvement of the quality of the activity carried out by students of a university, specially a classroom at the University of Cantabria, by installing and automating of home-automation and building-automation systems, and in turn they optimize the energy resources of the center.

In the research I will install components of the European KNX (Konnex) and its ETS software, where it was analysed in detail the different areas where these devices can reduce energy consumption and in turn they provide suitable service for the specific task required. Especially, they have power over the lighting control, since in most cases it is where they can reduce spending, although issues of climate, communications, security and creating some scenes will also be discussed.

In the project it was studied the energy saving regarding the economic issue and the estimated time to recover that installation price.



ÍNDICE GENERAL



Contenido

1. Introducción	14
2. Domótica	17
2.1. Introducción	17
2.1.2. Impacto y oportunidades que ofrece.....	18
2.2. Antecedentes y evolución historia de la domótica	23
2.3. Servicios que ofrece	30
2.4. Topología	34
2.5. Tipos de arquitectura	37
2.6. Medios de transmisión	38
2.7. Componentes básicos	40
2.8. Sistemas comerciales.....	42
2.9. Futuro de la domótica.....	43
3. SISTEMA KNX.....	46
3.1. Introducción	46
3.2. Medios de transmisión	47
3.3. Topología	49
3.4. Direccionamiento	51
3.4.1. Direcciones físicas.....	51
3.4.2. Direcciones de grupo.....	52
3.5. Protocolos de comunicación.....	53
3.5.1. Método de acceso al bus.....	54
3.5.2. Formato de los telegramas.....	54
3.6. Estructura de comunicación de los dispositivos	57
3.7. Componentes del sistema	61
3.7.1. Dispositivos del sistema	61
3.7.2. Sensores.....	62
3.7.3. Actuadores.....	64
3.7.4. Interfaces	65
3.8. Integración con otras instalaciones.....	66
3.9. Instalación del sistema	67
3.10. Programación y configuración de los dispositivos	67
3.11. Principales fabricantes EIB/KNX.....	69
3.11.1. ABB.....	69
3.11.2. ARCUS	70
3.11.3. GIRA	70
3.11.4. IPAS	70
3.11.5. JUNG.....	71
Abel Rodríguez Ortiz	8



3.11.6. LINGG & JANKE.....	71
3.11.7. MERTEN	71
3.11.8. SIEMENS.....	71
3.11.9. ZENNIO.....	72
4. Memoria.....	74
4.1. Datos generales	74
4.1.1. Situación y emplazamiento	74
4.1.2. Descripción detallada del inmueble.....	76
4.1.3. Objeto del proyecto	78
4.1.4. Sistema domótico utilizado en la instalación	79
4.1.5. Alcance del proyecto.....	80
4.2. Componentes que constituyen la instalación.....	81
4.2.1. Funciones del sistema.....	81
4.2.1.1. Control de iluminación.....	81
4.2.1.2. Control de la climatización.....	84
4.2.1.3. Control del confort.....	84
4.2.1.4. Control de la seguridad.....	85
4.2.1.5. Ahorro energético.....	86
4.2.1.6. Comunicaciones.....	86
4.2.2. Funciones del sistema.....	86
4.2.3. Topología de la instalación.....	87
4.2.4. Componentes de la instalación	88
4.3. Infraestructura necesaria.....	102
4.3.1. Canalización	102
4.3.2. Fijación en pared o falso techo.....	102
4.3.3. Cuadros domóticos.....	103
4.3.4. Componentes de la instalación	103
4.4. Cuadro resumen.....	104
5. Pliego de condiciones.....	108
5.1. Objeto del pliego de condiciones	108
5.2. Condiciones particulares	108
5.1.1. Dispositivos de comunicaciones.....	108
5.1.1.1. Control de iluminación.....	109
5.1.1.2. Módulo GSM.....	110
5.1.2. Control de climatización	111
5.1.2.1. Sensor analógico/digital	111
5.1.2.2. Sensor KNX para control de Split de A/A	112
5.1.3. Dispositivos de seguridad.....	113
5.1.3.1. Entradas binarias	113
5.1.3.2. Sensor de inundación.....	114
5.1.3.3. Sensor de humo	115



5.1.3.4. Contactos magnéticos.....	115
5.1.4. Dispositivos de iluminación.....	116
5.1.4.1. Sensor de presencia.....	116
5.1.4.2. Dimmer para 4 cargas regulables (LEDs).....	116
5.1.4.3. Actuador multifunción de 16 salidas.....	117
5.1.5. Control de persianas y motores.....	118
5.1.5.1. Actuador de persianas.....	118
5.1.5.2. Actuador para el control de un motor.....	119
5.1.6. Otros componentes del sistema.....	120
5.1.6.1. Pulsador KNX de 8 canales.....	120
5.1.6.2. Receptor de RF y mando a distancia.....	121
5.1.6.3. Fuente de alimentación de KNX, 29 Vdc.....	121
5.1.6.4. Fuente de alimentación de 12 Vdc.....	122
5.1.6.5. Interfaz USB.....	122
5.1.8. Cableado.....	123
5.2. Condiciones generales.....	124
5.2.1. Legislación de aplicación a las instalaciones de Domótica.....	124
5.2.2. De seguridad entre instalaciones.....	125
5.2.3. De accesibilidad.....	126
5.2.4. De compatibilidad electromagnética.....	126
5.2.4.1. Tierra local.....	126
5.2.4.2. Conexiones equipotenciales y apantallamiento.....	127
5.2.4.3. Accesos y cableado.....	127
5.2.4.4. Compatibilidad electromagnética entre sistemas.....	127
5.2.4.5. Cortafuegos.....	128
5.2.5. Prevención de riesgos laborales.....	129
5.2.5.1. Disposiciones legales de aplicación.....	129
5.2.5.2. Características específicas de seguridad.....	130
5.2.5.3. Riesgos generales que se pueden derivar del proyecto de instalación de un sistema domótico.....	131
5.2.5.3.1. Riesgos debidos al entorno.....	131
5.2.5.3.2. Riesgos debidos a la instalación de infraestructura y canalización de soporte del sistema en el interior del edificio.....	131
5.2.5.3.3. Riesgos debidos a la instalación de los elemento activos del sistema domótico.....	132
5.2.5.3.4. Riesgo debidos a las instalaciones eléctricas en el cuadro domótico.....	132
5.2.5.4. Medidas Alternativas de prevención y protección.....	133
5.2.5.5. Condiciones de medios de protección.....	133
5.2.5.5.1. Protecciones personales.....	133
5.2.5.5.2. Protecciones colectivas.....	134
5.2.5.6. Protecciones personales.....	134
5.2.5.6.1. Plataformas de trabajo.....	134
5.2.5.6.2. Escaleras de mano.....	134
Abel Rodríguez Ortiz.....	10



5.2.5.6.3. Andamios de borriquetas	134
5.2.5.7. Servicios de prevención.....	134
5.2.5.8. Comité de seguridad e higiene	135
5.2.5.9. Instalaciones médicas	135
5.2.5.10. Instalaciones de seguridad e higiene	135
5.2.5.11. Plan de seguridad e higiene	135
6. Presupuesto	137
6.1. Introducción	137
6.2. Listado de componentes integrados en el proyecto	137
6.3. Amortización estimada.....	140
7. Conclusiones	143
8. Planos	146
8.1 Plano del aula	146
8.2 Plano de la planta baja.....	147
8.3 Plano de la planta baja.....	149
9. Futuras líneas de investigación.....	151
10. Bibliografía	154





CAPÍTULO 1:

INTRODUCCIÓN

1. Introducción

El objetivo de este trabajo es realizar un proyecto domótico para la automatización de un aula de la Universidad de Cantabria con la finalidad de mejorar la calidad de la actividad desempeñada en dicha estancia tanto por el profesorado como por el alumnado. Otro propósito de la instalación es conseguir un ahorro de los recursos energéticos, así como un estudio del tiempo estimado para su amortización con el ahorro obtenido.

Estas mejoras se llevarán a cabo mediante la implementación de servicios domóticos, teniendo en cuenta las áreas de aplicación en que se agrupan estos sistemas: gestión de la energía, gestión de la confortabilidad, gestión de la seguridad y gestión de las comunicaciones.

En este caso, al tratarse de un aula de una universidad se podría denominar como inmótica, ya que este concepto se aplica a la automatización con sistemas domóticos de grandes edificios de uso terciario o industrial como hospitales, universidades, oficinas, etc. En el proyecto se instalarán componentes que aportarán una comodidad a los usuarios, y otros que aparte de mejorar la calidad también logran un uso eficiente de la energía. Cabe destacar que en edificios con sistemas inmóticos el ahorro energético puede llegar a alcanzar un ahorro de hasta un 40%, particularmente en lo referido a la iluminación y climatización de este tipo de edificios.





Figura 1.1. Distribución del consumo energético por usos en el sector terciario.

De las diferentes tecnologías domóticas existentes en el mercado como son LonWorks, X-10, Simon Vis, KNX..., se ha optado por elegir KNX, ya que es un sistema no propietario y estandarizado y una de las más importantes en la actualidad. Además, es la tecnología más extendida en Europa con muchas empresas asociadas a ella, lo que la aporta una amplia gama de servicios y componentes al usuario.

En el capítulo 2 se presenta una introducción de la domótica y su historia, así como las ventajas e inconvenientes de las tecnologías más importantes, y los diferentes tipos de servicios que ofrece al usuario.

En el capítulo 3 se describirá el estándar KNX. En este apartado se detallarán las diferentes ventajas respecto a otras tecnologías, los medios de transmisión, topologías, protocolos, componentes...

En los siguientes capítulos se desarrollará el proyecto domótico en sí, detallando el emplazamiento elegido, los sensores y actuadores integrados. Estos apartados consistirán en las partes más comunes de un proyecto, como son la memoria, pliego de condiciones, presupuesto y planos.

Posteriormente, se mostrará un apartado con la programación realizada a través del programa ETS 3, que es un software independiente del estándar KNX con la ventaja que nos permite combinar productos de diferentes fabricantes en una misma instalación. Finalmente, se abordarán los capítulos de las conclusiones y la bibliografía con las fuentes de información utilizadas durante la investigación del trabajo.



CAPÍTULO 2:

DOMÓTICA

2. Domótica

2.1. Introducción

El concepto de domótica, se viene desarrollando desde hace unos años a una gran velocidad. Hoy en día hay una gran variedad de sistemas comercializados, por lo que para cada caso será más adecuado uno u otro en función de las características y del uso que se quiera dar al edificio, como son el número de dispositivos a instalar dentro de la red, arquitecturas y topologías, etc.

Un sistema domótico es capaz de recoger información proveniente de unos sensores o entradas, procesarla y emitir órdenes a unos actuadores o salidas. El sistema puede acceder a redes exteriores de comunicación o información. Se pretende con ello integrar todos los aparatos del hogar a fin de que funcionen de la forma más eficaz posible y con la necesidad de una intervención mínima o inexistente por parte del usuario.



Figura 2.1. Ejemplo de un esquema domótico en una vivienda.



Usualmente, aunque de forma incorrecta, se habla de domótica en relación a cualquier tipo de automatización, pero va mucho más lejos. Se puede considerar la vivienda domótica como “aquella que integra un conjunto de automatismos en materia de electricidad, electrónica, robótica, informática y telecomunicaciones, con el objetivo de asegurar al usuario un aumento del confort, la seguridad, el ahorro energético, las facilidades de comunicación y las posibilidades de entretenimiento. De todas formas hay muchas definiciones al respecto.

Por otra parte, se viene hablando de inmótica para referirse a la automatización de edificios terciarios o de servicios. Este concepto se identifica habitualmente como el building management system, como es el caso del trabajo que se va a llevar a cabo en este documento, en referencia a la coordinación y gestión de las instalación con que se encuentra equipada un aula de la Universidad de Cantabria así como su capacidad de comunicación, regulación y control.

El impulso en el desarrollo de la domótica ha venido propiciado por los avances en la informática y sobre todo en un elemento primordial como es el microprocesador, así como la paulatina convergencia de la información y las telecomunicaciones.

2.1.2. Impacto y oportunidades que ofrece

La creciente demanda de energía a nivel global, provoca la escasez de recursos naturales y el aumento de las emisiones de CO₂, lo que exige plantear la eficiencia y ahorro energético como medida ineludible para reducir el consumo de energía y emisiones de forma generalizada en nuestra vida.

Las viviendas y el sector terciario e industrial, como es nuestro caso, se convierten en uno de los ámbitos de mayor disponibilidad para poner en práctica nuevos hábitos y estrategias que garanticen la eficiencia y el ahorro energético. Esto se une además a las nuevas disposiciones y normativas que exigen adoptar medidas para conseguirlo, pudiendo emplear para ello nuevas tecnologías que a fecha de hoy, encuentran dificultades para integrarse en la edificación de manera estándar. Sin embargo, estas nuevas tecnologías, podrían dar garantías y seguridad en la mejora de la eficiencia energética, sin requerir en gran medida la actuación de los usuarios.

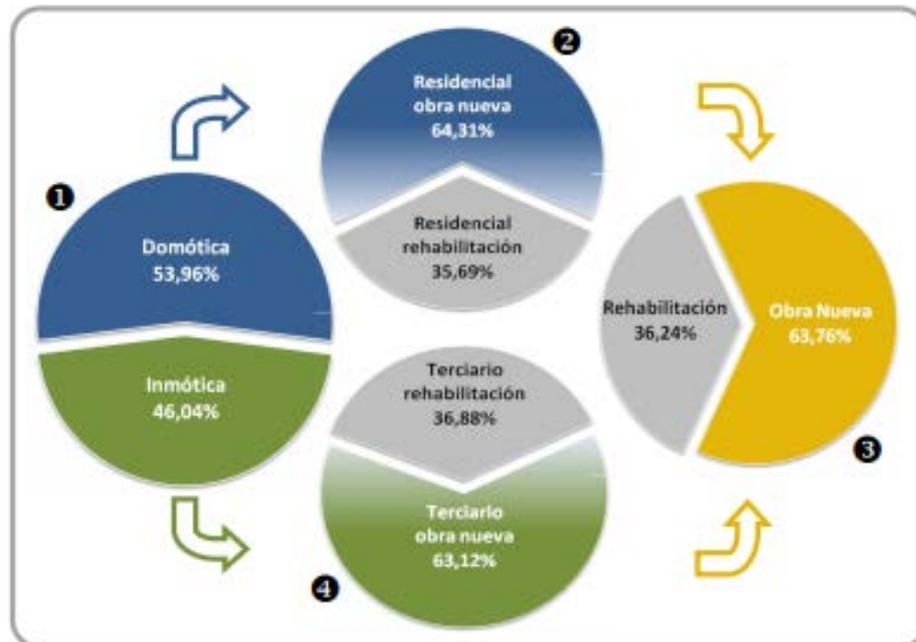


Figura 2.2. Segmentación del mercado por tipología del cliente.

Tradicionalmente, la edificación se ha conocido como el “sector del ladrillo” haciendo referencia a los sistemas tradicionales empleados en su desarrollo (diseño, construcción...), viéndose poco influenciada por los avances tecnológicos empleados en otros sectores (industria, transporte...). Sin embargo, el sorprendente desarrollo de las TIC (Tecnologías de la informática y comunicación), lentamente ha conseguido despegar también en este sector, permitiendo considerar nuevos sistemas a integrar en nuestros edificios e instalaciones, muchos de ellos, con influencia directa sobre la eficiencia y el consumo energético de las mismas. Siendo el momento de la rehabilitación de los edificios construidos más adecuado para dotarlos de la más avanzada tecnología, a la vez que se rejuvenece estructuralmente el edificio y nos adaptamos a las nuevas reglamentaciones, adecuando los sistemas de manera que requieran las menores obras posibles y nos permitan mejorar nuestras instalaciones a bajo coste pero con garantías de eficiencia.



Figura 2.3. Ejemplo casa domotizada.

Se considera por lo tanto interesante estudiar el desarrollo de sistemas o aplicaciones domóticas que faciliten e incluso garanticen la eficiencia energética de las instalaciones habituales en las viviendas, todo ello planteado desde una visión usual, alejándonos de la visión futurista y de lujo que se ha percibido sobre este tipo de aplicaciones e intentando acercar su aplicabilidad a todos los agentes involucrados: proyectistas de edificación e instalaciones, supervisores y responsables de la ejecución de las mismas y usuarios finales fundamentalmente.

El sector de la vivienda, es sin duda uno de los sectores que se han mantenido más reticentes a la incorporación de las nuevas tecnologías. Los precios, generalmente elevados y la falta de conocimiento, hacían difícil pensar en la incorporación de elementos demasiado innovadores, que lejos de parecer ventajas se veían con cierta inquietud. No obstante, el avance que en general disfrutaban las nuevas tecnologías, como es el caso de elementos como los móviles, los ordenadores, internet..., hace que hasta el público más reticente acabe acostumbrándose a ellas. De hecho, hoy en día se han convertido en medios imprescindibles, considerando por lo tanto viable el desarrollo de la implantación de la domótica en los hogares y grandes edificios, e incluso ciudades para uso público desde el punto de vista del usuario.

Las aplicaciones domóticas en viviendas comenzaron considerándose un elemento diferenciador y su empleo era característico de alta calidad o lujo, al alcance de pocos, en búsqueda de comodidad y seguridad adicional para sus usuarios. Los argumentos que generalmente se manifiestan en contra de la domótica son: demasiado caro, complejo, problemas de instalación, costes de mantenimiento y reparación, control de la privacidad, desconocimiento y falta de confianza en las soluciones domóticas...

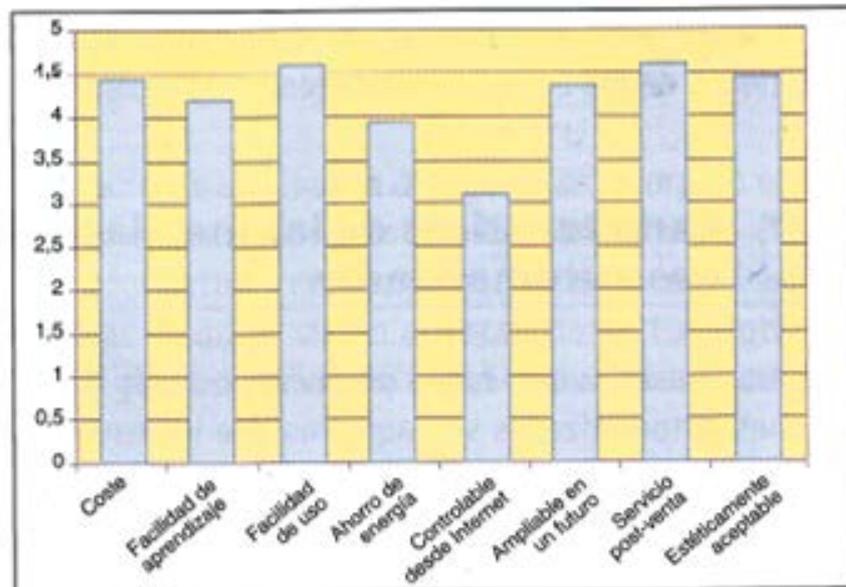


Figura 2.4. Valoración de las prestaciones que debe cumplir un sistema domótico.

En general, el sistema y la tecnología empleada por unos fabricantes eran distintos e incompatibles con las de otros, de esta forma cada fabricante intentaba asegurarse la fidelidad de los usuarios. Todo esto no ha contribuido al desarrollo de los sistemas domóticos e inmóticos.

Hoy en día la domótica nos ofrece más: seguridad, eficiencia en el consumo energético y en el uso de las instalaciones, sin restar, incluso aumentando, el confort de los usuarios y la comunicación inmediata desde cualquier punto con nuestra vivienda y sus elementos. Además, todo esto sin menoscabo del ahorro energético.

Por todo ello, la domótica además de elemento diferenciador y de valor, puede convertirse, en un sistema al menos complementario de las mejoras a incluir, con objeto de alcanzar los niveles de eficiencia energética que hoy en día debemos conseguir. Aplicando los sistemas domóticos desde el punto de vista de servicios habituales y alejándonos por lo tanto de la consideración de capricho: automatizar la vivienda, sea cual sea su tipología, no desde el punto de vista de elemento de lujo, sino como medida integradora para garantizar la eficiencia energética, seguridad y confort.

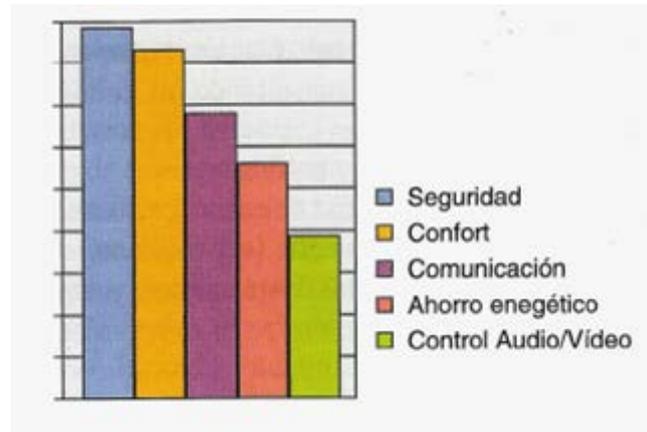


Figura 2.5. Aplicaciones más demandadas por los usuarios.

Además, la evolución de los sistemas y los avances en estandarización de protocolos para ampliar compatibilidades, ha mejorado los procesos de instalación y mantenimiento de los mismos, ofreciendo sistemas más asequibles tanto económicamente como al conocimiento de los usuarios, quienes también han evolucionado enormemente en el manejo de las nuevas tecnologías.

Sin embargo, la limitación de aplicaciones debido a los condicionantes propios de los edificios construidos: evitar en la medida de lo posible la obra física, aprovechamiento de lo existente, compatibilidad con las instalaciones a mantener, costes... no queda claramente recogido en las informaciones aportadas por cada sistema, las cuales aparentemente han sido creadas principalmente por y para instalaciones de nueva ejecución. Se considera por lo tanto importante la promoción de estos sistemas, su análisis y posible desarrollo o adaptación, en la búsqueda de cumplir las características anteriormente planteadas. Sería importante además su normalización o estandarización, como medios imprescindibles para transformar la domótica en una tecnología habitual en nuestras vidas, con el consecuente desarrollo industrial y comercial de sus productos, adaptándolos para su máxima integración.

Por otro lado se debe facilitar al consumidor, un nivel mínimo de referencia para que el usuario pueda conocer el nivel de calidad y seguridad que debe exigir a los productos o servicios a utilizar, facilitando la definición de sus necesidades de tal manera que permitan elegir las aplicaciones que más se ajustan a las mismas. Hoy en día, se detecta cierta dificultad para comparar y seleccionar ante la multitud y variada oferta existente y la información aportada. La propia divulgación, así como la estandarización y normalización, contribuirá a mejorar la competitividad entre fabricantes y distribuidores, facilitando el abaratamiento de los productos, sin perjuicio de la calidad.



2.2 Antecedentes y evolución historia de la domótica

En primer lugar nacen los mecanismos, que a su vez dan lugar a los automatismos, elementos que hoy en día forman parte del sistema domótico pero entendidos de forma conjunta. En su origen eran elementos aislados: un elemento conecta o desconecta a otro de manera independiente, funcionando de forma autónoma y sin necesidad de comunicarse con otros dispositivos; los equipos poseían grandes prestaciones pero con funciones propias. Resulta complicado precisar una fecha concreta para el nacimiento de la domótica, ya que no se trata de un hecho puntual, sino de todo un proceso evolutivo. La domótica está estrechamente vinculada con el desarrollo de las nuevas tecnologías, fundamentalmente la electrónica e informática.

La denominación tal como la conocemos hoy en día: domótica, proviene de los años setenta, cuando en Francia nace el término “domotique”. Algunas teorías unen la raíz “domo” del latín “domus” (casa), al sufijo griego “tica” (que funciona por sí solo) o incluso al francés “automatique”, de similar significado.

Así en 1988, el diccionario francés “Petit Larousse”, la define:

- *“Domotique (del latín “domus”, vivienda) Concepto de hábitat que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de energía, comunicación, etc.”*

Encontramos versiones que sin embargo relacionan el término íntimamente con la informática, tecnología que había sido recientemente acuñada (1962) también en Francia (“INFORMAtion + AutomaTIQUE”). Así, en otro diccionario francés “Nouveau Dictionnaire Hachette”, se recoge el término como:

- *“Domotique: La informática aplicada a la vivienda. Agrupa un conjunto de sistemas de seguridad y de regulación de las tareas domésticas destinados a facilitar la vida cotidiana automatizando sus operaciones y funciones”.*

Similar definición es recogida en la Real Academia Española, que hoy en día define:

- *“Domótica. (Del lat. domus, casa, e informática).*



f. Conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda.”

Comprobamos la coincidencia en todas las definiciones, al hacer referencia al concepto de automatización. No obstante, la propia evolución de la tecnología ha abierto el campo de su propia definición, incluso buscando términos equivalentes pero con pequeños matices: Smart House (Casa inteligente), Digital Home (Hogar digital), Home Automation (Vivienda automatizada), Home System (Sistemas domóticos).

Sin embargo para destacar una fecha importante en la evolución de la tecnología, será 1978, cuando investigadores británicos de la empresa Escocesa Pico Electronics Ltd., configuraron el primer protocolo o lenguaje de comunicación para comunicar dispositivos entre sí a través de la propia línea eléctrica. Fue diseñado dentro de un conjunto de proyectos que denominaron X de los cuales el que tuvo más éxito y repercusión fue el 10: X10. Se trata de un sistema domótico que utiliza la línea eléctrica para transmitir la información. A través de ésta, el sistema envía señales de 120 KHz que están sincronizadas con la señal de red (50 o 60 Hz). Resultando que la presencia de una señal en un ciclo y la ausencia de ésta en el siguiente representa un '1' y, a la inversa, representa un '0' (código binario). Aunque la primera toma de contacto fue en Inglaterra, los países con mayor desarrollo han sido Japón y Estados Unidos.

A principio de los años ochenta se implantan sistemas de control, que reúnen información y/o programación de actuaciones para una serie de elementos conectados, siendo estos sistemas generalmente independientes para cada una de las instalaciones o servicios que quisiéramos controlar, nace la gestión integral de calefacción o aire acondicionado, que posteriormente, ha ido evolucionando hasta alcanzar la integración total de la gestión.

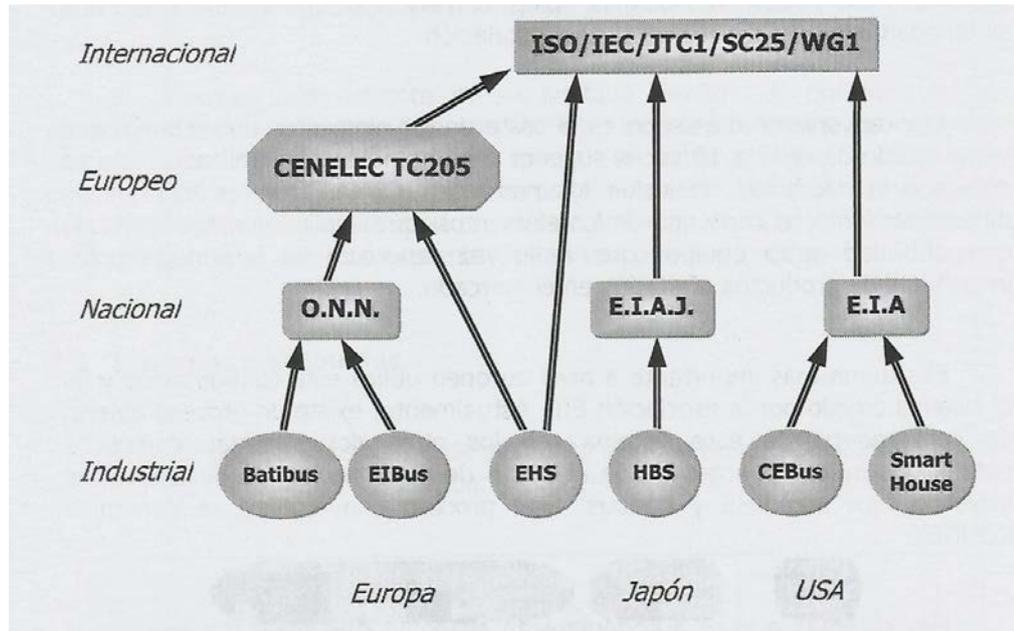


Figura 2.6. Esquema normativo por países.

❖ ESTADOS UNIDOS

En 1984, en Estados Unidos, se lanzó el Proyecto Smart House, propiciado por la Asociación Nacional de Constructores (NAHB: National Association of Home Builders), cuyo objetivo es el equipamiento de viviendas con un cable unificado que sustituye a los distintos sistemas que pueden existir en una vivienda actual: electricidad, antenas, periféricos de audio-video, teléfono, informática, alarmas...

El mismo año, el grupo de electrónica de consumo de la EIA (Electronics Industry Association) americana, se propuso unificar los protocolos de señalización infrarroja para el control remoto de electrodomésticos; surgió entonces, CEBus (Consumer Electronics Bus). En 1992 se había extendido a todo el ámbito de control domótico, desarrollándose durante los noventa como estándar americano, con el objetivo de conseguir un bus domótico diseñado específicamente para el hogar. Intenta ampliar las funciones que hasta el momento aportaban los sistemas desarrollados (X-10) mediante control remoto, gestión de la energía, sistemas de seguridad, coordinación entre los dispositivos de entretenimiento, considerando el bajo coste y simplicidad de instalación y uso.

Sin embargo, las principales desventajas del sistema hoy en día es la existencia de pocos productos y a precios elevados, además de que el nivel físico del estándar no cumple la norma europea relativa a la transmisión de señal por las líneas eléctricas de baja tensión, CENELEC EN-50065 (European Committee for Electrotechnical Standardization), no siendo recomendable su uso en las viviendas españolas (y resto de europeas).



Al mismo tiempo, nace Lonworks (1990), con origen en los protocolos de Echelon Corporation, y su protocolo de comunicaciones (LonTalk), desde el año 2005 es aceptado como estándar para domótica aplicable en Europa según EN-14908 y mundial según ISO/IEC. Hoy en día se considera una tecnología muy robusta y fiable indicada para la automatización industrial, ámbito del que procede, con escasa implantación en el área residencial. En 1994, Echelon y un grupo de fabricantes de productos basados en Lonworks, fundaron Lonmark Interoperability Association, cuyo objetivo es facilitar la integración de sistemas suministrados por multitud de compañías en base a redes LonWorks.

Iniciativa		Procedencia			Ámbito de aplicación	
		Promotor		País		
KNX	Batibus	Asociación Konnex	Merlin Gerin (Schneider Electric)	Unión	Francia	Europa
	EIB		Siemens	Europea	Alemania	Mundial Europa
	EHS		C. Europea	U. Europea	U. Europea	Europa
X-10		Pico Electronics Ltd		UK		Mundial
LonWorks		Echelon		EE.UU.		Mundial
HBS		Agrupación empresarial japonesa		Japón		Corea del Sur y Japón
CEBus		Asociación de Industrias Electrónicas de EE.UU.		EE.UU.		EE.UU.

Figura 2.7. Principales iniciativas domóticas.

❖ JAPÓN

En el caso de Japón, el interés por la domótica surge igualmente a principios de los ochenta, tras el desarrollo de la industria electrónica y apoyado por el M.I.T.I (Ministry of International Trade and Industry) y el M.P.T. (Ministry of Post and telecommunication). Los principales industriales implicados son fabricantes de material eléctrico (HITACHI, TOSHIBA, MITSUBISHI, SANYO, SAHRP, NEC...) junto a constructores de viviendas. Estos últimos lanzaron un cierto número de construcciones que utilizan la domótica, a modo de viviendas piloto.

En 1985, SEKISUR, instaló el sistema más completo de bus con cable coaxial. Y MISAWA HOME, en 1986 lanzaba un bus óptico.

Uno de los principales desarrollos de la domótica en Japón, fue realizado por el KEC (Kansai Electronic Industry Development Center): la estandarización del HBS (Home Bus System).

Incluso las compañías de gas y electricidad japonesas, colaboraron activamente en el desarrollo de la domótica. Las sociedades de gas prueban los productos existentes, desarrollando nuevas funciones automáticas (preparación del baño, hervido...) o de mantenimiento (caldera, cogeneración...).

Las compañías eléctricas japonesas intentan justificar a través de la domótica que la electricidad puede facilitar una vida más agradable y confortable, al considerar que la mayor parte de aparatos conectados a un sistema domótico son eléctricos. Consideran las redes de comunicación como vía de diversificación. Tanto las compañías de gas y eléctricas, como las importantes empresas de electrónica (Toshiba, Fujitsu, Sharp, Sanyo...), construyeron viviendas piloto o de prueba para fomentar la domótica, llegando a ser grandes expositores tecnológicos con gran valor de investigación, formación y de marketing.

	General	Eléctrico	Telecom.
Internacional			
Europeo			
Nacional			

Figura 2.8. Normativa de la domótica.

❖ EUROPA

A la par, en los años ochenta y noventa, mientras continúa el desarrollo del sistema X10, fundamentalmente en Estados Unidos, en Europa del norte, comienzan las iniciativas sobre domótica e inmótica a través del programa Eureka (1984, en el que ocho grandes fabricantes europeos de electrónica (Electrolux, General Electric Corp., Mullard, Philips, Siemens, Thomson, Thorn-Emi y Zanussi) se asocian en el proyecto IHS (Integrated Home System) cuyo objetivo era desarrollar una nueva red doméstica con normas de utilización comunes y desarrollar productos compatibles con esta red.

Fue desarrollado con intensidad en los años 1987 y 1988, finalizando en 1989 con la definición de las especificaciones de los medios, proposiciones



de estándar y primeras indicaciones para aplicaciones interconectadas. Se inicia a nivel empresarial la introducción de la tecnología de los “autómatas programables” en el ámbito residencial. Nacen así, EIB, BatiBUS y EHS, en general con un objetivo empresarial, (Siemens, en el primer caso y Merlin Gerin Schneider Electric en el segundo), para presentar competencia a los productos domóticos provenientes de Estados Unidos o Japón. Comienzan a emplearse sistemas con cableado propio e independiente: BUS de comunicación.

Ante la diversidad de sistemas desarrollados y la competencia europea y americana, el programa Eureka, ha dado lugar al programa actual ESPIRIT (European Scientific Programme for research & Development in Information Technology), cuyo objetivo es definir una norma de integración de los sistemas domóticos y analizar cuáles son sus campos de aplicación.

Se pretende obtener un estándar único que permita la evolución de los sistemas europeos.

En el año 2000 las grandes asociaciones de empresas: EIBA («European Installation Bus Association»), BCI («Batibus Club International») y EHSA («European Home Systems Association») establecieron un acuerdo de convergencia para crear un estándar europeo común (KNX) capaz de competir más eficazmente en el mercado internacional, creando la asociación KONNEX.

El estándar KNX, en 2003, se convirtió en un estándar europeo con la aprobación de CENELEC recogido en EN-50090. Trata de aunar la experiencia y conocimiento de los principales estándares europeos en un único estándar común: se basa en la tecnología EIB, añadiendo nuevos medios físicos y los modos de configuración de BatiBus y EHS, con el objetivo de competir en calidad, prestaciones y precios con los sistemas americanos como LonWorks o CEBus. Ampliamente en desarrollo con multitud de proyectos en curso, la asociación Konnex, pretender expandir la tecnología desde el mercado industrial hacia el residencial.

A partir de este momento, la mayoría de las grandes empresas del sector eléctrico se van decantando por KNX o LON (algunas por ambos), estando actualmente el mercado de la domótica en un momento de expansión de los protocolos estándar.

A primeros del 2000, se desarrollan las tecnologías sin cables o inalámbricas como Bluetooth. Esta tecnología surgió a raíz de un estudio iniciado en 1994 por el fabricante de equipos de telecomunicaciones sueco Ericson que pretendía conseguir una interfaz radio de baja potencia y bajo coste para reemplazar el cable entre teléfonos celulares y sus correspondientes accesorios. La versión 1.0 del estándar abierto Bluetooth fue publicado en 1999. En la actualidad más de 3.000 compañías han firmado el acuerdo de licencia, obteniendo el derecho a desarrollar y vender dispositivos Bluetooth. WLAN (Wireless Local Area Network), sistema de comunicación mediante radiofrecuencia, fue publicado como estándar por la

IEEE (Electrical and Electronic Engineer Institute) en 1999, recogido en la IEEE 802.11. Adoptado de manera internacional por ISO en su norma equivalente ISO 802.11.

Simultáneamente (en torno a 2000) surge también Home RF, se trata de otra de las tecnologías de transmisión digital inalámbrica abierta. Nace con el objetivo de reducir el consumo de energía de los dispositivos y transmisiones, reduciendo también los precios. Fue desarrollada por el HomeRF Working Group, grupo creado en 1998 y que llegó a alcanzar hasta 100 compañías en 2003 (año de disolución). Hoy en día continúa desarrollándose con el nombre de Zigbee.

Las tecnologías inalámbricas permiten nuevos valores, como es la simplificación de instalaciones en casos de viviendas existentes, sin necesidad de nuevos cableados, obras para empotrar o instalaciones de canaletas para ocultarlos, surgiendo nuevas funciones como el control a distancia o telecontrol, o el acceso a nuevas telecomunicaciones, nueva oportunidad de despeje para la implantación de la domótica en nuestras viviendas.

❖ ESPAÑA

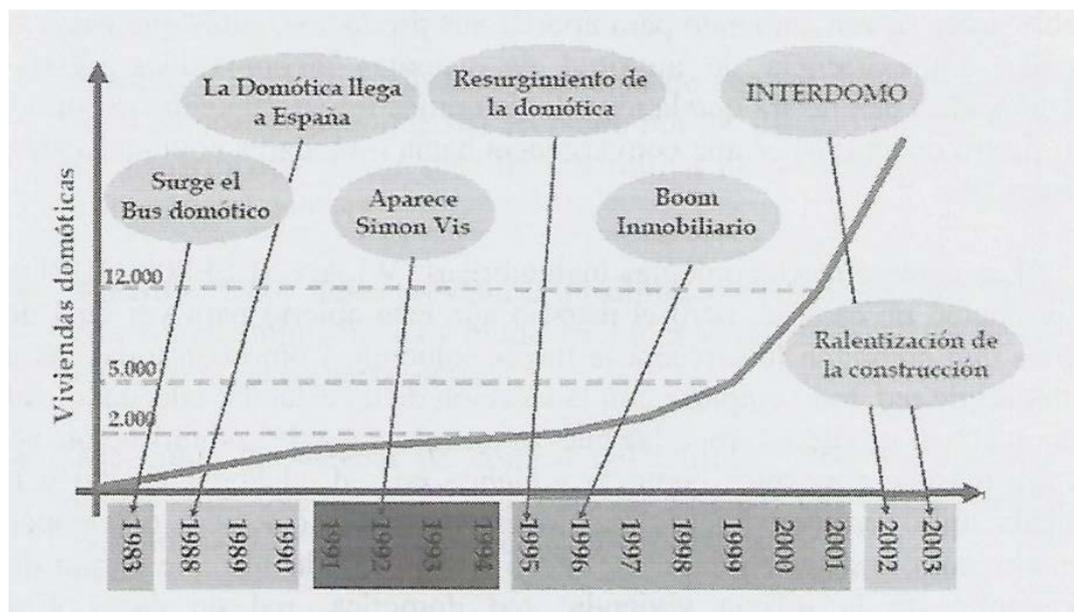


Figura 2.9. Evolución del sector en España.



A España, la domótica llega a finales de los ochenta (1988), de la mano de la Fundación Institut Cerdá, cuando el mercado se caracterizaba por un gran desconocimiento, lo que limitaba el interés por su desarrollo e investigación. La implantación de los primeros sistemas se lleva a cabo en los años noventa, en edificios terciarios: oficinas, centros comerciales, hoteles, donde actualmente se puede entender un uso habitual.

Sin embargo, las primeras experiencias domóticas residenciales, no llegaron hasta mediados de los años noventa. En general, se proponía la automatización de tareas en el área del confort para los usuarios del hogar, aunque estos, percibían estas mejoras como productos de lujo, considerándolas opciones futuristas o de complicada instalación y uso, factores que entre otros, no favorecieron la expansión de su implantación: los primeros productos llegaban de un mercado extranjero, fabricados de acuerdo a normativas ajenas a nuestro país, dificultando su integración, el coste de las instalaciones era muy elevado y escaseaba el personal cualificado. En general, había desconfianza y reticencia por parte de los usuarios.

Los primeros fabricantes o distribuidores nacionales desarrollaban su propia versión sobre las necesidades de una vivienda domotizada, creando incluso sus propios sistemas y protocolos propietarios, llevando a la existencia de multitud de sistemas incompatibles entre ellos. Es así como se crean Ingenium, Miniatec, Maxdomo o Vivimat, protocolos que sólo comunicaban dispositivos de sus fabricantes.

El progreso de la domótica española no habría podido llevarse a cabo sin los organismos e instituciones dedicadas a su óptimo desarrollo que, asumiendo un riesgo económico considerable, han apostado por esta nueva tecnología: CEDOM; AFME; Institut Cerdá, IDAE..., quienes participan incluso en procesos de normalización con objeto de integrar y divulgar la domótica en nuestros hogares.

2.3. Servicios que ofrece

La domótica como se ha comentado anteriormente es capaz de cubrir un conjunto de servicios realizados por automatismos o dispositivos inteligentes presentes en la vivienda. Estos servicios se agrupan principalmente en cuatro áreas de aplicación:

- Control energético
- Confort

- Seguridad
- Telecomunicaciones

Muchas veces para algunas aplicaciones estas funciones se solapan. La inversión de la instalación que se haga en cada una de las funciones dependerá de la finalidad de la vivienda o edificio.

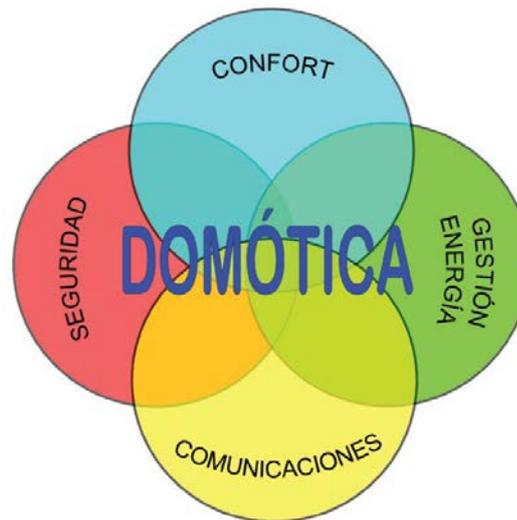


Figura 2.10. Principales áreas de aplicación de la domótica.

A continuación se describen las características de los cuatro grupos de servicios principales:

➤ **Gestión del confort.**

Este grupo de servicios engloba sobre todo funciones de climatización, ventilación, calefacción e iluminación. Estas aplicaciones son la primera contribución al desarrollo de la domótica pues están presentes en casi todas las instalaciones y conllevan una gran parte del consumo energético de la vivienda. Ejemplos de servicios de este grupo que pueden implantarse en la vivienda son:

- Regulación de la iluminación.
- Regulación de la temperatura. Se puede regular la calefacción, refrigeración, regulación del aire o ventilación. Estos sistemas de climatización consumen mucha energía por lo que es muy importante su buena regulación e instalación.
- Accionamiento automático de persianas y toldos.
- Automatización del riego de jardines.
- Apertura automática de puertas, sobre todo de garajes.



- Control por infrarrojos, radiofrecuencia, telefonía (GSM) y a través de internet de los sistemas instalados, etc.

➤ **Gestión de la seguridad.**

Se puede decir que es el área más desarrollada e implantada sobre todo en grandes edificaciones y espacios importantes. Su función es la de proteger frente a distintas amenazas o situaciones que puedan poner en peligro la seguridad tanto de las personas como de los bienes dentro del edificio. Consiste en una serie de sensores que actúan sobre señales acústica y luminosas, sistemas de aviso, electroválvulas de agua y gas, etc. Algunos ejemplos de servicios pueden ser:

- Alumbrado automático en zonas de riesgo por detección de presencia para evitar accidentes domésticos.
- Emisión de avisos telefónicos a números prefijados en caso de necesitar ayuda urgente a través de pulsadores o mando a distancia.
- Detectores de fuga de agua o gas para cortar el suministro en el caso de producirse escapes.
- Avisos a distancia en caso de producirse una alarma. Estos avisos pueden ser acústicos o telefónicos.
- Detección de intrusos a través de sensores de presencia, contactos magnéticos en puertas y ventanas.
- Alarmas técnicas. Fundamentalmente son la detección de incendios, detección
- de fugas de agua y gas.

➤ **Gestión de la energía.**

El objetivo es reducir el coste de la factura energética sin que se vea perjudicado el confort de los inquilinos. Servicios típicos en esta área son:

- Programación y zonificación de la climatización. Dividir la vivienda en zonas de mayor o menor uso, distinguir zonas de día y zonas de noche diferenciando la temperatura, conectar los sistemas durante el tiempo que el usuario vaya a hacer uso de ellos.
- Gestión de tarifas. Se trata de reducir el gasto energético conectando algunos aparatos en las horas en las que la tarifa es reducida.
- Regulación de la iluminación. El sistema regula y desconecta la luz en función de parámetros como la luz exterior, si es de día o de noche, etc.
- Detección de fuentes de pérdidas en sistemas de climatización. Así se puede cerrar la calefacción de una estancia en el caso de que una ventana este abierta.
- Actuación sobre automatismos de persianas para el aprovechamiento solar.



- Reducción del consumo de la climatización cuando no haya nadie en el edificio mediante sensores de presencia, etc.

➤ **Gestión de las Telecomunicaciones.**

La aparición de nuevas tecnologías de comunicaciones y los avances en las redes de transmisión de datos y teniendo en cuenta que muchos sistemas domóticos se basan en el empleo de estas redes hacen que este área esté aún en desarrollo y con muchas posibilidades en cuanto a su investigación. Se distinguen dos tipos de comunicaciones:

❖ Comunicaciones internas.

Permiten la transmisión y el intercambio de información dentro de la instalación. Algunos ejemplos son:

- Sistemas de vigilancia o seguridad mediante cámaras de TV.
- Sistemas de videoportero.
- Sistemas de megafonía, difusión de audio/vídeo, intercomunicadores, etc.
- Sistemas de comunicación de datos. El más usado son las redes de área local para compartir recurso e información entre los dispositivos (pc's, impresoras...) conectados a la red.

❖ Comunicaciones externas.

Permiten la transmisión e intercambio de información de nuestro sistema con el exterior.

- Control remoto del sistema mediante mensajes SMS a través de la tecnología GSM.
- Control remoto del sistema vía internet.
- Transmisión de alarmas activadas a centrales de alarma, llamadas telefónicas, SMS/alertas, etc.

En el siguiente gráfico se puede observar la demanda en el mercado ordenadas por funcionalidades:

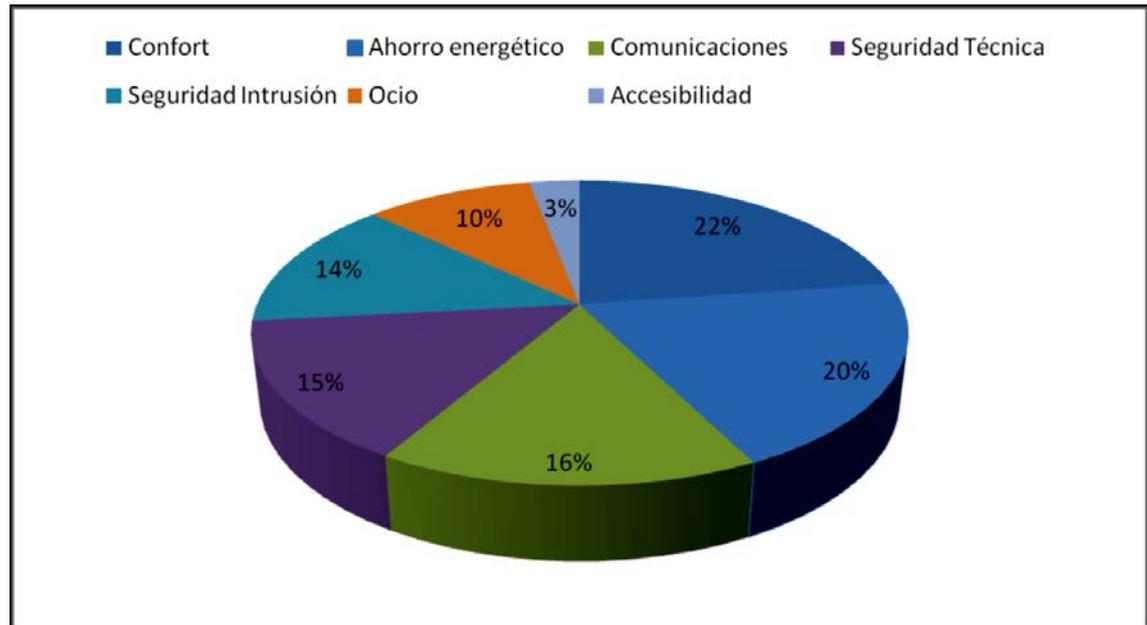


Figura 2.11. Fuente CEDOM, estudio de las tendencias del mercado durante 2011.

2.4. Topología

Según la topología de red que instalemos los componentes (sensores, actuadores, unidades de control...) se conectarán de una forma u otra. La elección de un tipo de red determinará parámetros importantes de la instalación como complejidad del cableado, velocidad de transmisión, gestión de la red, etc. Existen tres tipos distintos de sistemas domóticos:

➤ **Sistemas centralizados.**

Todos los elementos que se quieren controlar tienen que ir conectado hasta la unidad de control del edificio. No existe intercomunicación entre sensores y actuadores.

Como ventajas principales están su bajo coste puesto que cada elemento del sistema no requiere de una electrónica especial de direccionamiento y su instalación es sencilla.

En cuanto a los inconvenientes está la inexistencia de redundancia, pues ante un fallo de la unidad central el sistema se cae. Otros pueden ser la dificultad a la hora de hacer reconfiguraciones y la necesidad de mayor cableado.

Arquitectura centralizada

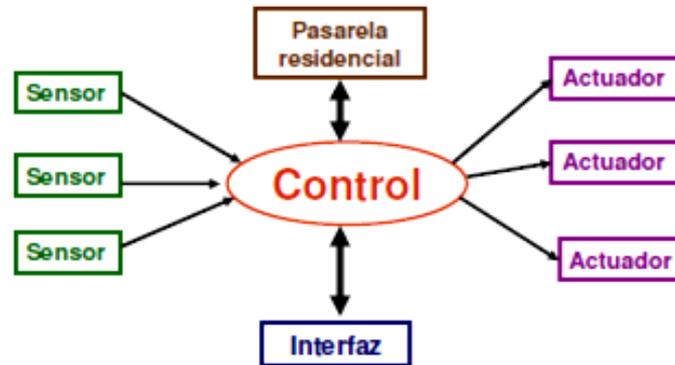


Figura 2.12. Sistema centralizado.

➤ Sistemas distribuidos.

En este tipo de sistemas cada elemento y/o componente puede interactuar con los demás de forma autónoma sin tener que comunicarse primero con una unidad central. La configuración de este tipo de sistemas tiene una tipología tipo bus a través del cual fluye la información.

Las principales ventajas son el alto grado de flexibilidad que ofrece y el ahorro en el cableado.

De aquí parte el principal inconveniente, que es el elevado coste de los elementos del sistema debido a la necesidad de incluir en cada componente los protocolos y las técnicas de direccionamiento mediante una circuitería basada en microprocesadores. Se dispone por tanto de una menor gama de productos en el mercado.

Arquitectura distribuida / bus

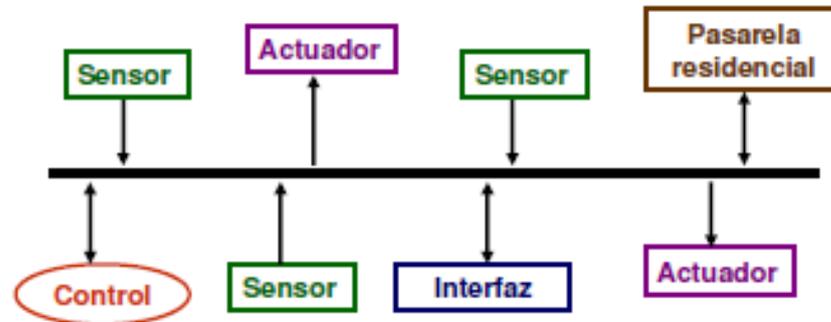


Figura 2.13. Sistema distribuido.

➤ Sistemas descentralizados.

Son un tipo de sistema híbrido entre los sistemas centralizados y distribuidos por lo que intentan aprovechar las ventajas de ambos. Se basan en una o varias unidades de control con sus respectivos actuadores y sensores. La programación del sistema reside en un módulo principal o maestro pero a su vez poseen un bus de comunicaciones pudiendo realizar una instalación distribuida. Estos sistemas tienen una gran flexibilidad.

Arquitectura mixta

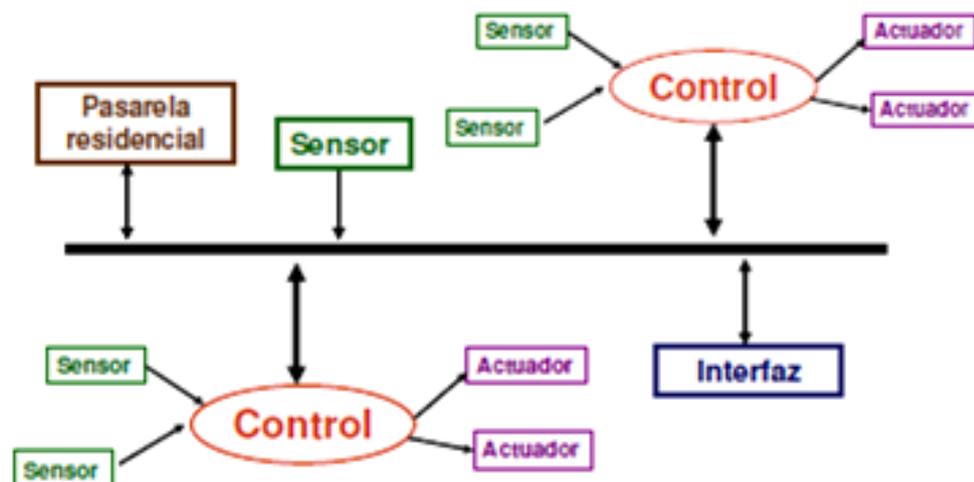


Figura 2.14. Sistema descentralizado.

2.5. Tipos de arquitectura

Se distinguen varios tipos según como esté distribuido el cableado y los diferentes nodos del sistema. Los tipos más utilizados son:

➤ **Topología en estrella.**

Es la típica de los sistemas de control centralizados.



Figura 2.15. Red en estrella.

➤ **Topología en anillo.**

Con este sistema se simplifica el envío de mensajes a todos los controladores con el inconveniente de que una avería puede bloquear la red.

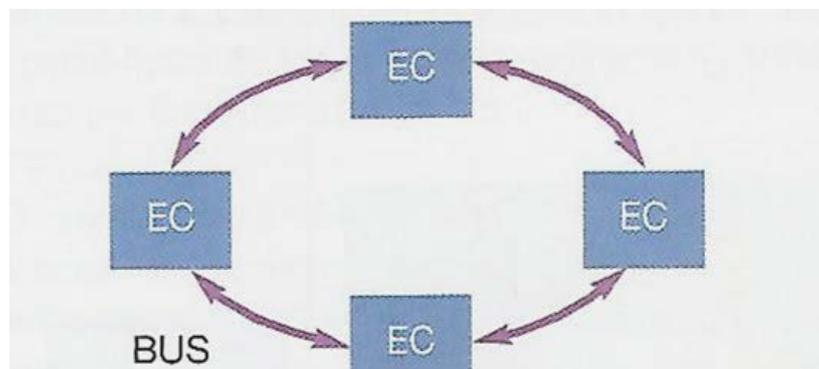


Figura 2.16. Red en anillo.

➤ **Topología en bus.**

Es necesario que cada nodo posea estructura de controlador. Compuesto por un par de conductores. Se utiliza también para alimentar la electrónica de todos los componentes conectados a él.

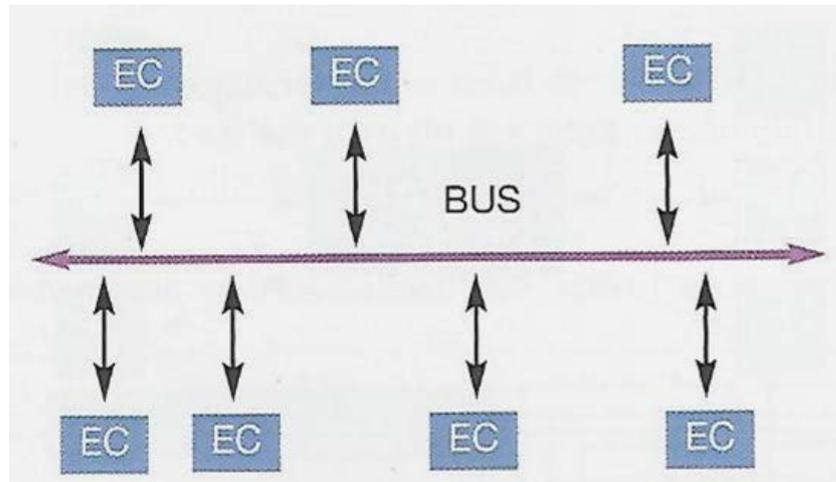


Figura 2.17. Red en bus.

Además de éstas, otras topologías de red pueden ser en forma de malla y también en árbol.

2.6. Medios de transmisión

Los medios de transmisión constituyen el soporte físico por el que todos los elementos del sistema pueden comunicarse. Los medios físicos utilizados en las redes domésticas dependen de la configuración de los sistemas de control, pudiendo un mismo sistema utilizar distintos medios para comunicarse. Se distinguen los siguientes tipos de medios:

➤ **Corrientes portadoras.**

Utiliza la red de potencia instalada ya en la vivienda. La señales que transmite se superponen por la instalación eléctrica de 230V/50Hz a una frecuencia superior, por lo que este sistema es muy sensible a las



inducciones electromagnéticas y por tanto la velocidad de transmisión es baja (no es recomendable sobrepasar los 600 baudios).

➤ **Soportes metálicos.**

El material utilizado es el cobre. Existen varios:

- Pares trenzados. Formados por un par de conductores eléctricos, aislados entre sí y trenzados uno alrededor del otro para evitar interferencias electromagnéticas. Es el medio más utilizado, pues su coste e instalación es reducido. Pueden transmitir datos, voz y alimentación. Dependiendo del tipo de par trenzado y si está apantallado o no se establecen diferentes velocidades máximas de transmisión que van de los 4 a 1Gbps.
- Cable coaxial. Compuesto por dos conductores cilíndricos concéntricos separados entre medio por un material dieléctrico. El conductor exterior es una malla y actúa de protector contra interferencias. Este tipo de cables es capaz de transportar señales de vídeo y datos a alta velocidad y grandes distancias. Muy utilizado en la distribución de señales de TV dentro del edificio.

➤ **Fibra óptica.**

Está constituida por un material dieléctrico transparente, conductor de luz, compuesto por un núcleo con un índice de refracción menor que el del revestimiento que envuelve al núcleo. Con estos dos elementos se forma una guía por la que la luz puede viajar. Sus ventajas son muchas: fiabilidad en la transmisión, inmune frente a interferencias electromagnéticas, distancia recorrida por la luz es muy elevada, gran ancho de banda, etc. Su principal inconveniente es el elevado precio de los componentes y su manejo y conexiones.

➤ **Infrarrojos.**

Formado por un emisor, diodo láser o LED que emiten luz en la banda del infrarrojo, y un receptor. Permiten altas velocidades de transmisión (aprox. 10 Mbps). El principal inconveniente es que tiene que haber visión directa entre emisor y receptor y por tanto no puede haber grandes obstáculos entre ellos.

➤ **Radiofrecuencia.**

Son necesarios un emisor y un receptor de radio. Son sistemas bastante vulnerables a las interferencias electromagnéticas. Suele utilizarse, como el infrarrojo, como complemento en los sistemas domóticos para el telecontrol de ciertos aparatos. Los sistemas más empleados en la configuración de redes inalámbricas son: Bluetooth, Home-RF, Z-Wave, Zigbee y Wifi.

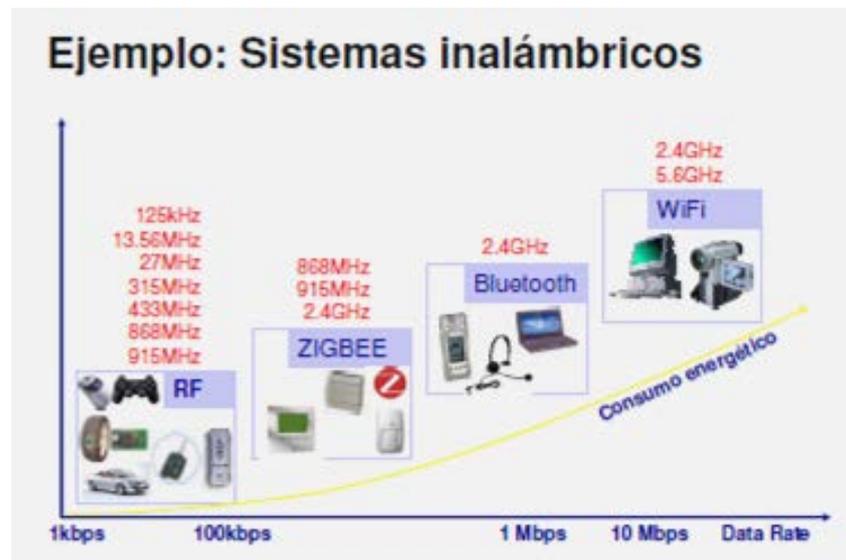


Figura 2.18. Sistemas inalámbricos.

2.7. Componentes básicos

Los principales componentes de una instalación domótica son:

➤ Sensores.

Dentro del sistema se consideran las entradas y a partir de ellos se obtiene la información que necesitarán los restantes componentes. Actúan a modo de transductores de tal forma que detectan cambios en las entradas para transmitirlos a las salidas. En estas salidas las señales de información pueden ser de dos tipos:

- Analógicas: la señal a la salida es proporcional al parámetro a medir. Ejemplos son la temperatura, luminosidad, etc.



- **Digitales:** la señal a la salida es de tipo discreta (0/1, $V_{\text{máx}}/V_{\text{min}}$, abierto/cerrado). Por ejemplo: sensor de presencia, de humo, gas, etc.

Cabe señalar que algunos dispositivos admiten un funcionamiento dual analógico/digital.

Ejemplos de sensores son: luminosidad, temperatura, presencia, incendios, inundación, corriente eléctrica, gas, puertas y ventanas abiertas, anemómetros, lluvia, etc.

➤ **Actuadores.**

En el sistema domótico son considerados como las salidas. Son los encargados de ejecutar las órdenes enviadas por las entradas del sistema (sensores y transmisores).

Ejemplos típicos en instalaciones domóticas son: motores eléctricos, sirenas, electroválvulas, relés, contactores, dimmers o reguladores, etc.

➤ **Transmisores.**

Son entradas como los sensores pero con la diferencia de que permiten introducir órdenes directas del usuario. Ejemplos son: mandos a distancia, interfaces telefónicos, teclados, pantallas táctiles, etc.

➤ **Bus.**

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

➤ **Unidad de control.**

Tiene la función de recibir la información de las entradas, procesarla y transmitirla a los actuadores. Esta unidad es programable. En función del tipo de sistema este componente tienen unas características u otras. En sistemas distribuidos como el KNX este control se reparte en varios elementos una vez realizada su programación, mientras que en sistemas centralizados es un ordenador o un sistema basado en microprocesadores.



➤ **Pasarelas de comunicación.**

Su principal misión es conectar la instalación domótica a Internet para poder tener acceso remoto desde cualquier lugar. Proporcionan una comunicación bidireccional entre el sistema domótico y cualquier punto con conexión a Internet o cobertura GSM. En el concepto de Hogar Digital estas pasarelas integran las redes de potencia, datos, multimedia y domótica del hogar con Internet.

2.8. Sistemas comerciales

Los sistemas comerciales existentes pueden ser de dos tipos: estándares o abiertos y sistemas propietarios. Cada uno por supuesto tiene su protocolo de comunicaciones y características propias.

Los sistemas estándares o abiertos, son aquellos que están libres de cualquier licencia de uso o esta licencia ha sido adquirida. Gracias a la estandarización de los componentes y protocolos se garantiza la integración de dispositivos y sistemas de diferentes fabricantes, permitiendo a su vez un elevado grado de flexibilidad en caso de modificaciones en nuestra instalación.

Los principales estándares en el mercado son:

- KNX.
- LonWorks.
- X-10.
- BatiBus.
- CEBus.



Figura 2.19. Principales sistemas abiertos.

Los sistemas propietarios son desarrollados por un único fabricante aplicando tecnología propia y utilizando una estructura de control, medios de transmisión y protocolos de comunicación diseñados por la propia empresa. Sus productos no son compatibles con los de otros fabricantes. Algunos de estos sistemas son:



- Vivimat.
- Domaike.
- Vantage.
- Simon Vis.
- Amigo.
- Maior-Domo.
- Domotel

2.9. Futuro de la domótica

Todo apuntaba a que la tecnología invadiría nuestros hogares, y cualquiera que imaginase el futuro hace diez años nos veía hoy en día residiendo en casas inteligentes, rodeados de todo tipo de dispositivos que abrirían y cerrarían las puertas o ajustarían la iluminación con un par de palmadas. Sin embargo, lo cierto es que, en la actualidad, la domótica aún no se ha implantado en la mayoría de los hogares y, salvo por los avances en los electrodomésticos, la vida en casa no es muy diferente de lo que lo era hace diez años.

Pero las tendencias indican que la llegada de la tecnología a los hogares está cada vez más cerca. En International CES 2013, la feria internacional de electrónica que tuvo lugar el pasado mes de enero, grandes marcas como LG o Samsung presentaron sus propuestas para convertir nuestra casa en una smarthome. Estas marcas apuestan por la integración de WiFi o tecnología NFC en los electrodomésticos.

Además, la tendencia a utilizar el teléfono móvil para controlar nuestra casa también está presente en WeMo, un controlador de enchufe con sensor de movimiento desarrollado por la marca Belkin. Este dispositivo se puede programar a través una aplicación gratuita para iPhone y iPad para llevar a cabo diferentes acciones habituales en el hogar, como el encendido y apagado de luces o la puesta en marcha de electrodomésticos.

Y esto no es todo. En International CES 2013 también se presentaron nuevos dongles, unos dispositivos periféricos sencillos que pueden conectarse a otros terminales más complejos para ampliar sus funcionalidades. De este modo, conectados en el puerto HDMI de una televisión, los dongles le proporcionan conexión WiFi, bluetooth y ranura para tarjeta microSD. Además, si están programados con Android, pueden convertir el televisor en una smart TV, dándole acceso a la reproducción de contenidos locales y streaming, así como la posibilidad de ejecutar aplicaciones.

La domótica se centra también en soluciones que hacen posible el ahorro de energía. Hasta ahora han visto la luz todo tipo de sistemas de iluminación y bombillas inteligentes, como Philips Hue LED, y muy pronto llegarán al mercado bombillas con wifi que podrán controlarse mediante una aplicación desde el teléfono móvil.



Figura 2.20. Bombillas LED con Wifi.

En un futuro muy cercano, la domótica va mucho más allá de la inteligencia aplicada a los recintos y llega ahora a conseguir habitaciones "sensibles". Gracias a un sistema de detección en interpretación de voz y a la llamada Sensibility Technology (ST), han desarrollado una habitación sensible (conocida como Room Render) que cambia de color, emite ciertos tipos de olores e incluso pone una música relajante en función del estado de ánimo que nota en la voz de sus habitantes. Esto no deja de ser un prototipo pero lo mismo se pensaba hace unos años de las casas domóticas. Este tipo de iniciativas científicas no hacen más que recordar lo rápidamente que avanza la tecnología.



CAPÍTULO 3:

SISTEMA KNX

3. SISTEMA KNX



Figura 3.1 Logo de KNX.

3.1. Introducción

En este capítulo se describirá la tecnología KNX ya que es el sistema domótico elegido para este proyecto. A continuación se realizará una breve introducción al sistema y se expondrán algunas de sus ventajas por las cuales se justifica su elección en este caso. KNX es el principal estándar abierto para el control de la vivienda y del edificio reconocido a nivel mundial. KNX posee las siguientes aprobaciones:

- ✓ Estándar Europeo (CENELEC EN 50090 y CEN EN 13321-1).
- ✓ Estándar Internacional (ISO/IEC 14543-3).
- ✓ Estándar Chino (GB/Z 20965).
- ✓ Estándar Norteamericano (ANSI/ASHRAE 135).

La Konnex Association fue fundada en mayo de 1999 por las siguientes asociaciones:

- BatiBus Club Internacional (BCI).
- European Installation Bus Association (EIBA).
- European Home Systems Association (EHSA).

Más adelante se pasó a llamar KNX Association. Se fundó con el objetivo de introducir en el mercado un sistema unificado para la gestión de edificios. La especificación KNX tuvo su publicación por parte de la KNX Association en el año 2002. Ésta especificación se basa en la especificación de EIB y los mecanismos de configuración y medios físicos de BatiBus y EHS.



Más de 200 compañías miembros por todo el mundo de diversas aplicaciones cuentan con casi 7.000 grupos de productos certificados KNX en sus catálogos. KNX Association tiene acuerdos de asociados con más de 30.000 compañías instaladoras en 100 países, más de 60 universidades, así como más de 150 centros de formación. De esta forma los clientes pueden encontrar en el mercado una gran variedad de productos de diferentes fabricantes ya que la KNX Association garantiza su total compatibilidad e interoperabilidad con el sistema.

Se trata por tanto de un sistema descentralizado y no propietario en el que cada dispositivo puede trabajar de forma autónoma y acceder al bus de comunicación a través de su propia electrónica (microprocesador). Las principales ventajas del sistema KNX frente a sistemas tradicionales pueden ser:

- Reducción del cableado y por tanto de los costes de la instalación.
- Gran abanico de funcionalidades de los componentes.
- Flexibilidad a la hora de realizar ampliaciones futuras o modificaciones en la instalación.
- Está estandarizado y por tanto se pueden encontrar muchas soluciones en el mercado.
- Está garantizado con esto su continuidad en el futuro.
- Adaptación a cualquier tipo de construcción.
- Posibilidad de acoplarse con otros sistemas como redes IP, redes de telefonía, etc.
- Soporta diferentes medios de configuración, como son el par trenzado, corrientes portadoras, radiofrecuencia e IP/Ethernet.
- Soporta diferentes modos de programación, uno más fácil y otro más sofisticado.
- Un único software (ETS) independiente para la puesta en marcha y programación de las instalaciones.
- KNX garantiza la interoperabilidad y el interworking de sus productos pues lleva a cabo un plan de certificación en todos ellos. Con esto se asegura que funcionarán y se comunicarán diferentes productos de diferentes fabricantes.

3.2. Medios de transmisión

El medio físico por el que se comunican los componentes del sistema KNX no es único. Actualmente el estándar KNX permite:



- **Par trenzado** (TP-1). El par trenzado tiene una velocidad de transmisión de 9600 bps.
- **Red eléctrica** (PL-110 línea de fuerza 110 KHz). Funciona por corrientes portadoras.
Está más indicado para viviendas o edificios ya construidos pues la instalación de nuevo cable implicaría muchos costes. No obstante es poco empleado por su mayor coste y menor fiabilidad. Tiene una velocidad de transmisión de 1200 bps.
- **Radiofrecuencia** (RF a 868 MHz). Los telegramas son transmitidos en la banda de frecuencia 868 MHz con una potencia irradiada de 25 mW y una velocidad de transmisión de 16384 Kpbs. Se reserva para pequeñas y medianas instalaciones y en casos excepcionales.
- **Ethernet** (IP). Los telegramas KNX son encapsulados en telegramas IP y así poder utilizar redes LAN, así como Internet para su transmisión.

El medio físico más empleado en las instalaciones es el par trenzado.

El bus de comunicación se compone por tanto de un par de hilos. El bus tiene una doble función que son las de alimentar los componentes conectados a él con una tensión continua de 29 V y la otra función es la de transmitir los telegramas por toda la instalación. La transmisión de los datos es por corriente alterna y ésta se transmite superpuesta sobre la alimentación en corriente continua. Debido a esto se hace necesario aislar la fuente de alimentación de los datos para evitar que éstos entren en la fuente y se atenúen. También es imprescindible que todos los dispositivos conectados al bus dispongan de un transformador para desacoplar así los datos de la componente de alimentación continua.

La transmisión de datos se lleva a cabo de forma simétrica sobre el par de conductores y a una velocidad de 9600 bps. Los componentes controlan los datos mediante la diferencia de tensión de los dos conductores. Con esto se consigue la inmunidad frente al ruido ya que se transmite por ambos conductores con la misma polaridad. Es una técnica muy extendida en las redes de comunicación de datos.

El cable más común es el YCYM 2 x 2x 0,8 mm (de 0.8 mm² de sección e impedancia característica $Z_0=72$ Ohms) que consta de 4 hilos distinguibles por colores: el rojo (+) y el negro (-) son para la línea de bus y quedarían los otros dos restantes que se pueden utilizar para otras aplicaciones o incluso de reserva por si se estropea la línea de bus.

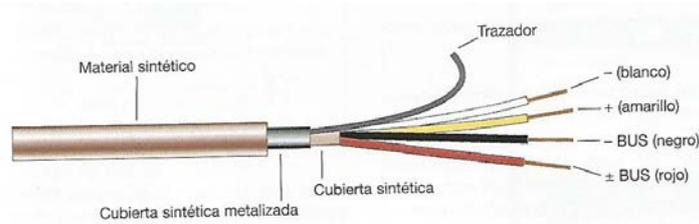


Figura 3.1. Cable YCYM.

3.3. Topología

Las posibilidades topológicas a la hora de conectar un elemento al bus KNX no son restrictivas, se pueden conectar en estrella, árbol o en bus. Esto es una ventaja en el momento de la instalación. La única restricción es que no se pueden cerrar anillos, es decir, que un dispositivo no puede ir conectado a dos líneas. La estructura topológica de conexión de dispositivos distingue dos niveles de conexionado:

➤ **Línea.**

Es la estructura más pequeña de la instalación. Se considera una línea al conjunto formado por la fuente de alimentación y todos los componentes bus que cuelguen de ella. Tiene que cumplir las siguientes condiciones:

- Pueden estar conectados hasta 64 componentes.
- El número máximo de fuentes de alimentación en la línea es de 2.
- La distancia máxima de la fuente de alimentación a un componente es de 350m.
- La distancia máxima entre dos componentes es de 700 m.
- La longitud máxima de la línea es 1000m.

La línea es ampliable hasta un máximo de 256 componentes. Esto es posible con amplificadores de línea.

➤ **Zona.**

Es el conjunto de varias líneas. Para conectar las líneas se necesita un componente llamado acoplador de línea, y se considera la línea principal la que une todos estos acopladores. El límite de líneas que se pueden conectar es de 12, aunque se puede ampliar hasta 15.

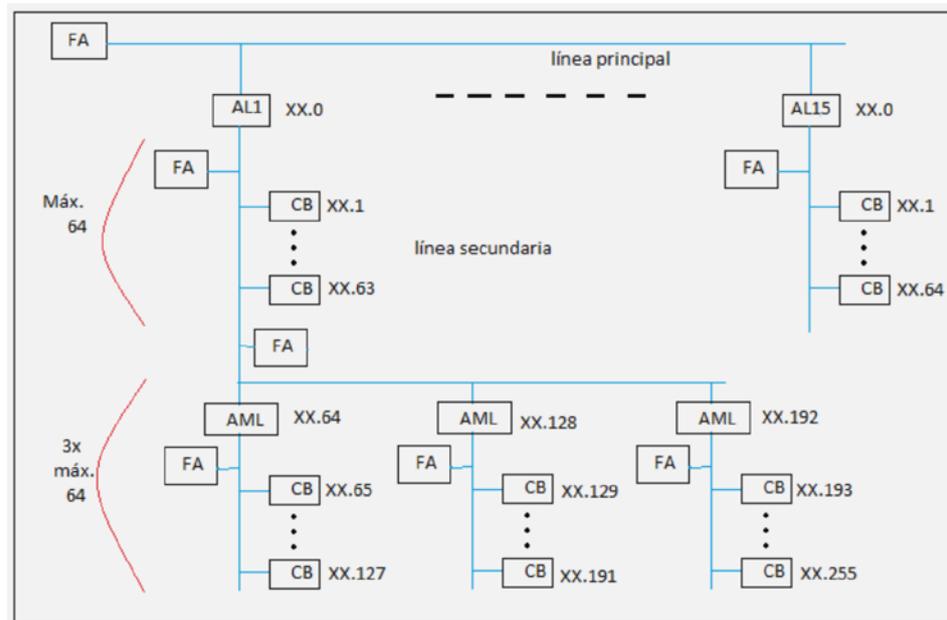


Figura 3.3. Configuración de zona con amplificación de línea.

Todavía se puede ampliar más el sistema mediante la unión de varias zonas, hasta un límite de 15 y por medio de un acoplador de zonas. A la línea que une todos los acopladores de zona se denomina línea de zonas o línea de áreas.

En resumen con todas estas posibilidades se puede trabajar en una instalación con 11520, que corresponderían con 15 zonas con 768 componentes por zona. Ampliando las líneas y el número de líneas por zonas sería posible conectar un total de 57600 componentes.

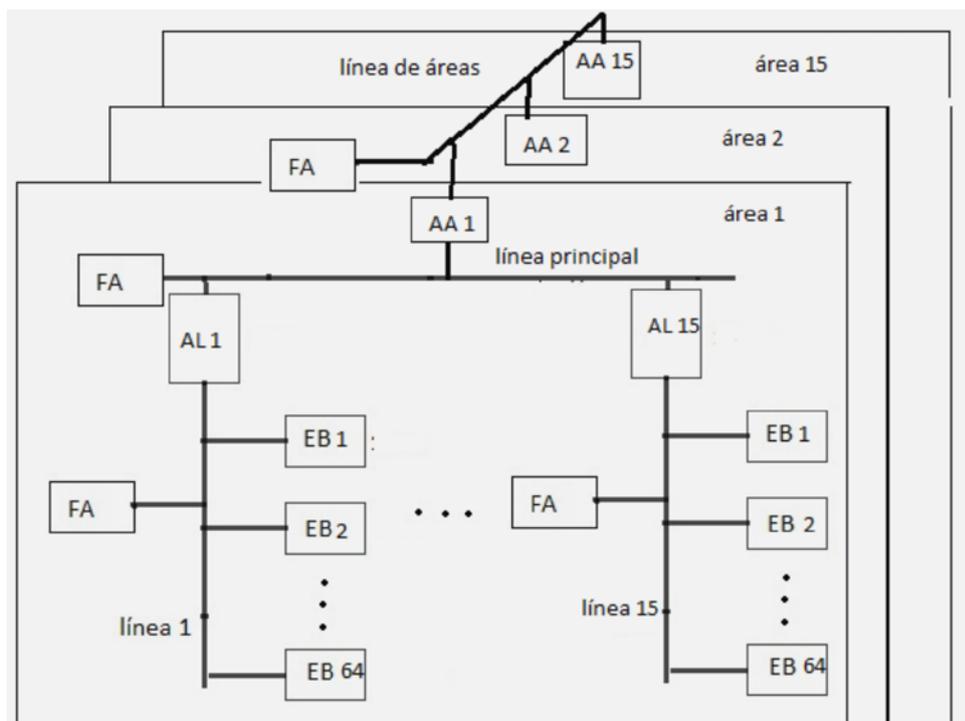


Figura 3.4. Conexión de áreas.

3.4. Direccionamiento

En este apartado se detalla cómo se identifican los distintos elementos del sistema dentro de la instalación. Para ello existen dos tipos de direcciones: direcciones físicas y direcciones de grupo.

3.4.1. Direcciones físicas

Cada dispositivo queda identificado y localizado dentro de la estructura del sistema por medio de su dirección física. Ésta consta de tres campos que se representan separados por puntos:

- Área (4 bits). Identifica una de las 15 zonas o áreas. Con A=0 se define la línea de áreas.
- Línea (4 bits). Identifica una de las 15 líneas. L=0 se reserva para identificar a la línea principal dentro de un área.
- Dispositivo (8 bits). Identifica un dispositivo perteneciente a una línea y zona. D=0 se utiliza para designar al acoplador de línea.



El componente que se utiliza para el acoplamiento de áreas y líneas e incluso el que actúa de repetidor de línea, es el mismo. Es cuando se programa su dirección física cuando el dispositivo ya se le asigna una función u otra. En el caso de acopladores de línea y área, durante su programación también se le asigna una tabla de filtros, así sólo dejarán pasar los telegramas que estén incluidos en la tabla. De esta forma cada línea actúa de forma independiente.

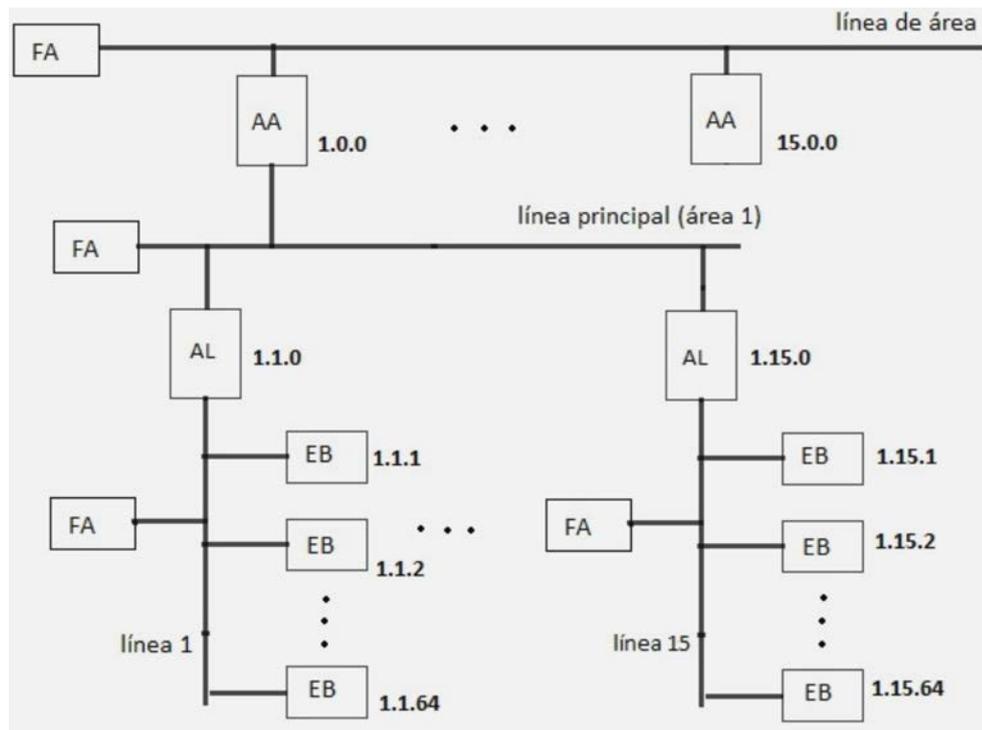


Figura 3.5. Direccionamiento físico.

3.4.2. Direcciones de grupo

Con las direcciones de grupo se define las funciones que van a realizar los distintos componentes en el sistema. En definitiva determinan las asociaciones de los dispositivos en funcionamiento para que se puedan comunicar entre sí sus objetos de comunicación. Por tanto estas direcciones asignan la correspondencia entre dispositivos de entrada (sensores) y salida (actuadores).

Los objetos de comunicación son direcciones de memoria en los componentes bus. El tamaño depende la función que desempeñen. Por ejemplo para on/off son de 1 bit y para dimmers puede ser de 1 byte.

Se pueden asignar dos modos de direccionamiento de grupo: en dos y tres niveles. Dependiendo de cómo se estructuren las funciones en el sistema, convendrá elegir uno u otro.

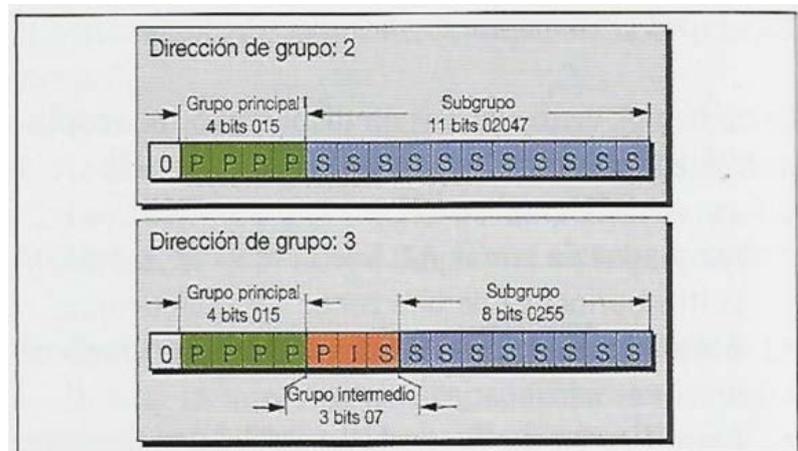


Figura 3.6. Direccionamiento de grupo en dos y tres niveles.

El grupo principal suele agrupar grupo de funciones generales como alarmas, iluminación, control de persianas, etc. Se pueden emplear los valores del 1 al 13, mientras que los valores 14 y 15 no deben emplearse puesto que los acopladores no los filtran y podrían afectar al funcionamiento del sistema.

Las direcciones de grupo, que enlazan sensores con actuadores, se pueden asignar a cualquier dispositivo en cualquier línea con las siguientes condiciones:

- Los sensores sólo se les puede asociar con una dirección de grupo.
- Distintos actuadores pueden tener la misma dirección de grupo.
- Los actuadores pueden responder más de una dirección de grupo (varios sensores pueden estar asociados con el mismo actuador).

3.5. Protocolos de comunicación

Para que todos los elementos del sistema puedan comunicarse e interactuar por medio del bus es necesario controlar la forma en que se accede al bus (CSMA/CA) y generar un formato para el envío de datos (telegramas).

3.5.1. Método de acceso al bus

El procedimiento utilizado por KNX es el CSMA/CA, que significa “acceso múltiple por detección de portadora/evitación de colisiones”. Los paquetes de información se envían por la línea bus en serie, por lo que sólo puede haber datos provenientes de un dispositivo en un cada instante. Las características de este método de acceso son:

- Cuando un dispositivo quiere transmitir información primero comprueba que el bus esté libre y después que no haya ningún otro dispositivo transmitiendo. Si el bus está libre cualquier dispositivo puede comenzar a enviar datos.
- Durante la transmisión cada dispositivo escucha los datos existentes en la línea y los compara con los que había enviado.
- Si durante la transmisión no hay colisiones, el envío de datos se completa sin problemas.
- Si por el contrario se produce una colisión entre datos enviados por un equipo y otro, el procedimiento asegura que sólo uno de esos dispositivos puede ocupar el bus. Esto se resuelve por prioridad de los bits dominantes (estado lógico “0” implica flujo de corriente) sobre los recesivos (estado lógico “1” que no pasa corriente). Por tanto, tendrán prioridad las tramas con mayor número de 0’s en su inicio.

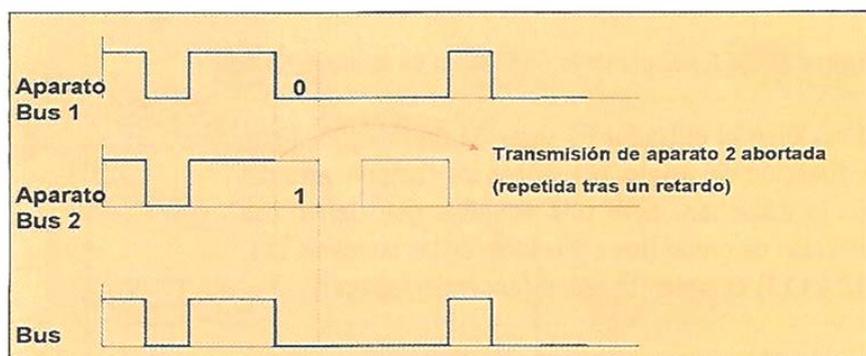


Figura 3.7. Resolución de colisión de telegramas.

3.5.2. Formato de los telegramas

La transmisión de un telegrama por parte de un dispositivo KNX se realiza cuando se produce un evento en un elemento emisor o sensor. Éste

sensor comprueba durante un tiempo t_1 la disponibilidad del bus y a continuación envía el telegrama. Si no ha habido colisiones, al acabar de transmitir el telegrama espera un intervalo t_2 a la recepción del reconocimiento (ACK). El dispositivo receptor comprueba el campo de comprobación (un byte) y si es correcto envía un ACK, de lo contrario un no reconocimiento (NAK) para que el emisor repita el envío. Si el receptor está ocupado envía un código BUSY para que el emisor repita la transmisión tras un pequeño retardo.

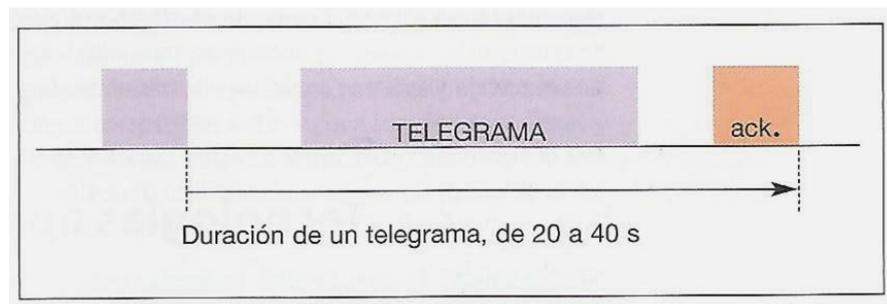


Figura 3.8. Secuencia de envío de telegrama ante la activación de un evento

El telegrama se envía organizado en grupos de 11 bits (palabra). Los telegramas se transmiten en modo asíncrono a 9,6 Kbit/s. Cada palabra consta de 1 bit de inicio, 8 bits de datos, 1 bit de paridad par, 1 bit de parada y una pausa de equivalente a 2 bits hasta la siguiente transmisión.

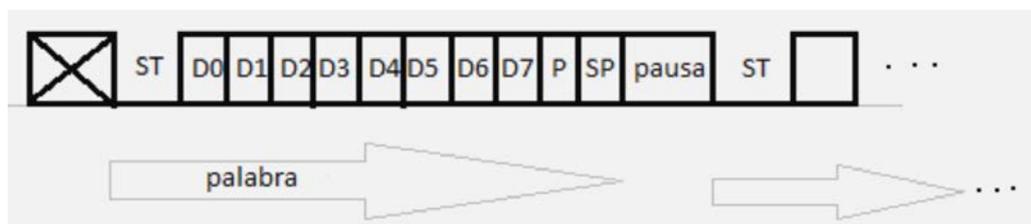


Figura 3.9. Formato de una palabra.

El telegrama tiene siete campos, seis de control para garantizar una transmisión fiable y un campo que contiene los datos útiles con el comando a ejecutar. En la siguiente figura se muestran los campos que tiene la trama:

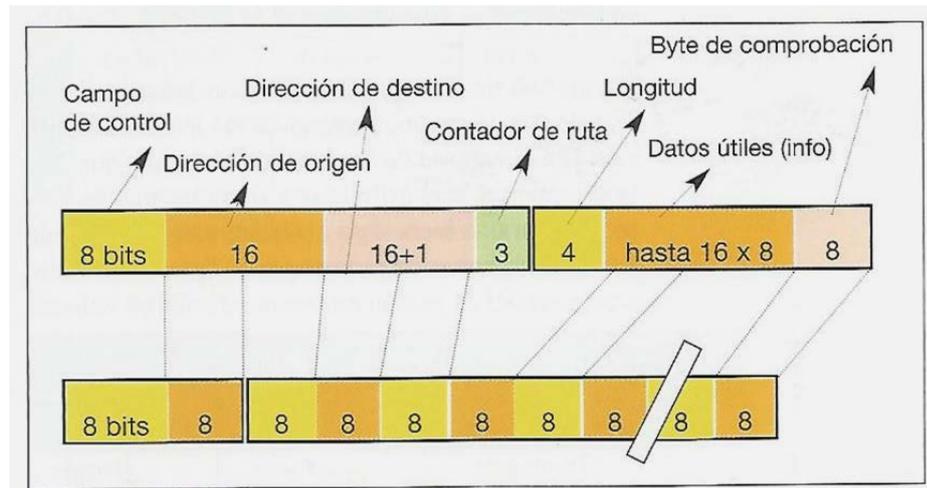


Fig. 3.10. Estructura de un telegrama KNX.

Dependiendo de extensión de la información útil el telegrama ocupará entre 8 y 23 palabras más otra palabra para el acuse de recibo. Considerando el tiempo libre del bus t_1 (50 bits) y el tiempo t_2 (13 bits), cada información que se envía ocupa el bus durante 20-40ms. A continuación se detalla brevemente la composición de los campos del telegrama:

- **Control.** Ocupa 8 bits e incluye la prioridad del telegrama según el tipo de función (alarma, servicios del sistema o servicios habituales). Tiene también un bit de repetición que se pone a 0 en caso de repetirse algún envío debido al no reconocimiento de alguno de los destinatarios.
- **Dirección de origen.** Indica la dirección física del emisor.
- **Dirección de destino.** Puede ser de dos tipos dependiendo del valor del bit 17 (el de mayor peso). Si es '0' es una dirección física y por tanto el telegrama va dirigido sólo a un dispositivo. Si es '1' se trata de una dirección de grupo y el telegrama irá dirigido a todos los componentes que tengan esa dirección de grupo.
- **Contador de ruta.** Contiene el resultado de un contador, el cuál por cada acoplador por el pase el telegrama éste se verá decrementado. Así si el contador es negativo el telegrama no se transmitirá.
- **Longitud e información útil.** El campo longitud indica cuántos bytes contiene el campo de datos (máximo 16). El campo Datos útiles contiene el tipo de comando (sólo hay cuatro) y los datos útiles para cada función asignada a los objetos de comunicación. Los tipos de datos están estandarizados para garantizar la compatibilidad de aparatos del mismo tipo pero de distintos fabricantes. Según este estándar hay siete diferentes cada uno asignado a un tipo de acción de control (conmutación, regulación, envío de valor absoluto, envío de valor en punto flotante, etc). Los objetos de comunicación son los programas almacenados en la memoria de los dispositivos para realizar una acción determinada.
- **Comprobación.** Consiste en un byte que se obtiene del cálculo de la paridad longitudinal par (LRC) de todos los bytes anteriores incluidos

en el telegrama. Cuando al receptor le llega el telegrama, comprueba si éste es correcto a partir de este byte de comprobación.

3.6. Estructura de comunicación de los dispositivos

Los componentes importantes dentro de un sistema KNX, a parte de las fuentes de alimentación, cables, filtros y demás, son aquellos que poseen una electrónica que les hace “inteligentes”. Para poder llevar a cabo las acciones de control por parte de sensores y actuadores se necesita que se programen sus objetos de comunicación para así poder llevar a cabo las funciones asignadas. Estas programaciones, aparte de otras cosas, se hacen en esa electrónica acoplada a los componentes. Estos dispositivos constan de tres partes bien diferenciadas:

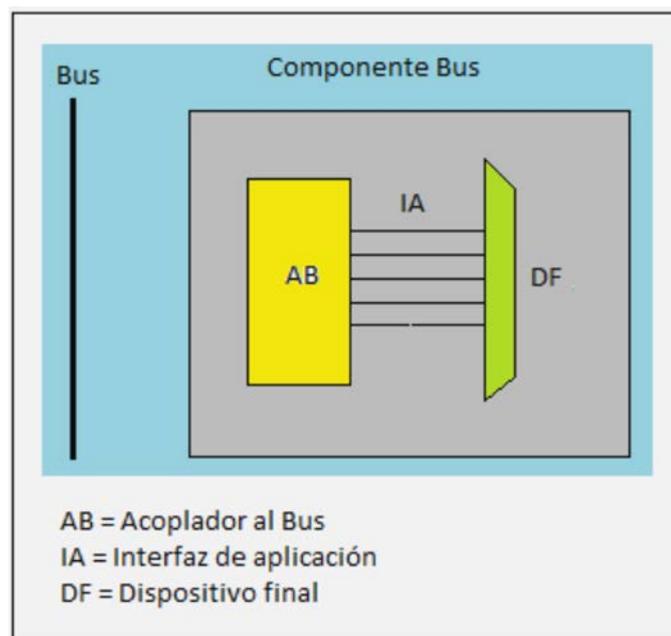


Figura 3.11. Estructura de un componente Bus KNX.

El acoplador al bus (AB o BCU) es donde se encuentra el programa de aplicación y la dirección física del componente. Es un aparato universal que contiene la electrónica necesaria para gestionar los enlaces con el bus de los telegramas, filtrado de direcciones físicas y de grupo para captar los telegramas destinados al dispositivo, comprobación de errores, envío de reconocimientos, etc. El acoplador cada cierto tiempo comprueba cambios de señal en la interfaz de aplicación. Consta de las siguientes partes:

- Un módulo de transmisión (MT) que tiene las siguientes funciones:



- Acoplo y desacoplo de la tensión continua de alimentación y los datos.
- Protección contra inversión de polaridad.
- Generar una tensión estabilizada de 24 Vdc.
- Realizar copia de seguridad de los datos si la tensión del bus cae por debajo de
- los 18 V.
- Capacidad de resetear el microprocesador en el caso de que la tensión del bus
- caiga por debajo de los 5 V.
- Controlar la transmisión y recepción de datos desde el bus.
- Vigilancia de la temperatura de la unidad.

➤ El controlador de acceso al bus (CEB) que consta de:

- Memoria ROM permanente que contiene el software específico del sistema
- diseñado por el fabricante.
- Memoria RAM volátil, que contiene los datos que se utilizan durante el
- funcionamiento normal del dispositivo.
- Memoria no volátil borrable eléctricamente EEPROM. Contiene el programa de
- aplicación, la dirección física y la tabla de direcciones de grupo.

Los programas de aplicación de los distintos componentes de la instalación se encuentran en una base de datos que proporciona el fabricante. Para cargarlos a la BCU se realiza con un software específico de KNX, el ETS, conectando un ordenador a la línea del bus a través de una interfaz USB o RS232.

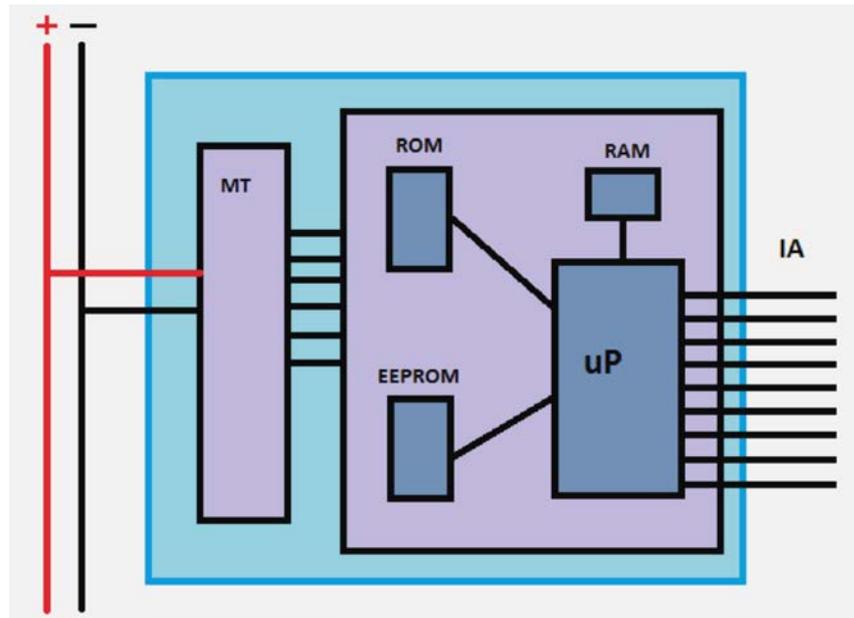


Figura 3.12. Unidad de acoplamiento al bus (BCU).

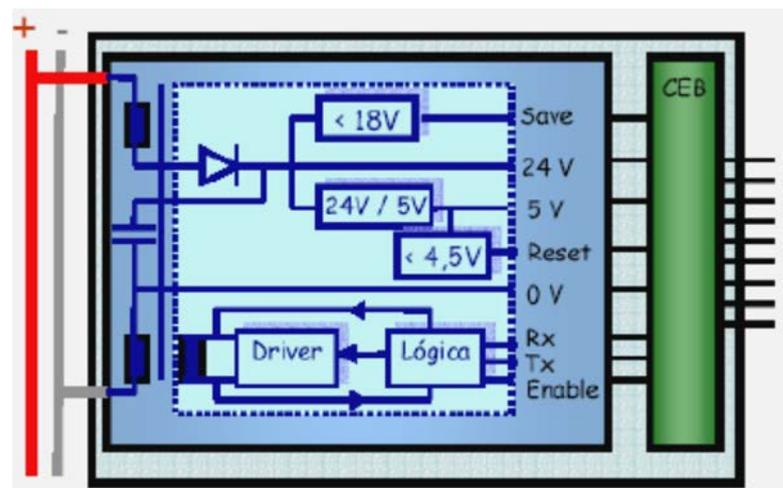


Figura 3.13. Módulo de transmisión.

La interfaz de aplicación es un conector estándar de diez pines, de los cuales cinco se usan para datos, tres para tensiones de alimentación, y uno es una entrada analógica al acoplador al bus que se emplea para la identificación del tipo de dispositivo final en función de una resistencia situada en el mismo.

Si el programa de aplicación instalado en la BCU no se corresponde con el tipo de dispositivo final, el acoplador al bus lo detiene automáticamente. Los tipos de dispositivos definidos se identifican en pasos de 0,25 V, y cubren todas las necesidades funcionales del sistema.

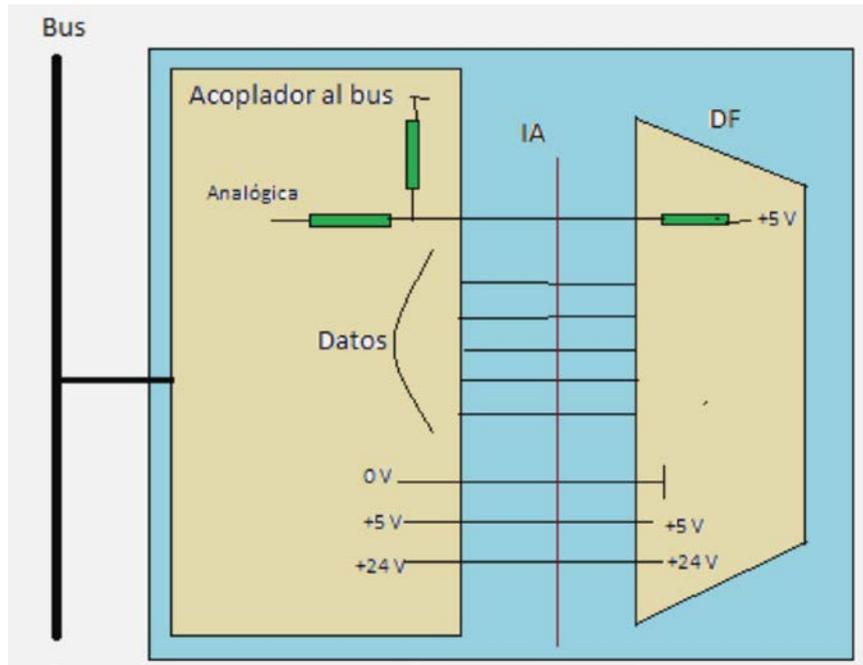


Figura 3.14. Interfaz de aplicación.

Tipos de dispositivos finales		
Tipo	V	Función
0	0,00	No hay dispositivo final conectado
2	0,50	4 entradas binarias/analógicas, 1 salida bin
4	1,00	2 entradas bin/analógicas, 2+1 salida bin
6	1,50	3 entradas bin/analógicas, 1+ 1 salida binar
12	3,00	Síncrono serie
14	3,50	Síncrono serie de longitud fija
16	4,00	Asíncrono serie
19	4,75	4+1 salidas binarias
20	5,00	Descarga (carga reducida)

Figura 3.15. Tipos de dispositivos según voltaje en resistencia DF.



Por último el dispositivo final es el sensor o actuador que se ajusta al acoplador al bus mediante el interfaz de aplicación.

Existen dos tipos de componentes KNX dependiendo del modo de instalación:

- Componentes de carril Din de 35mm, que pueden ir montados en armarios de distribución de manera análoga a los elementos de protección eléctrica de la vivienda (Interruptores automáticos, diferenciales, etc).
- Componentes de empotrado en caja universal, sobre superficie y en falso techo.
En cada hoja de características de los componentes podremos encontrar el tipo de instalación que requiere.

3.7. Componentes del sistema

En este apartado se detallan los principales módulos y componentes del sistema KNX, que permiten realizar el control de una vivienda.

3.7.1. Dispositivos del sistema

Fuentes de alimentación.

Su instalación suele ser en carril DIN. Se encargan de producir y controlar la alimentación del sistema. Utilizan un filtro para aislar el bus de la fuente de alimentación, de tal forma que la señal de información no entre en el filtro y se atenúe. Existen varios tipos de fuentes de alimentación dependiendo de la tensión y corriente que suministran a su salida. Las más utilizadas son las que proporcionan alrededor de 29 Vdc y con corrientes de salida de 160/320/640 mA.

Acopladores de línea.

Permite la comunicación de datos entre dos líneas bus y las separa galvánicamente. Su instalación es en carril DIN. Puede utilizarse como acoplador de líneas, acoplador de áreas o repetidor. Al programar la dirección física con el software ETS se determina la función del acoplador de forma automática.

Acoplador al bus.

Es un dispositivo para empotrar en cajas universales y también en cajas de superficie. Se utiliza para conectar una unidad de aplicación con el



Bus. Permite la conexión al sistema KNX de pulsadores, reguladores/actuadores de persiana, detectores de movimiento, termostatos, receptores de infrarrojos, etc. Se programa a través del software ETS en función de la unidad de aplicación. Posee un borne de conexión al bus y un conector de diez polos a la unidad de aplicación.

Cable Bus.

Es el soporte físico por el que se alimentan los componentes del sistema y por donde se realiza la transmisión de datos entre componentes. El tipo de cable más utilizado es el YCYM 2 x 2 x 0,8, que son 2 pares trenzados de 0,8 mm² de sección cada uno y quedarían dos cables sobrantes que se pueden utilizar para aplicaciones adicionales o como línea de bus adicional. En algunas instalaciones se puede conectar también a la línea un protector contra sobretensiones.

Terminales de conexión.

Es utilizado por el sistema para la conexión del cableado bus al largo de toda la instalación, lo que obliga a tener que utilizar cable rígido con el fin de realizar conexiones rápidas en cada terminal.

3.7.2. Sensores

En el sistema son considerados como las entradas. A continuación se describen algunos módulos de entrada y sensores típicos:

➤ **Módulo entradas binarias.**

Existen modelos adecuados para el montaje falsos techos y otros de carril DIN. Dependiendo también del modelo pueden tener diferente número de canales. Lo típico es que sean de dos, cuatro ó seis canales. Las Entradas Binarias reconocen los cambios de estado en las entradas y generan telegramas KNX dependiendo de la parametrización. En cada una de las entradas se pueden conectar pulsadores/interruptores, contactos de puertas y ventanas, así como cualquier otra salida libre de potencial. Los modelos se distinguen también por su tensión en las entradas que puede ser de 24 Vdc, 230 Vac y libre de potencial. Éste último suele ser el más usado. Se alimentan por tensión por medio de la línea de bus.

➤ **Módulos entradas analógicas.**



Las entradas analógicas se utilizan en el sistema KNX para guardar y procesar variables analógicas. Existen modelos adecuados para el montaje falsos techos y otros de carril DIN. El número de entradas es variable según el modelo, pero suelen ser de dos ó cuatro canales de entrada. A estas entradas se conectan los sensores físicos externas con señales de salida con rangos de 0/4 – 20 mA o 0 – 1/5/10 V. Además envían telegramas de control a los actuadores KNX del sistema. Se alimentan por tensión a través del bus.

➤ **Pulsadores.**

Los hay de múltiples colores y posibilidades. Se diferencian principalmente en el número de canales y en si tienen o no integrado el acoplador al bus. Pueden enviar telegramas de conexión/desconexión y de regulación a los actuadores del sistema. También pueden distinguir pulsación corta y larga con sus distintos objetos de comunicación.

➤ **Sensores de movimiento.**

Los más utilizados son los PIR (Pasivo Infrarrojo). Captan la presencia detectando la diferencia entre el calor emitido por el cuerpo humano y el espacio alrededor. Cuando se activa suele cerrar un relé que tiene a su salida y que a su vez está conectado a una central de alarmas o a un módulo de entradas binarias. Su alimentación suele ser continua de 12 Vdc ó 24 Vdc.

➤ **Contactos magnéticos.**

Suelen utilizarse para detectar puertas o ventanas abiertas. Los contactos magnéticos producen una señal (abren o cierran un circuito) cuando se alejan uno del otro, con lo que el campo magnético varía y envían la señal al circuito al que están conectados, que puede ser una central de alarmas o un módulo de entradas binarias. No requieren de alimentación y su salida es libre de potencial.

➤ **Sensor de humo.**

Pueden ser ópticos o iónicos. Los ópticos constan de un emisor y receptor de luz infrarroja que cuando no se comunican se produce la alarma. Los iónicos detectan las primeras partículas que se generan al iniciarse una combustión. Los dos al activarse cierran un relé que suele ser libre de potencial. La alimentación típica de estos dispositivos es de 12 Vdc.

➤ **Sensor de inundación.**



Están compuestos por dos elementos: la Sonda o elemento sensor y el Detector que analiza la señal procedente de la sonda y determina el estado de alarma (inundación) o reposo. Su alimentación suele ser a 12 Vdc y al activarse cierran el relé inversor de salida que está comunicado con un módulo de entradas binarias o una central de alarmas.

➤ **Sensor de gas.**

Detectan la presencia de gases tóxicos y explosivos, tales como: butano, propano, metano, gas ciudad o gas natural. Tienen salida a libre potencial. Están conectados a módulo de entradas binarias ó a una central de alarmas. Alimentación típica de 12 – 24 Vdc. A parte de estos sensores y módulos de entradas existen muchos otros como termostatos, receptores RF e infrarrojos, módulo de escenas, módulos de programaciones horarias, sensores analógicos (lluvia, viento, temperatura) , módulo de funciones lógicas, etc.

3.7.3. Actuadores

En el sistema son considerados como salidas. Son los componentes que reciben telegramas y realizan funciones de on/off, temporización, regulación, etc. Los principales actuadores son:

➤ **Salidas binarias.**

Son componentes para montaje sobre carril DIN. Se alimenta por tensión a través de la línea del bus. El número de salidas varía según el modelo, suelen ser de cuatro y seis salidas. Proporcionan a cada salida una corriente máxima que varía también según modelo, pero lo normal suele ser máximos de 6 ó 16 A. A este dispositivo se conectan cargas eléctricas con contactos libres de potencial. Suelen utilizarse para controlar tomas de corriente, bombillas halógenas y convencionales, apertura/cierre de electroválvulas, etc.

➤ **Salidas analógicas.**

Este componente es para montaje en carril DIN. Se utiliza como salida de variables analógicas. Dichas salidas pueden ser configuradas independientemente como señales de corriente (0/4 – 20 mA) o como señales de tensión (0 - 1/5/10V). El número de salidas varía según el



modelo, dos o cuatro es lo habitual, y se alimenta con tensión a través del bus.

➤ **Dimmer.**

Puede montarse en luminarias normales, canalizaciones o falsos techos y en carril DIN. Se alimentan a través del bus. Su función es conmutar y regular luminarias incandescentes, luminarias halógenas de tungsteno 230 V, así como luminarias de baja tensión de 12 V con transformador.

Hay dimmers también para otras tecnologías de iluminación como diodos led. En este caso el componente se tiene que alimentar con un transformador de 12 – 24 Vdc. También existen los reguladores de fluorescencia (0 – 10 V) que tienen también todas las posibilidades de montajes. Se usan para regular y conmutar luminarias provistas de balastos electrónicos con entrada de control de 0 a 10 V, que se corresponden con 0 y 100% de luminosidad.

➤ **Actuador de persianas.**

Se alimentan por tensión a través del bus y su montaje admite todas las posibilidades (falso techo, empotrable o en carril DIN). Este componente, según el modelo, es capaz de controlar y regular, dos, cuatro ó hasta ocho motores de persianas totalmente independientes. Permite controlar la regulación, marcha y parada de estos motores de forma precisa. Tienen una potencia de ruptura en cada canal, que suele ser de 6 A para 250 Vac, aunque varía según el modelo.

3.7.4. Interfaces

➤ **Interfaz de comunicación RS-232/USB.**

Esta interfaz se utiliza para conectar un ordenador al sistema KNX, bien a través de una interfaz RS-232 ó USB. Se pueden integrar al sistema domótico en cualquier punto conectándolo al bus de comunicación. Lo más común es que vaya montado sobre carril DIN. Se alimentan por tensión por medio de la línea bus.

➤ **Pasarelas (Gateways).**



Este componente se emplea para monitorizar y controlar de manera remota los dispositivos KNX que estén conectados en la instalación. Los dos tipos más utilizados son:

- **Pasarela TCP/IP.** Se conecta el módulo a través de cable RJ-45 hasta el switch/router de la vivienda o edificio. Así podremos controlar a través de Internet desde cualquier lugar toda la instalación. Tienen un servidor web que es accesible desde cualquier navegador de internet e incluso desde teléfonos móviles y tablets con acceso a la red. Generalmente suelen ir montados sobre carril DIN y se alimentan por tensión a través del bus KNX.
- **Pasarelas GSM.** Permite una comunicación bidireccional entre el sistema domótico y cualquier punto con cobertura GSM. Estos dispositivos actúan generalmente por medio de SM y llamadas perdidas, pudiendo saber en todo momento en qué estado están los elementos del sistema y poder controlarlos. También suelen ir montados en carril DIN y se alimentan por el bus de la instalación. En el caso de que la cobertura GSM del lugar no sea buena se puede conectar a la línea telefónica de la vivienda.

A parte de estas tecnologías existen otras pasarelas que se conectan a la línea telefónica de la vivienda. Otros componentes interesantes que hay en el mercado son pasarelas que reconocen las órdenes transmitidas por una persona por medio de la voz.

➤ **Pantallas táctiles.**

Hoy en día se ha desarrollado mucho estos dispositivos. Hay en el mercado simples pantallas que sirven para únicamente configurar pulsadores y reguladores en ella, hasta pantallas que integran termostatos, configuración de escenas, alarmas, programaciones horarias, receptores RF/IR, etc. Incluso pueden tener integrado una pasarela TCP/IP con su propio servidor web para control remoto de la instalación. Las posibilidades con estos dispositivos son muy flexibles. Van generalmente empotrados en la pared en cajas universales y la alimentación suele ser por tensión a través del bus aunque algunas necesitan su propia fuente de alimentación de 12 – 24 Vdc.

3.8. Integración con otras instalaciones



El proyecto domótico KNX puede realizarse tanto de forma conjunta como separada a los proyectos de ICT y BT. En el caso de integrarse con alguna de estas, deberá tenerse en cuenta el Real Decreto 346/2011 sobre las ICT o el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en el caso de integración con la instalación de BT. En cualquier caso deben respetarse las exigencias de cada uno de ellos por separado así como los elementos instalados de reserva. Según la instrucción ITC-BT-51 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión es posible compartir canalizaciones las canalizaciones de las líneas de fuerza con las líneas del sistema domótico, siempre y cuando esta últimas tengan un nivel de aislamiento equivalente a la de los cables del circuito de baja tensión adyacente.

3.9. Instalación del sistema

En primer lugar se determinará el número de líneas y/o zonas necesarias para llevar a cabo la instalación cumpliendo los requisitos del estándar KNX en cuanto a longitud máxima de la línea, número máximo de componentes por línea, distancia máxima entre componentes, distancia máxima a la fuente de alimentación, etc. Todas estas limitaciones se pueden ver en el capítulo 3.3.

Una vez configurados las líneas hay que planear cómo conectar los dispositivos a estas líneas de bus, pues se puede hacer en estrella, árbol ó bus.

La distribución del cable bus se realizará mediante rozas en la pared, por debajo del suelo o a través de falso techo, eligiendo de entre estas la mejor para cada situación.

El cableado del bus puede usar las canalizaciones hechas para la línea de fuerza de 230V. Esto está permitido por el reglamento ICT-BT-51 que regula las instalaciones de sistemas de automatización de la vivienda. Únicamente es posible utilizar la misma canalización si el cable bus tiene un nivel de aislamiento equivalente a los cables del circuito de baja tensión adyacente.

3.10. Programación y configuración de los dispositivos

El sistema KNX soporta diferentes modos de configuración:

➤ **E-Mode (Easy Mode).**

Dirigido a instaladores con conocimientos básicos de KNX. Los productos compatibles con “E-Mode” ofrecen limitadas funciones comparado a modo S-Mode. Los componentes E-Mode ya están preprogramados y cargados con parámetros por defecto. Con un simple configurador, cada componente puede ser parcialmente reconfigurado.

➤ **S-Mode (System Mode).**

Dirigido a los instaladores KNX formados que llevan a cabo funciones de control sofisticadas en sus instalaciones. Se apoya en el software ETS Professional junto con las bases de datos de cada fabricante y los programas de aplicación de cada componente.

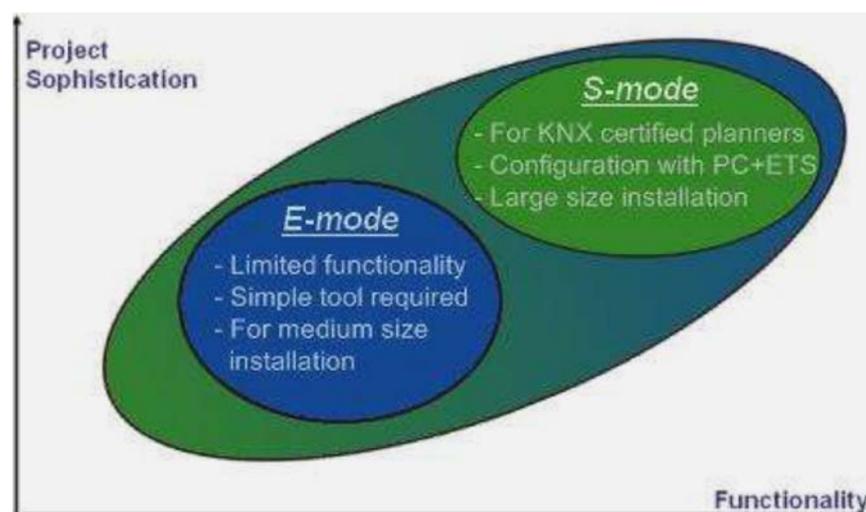


Figura 3.16. Modos de configuración del software ETS.

Toda esta tarea de programación se realiza con el software ETS (actualmente está implantada la versión 4, en mi caso utilizaré la versión 3), desarrollado por KNX Association. Una vez instalado el programa en el ordenador es necesario importar las bases de datos de los dispositivos al software, que se pueden obtener desde las páginas web de los fabricantes. Después se crea el proyecto, se estructura la instalación, se establecen las direcciones de grupo, se enlazan éstas con los objetos de comunicación, se establecen los parámetros, se crean escenas, se programan las alarmas, etc.



Cuando ya se tiene creado el proyecto, hay que volcarlo al sistema. Para ello se conecta el ordenador al bus de comunicación a través de una interfaz RS232 ó USB. Durante esta fase tiene lugar la instalación del programa de aplicación de los dispositivos, se programan las direcciones físicas y de grupo y en definitiva se carga toda la programación que se ha hecho en el proyecto de ETS.

3.11. Principales fabricantes EIB/KNX

Los principales fabricantes del sistema EIB/KNX son los que se encuentran en el cuadro siguiente:

<i>ABB</i>	<i>ARCUS</i>	<i>B+B</i>	<i>BERKER</i>
<i>BUSH-JAEGER</i>	<i>ELSNER</i>	<i>GIRA</i>	<i>HAGER</i>
<i>IPAS</i>	<i>JUNG</i>	<i>LINGG & JANKE</i>	<i>MERTEN</i>
<i>SIEMENS</i>	<i>THEBEN</i>	<i>WHD</i>	<i>ZENNIO</i>

Figura 3.17. Principales fabricantes EIB/KNX.

3.11.1. ABB



Fabricante KNX multinacional con un gran abanico de productos aunque destaca por los aparatos de carril DIN. En cuanto al diseño de pulsadores y pantalla táctil, va de la mano de otro gigante, Busch-Jaeger. De hecho, hay muchos componentes iguales en el catálogo de ambas marcas, aunque Busch-Jaeger tiene más variedad de colores. En general, destaca por su calidad y la seguridad que ofrece.

3.11.2. ARCUS

ARCUS destaca por su amplia gama de sensores KNX, pero su producto estrella es la pantalla MicroVis Logic+.

Se trata de una pequeña pantalla (tamaño de cajetín universal) que se maneja con una pequeña rueda-cursor y se adapta a la estética de muchas gamas de pulsadores KNX. Es muy completa, ofrece una gran funcionalidad y tiene una calidad de imagen excelente.

3.11.3. GIRA

Fabricante con sus orígenes en Alemania y Austria con un gran abanico de de productos en su catálogo.

3.11.4. IPAS

Fabricante alemán dinámico, innovador, flexible y que cuenta con unos ingenieros de desarrollo sumamente especializados.

Sus pulsadores de diseño decoran las instalaciones KNX más elegantes del mundo, sus pantallas táctiles con software de visualización son la más alta gama KNX y su control de accesos por tarjeteros es único.

Sin embargo, lo que haya dado a IPAS fama mundial son sus pasarelas TCP/IP ComBridge, en sus distintas versiones.



3.11.5. JUNG

Jung es uno de los fabricantes KNX que más destacan por sus diseños de componentes empotrables (elegantes y no demasiado caros). En general, posee un catálogo muy completo de productos KNX.

3.11.6. LINGG & JANKE

Fabricante alemán absolutamente recomendable: especializado en componentes de carril DIN robustos, económicos, completos y fiables.

Destaca su nuevo concepto de acoplador de Bus IP, totalmente innovador, que en los próximos meses sustituirá al actual en todos sus productos.

Entre sus componentes, despunta por novedosa, útil y económica, la pasarela NK2.

Además de tener buenos precios, posee también condiciones muy interesantes para los integradores KNX.

3.11.7. MERTEN

La marca Merten, recientemente adquirida por el grupo Schneider, se ha convertido en uno de los gigantes KNX. Su catálogo es muy completo, tanto en lo que al diseño se refiere, como a los aparatos de carril DIN.

3.11.8. SIEMENS

Sin duda se trata de uno de los grandes pilares del KNX y se le puede conceder el mérito de haber sido el pionero del EIB. Actualmente, posee un



catálogo muy variado y amplio de productos. Destacamos, entre otras cosas, su KNX-IP Router, aunque en general tiene buenos aparatos de carril DIN. Últimamente, han mejorado bastante su diseño.

3.11.9. ZENNIO

Fabricante español que en sus inicios sorprendió al mercado del KNX, ha revolucionado la forma de concebir las instalaciones KNX y en la actualidad se ha consolidado gracias al buen resultado de sus primeros productos.

En los próximos meses y años estamos seguros de poder presenciar el gran auge de Zennio en nuestro país y su consiguiente internacionalización



CAPÍTULO 4:

MEMORIA



4. Memoria

En este apartado se va a describir todos los aspectos relacionados con el inmueble y los dispositivos que se integrarán en el proyecto domótico. También, se indicarán las características propias de cada componente y las condiciones para su correcta instalación y uso, así como las funciones y servicios que se ofrecerán a los usuarios.

4.1. Datos generales

4.1.1. Situación y emplazamiento

Situación

Me gustaría presentar el espacio que se va a mejorar mediante la integración de los sistemas domóticos. En primer lugar, quisiera puntualizar que soy alumno de la Universidad de Cantabria y he optado por un aula de dicha universidad que considero que con unas pequeñas aplicaciones se puede conseguir un ambiente con mejor calidad para los posteriores usuarios y un uso más eficiente de los recursos.

Dicha elección viene dada por ser un espacio por donde pasan cientos de alumnos de todos los cursos diariamente, y es por ello que los beneficios de la domótica podrían ayudar a un gran número de personas en el transcurso de su jornada en la facultad.

Además, al haber sido usuario del aula durante mi etapa de alumno he comprobado pequeños aspectos que se podrían innovar aparte del hecho de la implantación de unos sistemas con un gran rendimiento y un papel importante en un futuro cercano, los cuales pueden ser fácilmente ampliables en futuras instalaciones.

Más concretamente, nos vamos a centrar en el aula 12 de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación situada en la ciudad de Santander, localizada al norte de España. Es importante tener presente su ubicación, puesto que nuestras incorporaciones domóticas han sido especialmente pensadas para dicho espacio, teniendo en cuenta las horas habituales del día, clima, etc.

Una ventaja muy importante de la facultad es que está orientada hacia el norte y los ventanales de las aulas quedan en el lado sur de la fachada, por lo que el aprovechamiento de las horas de luz del día es un factor clave a la hora de reducir los costes en iluminación.



Emplazamiento

Universidad de Cantabria
Avenida de los Castros, s/n
39005 Santander, Cantabria
Coordenadas: 43.472623, -3.798799



Figura 4.1. Situación de Cantabria Santander en mapa de España. Cantabria.



Figura 4.2. Municipio de Comunidad Autónoma de



Figura 4.3. Emplazamiento desde satélite de la facultad.

4.1.2. Descripción detallada del inmueble

Como ya se explicó previamente, el espacio en el que se va a llevar a cabo la instalación de sistemas domóticos, es un aula de la Universidad de Cantabria. Más concretamente, el aula número 13 de dicho edificio.

El aula mide 11,5m (ancho) x 12,16m (largo). Está ubicada hacia el norte y los ventanales hacia sur, lo que ofrece un mejor aprovechamiento de la luz solar y el calentamiento que ésta nos aporta a través de los cristales.

La sala está dividida claramente en dos zonas: varias filas de mesas a cada lado de la estancia con un pasillo en el medio. Delante de las ventanas, hay dos columnas, lo cual limita en cierta medida la entrada de luz, y junto a las ventanas, en cada extremo del aula, están situados los radiadores. Dispone de dos aparatos distribuidores de aire acondicionado, los cuales nos servirán para nuestra instalación, una puerta de entrada y cuatro ventanas con sus respectivas cortinas.

El aula cuenta con un ordenador de mesa, y dos proyectores de diapositivas, uno instalado en el techo, y otro ubicado en una mesa móvil.



Figura 4.4. Vista desde la puerta de entrada.



Figura 4.5. Vista desde la mesa del profesor.



Figura 4.6. Vista desde la zona trasera derecha del aula.

4.1.3. Objeto del proyecto

El objeto de este proyecto fin de carrera se basa en la instalación de un sistema domótico en un aula docente, con el propósito de integrar, controlar y monitorizar los diferentes sensores y automatismos distribuidos en dicho espacio, principalmente en cuanto a la gestión del confort y de la eficiencia energética.

Se integrarán dentro del sistema domótico el control de iluminación, climatización y seguridad. En los dos primeros casos, nos centraremos principalmente en la mejora de los mismos aprovechando parte de la instalación ya construida, y de una mayor libertad de funcionamiento para lograr un considerable ahorro energético.

Respecto a la gestión de la seguridad se implementarán sistemas de detección de humos e inundación. En el tema de intrusión no se incidirá puesto que al ser un edificio público tiene su propio vigilante de seguridad y diferentes cámaras por el perímetro, y en este caso las aulas son difícilmente accesibles desde el exterior ya que están en una 4 y 5 planta.

Los servicios que se quieren implementar y mejorar en el aula son los siguientes:

- Regulación del nivel de iluminación conforme a la luz solar.
- Control de la iluminación por zonas con detectores de presencia.
- Detección de humos,



- Detección de inundaciones.
- Instalación de alarmas técnicas de inundación y humo.
- Programación de escenas.
- Control motorizado de persianas, pudiendo ser accionadas mediante pulsadores o un mando de radiofrecuencia.
- Control de la climatización (aire acondicionado y calefacción) mediante termostatos y sondas de temperatura.
- Instalación de una pantalla táctil central con la que se pueda controlar cualquier dispositivo de la instalación.
- Control horario del uso del aula.
- Intercomunicación vía voz con la conserjería del centro.

Para cada uno de los servicios se buscará que componentes KNX es el más adecuado en cada caso, teniendo en cuenta que un mismo dispositivo puede ser utilizado en la implementación de más de un servicio domótico.

En cuanto a la tipología con referencia a las personas, es muy necesario mencionar la importancia de los sistemas domóticos para personas discapacitadas que puedan utilizar las instalaciones, ya que en estas circunstancias algunas medidas de confort se convierten en necesidades vitales y los mecanismos de seguridad cobran un interés específico evidente.

4.1.4. Sistema domótico utilizado en la instalación

Tras el estudio de las necesidades y características del aula, se ha optado por la implantación del sistema estándar abierto KNX que hemos estudiado en el capítulo 3 de este trabajo. Los motivos que justifican la elección son los siguientes:

- Es un sistema que permite una arquitectura mixta, aprovechando las ventajas de este tipo de topología.
- Los productos están homologados y son compatibles entre un gran número de fabricantes. Además estos productos están estandarizados internacionalmente por KNX, y está muy extendido por toda Europa.
- Se trata de un sistema orientado al futuro.
- Es una instalación rápida, sencilla y ampliable.
- Es económica, si presupuestamos con fabricantes más económicos, comparado con otros sistemas domóticos.



Por todos estos motivos, podemos concluir que es el sistema ideal para la automatización de procesos, basándonos en comparativas técnicas, económicas y de cubrir necesidades con otros sistemas similares.

Finalmente, la programación del sistema domótico se llevará a cabo mediante el software ETS (Engineering Tool Service), propio de KNX que nos permite proyectar, diseñar y configurar los productos certificados tanto del propio estándar KNX como de otros fabricantes asociados.

4.1.5. Alcance del proyecto

Es evidente que la decisión de implantar un sistema domótico, e incluso el tan sólo hecho de habérselo planteado, responde a la búsqueda de un beneficio, que en parte podemos cuantificar. En general los beneficios de la domótica se pueden desglosar como:

El alcance del proyecto es muy amplio, de este modo algunas de las ventajas que encontraremos mediante el sistema de control domótico serán múltiples:

- El ahorro energético gracias a una gestión eficiente de la iluminación y climatización de la estancia, lo que nos amortizará la instalación en un cierto período de tiempo.
- La potenciación y enriquecimiento de la propia red de comunicaciones.
- Seguridad en cuanto a incendios o inundaciones.
- Control total de la estancia, y un uso adecuado y correcto de ella.
- La teleasistencia inmediata del conserje o persona auxiliar para la subsanación de cualquier requisito.
- La mejora de la calidad de la estancia y un confort para los usuarios que desempeñan su labor durante el tiempo que pasan en ella.
- Incremento del confort del usuario y calidad de vida: de su seguridad tanto personal como patrimonial, la mejora de las comunicaciones con el exterior, la gestión de energía...
- Mejora del rendimiento de las instalaciones alargando incluso su vida útil (mejora del mantenimiento y uso).
- Gestión remota de instalaciones y equipos.
- Revalorización del aula, al considerar la aplicación de nuevas tecnologías. (Valor añadido).



En este caso, un aula ya existente de la Universidad de Cantabria, los requisitos de instalación serán menores ya que es posible aprovechar la propiared eléctrica. No obstante, los componentes y dispositivos utilizados son actualmente más sencillos y su coste se ha reducido sensiblemente en los últimos años.

4.2. Componentes que constituyen la instalación

En este apartado se detallan cada una de las funciones a realizar en la instalación domótica y los una lista de los dispositivos necesarios para su mejor funcionamiento. Además, se describe la topología con que se realiza el proyecto.

4.2.1. Funciones del sistema

En un sistema domótico las funciones que este realiza se pueden dividir en varias categorías:

- Gestión y control de la energía.
- Gestión y control de la confortabilidad.
- Gestión y control de la seguridad.
- Gestión y control de las comunicaciones.

4.2.1.1. Control de iluminación.

El sistema domótico a implementar en este trabajo realiza la gestión y el control de la iluminación en el aula docente. Este control se hace de varias maneras: el sistema tendrá dos tipos de opciones, de regulación de luz y de apagado/encendido.

Puesto que el aula a implementar está dividida por un pasillo central y mesas dispuestas desde el pasillo hasta los extremos, la estancia está dividida perfectamente en dos zonas. Cabe explicar, que durante el tiempo que yo transcurrí en el aula, los alumnos en la mayoría de los casos se



agrupaban en una misma zona, debido a esto considero que el gasto energético para la otra zona en estos casos es un punto importante a valorar. También se diferenciará la zona de las ventanas y la zona de la pizarra, donde los niveles de lúmenes variarán algo debido a la incidencia de la luz solar.

Es por ello que la iluminación está programada para su activación mediante la detección de presencia zonal que realizan una serie de detectores de movimiento colocados para tal fin. El propósito que se pretende al controlar las luces de esta forma es el ahorro energético, pues las luces permanecerán encendidas únicamente cuando se detecte presencia y además si la intensidad luminosa está por encima de un umbral programable, dependiente de la luz solar que incida sobre la estancia, la conexión de las luces no estará permitida.

La detección de la intensidad lumínica se realiza mediante sensores crepusculares programados para realizar la desconexión de la iluminación conforme a un nivel prefijado por el usuario de Lúmenes.



ACTIVITY	LIGHTING LEVELS (LUX)			SUGGEST LIGHT TONES		
	MINIMUM	GOOD	VERY GOOD	DAYLIGHT	WHITE	WARM WHITE
ELEVATORS						
Inside	300	500	700		-	-
Hallway	50	100	200		-	-
FARMING BUILDINGS						
Garages, parking, general lighting	50	100	200	-	-	
Repairs	200	300	500	-	-	
Feed stock rooms, general lighting	50	150	300		-	
Chicken coops, pork sties, rabbit hutches	50	150	300		-	
Animal food preparation	100	200	400		-	
EDUCATION						
Art and industrial drawing and sawing	500	700	1000		-	-
Gymnasiums	150	300	500		-	-
Blackboards	300	500	700		-	-
Classrooms and laboratories	200	500	1000		-	-
Conference rooms	200	500	1000		-	-
Hallways, pass through rooms	150	500	700		-	-
Locker rooms, dressers, washbasins	50	100	250		-	-
GARAGES						
Parking Structures	100	150	300	-	-	
Repair shops	200	300	500	-	-	
ROOMS						
Bathrooms: general lighting	50	100	250		-	-
Mirrors	200	500	1000		-	-
Kitchens	150	300	600		-	-
Family rooms: general lighting	70	200	400		-	-
Reading	200	500	700		-	-
Children's rooms	70	200	400		-	-
Bedrooms: general lighting	50	100	250		-	-
Beds	200	500	800		-	-
Staircases	100	150	300		-	-
Homework areas	300	500	750		-	-
HOSPITALS AND CLINICS						
Beds	100	200	400		-	-
Rooms and halls: general lighting	50	100	250		-	-
Night lighting	10			-	-	-
Bed overhead: examining and reading	300	500	750		-	-
Dental practices, chairs	700	2500	5000		-	-
Waiting rooms	200	400	600		-	-
Laboratories, Pathology and information	300	500	1000		-	-
Surgery tables	3000	5000	8000		-	-
Surgery rooms	300	500	1000		-	-
Examining rooms	300	500	1000		-	-
Reception and waiting rooms	200	400	600		-	-

Figura 4.7. Nivel de Lumenes para diferentes actividades.

Para estas funciones se incorporan los siguientes elementos a la instalación: el actuador de conmutación tanto de 6 como de 16 salidas, dimmer para regulación de 4 módulos de LED, dimmer universal de 4 salidas y sensores crepusculares.

Todas las luces de las estancias que son controladas por el sistema domótico se conectan directamente al actuador de conmutación, a los módulos dimmer de regulación.

La instalación requiere de una configuración y programación previa a la puesta en marcha del sistema, por lo que el control de la iluminación



anteriormente descrito solo se podrá efectuar una vez el sistema sea programado.

4.2.1.2. Control de la climatización.

La instalación domótica proyectada prevé el control del sistema de calefacción en el aula, así como el aire acondicionado. En este caso el aire acondicionado y la calefacción ya forman parte de la instalación, puesto que solo se ha de incidir en la puesta en marcha de dichos elementos.

Para estas funciones se incorporan los siguientes elementos a la instalación: split de aire acondicionado, para la función de ON/OFF se podrá realizar con un mando de RF el cual está conectado a una estación de RF, aunque también se puede establecer la temperatura de consigna a través de la pantalla táctil.

Para el caso de la calefacción se controlará unas electroválvulas dispuestas en los radiadores del aula, para ello se instalará 1 actuadores de conmutación que abrirá o cerrará las válvulas en función de los telegramas que les envíen los termostatos.

Para contribuir al ahorro energético también se instalarán contactos magnéticos en las cuatro ventanas. La función de estos sensores es cerrar la electroválvula para evitar despilfarros de energía.

4.2.1.3. Control del confort.

El primer punto importante es la automatización de persianas. Las persianas motorizadas serán controladas por un pulsador integrado de la sala. También se podrán subir y bajar mediante un mando por radiofrecuencia.

Además, el usuario de la sala a través del panel podrá subir/bajar las persianas a su antojo, invalidando cualquier señal de los sensores. Este sistema constara de un actuador de persianas binario ON/OFF y a través del bus a los distintos sensores y dispositivos que entraran en funcionamiento, para la implementación del este sistema.

Al igual que la automatización de las persianas, se instalará una pantalla móvil para diapositivas motorizada que también será controlada mediante un pulsador o bien por un mando de radiofrecuencia.



Se pueden crear escenas que adapten las condiciones de una estancia, a las diferentes necesidades del usuario. En nuestro caso, se creará una escena para la visualización de diapositivas y presentaciones a través del proyector de la sala. Para crear este ambiente, se incidirá en la regulación de la iluminación a un nivel adecuado, así como el cierre motorizado de las persianas y la bajada, también automática, de la pantalla para diapositivas.

Mediante el módulo de RF se podrán activar escenas, se pueden mandar telegramas a los actuadores para por ejemplo apagar todas las luces, etc. Las funciones del mando RF pueden ser tanto de on/off, regulación, etc. Las funciones del mando y del módulo RF serán programadas al final de la instalación a través del ETS.

4.2.1.4. Control de la seguridad.

Respecto a la seguridad de la sala se ha realizado el proyecto con la finalidad de mejorar la calidad de los usuarios que desempeñan su actividad y el ahorro energético.

Como se explicó brevemente en apartados anteriores, respecto al tema de intrusión no se integrará un sistema o alarma que nos avise, ya que al ser un edificio público cuenta con sus propios vigilantes de seguridad del edificio y diferentes cámaras de vigilancia instaladas en él. No obstante, creo que es de difícil acceso la entrada al aula por las ventanas exteriores, ya que están a la altura de una 4ª y 5ª planta. Aunque se podría aprovechar los contactos magnéticos de las ventanas para accionar una alarma, siempre y cuando este hecho se diese fuera del horario de apertura del centro o limpieza del mismo.

En cada una de las zonas del aula se han colocado detectores de humo iónicos conectados a las alarmas sonoras y luminosas instaladas en caso de incendio. Además, en las cercanías de los tubos de la calefacción se ha instalado un detector de inundación en caso de haber fugas de agua. La integración de estos últimos se realizará a nivel del suelo.

En el caso de que cualquiera de alarmas se active su actuación será diferente según su naturaleza. Si se trata de una alarma por fuga de agua se actuará sobre las electroválvulas mediante un actuador, con el fin de cortar el suministro de agua hacia los radiadores de dicha sala, y también se activará una pequeña alarma sonora interior o aviso en panel táctil.



4.2.1.5. Ahorro energético.

Respecto al tema del ahorro energético, de manera indirecta al programar las funciones de iluminación, confort, seguridad y climatización, estamos contribuyendo al ahorro energético. Puesto que se está haciendo un uso más eficiente de los recursos energéticos.

También en la calefacción al ajustar los distintos modos de operación de los termostatos y la desactivación de la climatización si la ventana de la habitación está abierta.

4.2.1.6. Comunicaciones.

Los dispositivos encargados de poder controlar y visualizar la instalación KNX de manera remota son el panel táctil y su módulo GSM. La pantalla integra un propio servidor web. Por tanto se podrá conectar mediante una conexión http a través de internet al sistema instalado en el aula.

La pantalla lleva un módulo externo de comunicaciones, que mediante conexión GSM se permite el envío de SMS y llamadas perdidas para controlar y supervisar principalmente las alarmas, aunque también se pueden activar/desactivar alarmas, ejecutar acciones, escenas, etc. Todo ello antes tiene que ir programado a través de un software proporcionado por el fabricante del panel táctil, que después se volcará a la pantalla a través de su servidor web.

4.2.2. Funciones del sistema

Se programarán las siguientes escenas y centralizaciones. Estas opciones son las siguientes:

- Las alarmas estarán desactivadas a no ser que se active otra escena o centralización: los contactos magnéticos de puertas y ventanas y los detectores de presencia. Todos los sensores anteriores funcionarán



unos en el control de la iluminación (detector de presencia) y otros en el ahorro energético (contactos magnéticos). Para realizarlo simplemente se desactivarán los canales de los actuadores a los que vaya dirigido el telegrama de los sensores.

- Se programará una escena adecuada para el uso del proyector del aula. Para ello
Se cerrarán automáticamente las persianas, se desplegará la pantalla móvil motorizada y el nivel de luz se reducirá hasta un nivel adecuado para la visualización de las diapositivas o material a exponer.
- También se incluirá una tecla en el panel táctil para apagar todas las luces del aula.
- Otra tecla se programará para apagar las alarmas sonoras (exterior e interior) en caso de que se activen.
- Por defecto, los sensores permanecerán siempre activos a no ser que sean desactivados desde la pantalla táctil de la habitación. Todos los sensores funcionaran en el sistema de control de iluminación y otros en el de ahorro energético
- Se realizará un estudio sobre el control horario del uso del aula para la docencia y posterior programación para adaptar el encendido de los sistemas implementados durante las horas de uso, y así evitar despilfarros, especialmente en iluminación y climatización. En estos casos se podría programar el encendido de la calefacción o el aire acondicionado, para tener una temperatura idónea en el interior del aula para la llegada de los usuarios. Si los detectores de presencia localizados en la estancia, no detectan presencia durante los 10 minutos siguientes a la hora de llegada establecida, automáticamente se desactivara la calefacción o el aire, al igual que la iluminación en caso de estarlo.
- En caso de que alguno de los detectores de humos/agua/intrusión situados en la estancia no se activen, habrá una tecla en la pantalla para activar la alarma. Se ha de añadir, la existencia de pulsadores tanto para las luces, como para la subida/bajada de persianas.

4.2.3. Topología de la instalación

La integración del sistema domótico se llevará a cabo en una sola línea, puesto que los dispositivos conectados no son muchos y no exceden del



máximo requerido. Por tanto la instalación no necesitará la implementación de acopladores de línea, tan solo una fuente de alimentación, cable bus y el resto de dispositivos KNX. Todos estos elementos irán conectados a la línea del bus.

La distribución de los dispositivos se realizará en un cuadro domótico, en el cual habrá un carril DIN de 35mm donde irán conectados la mayoría de los dispositivos, excepto algunos que van empotrados en la pared (como la pantalla táctil), anclados al techo falso (receptor RF, dimmer para los LEDs) ó dentro de caja de empalmes (el sensor analógico/digital, módulo para controlar split de aire acondicionado). Los componentes que van situados en cada cuadro se pueden ver en la tabla resumen del apartado 4.4.

4.2.4. Componentes de la instalación

En este apartado se detalla la funcionalidad de cada componente que compone la instalación así como una breve descripción de sus características:

➤ **Fuente alimentación KNX.**

Esta fuente produce y regula la tensión del sistema KNX. Proporciona una tensión filtrada al bus de 29Vdc para un máximo de 640mA y además tiene una salida para tensión adicional de 24Vdc no filtrada para un máximo de 150mA, muy útil para sobrealimentar componentes a 24V que los necesiten, como puede ser el caso de ciertos sensores.

La principal diferencia de la fuente escogida con el resto de las disponibles en el mercado, es que posee un display y teclas para fines de diagnóstico, supervisión y reset de la instalación domótica.

Alberga una pantalla que facilita la consulta de información, como son la tensión de bus, corriente y temperatura.



Figura 4.8. Fuente de alimentación KNX.

➤ **Fuente alimentación 12 Vdc, carril DIN.**

Esta fuente produce una tensión regulada de 12Vdc, que alimenta algunos sensores de la instalación, programador de tarjetas. Irá instalado en un carril DIN dentro del cuadro domótico.



Figura 4.9. Fuente de alimentación de 12 Vdc.

➤ **Interfaz KNX.**

Interfaz para conexión bidireccional entre el Bus KNX y el puerto USB del ordenador, cuenta con una separación galvánica entre ambos. Permite la comunicación entre el ordenador y la instalación domótica, por lo que permite transferir la programación diseñada en el PC, directamente a los dispositivos del Bus, a través del software ETS3.



Figura 4.10. Interfaz KNX.

➤ **Actuador de persianas de 4 canales.**

Se utiliza para controlar la posición de un total de 4 persianas motorizadas a 230V, en este proyecto usaremos un actuador de persianas. Incorpora una serie de botones en la parte frontal que se utilizan para la subida/bajada de persianas de forma manual y para el ajuste de las mismas. Podemos decidir el comportamiento de las persianas, según el tipo de programación realizada. Se conecta al bus a través de un terminal de conexión.



Figura 4.11. Actuador de persianas.

➤ **Entrada binaria de 8 canales.**

Se utiliza un modelo con entradas libre de potencial. Las Entradas Binarias reconocen los cambios de estado en las entradas y generan telegramas KNX dependiendo de la parametrización. En cada una de las entradas se pueden conectar pulsadores/interruptores, contactos de puertas y ventanas, así como cualquier otra salida libre de potencial. En la instalación se usará solamente un módulo de 8 entradas y servirá para conectar los detectores de inundación e incendio de toda la vivienda. Este dispositivo lleva integrada también cuatro funciones lógicas. A todas las entradas del interfaz, así como dos objetos externos del bus se les puede asignar la función de entradas de cada una de las funciones lógicas. Esta funcionalidad en la instalación no se utilizará con este dispositivo sino que se realizará con el panel táctil como se verá más adelante. También tiene unos LEDs de señalización de los estados de todas las entradas conectadas.



Figura 4.12. Módulo de 8 entradas binarias.

➤ **Actuador multifunción de 16 salidas.**

Es un componente KNX capaz de controlar 16 salidas de tipo binario, accionadas por un relé a la salida con una limitación de 16A en cada una de ellas. Las salidas y funciones lógicas son dos bloques que trabajan independientemente y cualquiera puede de ellos puede interactuar con el otro, como si de dos dispositivos autónomos se tratase. Es un módulo de 10 funciones lógicas multi-operación.

Dentro de la instalación se utilizará para el control de las electroválvulas de agua de los radiadores, para las sirenas de alarma de incendio e inundación, y para los contactos puertas (abrir/cerrar).



Figura 4.13. Actuador de 16 salidas.

➤ **Pulsador de 8 canales.**

Se trata de un pulsador KNX de 8 canales que lleva incorporado acoplador al bus, así que se puede conectar directamente al bus KNX de la instalación. Se puede utilizar para múltiples funciones: on/off, regulador, persianas, activar escenas, etc. En este caso este dispositivo irá colocado en el aula y servirá para controlar y regular cada uno de los 4 módulos de LED instalados en la sala. No se han previsto más funciones para este componente aunque en un futuro se podrá programar en él la función que desee el usuario.



Figura 4.14. Pulsador KNX de 8 canales.

➤ **Controlador KNX para aire acondicionado.**

Permite controlar sistemas de aire acondicionado con receptor de infrarrojos incorporado (como Splits, máquinas de conductos con interfaz de infrarrojos integrado, etc). Puede controlar las principales funciones de un Split de aire acondicionado como son encendido/apagado, temperatura, modo, etc. No es compatible con todos los fabricantes de Splits, tiene una lista de productos compatibles publicada. En este proyecto se usará para controlar los splits situados en cada zona del aula. Este dispositivo podrá ser controlado bien mediante la pantalla táctil o por un mando RF. Las funciones que se habilitarán para este dispositivo serán encendido/apagado y subir/bajar temperatura de consigna. Se conecta al bus mediante las clemas de conexión del mismo y al Split mediante un emisor de IR también integrado.



Figura 4.15. Controlador para Split de A/A.

➤ Receptor RF.

Son usados para poder integrar emisores de radiofrecuencia en la instalación. Los telegramas que envían estos emisores de radio, como mandos a distancia, son convertidos por el receptor en sus correspondientes telegramas para ser enviados por el bus y poder controlar cualquier dispositivo KNX. Los emisores de radio disponible son: mandos a distancia, pulsadores de pared, transmisores universales y detectores de radio 180.

No necesita alimentación auxiliar, nada más que la conexión a la línea del bus. Disponibles hasta 50 canales, libremente asignables a distintas funciones, y un total de 100 posiciones de memoria, para asociar diferentes canales de los emisores. 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.

En este proyecto se utilizará junto con dos mandos a distancia RF. Sólo se instalará un módulo receptor ya que nuestro caso es un aula y el mando tendría cobertura suficiente para comunicarse con el receptor. El mando se programará para activar escenas, encender y regular la iluminación del salón, etc. Se instalará un receptor para la pantalla motorizada y otro para las persianas.



Figura 4.16. Módulo de receptor RF.

➤ **Dimmer universal de 4 canales.**

Este tipo de actuador de 4 canales, está diseñado para todo tipo de cargas regulables. En cada una de las cuatro salidas regulables se pueden conectar hasta 2.5A, este modulo será utilizado para regular la intensidad que llega a cada LED. Este dispositivo necesita de alimentación adicional para su funcionamiento, en nuestro caso se usará la fuente de 12 Vdc al igual que se ha usado en otros componentes. La regulación de los dimmers podrá realizarse de varias maneras, a través de un botón en la pantalla táctil de cada habitación y mediante un pulsador situado en el aula.

La instalación constará de 36 tubos LED de 18W cada uno, por lo que según las especificaciones del dimmer soporte una potencia máxima de 120W, por lo tanto necesitaremos como mínimo 6 módulos.



Figura 4.17. Dimmer para 4 cargas regulables.

➤ **Actuador motores de 1 canal.**

El dispositivo tiene una salida para controlar motores de persianas, puertas, toldos, etc, alimentados a 230 V. Dispone de 4 entradas binarias a las que se puede conectar 4 pulsadores convencionales (sin acoplador al bus) y también de una entrada con sensor de temperatura. La potencia máxima de salida que puede entregar al motor es de 500W

y dispone de un fusible de 6,3 A de seguridad. Este componente se instalará para controlar la las persianas y la pantalla de diapositivas.

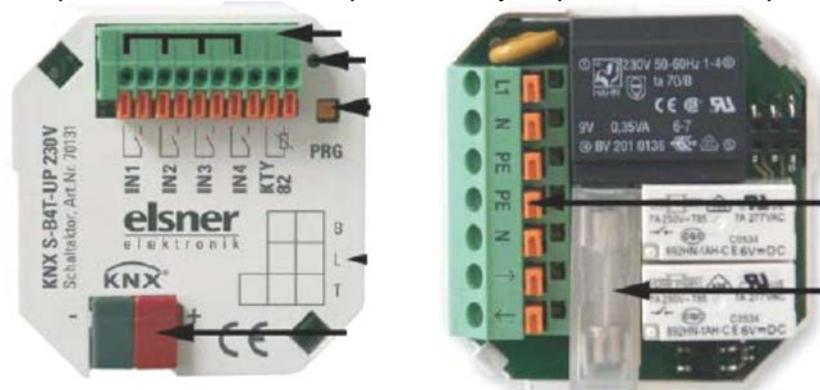


Figura 4.18. Actuador motor 1 canal.

➤ **Sensor analógico/digital.**

Es un sensor analógico/digital con 4 entradas que pueden ser configuradas de manera individual como: entrada binaria, sonda de temperatura y detector de movimiento. Para las entradas binarias podrá conectarse un pulsador o un interruptor/sensor convencional, libre de potencial. Los sensores de movimiento y de temperatura son externos, no vienen integrados. Pero la principal aplicación de este sensor es su uso como termostato.

Al sensor se conectarán los contactos magnéticos de las ventanas y una sonda de temperatura y los detectores de movimiento.

La función de este sensor dentro del sistema instalado serán dos principalmente. La primera es de funcionar como un termostato. Desde el panel táctil podrán leerse las temperaturas medidas por la sonda y controlar todos los termostatos, además desde los pulsadores y mandos RF podrán activarse las escenas que contienen configuraciones específicas de ellos. La otra función importante es el de control de la iluminación, por un lado. El dispositivo no necesita alimentación auxiliar ni tampoco ninguno de sus sensores, solamente es necesaria su conexión al bus.



Figura 4.19. Sensor analógico/ digital.

➤ **Sensor crepuscular.**

Se utiliza para la medición del nivel de luz solar y así regular la intensidad de las luminarias de la sala, de modo que no estén con un alto nivel cuando no es necesario. El ahorro energético en estos casos es muy elevado.

Para un aula el nivel de Lumenes medio es de 500Lm.



Figura 4.20. Sensor crepuscular

➤ **Sensor de inundación.**

Se utilizan para vigilar y detectar fugas, a nivel suelo proveniente de cañerías, desagües, bañeras, lavadoras, etc. Detecta una subida en el nivel de agua a ras de suelo, a través de 4 electrodos externos que sobresalen 1 mm del borde de la carcasa/encapsulado del detector. Está diseñado para conectarse a una Zona de Detección o bien sistemas de alarma.

Necesita alimentación externa (10 – 23 Vdc). Un contacto conmutado libre de potencial está disponible como salida. Dispone de un transistor en colector abierto con resistencia serie de 1K8 Ohm como salida para un LED externo. El detector se resetea automáticamente cuando la zona de detección se ha secado. Este dispositivo se conectará a un canal del módulo de entradas binarias y se alimentará a través de la fuente de 12 Vdc de la instalación.

Su función es como alarma técnica y estará comunicado mediante objetos de comunicación al actuador de la electroválvula de suministro de agua, al actuador binario el cual activará la alarma sonora interior en caso de detección, y al sistema de alarmas del panel táctil.



Figura 4.21. Detector de inundación.

➤ **Detector de humo.**

Este detector iónico capta las primeras partículas que se generan al iniciarse una combustión, y acciona el relé inversor, que dará señal a la entrada binaria, a la vez que emite una señal acústica y luminosa.

Se alimenta a 12 Vdc a través de la fuente de la instalación. Está conectada al módulo de entradas binarias. Si se activa se envía un



telegrama al sistema de alarmas del panel táctil y al actuador binario que hará sonar la sirena acústica exterior.



Figura 4.22. Detector de humo iónico.

➤ **Sonda de temperatura.**

Las sondas de temperatura son accesorios que se conectan a las entradas analógico/digitales del QUAD, cuando está configurada como sonda de temperatura.

Se utilizan para medir la temperatura del aire que les rodea, permitiendo así conocer la temperatura de la estancia, pudiendo aplicar valor a diferentes procesos como es la regulación termostática de una habitación. Esta sonda se ha de colocar a 1'5 metros del suelo.



Figura 4.23. Sonda de temperatura.

➤ **Detector de movimiento.**

Es un dispositivo que permite la detección de movimiento en estancias gracias a la tecnología de detección infrarroja que incorpora. Este dispositivo cuenta, además, con un sensor de luminosidad que, combinado con las funciones propias de detección de movimiento, convierten al detector en un dispositivo de gran versatilidad. Este dispositivo se conecta al sensor analógico/digital y no necesita de alimentación externa.



Se usa como se ha comentado anteriormente para el control automático de iluminación de los pasillos y como sistema de seguridad anti intrusión, aunque en nuestro caso no precisamos de esas funciones. El sensor de iluminación que integra se usa conjuntamente con este sensor para encender las luces si solamente se supera un nivel umbral de iluminación programado.



Figura 4.24. Sensor de movimiento.

➤ **Contactos magnéticos.**

Estos sensores no necesitan alimentación. Producen una señal (abren un circuito) cuando se alejan uno del otro, con lo que el campo magnético varía y envían la señal al circuito al que están conectados. Cuando un contacto magnético se activa (al abrirse una ventana por ejemplo), se abre el circuito y el sensor analógico/digital detecta este cambio en la entrada con lo que transmitirá un telegrama al actuador de calefacción para cerrar una electroválvula, o si está en modo seguridad anti intrusión pues se activará la alarma.

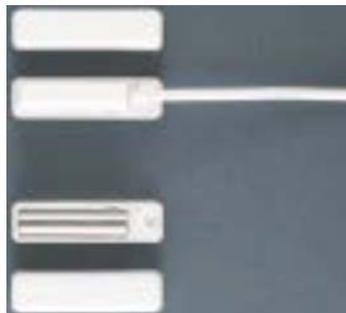


Figura 4.25. Contacto magnético de superficie para puerta y ventanas.

➤ **Panel táctil y modulo GSM.**



Principalmente es un sistema de control domótico para instalaciones KNX equipado con pantalla táctil TFT de 7" en color, servidor web integrado y función video portero. Necesita fuente alimentación externa de 12 Vdc, la cual viene incluida y es de carril DIN. A continuación se describen las principales características de esta pantalla

:

- Altavoces estéreo y micrófono incorporados.
- Función termostato conectándola una sonda de temperatura auxiliar.
- Reloj de tiempo real con batería de soporte.
- Navegación gráfica a través de planos y zonas.
- Control y monitorización de cualquier dispositivo KNX.
- Control integral de clima.
- Control de escenas.
- Programaciones horarias.
- Monitorización de alarmas.
- Simulación de presencia con horario diurno y nocturno.
- Funciones lógicas.
- Control remoto y notificación de eventos por GSM, a través de un módulo
- acoplable.

El abanico de posibilidades que ofrece este dispositivo hace que sea el más importante de la instalación. Se contará con una que estará en el aula junto a la mesa del profesor, puesto que es el lugar más cómodo y accesible para su uso. Se utilizará para crear las escenas, se registrarán todas las alarmas para su monitorización y control, actuará de termostato del aula (sonda de temperatura externa), etc. A parte se podrá controlar desde el panel toda la instalación, climatización de toda la sala, activar cualquier salida de cualquier actuador ya sea regulada o conmutada, desactivar/activar alarmas, mandar temperatura de consigna a los termostatos por un teclado táctil, etc.

El modulo GSM externo servirá para la notificación de las alarmas y eventos por medio de SMS. También se podrán activar/desactivar escenas, ejecutar acciones como encendido de la calefacción, etc. El control de las acciones se llevará a cabo a través del teléfono móvil por medio de SMS y llamadas perdidas. A este módulo habrá que acoplarle una tarjeta SIM para poder realizar estas acciones.

Uno de los inconvenientes de estos componentes es que su programación no se realiza completamente con el ETS. Con el ETS podremos crear un proyecto pero luego si se quiere integrar la pantalla y el modulo tendrá que hacerse conjuntamente con el software proporcionado por el fabricante, cuya licencia es gratuita al adquirir la

pantalla. Este programa funciona de manera análoga al ETS. Se configurarán las alarmas, las escenas, las vistas de la estancia que queramos para poder controlar los dispositivos, etc. Todo esto se hace de igual manera, uniendo los objetos de comunicación y configurando correctamente los parámetros de cada componente.

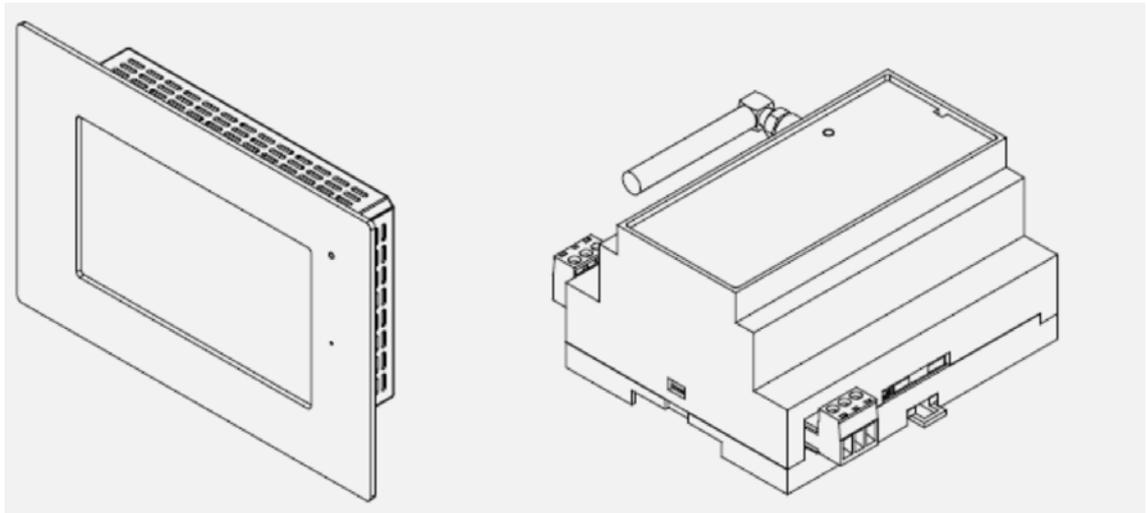


Figura 4.26. Pantalla KNX de 7" y módulo GSM acoplable.

➤ Tubos LED

Puesto que vamos a hacer una implementación domótica, creo conveniente la integración de luminarias más eficientes hoy en día, como son los tubos LED T8 de 120cm. Además, a diferencia de los tubos fluorescentes, estos no llevan cebador ni reactancia, lo cual nos ahorra hasta un 50% de energía. Su consumo es de 18W.



Figura 4.27. Tubo T8 LED



4.3. Infraestructura necesaria

En esta sección se definen y ubican las canalizaciones, registros y recintos que formarán parte de la infraestructura donde se alojarán los cables y equipamiento necesarios para posibilitar el correcto funcionamiento de toda la instalación.

4.3.1. Canalización

Es la que soporta la distribución y segregación de los cables de la instalación domótica en el interior del aula. Esta realizada con tubos de material plástico, corrugados o lisos, empotrados por el interior de la sala uniendo el cuadro domótico y con las distintas estaciones y a su vez las estaciones con los sensores distribuidos por la sala.

Cuando sea necesario se utilizarán registros de paso para facilitar la instalación posterior de cables. La topología de la línea será en bus, aunque los elementos que estén muy separados de los cuadros se pueden hacer en forma radial para posteriormente unirlos y conformar la línea bus de la instalación.

El diámetro de los tubos será:

- De $\varnothing 16$ mm para el bus domótico.
- De $\varnothing 23$ mm para llevar la alimentación de 12 Vdc.
- De $\varnothing 23$ mm para la conexión de sensores de con sus módulos de entradas analógicas/binarias.

4.3.2. Fijación en pared o falso techo



Los sensores localizados dentro de las habitaciones, irán fijados a la pared o falso techo según se indique en los manuales de instalación de cada dispositivo, en este caso el dimmer que regula los LEDs de la estancia, el receptor RF y todos los demás sensores.

4.3.3. Cuadros domóticos

En el cuadro domótico que se ha integrado en el aula se han instalado los elementos que se detallan en el apartado 4.4 (Cuadro resumen). Su ubicación se refleja en los planos adjuntos en posteriores capítulos. Es un cuadro de empotrado con puerta y con un carril DIN para la sujeción de los dispositivos.

Las dimensiones de los cuadros varían de uno a otro, en este caso he optado por:

- Cuadro domótico del aula: Las dimensiones mínimas son 60x50x10 cm (alto x ancho x profundo).

En la zona inferior de los cuadros se acometerán los tubos que forman la canalización que sirve de soporte para la distribución del bus domótico y de la alimentación suplementaria de 12 Vdc para ciertos sensores.

4.3.4. Componentes de la instalación

En la instalación hay dispositivos como el sensor analógico/digital, el sensor para el split de aire acondicionado y el actuador de la puerta que van instalados en el interior de cajas de empalme o de registros. Por tanto se utilizarán cajas de registro para cada dispositivo y cuyas dimensiones mínimas son 15x15x6 cm (alto x ancho x profundidad).

La pantalla táctil irá empotrada en la pared con una caja de empotrar del fabricante cuyas dimensiones son 228 x 156 x 45.5 mm (ancho x alto x profundidad).

El pulsador de 8 canales del salón también cuenta con su marco propio del fabricante de empotrar.



En la zona inferior de los registros se acometerán los tubos que forman la canalización del bus domótico y de la alimentación suplementaria de 12Vdc para ciertos sensores.

4.4. Cuadro resumen

A continuación se expone un resumen de los componentes de la instalación del sistema domótico, desde los componentes pasivos hasta los dispositivos propios del sistema.

Se pondrá primero los componentes de los cuadros domóticos y después todos los demás.

<u>CUADRO DOMÓTICO</u>
Elemento
Fuente de alimentación KNX 29 Vdc
Fuente de alimentación pantalla KNX 12Vdc 24W
Fuente de alimentación 12Vdc para sensores, lector y dimmer de LEDs
Actuador conmutación de salidas binarias
Actuador multifuncional de 16 salidas binarias
Interfaz USB
Módulo de entradas binarias 8 canales



Actuador para válvulas electrotérmicas
Dimmer universal 4 canales
Actuador persianas de 4 canales
Actuador motores 1 canal

<u>RESTO DE DISPOSITIVOS DE LA INSTALACIÓN</u>	
Elemento	Unidades
Pantalla KNX multifunción	1
Sonda de temperatura	1
Sensor analógico/digital	2
Sensor de presencia/iluminación	2
Contacto magnético	5
Sensor de humo	2
Sensor de inundación	2
Pulsador convencional	1



Pulsador KNX 8 canales	1
Controlador KNX Split	2
Actuador motores 1 canal	1
Receptor RF	2
Mando a distancia	2
Dimmer 4 módulos LED	6



CAPÍTULO 5:

PLIEGO DE CONDICIONES



5. Pliego de condiciones

5.1. Objeto del pliego de condiciones

La finalidad del presente Pliego de Condiciones Técnicas consiste en la determinación y definición de los conceptos que se indican a continuación.

- Alcance de los trabajos a realizar por el instalador y, por lo tanto, plenamente incluidos en su oferta.
- Materiales complementarios para el perfecto acabado de la instalación, no relacionados explícitamente, ni en el documento de medición y presupuesto, ni en los planos, pero que por su lógica aplicación quedan incluidos, plenamente, en el suministro del instalador.
- Calidades, procedimientos y formas de instalación de los diferentes equipos, dispositivos y, en general, elementos primarios y auxiliares.
- Pruebas y ensayos parciales a realizar durante el transcurso de los montajes. Pruebas y ensayos finales, tanto provisionales, como definitivos, a realizar durante las correspondientes recepciones.
- Las garantías exigidas en los materiales, en su montaje y en su funcionamiento conjunto.

5.2. Condiciones particulares

En este primer apartado se ofrecerá información específica, sobre el sistema domótico KNX seleccionado para la implementación del proyecto. En el presente pliego de condiciones se especifican las características más importantes de los distintos dispositivos que conforman el sistema.

5.1.1. Dispositivos de comunicaciones

En este capítulo se incluyen tanto la pantalla táctil del aula como el módulo GSM acoplado a ella.



5.1.1.1. Control de iluminación

Esta pantalla TFT de 7" irá instalada junto a la mesa del profesor mediante una caja empotrada dispuesta para este uso. Permite un control general de la instalación, no sólo podrá leer el estado de los dispositivos si no que también les podrá enviar telegramas de control a través de teclado o pulsadores táctiles. Con el software propio de la pantalla se crean todos estos menús de control, se enlazan objetos de comunicación, se crean las escenas, se programan las alarmas, etc. Previamente hay que volcar en ella a través de una conexión local LAN el proyecto creado con el ETS para que de esta manera importar todos los dispositivos de la instalación. La característica más importante es que incorpora un servidor web para el control de la sala accesible desde cualquier navegador web ya sea desde un PC, Smartphone o Tablet.

Las principales características técnicas son:

- Dimensiones: 228 x 156 x 45.5 mm (ancho x alto x profundidad).
- Peso: 0,75 Kg (sin marco).
- Alimentación: 12 Vdc a través de fuente de 24 W incluida para carril DIN. Esta fuente estará instalada en el cuadro domótico de la planta baja.
- Consumo típico: 6W, máximo 15 W.

A este dispositivo se conectan una sonda de temperatura, el módulo GSM a través del conector de expansión RS-485. También habrá que conectarla al bus KNX a través de las clemas de conexión y al router/switch de la estancia a través del conector RJ-45. Estas conexiones se detallan a continuación:

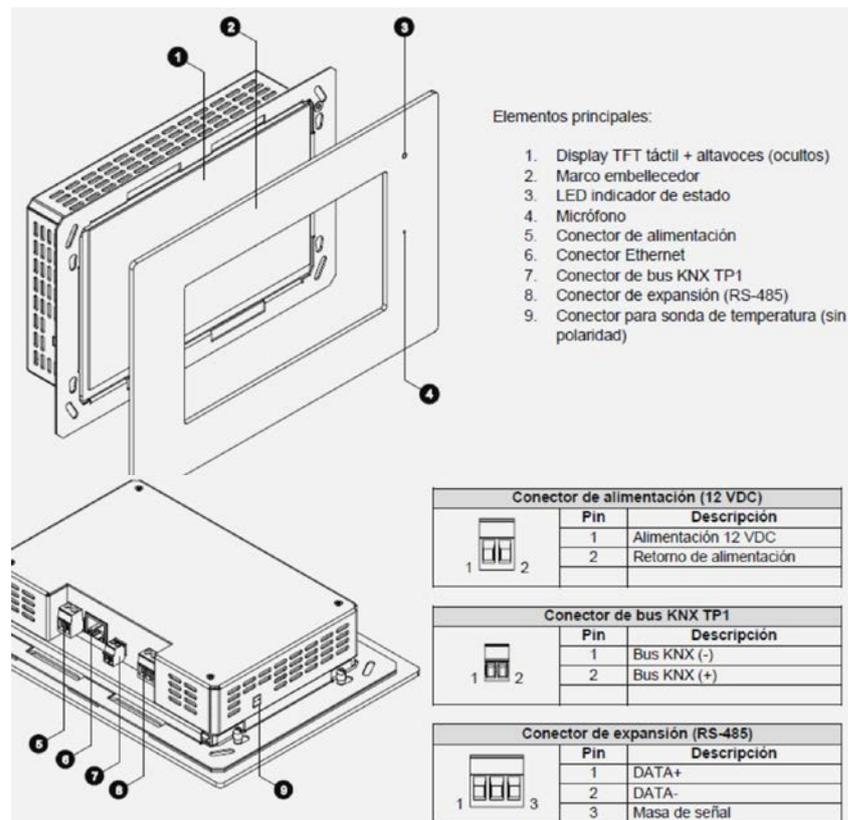


Figura 5.1. Conexiones de la pantalla KNX de 7”.

5.1.1.2. Módulo GSM

Es un módulo de expansión que se conecta a la pantalla a través de un conector RS-485. Mediante una tarjeta SIM permite controlar algunas acciones de la instalación por medio de llamadas perdidas y SMS y enviar notificaciones por SMS. Toda su programación se realiza a través del software de la pantalla táctil. Necesita alimentación proporcionada por la fuente de la pantalla. No se conecta al bus KNX. Las características técnicas más importantes son:

- Dimensiones: 105 x 86 x 58 mm (ancho x alto x profundidad).
- Peso: 150 g.
- Alimentación: 12 Vdc a través de fuente externa de 24 W de la pantalla
- Consumo típico: 1 W, máximo 3,8 W
- Tipo GSM: Compatible con estándar ETSI GSM fase 2/2+.
- Banda GSM: Cuatribanda EGSM 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz.
- Antena: Antena FME F acodada, G = 0dB incluida.
- Potencia de salida RF: Clase 4 (2 W) para EGSM850/900 y Clase 1 (1 W) para GSM1800/1900.

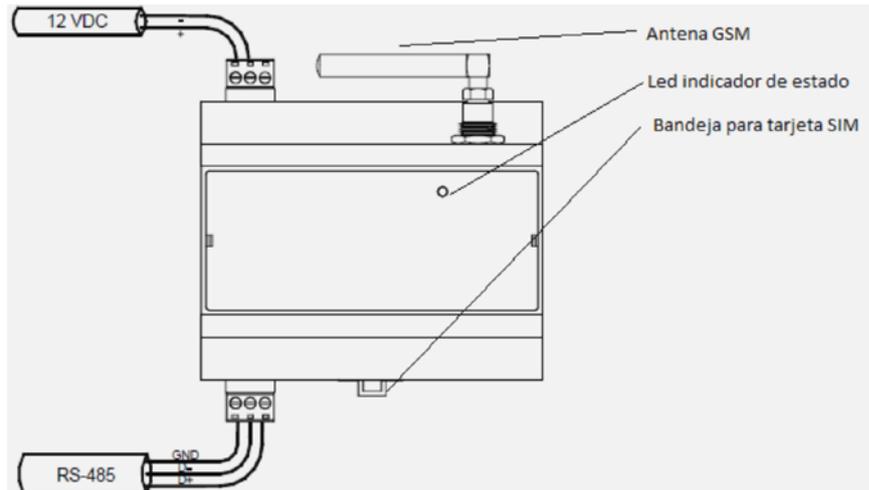


Figura 5.2. Conexiones de módulo GSM acoplable a la pantalla KNX de 7”.

5.1.2. Control de climatización

El sistema domótico KNX proyectado realiza el control de la climatización de la instalación mediante los termostatos de los sensores analógicos/digitales y el termostato del panel táctil. El accionamiento de las válvulas electro térmicas se realiza con el actuador de calefacción. El control de los termostatos se lleva a cabo mediante la creación de escenas accionada por mando a distancia RF y pulsadores ó también se puede establecer una temperatura de consigna a través del teclado táctil del panel. Se dispondrá también de un control on/off de la caldera central que se corresponderá con la salida del actuador multifunción de 16 salidas binarias, pero este dispositivo se describirá en el apartado 5.1.5. La integración del Split de aire acondicionado se realiza por medio de un sensor KNX que emite códigos IR igual que lo haría el mando del Split. Este sensor se va utilizar nada más que para poder apagar/encender el Split y subir/bajar temperatura de consigna a través telegramas KNX que pueda emitir cualquier elemento del sistema como un pulsador, mando RF, etc.

5.1.2.1. Sensor analógico/digital

Se emplea también en el apartado de seguridad mediante las alarmas anti intrusos por medio del sensor presencia y los contactos magnéticos. Por tanto tiene una doble función de termostato y seguridad. Sus características técnicas más reseñables son:

- Dimensiones: 45 x 45 x 14 mm (ancho x alto x profundidad).
- Peso: Aprox. 60 g.

- Alimentación: 29 Vdc a través del bus.
- Consumo: 260 mW.

A continuación se detalla la conexión del sensor con dos pulsadores, el detector de presencia y la sonda de temperatura:

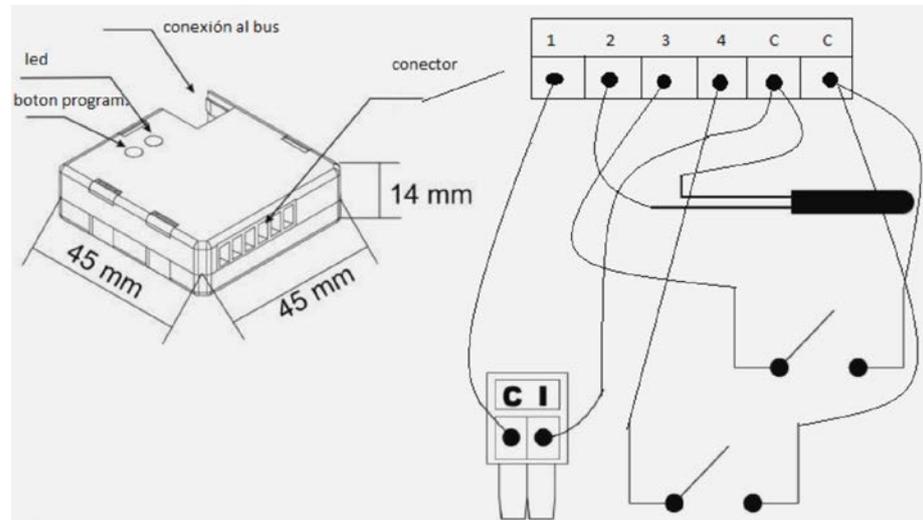


Figura 5.3. Conexiones para sensor analógico/digital.

5.1.2.2. Sensor KNX para control de Split de A/A

Este dispositivo servirá para poder integrar el Split de A/A al sistema KNX de la instalación de manera que pueda ser controlado igual que los demás dispositivos KNX. Sus características principales son las siguientes:

- Dimensiones: 45 x 45 x 14 mm (ancho x alto x profundidad).
- Peso: aprox. 60 g.
- Alimentación: 29 Vdc a través del bus.
- Consumo: 278 mW.

Su forma de conexionado es la siguiente:

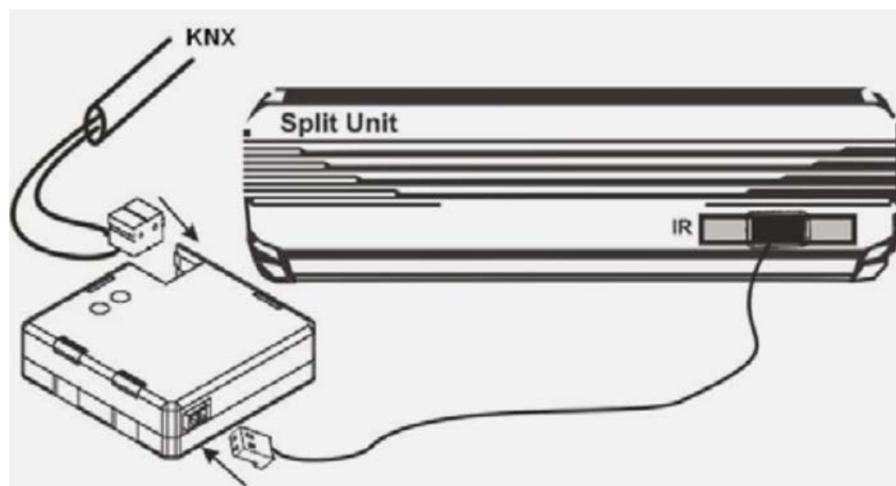


Figura 5.4. Conexiones para controlador de split de A/A.

5.1.3. Dispositivos de seguridad

En este apartado se describirán los dispositivos que son utilizados para detectar alarmas, ya sean alarmas técnicas de inundación y humo. El sistema que se encarga de gestionar las alarmas avisando a los usuarios vía SMS es la pantalla junto con su módulo GSM, que se programarán enlazando los objetos de comunicación del módulo de entradas binarias con los de alarma de la pantalla. La asignación de direcciones de grupo y enlaces de objetos de comunicación con la pantalla se realizan a través del software propio del panel. Estos dispositivos ya se han descrito anteriormente. Por tanto, los dispositivos que se describirán serán los restantes, el módulo de entradas binarias y sus sensores, y también el detector de presencia del sensor analógico/digital.

5.1.3.1. Entradas binarias

Este módulo permite la conexión de hasta 8 dispositivos cuyas salidas sean de libre potencial. Se alimenta por tensión a través del bus. Al dispositivo se conectarán sensores de inundación y de humos.

- Dimensiones: 90 x 140 x 65 mm (ancho x alto x profundidad).

La conexión se realiza de la siguiente manera:

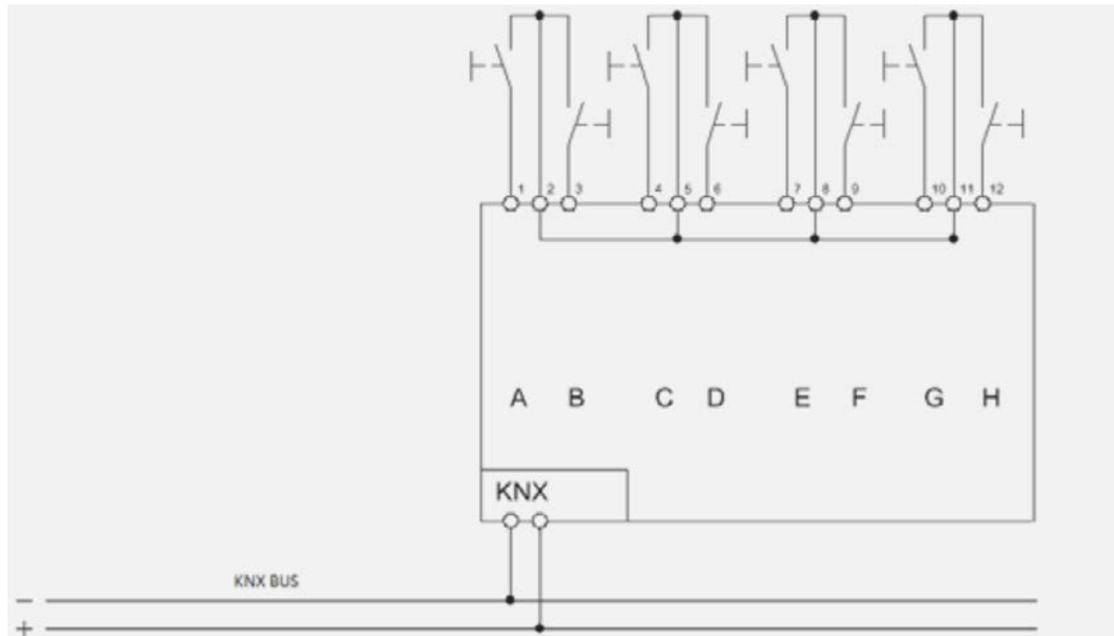


Figura 5.5. Conexiones del módulo de entradas binarias.

5.1.3.2. Sensor de inundación

Se instalarán en los baños, aseo y en la cocina, pues son zonas con tomas de agua cercanas. El detector de fuga de agua, detecta una subida en el nivel de agua a ras de suelo, a través de 4 electrodos externos que sobresalen 1 mm del borde de la carcasa del detector. Un contacto conmutado libre de potencial está disponible como salida. Dispone de un transistor en colector abierto con resistencia serie de 1K8 Ohm como salida para un LED externo. El detector se resetea automáticamente cuando la zona de detección se ha secado. Necesita alimentación externa (10 – 23 Vdc) que en este proyecto se utiliza la fuente de 12 Vdc. Las salidas de relé libre de potencial se conectan a una de las entradas del módulo binario. En caso de activarse la alarma la electroválvula de suministro de agua se cerraría. Se conectarán las entradas COM y NO a una de las entradas del módulo de entradas binarias.

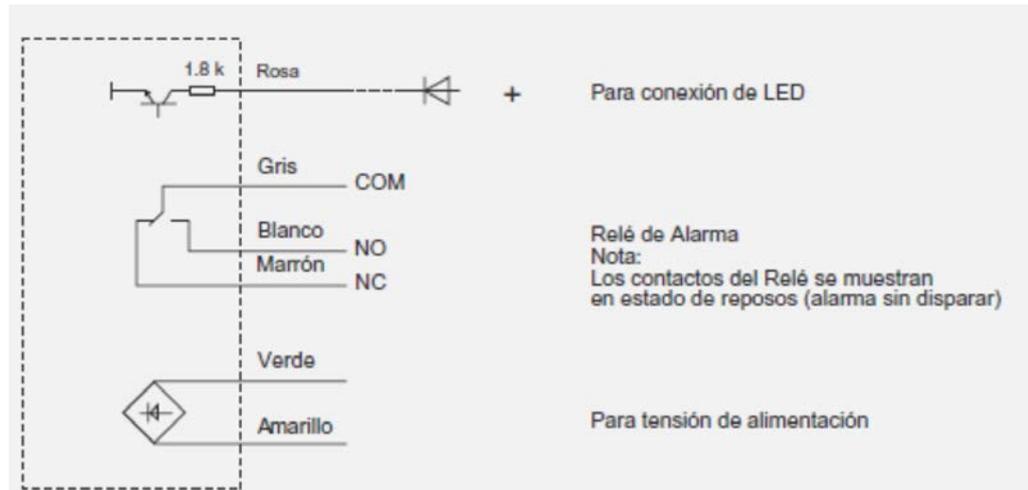


Figura 5.6. Conexión del sensor de inundación.

5.1.3.3. Sensor de humo

Se alimenta a 12 Vdc y tiene una salida libre de potencial. Tiene un consumo en reposo de 18 μ A y de 60 mA en estado de alarma. Es un detector iónico que capta las primeras partículas que se generan al iniciarse una combustión y su temperatura de funcionamiento está entre 4°C y 45°C. Las salidas de este dispositivo van conectadas a una de las entradas del módulo de entradas binarias. Se instalarán en el techo, uno en cada zona en que está dividida el aula.

5.1.3.4. Contactos magnéticos

Se utilizan para controlar la apertura de ventanas y puertas. Consta de un imán y un contacto de láminas. El contacto de láminas está encapsulado y protegido contra el polvo y la humedad. Las dos unidades se montan en paralelo (para montaje en superficie) o extremo a extremo (para atornillar o perforando). La máxima distancia que les puede separar es de 15mm. Si la distancia entre ellos aumenta, el contacto de láminas se abre, activando la señal de alarma en la unidad de control. Dispone de 4 cables, dos para la salida conmutada libre de potencial, y los otros dos para ser conectados al siguiente detector o a la resistencia EOL (2,7KOhms). El tamaño tanto de los dos componentes es 19 x 6 mm y la longitud máxima del cable es de 4m.

Por tanto en la instalación dos cables irán a una entrada del sensor analógico/digital y los otros dos una resistencia de 2,7 KOhms. Tanto el imán como el contacto de láminas irán sobre la superficie de las ventanas y puertas.

5.1.4. Dispositivos de iluminación

5.1.4.1. Sensor de presencia

Este sensor es utilizado también para controlar la iluminación. Su activación cierra un relé a su salida que está conectada al sensor analógico/digital el cual se ha descrito en el apartado 5.1.2. Se instala en el falso techo de los pasillos que están a un altura de 2,7 m. No necesita alimentación, se alimentan a través de la conexión que mantiene con el sensor analógico/digital. Tiene un consumo en reposo de 37 μ A y de 1 mA en estado de detección. Su diámetro exterior mide 48 mm y tiene un peso de 25 g. El límite máximo de separación del detector al sensor analógico/digital es de 30m. También se utiliza como sensor de luminosidad, aunque se puede desactivar mediante un pequeño interruptor trasero. El radio de detección del sensor para una altura de 2,7 m y colocado con los ejes x e y según se indica es el siguiente:

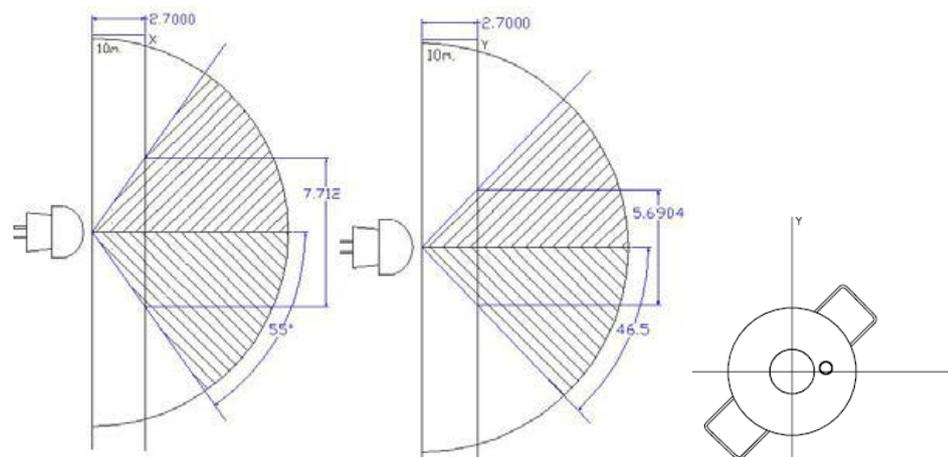


Figura 5.7. Zona cubierta por el sensor de movimiento.

5.1.4.2. Dimmer para 4 cargas regulables (LEDs)

Con este dispositivo se podrán controlar y regular, los tubos LEDs de la sala. En principio se programan para activarse cuando se detecta presencia, también podrán ser controlados desde la pantalla táctil. Las características de este dispositivo son:

- Cuatro canales de salida de 12-24Vdc y hasta 2,5A cada uno.
- Alimentación a través de Bus 29Vdc y necesita de alimentación externa
- 12/24Vdc.

- Potencia máxima conectada de 120W alimentación de 12Vdc o 240W con
- fuente de 24Vdc.
- Conexión mediante ánodo.
- Temperatura de operación de 0°C-45°C.
- Humedad de operación de 30/85%.
- Consumo de 145mW
- Peso 102g.
- Tamaño de 157x44x22mm con terminal de bloque.

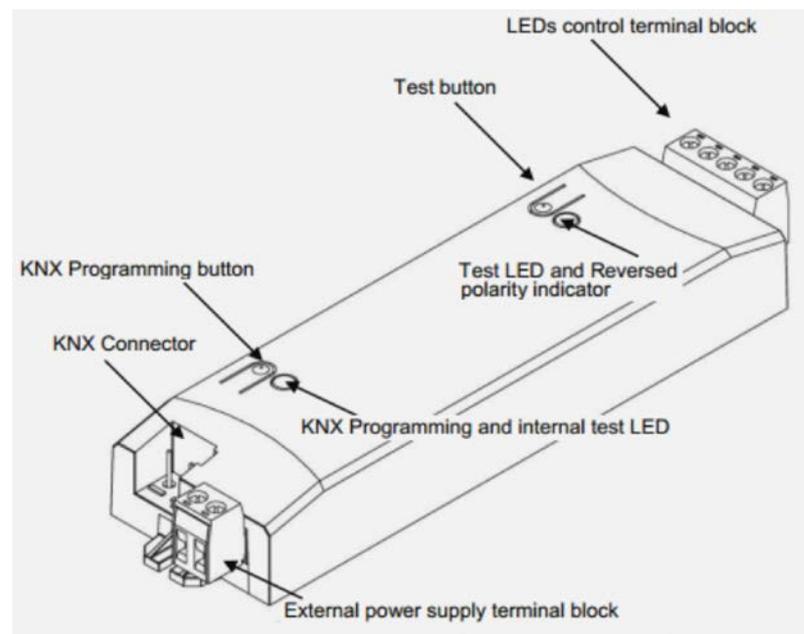


Figura 5.8. Localización de los elementos del dimmer.

La conexión de los distintos LEDs, se hará conectando el ánodo con el terminal "C" del control de bloques.

5.1.4.3. Actuador multifunción de 16 salidas

Dentro de la instalación este dispositivo se encargara de conmutar las cargas conectadas a él, por lo que será de utilidad tanto en el sistema de alarma de inundación (conectado a las electroválvulas que cortaran el suministro de agua corriente, a su vez activando las sirenas), como en el de iluminación conmutando las luces del aula y del A/A, también se conectarán a las electroválvulas. Incluye un control manual de las mismas integrado en el exterior del módulo.

- Montaje carril DIN.
- Dimensiones 90x60x140 mm.
- Se alimenta del Bus, por lo que requiere una alimentación adicional.
- Cuenta con 8 canales de actuación configurables.
- Temporizaciones en las salidas.
- Apto para cargas capacitivas.
- Consumo: 200mW.
- Temperatura de trabajo 0°C-50°C.
- Humedad relativa 30%-85%.
- Peso 500gr.
- Capacidad de conmutación por salida, 16^a para 250Vac y 16^a para 30Vdc (480W).

Conectado al bus a través de las clemas de conexión y cada salida individual con su común propio.

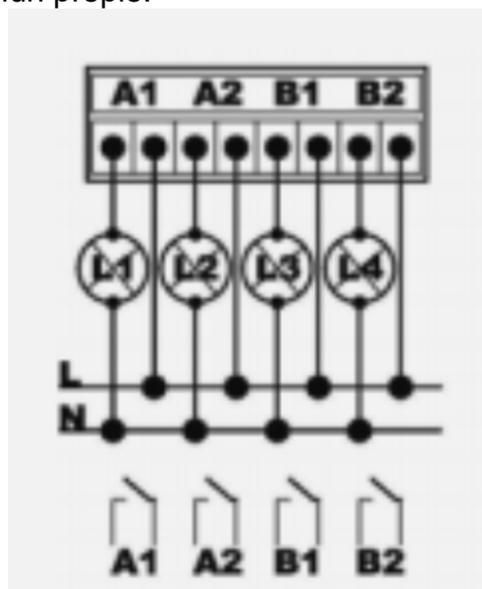


Figura 5.9. Conexión de 4 canales del actuador multifunción.

5.1.5. Control de persianas y motores

5.1.5.1. Actuador de persianas

Este dispositivo será instalado en las diferentes zonas del edificio para el control de las persianas y regular todas las persianas a través del motor de cada una de ellas.

Las principales características técnicas son las siguientes:

- Alimentación a través del Bus (29Vdc).
- Dimensiones: 108x90x65mm.
- Peso: 300g.
- Montaje: carril DIN 35mm.
- Carga nominal: 6A/250V 50-60Hz.
- Duración mecánica 10 millones de conmutaciones.

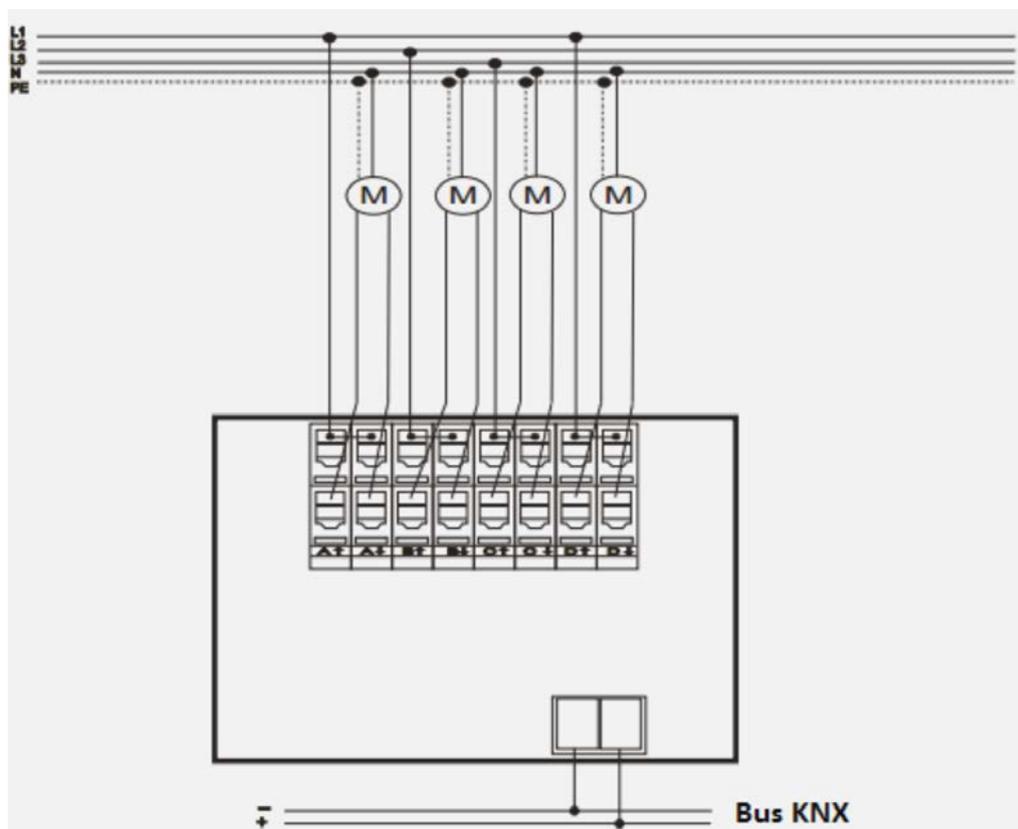


Figura 5.9. Conexiones del actuador de persianas de 4 canales.

5.1.5.2. Actuador para el control de un motor

Dentro de la instalación se instalarán dos dispositivos, en la entrada y salida del parking, uno ayudado por el sensor de masa metálica y el otro a través del lector de tarjetas. Este componente controlará el accionamiento o no, de las barreras motorizadas. Principales características:

- Dimensiones: 51x52x29mm.
- Peso: 51g.
- Alimentación a través del Bus KNX.
- Cargas capacitivas, de 230Vac con conexión paralela y 5000 ciclos de conmutación.
- Temperatura de operación: -5°C hasta 45°C.

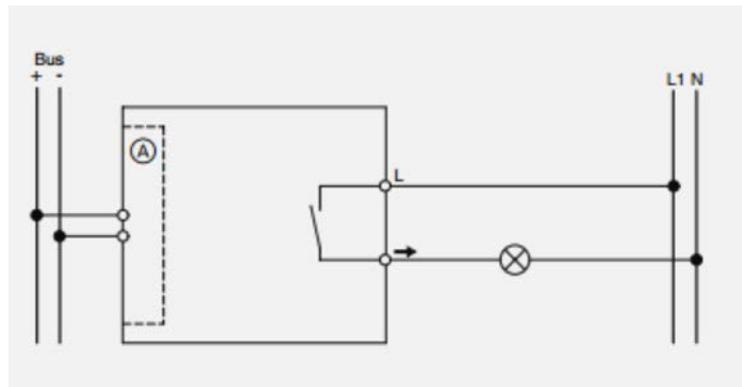


Figura 5.10. Conexión del actuador para motor.

5.1.6. Otros componentes del sistema

5.1.6.1. Pulsador KNX de 8 canales

Es un pulsador KNX y con acoplador al bus integrado. Este pulsador va ir colocado en el salón. Las funciones que se han previsto para los 6 canales del pulsador son de control y regulación de los 4 módulos de LED.

- Dimensiones: 55 x 55 x 13 mm (ancho x alto x profundidad).
- Alimentación: a través de la línea de Bus KNX.
- Consumo: < 0,3 W.

La conexión a la línea de bus de la instalación es como se indica:

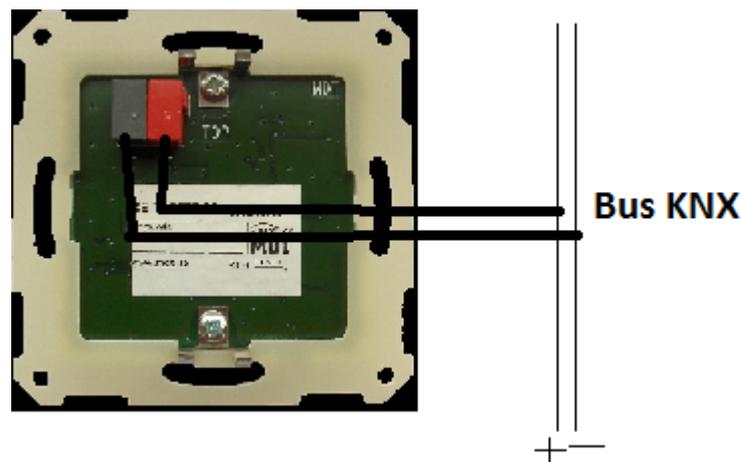


Figura 5.11. Conexiones del pulsador KNX de 8 canales.

5.1.6.2. Receptor de RF y mando a distancia

El receptor RF se instalará en mitad de la estancia de modo que el mando RF dé cobertura, es un espacio pequeño, lo que no debería dar problemas. Su función será la de poder activar/escenas, on/off y regulación de luces, conexión/desconexión de electroválvula, regulación de luces, on/off de Split de aire acondicionado y poder cambiar su temperatura de consigna, etc. Para ello se programará en el ETS todas estas funciones. Sus características son:

- Alimentación: a través de la línea de Bus KNX.
- Consumo: máx. 170 mW.
- Frecuencia de radio de recepción: 433,42 MHz.
- Temperatura de trabajo: -5°C a 45°C.

Se conecta al bus a través de sus clemas de conexión.

5.1.6.3. Fuente de alimentación de KNX, 29 Vdc

Este dispositivo irá conectado a la conexión eléctrica del edificio de 230Vac y 50Hz, ha de estar conectado por unos de sus terminales a tierra. La fuente elegida para la instalación dispondrá de un display y teclas para fines de diagnóstico, supervisión y reset de la instalación. La pantalla localizada en el frontal del componente facilita la consulta de información, como pueden ser las horas de funcionamiento, sobrecargas del sistema, cortocircuito, tensión del bus y temperatura.

Proporciona una tensión filtrada al bus de 29Vdc para un máximo de 640mA.

- Dimensiones: 123x89x61mm.
- Peso: 370g.
- Temperatura de operación: -25°C a 70°C.
- Humedad de operación máximo: 95%.
- Salidas: 29Vdc y 640mA conectada al bus KNX. 24Vdc y 150mA (utilizada dentro de la instalación para el sensor de presión atmosférica).

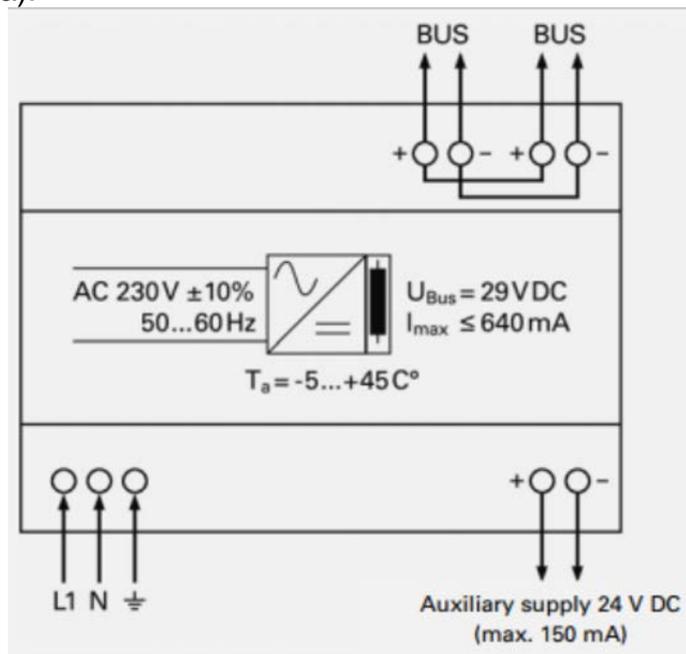


Figura 5.12. Conexiones de la fuente del bus KNX.

5.1.6.4. Fuente de alimentación de 12 Vdc

Se dispondrán de dos fuentes de este tipo, para la alimentación de los diversos sensores, y otro para las pantallas táctiles.

- Dimensiones: 78x93x56mm.
- Peso: 300g.
- Salida: 12Vdc, 4,5A y 54W.
- Eficiencia 82%.

5.1.6.5. Interfaz USB



Este dispositivo se encontrara en la recepción, conectando el Bus de datos con el ordenador central, permitiendo de esta manera la comunicación y programación del sistema a través de un PC con el software ETS.

- Peso: 90g.
- Se alimenta del Bus KNX (29Vdc).
- Consumo: menor a 300mW.
- Temperatura de operación: 0°C hasta 45°C.

5.1.8. Cableado

Toda la instalación se basa en una única línea de bus. Los dispositivos se conectarán en estrella aunque se permite agrupar en una conexión radial a aquellos que estén alejados de la línea. La línea de bus parte del cuadro domótico de la planta baja que es donde se localiza la fuente de alimentación KNX. Se han respetado todas las limitaciones que impone el estándar KNX como longitud máxima de línea, distancia máxima de la fuente a un dispositivo KNX, la distancia máxima entre dos componentes, etc.

Se ha decidido no proteger la línea contra sobretensiones pues los dispositivos KNX ya están protegidos internamente contra impulsos de sobretensión. Al haber solamente una línea es fácil de colocar el protector contra sobretensión si en un futuro se decidiera así.

El cable que se utilizará para tender la línea del bus será un cable de 1 par libre de halógenos de 0,8 mm^2 y con aislamiento 750 V. Con este cable es posible meter por la misma canalización la línea de fuerza y la línea de bus, por tanto cuando sea posible se utilizará las regatas o canalizaciones de la red de potencia. Para el cable de alimentación de 12 Vdc se utilizará un cable de 2,5 mm^2 de sección que será tendido también en canalizaciones diferentes a las líneas de fuerza y de bus.

El tendido de la línea de bus KNX se realizará siguiendo los siguientes pasos:

- Los dos hilos de cable de bus se deben pelar unos 10 mm y conectarse a los bloques terminales para conexión/bifurcación (máximo 4 líneas por bloque). La pantalla sobrante debe ser retirada. El hilo del trazador no se corta y se recoge sobre el mismo cable.
- La línea de bus estará marca e identificada como Línea 1. Esto no es necesario pues solamente hay una línea pero se realiza por si en un futuro se pensase en añadir líneas nuevas a la instalación.
- Se debe comprobar con un voltímetro que la tensión y la polaridad de todos los finales de línea y los terminales de conexión son correctas.

El bus irá alojado en el interior de un tubo corrugado de PVC de 16 mm de diámetro, que discurrirá a través de rozas en las paredes o falso techo, cumpliendo con la ITC-BT21. La línea de 12 Vdc discurrirá por tubos de las mismas características de 23 mm de diámetro al igual que los cables de conexión de los sensores con sus módulos de entradas.

Para la derivación de la línea de bus se utilizarán cajas de PVC empotradas de 10x10 cm, con tapadera. Tanto los empalmes y derivaciones como la unión a los mecanismos, se realiza por medio de los terminales de conexión al bus. Estos constan de dos mitades permanentemente unidas, una parte positiva (roja) y otra parte negativa (gris o negra). A las dos partes se les puede conectar hasta cuatro hilos conductores de bus por medio de terminales sin tornillos. Permiten también quitar componentes bus sin interrumpir la línea.



Fig. 5.18. Clemas para Bus KNX de 4 salidas.

5.2. Condiciones generales

5.2.1. Legislación de aplicación a las instalaciones de Domótica

- ✓ REAL DECRETO, 485/1997, de 14 de Abril (BOE 23/04/97), sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ✓ REAL DECRETO-LEY, 1/1998, de 27 de febrero (BOE 28/02/1998), sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.
- ✓ REAL DECRETO, 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.



- ✓ REAL DECRETO, 842/2002, de 2 de agosto (BOE 18/09/2002), por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- ✓ REAL DECRETO, 346/2011, de 11 de marzo por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.
- ✓ REAL DECRETO, 1580/2006, de 22 de diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos, que incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva 2004/108/CE sobre compatibilidad electromagnética.
- ✓ REAL DECRETO ,1077/2012 de 13 de julio, por el que se establecen cinco certificados de profesionalidad de la familia profesional Electricidad y electrónica que se incluyen en el Repertorio Nacional de certificados de profesionalidad.

5.2.2. De seguridad entre instalaciones

Como norma general, se intentará mantener la máxima independencia entre las instalaciones domóticas y las del resto de servicios. Los requisitos mínimos de seguridad entre instalaciones serán los siguientes:

- La separación entre una canalización de Domótica con bus de telecomunicación y las de otros servicios será, como mínimo, de 10 cm para trazados paralelos y de 3 cm para cruces.
- La rigidez dieléctrica de los tabiques de separación de estas canalizaciones conjuntas deberá tener un valor mínimo de 15 KV/mm (UNE 21.316). Si son metálicas se pondrán a tierra.
- Los cruces con otros servicios se realizarán preferentemente pasando las conducciones de domótica por encima de las de otro tipo.
- En caso de proximidad con conductos de calefacción, aire caliente, o de humo, las canalizaciones de domótica se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o pantallas calóricas.
- Las canalizaciones para los servicios de domótica, no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de



vapor, agua, etc., a menos que se tomen las precauciones para protegerlas contra los efectos de estas condensaciones.

Las conducciones de control de la instalación de domótica, las eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- ✓ La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas de la clase A, señalados en la Instrucción MI BT 021 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas como elementos conductores.
- ✓ Las canalizaciones de control de la instalación domótica estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones y especialmente se tendrá en cuenta:
 - La elevación de la temperatura, debida a la proximidad con una conducción de fluido caliente.
 - La condensación.
 - La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar la evacuación de éstos.
 - La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo.
 - La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable.

5.2.3. De accesibilidad

Se dispondrán las canalizaciones de domótica de modo que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, si fuera necesario, reemplazar los conductores deteriorados.

5.2.4. De compatibilidad electromagnética

5.2.4.1. Tierra local



El sistema general de tierra del inmueble debe tener un valor de resistencia eléctrica no superior a 10Ω respecto de la tierra lejana.

El sistema de puesta a tierra del cuadro de instalación domótica constará esencialmente de una barra colectora de cobre sólida, será fácilmente accesible y de dimensiones adecuadas, estará conectada directamente al sistema general de tierra del inmueble en uno o más puntos. A él se conectará el conductor de protección o de equipotencialidad y los demás componentes o equipos que han de estar puestos a tierra regularmente.

El cable de conexión de la barra colectora al terminal general de tierra del inmueble estará formado por conductores flexibles de cobre de 25mm^2 de sección. Los soportes, herrajes, bastidores, bandejas, etc. Metálicos de RIT estarán unidos a la tierra local.

Si en el inmueble existe más de una toma de tierra de protección, deberán estar eléctricamente unidas.

5.2.4.2. Conexiones equipotenciales y apantallamiento

Se supone que en el inmueble cuenta con una red de interconexión común, o general de equipotencialidad, del tipo mallada, unida a la puesta a tierra del propio inmueble. Esa red estará también unida a las estructuras, elementos de refuerzo y demás componentes metálicos del inmueble.

Todos los cables con portadores metálicos de domótica procedentes del exterior del edificio serán apantallados, estando el extremo de su pantalla conectado a tierra local en un punto tan próximo como sea posible de su entrada al recinto que aloja el punto de interconexión y nunca a más de 2 metros de distancia.

5.2.4.3. Accesos y cableado

Con el fin de reducir posibles diferencias de potencial entre sus recubrimientos metálicos, la entrada de los cables de domótica y de alimentación de energía se realizará a través de accesos independientes, pero próximo entre sí, y próximos también a la entrada del cable o cables de unión a la puesta a tierra del inmueble.

5.2.4.4. Compatibilidad electromagnética entre sistemas



Al ambiente electromagnético que cabe esperar en el cuadro de instalaciones domótico, la normativa internacional le asigna la categoría ambiental Clase 2.

Por tanto, los requisitos exigibles a los equipamientos de domótica del cuadro de instalaciones domóticas con sus cableados específicos, por razón de la emisión electromagnética que genera, figura en la Normativa Europea 2004/108/EC. El valor máximo aceptable de emisión de campo eléctrico del equipamiento o sistema para ambiente de Clase B se fija en 30dB μ V/m dentro de la gama de 30MHz-230MHz y de 37dB μ V/m en la de 230MHz-1000MHz, medidos a 10 metros de distancia.

5.2.4.5. Cortafuegos

Se instalarán cortafuegos para evitar el corrimiento de gases, vapores y llamas en el interior de los tubos. En todos los tubos de entrada a envolventes que contengan interruptores, seccionadores, fusibles, relés, resistencias y demás aparatos que produzcan arcos, chispas o temperaturas elevadas. En los tubos de entrada o envolventes o cajas de derivación que solamente contengan terminales, empalmes o derivaciones, cuando el diámetro de los tubos sea igual o superior a los 50mm.

Si en un determinado conjunto, el equipo que pueda producir arcos, chispas o temperaturas elevadas está situado en un compartimento independiente del que contiene sus terminales de conexión y entre ambos hay pasamuros o prensaestopas antideflagrantes, la entrada al compartimento de conexión puede efectuarse siguiendo lo indicado en el párrafo anterior.

En los casos en que se precisen cortafuegos, estos se montarán lo más cerca posible de las envolventes y en ningún caso a más de 450mm. de ellas.

Cuando dos o más envolventes que, de acuerdo con los párrafos anteriores, precisen cortafuegos de entrada estén conectadas entre sí por medio de un tubo de 900mm o menos de longitud, bastará con poner un solo cortafuego entre ellas a 450mm o menos de la más alejada.

En los conductos que salen de una zona peligrosa a otra de menor nivel de peligrosidad, el cortafuegos se colocará en cualquiera de los dos lados de la línea límite, pero se instalará de manera que los gases o vapores que puedan entrar en el sistema de tubos en la zona de mayor nivel de peligrosidad no puedan pasar a la zona menos peligrosa. Entre los cortafuegos y la línea límite no deben colocarse acoplamientos, cajas de derivación o accesorios.



La instalación de cortafuegos habrá de cumplir los siguientes requisitos:

- La pasta de sellado deberá ser resistente a la atmósfera circundante y los líquidos que pudieran haber presentes y tener un punto de fusión por encima de los 90°.
- El tapón formado por la pasta deberá tener una longitud igual o mayor al diámetro interior del tubo y, en ningún caso, inferior a 16mm.
- Dentro de los cortafuegos no deberán hacerse empalmes ni derivaciones de cables; tampoco deberá llenarse con pasta ninguna caja o accesorio que contenga empalmes o derivaciones.
- Las instalaciones bajo tubo deberán dotarse de purgadores que impidan la acumulación excesiva de condensadores o permitan una purga periódica.
- Podrán utilizarse cables de uno o más conductores aislados bajo tubo o conducto.

5.2.5. Prevención de riesgos laborales

5.2.5.1. Disposiciones legales de aplicación

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- ✓ Estatuto de los trabajadores.
- ✓ Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- ✓ Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto).
- ✓ Real Decreto 1316/1989 de 27 de Octubre. Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- ✓ Real Decreto 1407/92 de 20 de Noviembre sobre regulación de las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de equipos de protección individual. Modificado por R.D. 159/1995 de 3 de Febrero y la Orden 20/02/97.
- ✓ Ley 54/2003 de 12 de Diciembre, de reforma del marco formativo de la prevención de riesgos laborales.
- ✓ Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.



- ✓ Real Decreto 614/2001, de 18 de Junio, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- ✓ Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de Prevención.
- ✓ Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ✓ Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- ✓ Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, sobre equipos de trabajo.
- ✓ Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- ✓ Reglamento de régimen interno de la empresa constructora, caso de existir y que no se oponga a ninguna de las disposiciones citadas anteriormente.

5.2.5.2. Características específicas de seguridad

La ejecución de un Proyecto de instalación domótica, tiene dos partes claramente diferenciadas que se realizan en dos momentos diferentes de la construcción. Las cuales son:

- ✓ **Instalación de la infraestructura y canalización soporte del sistema**

Esta infraestructura consta de los cuadros domóticos, de los diferentes dispositivos empotrados en cajas de registros, como de la red de tubo que unen los cuadros con el resto de componentes de la instalación. La instalación de esta infraestructura plantea riesgos específicos, que deben ser tenidos en cuenta además de aquellos inherentes al entorno en el que se realiza la misma. Esta instalación se suele realizar durante las fases de albañilería y cerramientos.

- ✓ **Instalación de los elementos activos del sistema domótico**

Esta instalación consiste en:

- La instalación de los componentes que constituirán cada uno de los cuadros domóticos y registros del inmueble, junto con el conexionado de todos estos dispositivos.
- Una instalación eléctrica en el interior del cuadro del sistema domótico, consiste en, cuadro de protección, enchufes y fuente de alimentación para los sensores.
- El tendido de los diferentes cables de conexión a través de los tubos y registros y el conexionado de los mismos.



5.2.5.3. Riesgos generales que se pueden derivar del proyecto de instalación de un sistema domótico

5.2.5.3.1. Riesgos debidos al entorno

Los operarios transitan por zonas en construcción y se encuentran expuestos por tanto a los mismos riesgos debidos al entorno que el resto de operarios de la obra. Los riesgos que esta presenta son:

- Atrapamiento y aplastamiento en manos durante el transporte de andamios.
- Caídas de operarios desde cierta altura.
- Caída de herramientas y materiales transportados a niveles inferiores.
- Caída de materiales de cerramiento por mala colocación de los mismos.
- Caídas de andamios.
- Electrocutaciones o contactos eléctricos, directos o indirectos, con instalaciones eléctricas de la obra.
- Incendios o explosiones por almacenamiento de productos combustibles.
- Irritaciones o intoxicaciones en piel, ojos, aparato respiratorio, etc.
- Lesiones, pinchazos y cortes en manos y pies.
- Salpicaduras a los ojos de pastas y morteros.

5.2.5.3.2. Riesgos debidos a la instalación de infraestructura y canalización de soporte del sistema en el interior del edificio

Los trabajos que se realizan en el interior son:

- Tendido de tubos de canalización y su fijación.
- Realización de rozas para conductos y registros.
- Colocación de los diversos registros.
-

Estos trabajos se realizan durante la fase de cerramiento y albañilería de la obra siendo los riesgos específicos de la actividad a realizar los siguientes:

- Caídas de escaleras o andamios de borriquetas.
- Proyección de partículas al cortar materiales.



- Electrocuciiones o contactos eléctricos, directos o indirectos, con pequeña herramienta.
- Golpes o cortes con herramientas.
- Lesiones, pinchonazos y cortes en manos.

5.2.5.3.3. Riesgos debidos a la instalación de los elemento activos del sistema domótico

Estas obras se realizan durante la fase de la obra, de las instalaciones. El riesgo de los operarios en esta fase no es muy elevado ya que se lleva a cabo en el interior de la vivienda. Riesgos específicos de la actividad a realizar:

- Debidos al vértigo en operarios propensos a sufrir estos efectos.
- Resbalones en las superficies inclinadas.
- Pérdida de equilibrio o caídas en caso de vientos superiores a 50 Km/h.
- Caída en altura de personal y materiales.
- Caídas de andamios o escaleras.
- Golpes o cortes con herramientas.
- Electrocuciiones por contacto de antenas o elementos de captadores con líneas de alta o baja tensión que discurran sobre la cubierta.
- Electrocuciiones por contactos directos con líneas de energía o directos o indirectos con pequeña maquinaria.
- Lesiones, pinchazos y cortes en manos y pies.
- Especial cuidado y atención debe tenerse cuando se realicen trabajos de mantenimiento o sustitución de los elementos inicialmente instalados ya que puede haber cambios en los elementos del entorno, una vez realiza la instalación inicial que obliguen o aconsejen la toma de precauciones adicionales.

5.2.5.3.4. Riesgo debidos a las instalaciones eléctricas en el cuadro domótico

La instalación eléctrica en el cuadro consiste en:

- Canalización directa desde el cuadro de contadores hasta el cuadro de protección.
- Instalación del cuadro de protección con las protecciones correspondientes.
- Montaje en el interior del mismo de los interruptores magnetotérmicos y diferenciales.
- Instalación de alumbrado.
- Montaje de la red de alimentación de los equipos que así lo requieran.



- Riesgos específicos de estas tareas:
- Caída de andamios o escaleras.
- Golpes o cortes con herramientas.
- Electrocuciiones por contactos directos con líneas de energía o directos o indirectos con pequeña maquinaria.
- Lesiones, pinchazos y cortes en manos y pies.

5.2.5.4. Medidas Alternativas de prevención y protección

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra podrá determinar medidas de prevención y protección complementarias cuando aparezcan elementos o situaciones atípicas que así lo requieran.

5.2.5.5. Condiciones de medios de protección

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término y su uso nunca representará un riesgo. Serán desechadas y repuestas de inmediato todas las prendas o equipos de protección:

- Cuando, por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro en una prenda o equipo se repondrá inmediatamente, con independencia de la duración prevista o de la fecha de entrega.
- Cuando hayan sufrido un trato límite, es decir el máximo para el que fue concebido, como puede ser el caso de un accidente.
- Cuando, por su uso, hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante.

5.2.5.5.1. Protecciones personales

Todos los elementos de protección personal deberán:

- ✓ Cumplir el R.D. 773/97.
- ✓ Disponer de la marca CE.
- ✓ Ajustarse a las Normas de Homologación MT, del Ministerio de Trabajo.

Cuando no exista Norma de homologación publicada para un producto, éste será de la calidad adecuada a las prestaciones para las cuales ha sido diseñado.



5.2.5.5.2. Protecciones colectivas

Las generales de aplicación a la obra de edificación serán enumeradas en el Estudio básico de Seguridad y salud de la obra.

5.2.5.6. Protecciones personales

5.2.5.6.1. Plataformas de trabajo

Tendrá un mínimo de 60cm de ancho, y las situadas a más de 2 metros de suelo estarán dotadas de barandillas a 90cm de altura, listón intermedio y rodapié. No se utilizarán como lugares de acopio de materiales.

5.2.5.6.2. Escaleras de mano

- Deberán ir provista de zapatas antideslizantes, estarán sujetas para evitar su caída.
- Deberán sobrepasar en un metro la altura a salvar y no ser de altura superior a 3m.
- La separación entre la pared y la base debe ser igual a $\frac{1}{4}$ de la altura total.
- En caso de ser de tijera tener zapatas antideslizantes y tirantes.
- Si son de madera deberán estar compuestas de largueros de una sola pieza y con peldaños ensamblados.

5.2.5.6.3. Andamios de borriquetas

Tendrá una altura máxima de 1,5m y la plataforma de trabajo estará compuesta de tres tablones perfectamente unidos entre sí, habiéndose comprobado, previo a su ensamblaje, que no contengan clavos y que se hallen en buenas condiciones. La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5m.

5.2.5.7. Servicios de prevención



Serán los generales de la obra sin que sea necesario establecer ninguno específico para la obra de instalación del sistema domótico.

5.2.5.8. Comité de seguridad e higiene

Será el de la obra sin que sea necesario establecer ningún específico para la obra de instalación del sistema domótico.

5.2.5.9. Instalaciones médicas

Serán las generales de la obra sin que sea necesario establecer ninguna específica para la obra de instalación del sistema domótico.

5.2.5.10. Instalaciones de seguridad e higiene

Serán las generales de la obra sin que sea necesario establecer ninguna específica para la obra de instalación del sistema domótico.

5.2.5.11. Plan de seguridad e higiene

Será el general de la obra al cual se incorporará este estudio específico de la instalación del sistema domótico.



CAPÍTULO 6:

PRESUPUESTO



6. Presupuesto

6.1. Introducción

A continuación se detalla el coste individualizado de cada componente implementado. Se incluye también el coste de la infraestructura de la instalación domótica y el trabajo realizado tanto por el ingeniero como por los programadores e instaladores en el desarrollo del proyecto.

6.2. Listado de componentes integrados en el proyecto

A continuación se muestra una lista de los dispositivos con los precios que formarán parte del proyecto. El precio de todos los materiales se mostrará con el IVA incluido.



Partida 1.1. – MÓDULOS DEL SISTEMA DOMÓTICO				
Elementos propios del sistema domótico KNX				
Código	Concepto	Ud.	Precio	Importe
01.01	Pantalla KNX táctil 7” multifunciones	1	1391,50	1391,50
01.02	Módulo de expansión DW-GSM con alimentación por Bus	1	302,50	302,50
01.03	Sensor analógico/digital con 4 entradas	2	113,74	113,74
01.04	Módulo de 8 entradas binarias para contactos libre de potencial	1	275,88	275,88
01.05	Controlador Split A/A	2	194,81	389,62
01.06	Actuador persianas avanzado de 4 canales	1	260,15	260,15
01.07	Dimmer iluminación LED 4 canales	6	240,79	1444,74
01.08	Actuador multifunción de 16 salidas, 16A	1	481,58	481,58
01.09	Pulsador KNX 8 canales	1	159,72	159,72
01.10	Interfaz KNX USB	1	200,86	200,86
01.11	Módulo receptor RF	2	782,70	1565,40
01.12	Mando a distancia RF	2	104,52	209,04
01.13	Actuador motor	1	192,39	192,39
TOTAL:				6987,12€



Partida 1.2. – DETECTORES, CANALIZACIÓN Y RESTO DE ELEMENTOS				
Sensores, detectores genéricos y módulos de alimentación.				
Canalización, instalación del sistema y elementos accesorios				
Código	Concepto	Ud.	Precio	Importe
01.14	Sonda de temperatura para pantalla KNX táctil 7" multifunción	1	38,72	38,72
01.15	Sonda de temperatura para sensor analógico/digital	1	13,31	13,31
01.16	Sensor crepuscular	2	148,31	296,62
01.17	Detector de movimiento y luminosidad para sensor analógico/digital	2	67,76	135,52
01.18	Contacto magnético a libre potencial para ventanas y puertas	5	25,38	126,93
01.19	Detector de fuga de agua	2	104,66	209,33
01.20	Detector de humo iónico	2	59,29	118,58
01.21	Tubos LED	36	18,15	653,40
01.22	Fuente de alimentación 12 Vdc 4,5 A	1	131,89	131,89
01.23	Fuente alimentación KNX 320 mA	1	307,34	307,34
01.24	Caja de empotrar para pantalla KNX 7" multifunciones	1	12,10	12,10
01.25	Cuadro domótico empotrado para 8 módulos	1	33,45	33,45



01.26	Caja de registro de empotrar con tapa (206x136x60 mm)	6	3,51	21,05
01.27	Clemas de Bus KNX	10	1,45	14,50
01.28	Cable de Bus KNX (1 par libres de halógenos aislamiento 750 V) bobina de 100 m	1	90,75	90,75
01.29	Conductor unipolar 1x2,5 mm ² libre de halógenos	100	1,67	167,00
01.30	Mts. tubo de PVC/corrugado de 16 mm de diámetro	100	0,20	20,57
01.31	Mts. tubo de PVC/corrugado de 23 mm de diámetro	80	0,25	20,33
01.32	Mano de obra de montaje, completa y colocada	1	1000	1000
TOTAL:				3411,39€

Partida 1.3. – PROGRAMACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA				
Software, programación del sistema y puesta en marcha. Se incluye manual de usuario y curso formativo a nivel de usuario del sistema KNX.				
Código	Concepto	Ud.	Precio	Importe
01.33	Trabajo del ingeniero en la realización del proyecto	40	24,20	968,00
01.34	Programación, configuración y puesta en marcha del sistema domótico	1	3146,00	3146,00
TOTAL:				4114,00€

6.3. Amortización estimada

En primer lugar, me gustaría indicar que esto es un calcula aproximado y estimado según los datos de los componentes, puesto que no se ha implementado en el laboratorio.

Se va a incidir en el tema de las luminarias, ya que los tubos LED pueden llegar a reducir el ahorro en un 50%. Esto es debido a que la potencia consumida es mucho menor, ya que los tubos fluorescentes necesitan potencia para el cebador y la reactancia.



Tomando unos baremos sobre la potencia contratada en una vivienda, ya que me ha sido difícil conocer el precio del contrato de la electricidad en el centro:

- Precio fijo de la energía: 0,074817 €/kWh.
- Peaje de acceso: 0,044027 €/kWh
- Otros costes regulados: 0,01735 €/kWh
- Total: 0,136194 €/kWh

Esa es la cantidad que se paga por el consumo de energía en una vivienda. Como he comentado, esto es un cálculo estimado, y tan sólo incidiré en el tema de la iluminación.

Con un buen control de horarios, detectores de presencia y mejoras en las luminarias, se estima que pueden llegar a estar encendidas alrededor de 8h, en comparación con las 12h aproximadamente que están encendidas en la actualidad. Si calculamos un ahorro del 50%, tomando el valor máximo y sabiendo que las luminarias LED consumen 18W:

Se instalarán 36 luminarias de 18W cada una

- Ahora: $36 \times 18W = 648W \times 8h = 5184W/\text{día}$
- Antes: $36 \times 36W = 1296W \times 12h = 15552W/\text{día}$

A la potencia se le multiplica por el consumo de energía contratado:

- Ahora: $5184W/\text{día} \times 0,136194 \text{ €/kWh} = 0,70\text{€/día}$
- Antes: $15552W/\text{día} \times 0,136194 \text{ €/kWh} = 2,11\text{€/día}$

Como se puede comprobar, según una estimación, porque no son datos constatados, el ahorro sería importante ya que esto es solo por un día, si lo calculamos por 5 días a la semana durante 9 meses al final si sale una cantidad importante, sin contar con el ahorro que la climatización nos aporta.

Esto nos hace ver, que si implementamos sistemas domóticos se puede llegar a tener un beneficio, en cuanto económico, aunque no cabe duda que si la instalación sería para toda la facultad, aunque el precio de la instalación se eleve, se obtendría más margen de ahorro energético, debido a despilfarros y mal uso de las instalaciones.



CAPÍTULO 7:

CONCLUSIONES



7. Conclusiones

Para la realización de este proyecto, han sido muy importantes los conocimientos obtenidos en la asignatura de libre elección de “Introducción a la domótica” impartida en la Universidad de Cantabria, asignatura por la cual me interesé en realizar este tipo de trabajo.

Debido a ello he investigado acerca de los sistemas domóticos y, especialmente, he profundizado en el estándar abierto KNX, uno de los estándares con mayor proyección dentro de la domótica y especialmente extendido por Europa. Una de las ventajas que posee es la cantidad de empresas asociadas a KNX, lo cual nos ofrece una gran variedad de productos que se adaptan perfectamente a cualquier petición del usuario, ya sea para una vivienda unifamiliar, como para proyectos inmóticos como hoteles, universidades, oficinas, etc.

Una de las mayores ventajas de este sistema es el continuo desarrollo de su tecnología y el crecimiento de proveedores de componentes domóticos, lo que favorece el desarrollo de productos cada vez más novedosos y con mejores prestaciones para el futuro, donde la domótica tendrá un gran auge y un papel importante en nuestras vidas mediante la gestión del ahorro energético, confort, seguridad, telecomunicaciones, etc.

Sin embargo, hoy en día podemos distinguir una gran e importante desventaja, no sólo para KNX sino para todos los sistemas domóticos, el elevado coste de los componentes domóticos. Esto junto con la crisis mundial hace que esta tecnología no sea de gran demanda entre la población. Aunque, es muy probable que en un futuro no muy lejano la domótica experimente su “boom” y sea más cotidiana entre la población, lo que conllevará unos precios más competitivos para los usuarios y una mayor demanda de implantación de estos sistemas tanto en viviendas como edificios industriales y oficinas.

Como conclusión final, el objetivo de este proyecto ha sido facilitar y mejorar la actividad desempeñada tanto por estudiantes como por el profesorado de la Universidad de Cantabria durante su estancia en el aula mediante la implementación de sistemas domóticos en las áreas de confort, comunicaciones, seguridad y ahorro energético. Además, se ha comprobado el ahorro energético que supone la optimización de estos recursos y el tiempo estimado para la amortización de la instalación.

Mediante ello, he podido comprobar lo beneficiosa y útil que puede llegar a ser la domótica en nuestras vidas, y deseo que todas esas mejoras y más demanda de ello, lleguen en un futuro cercano, ya que es algo positivo para nuestras vidas.





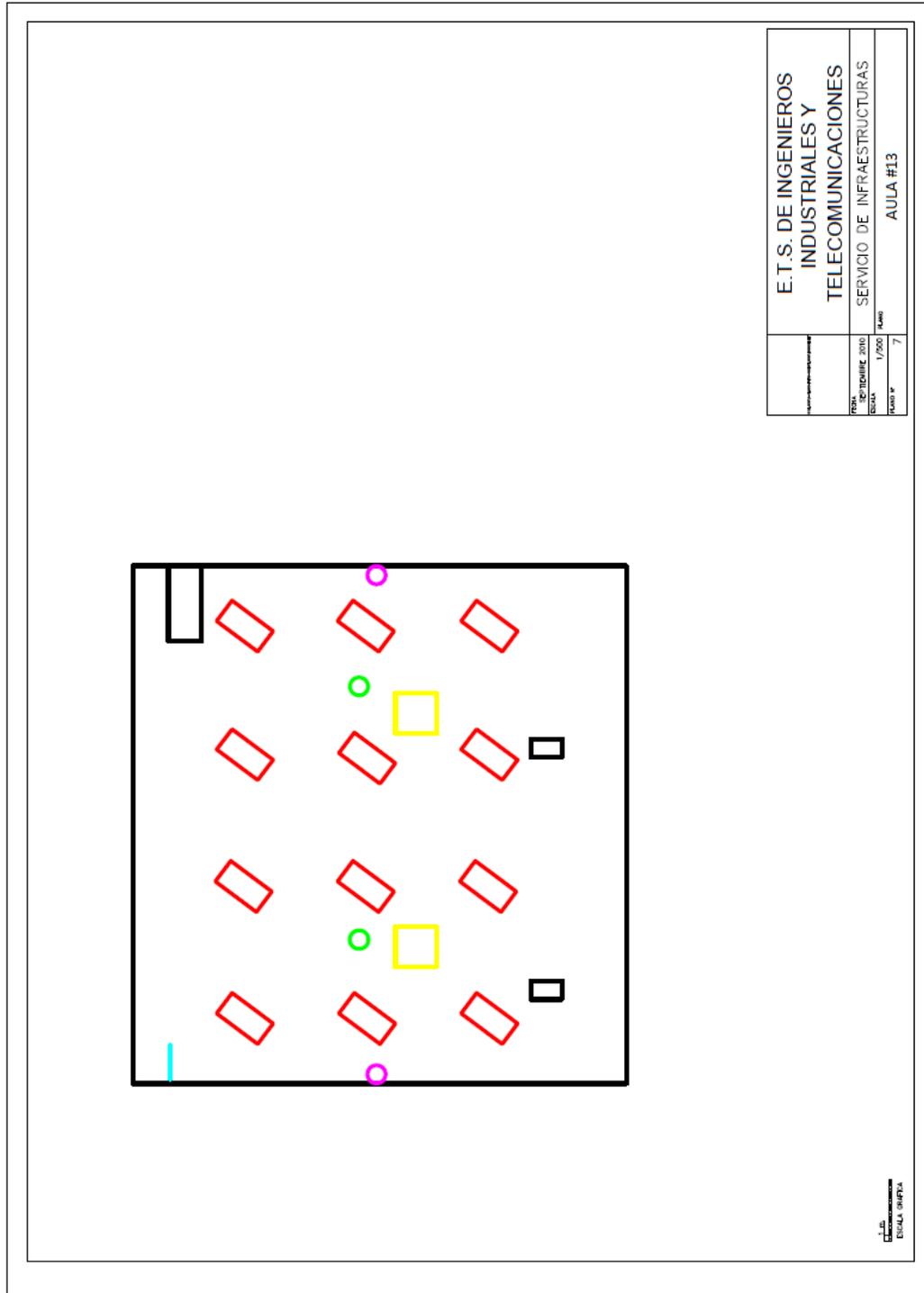
CAPÍTULO 8:

PLANOS



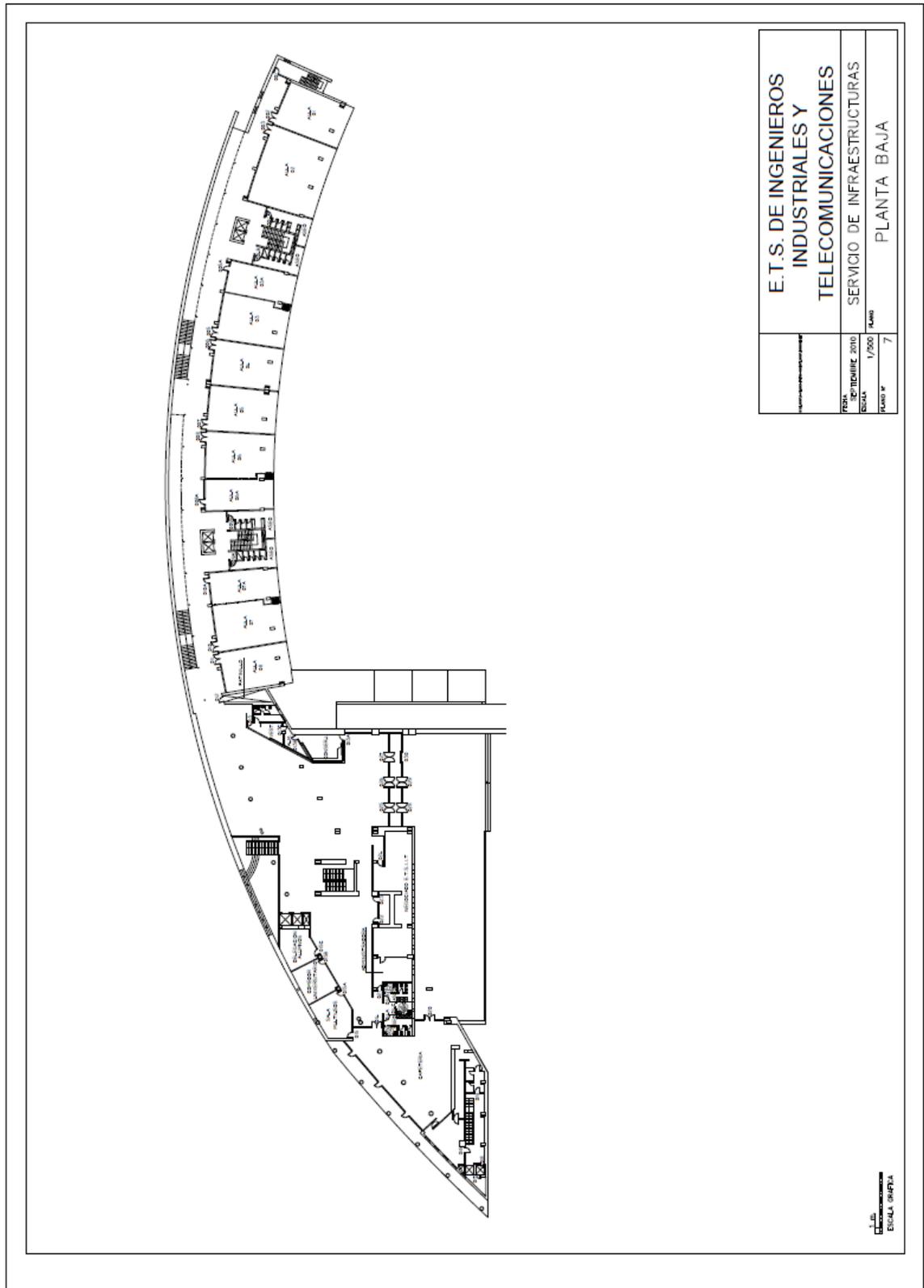
8. Planos

8.1 Plano del aula



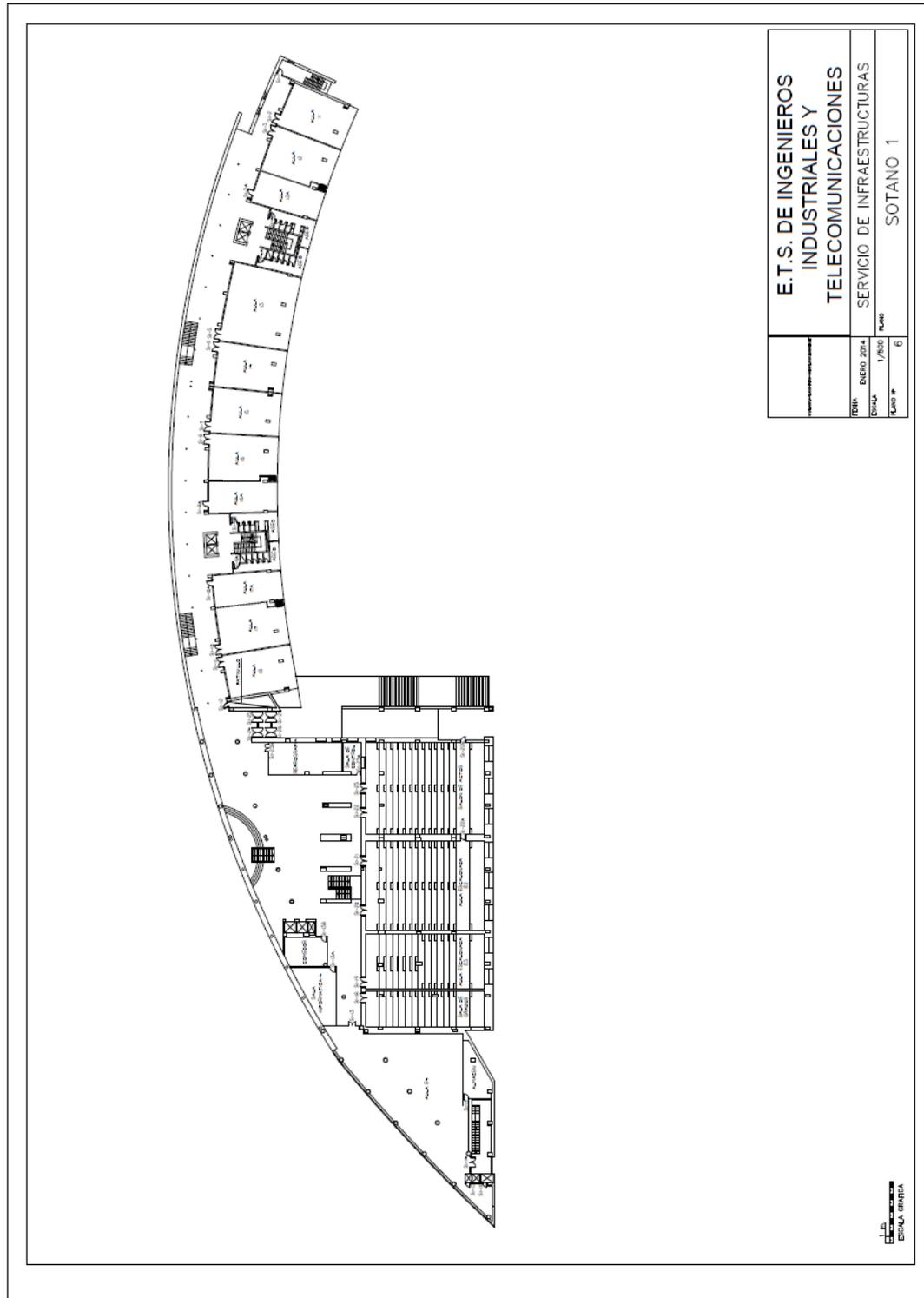


8.2 Plano de la planta baja





8.3 Plano de la planta baja





CAPÍTULO 9: FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

9. Futuras líneas de investigación

En mi proyecto se han instalado una serie de mejoras en un aula domótica, no obstante uno de los motivos de la elección del sistema KNX es que puede ser ampliable, y añadirle futuras instalaciones.

- ✓ En nuestro caso se podría aprovechar los contactos magnéticos de las ventanas para accionar una alarma, siempre y cuando este hecho se diese fuera del horario de apertura del centro o limpieza del mismo, y así poder dotar al aula de un sistema de intrusión.
- ✓ Otra mejora significativa sería dotar al aula con un control de acceso a ella mediante un lector de tarjetas ubicado en la puerta de acceso al aula. Esto conllevaría desventajas de incomodidad para el alumnado, pero una de las mayores ventajas es evitar el riesgo de robo de material, ya que hoy en día cada aula está dotada de un ordenador y varios proyectores.



Figura 7.1. Lector de tarjetas.

Las tarjetas de acceso serían entregadas a los profesores del centro y otros trabajadores del mismo, como limpiadoras, conserjes, etc. El lector de tarjetas estaría conectado al bus de datos igualmente. Además, en caso de algún intento de manipular el lector se enviará una alarma en forma de telegrama que hará saltar la sirena exterior.

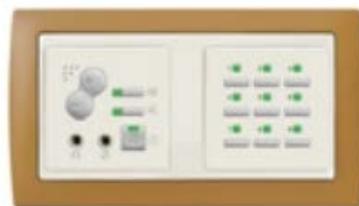
Para la implementación de este sistema, se necesitará un programador de tarjetas, un lector de tarjetas en la puerta del aula automatizada, y un actuador para abrir las puertas y el programa de configuración correspondiente.



Figura 7.2. Programador de tarjetas.

- ✓ Otra mejora que nos aportaría confort y comunicación con el centro, sería dotar al aula de un intercomunicador vía voz con altavoz directamente con otra estancia de la facultad. En este caso, creo que sería de gran utilidad estar comunicados bidireccionalmente con los conserjes, de este modo, cualquier petición como puede ser el cambio de proyectores, material de la escuela o cualquier otro desperfecto, puede ser comunicada instantáneamente a la persona en funciones, lo cual nos aportaría mayor prontitud en el envío y recepción del mensaje y una más rápida intervención y subsanación de la necesidad requerida.

Para ello se integrará un mando digital con emisión y recepción de avisos ubicado en el aula junto a la mesa del profesor y en la conserjería del edificio, en este caso, se instalará un selector de avisos de 9 zonas aparte del mando digital, al cual siempre tiene que ir asociado.



Mando digital con emisión y recepción de avisos, entrada walkman y salida auriculares Selector 9 zonas

Figura 7.3. Ejemplo de intercomunicador y selector de zonas.



CAPÍTULO 10:

BIBLIOGRAFÍA



10. Bibliografía

- ❖ Fernández Valdivielso, Carlos. Matías Maestro, Ignacio R. El proyecto domótico: metodología para la elaboración de proyectos y aplicaciones domóticas. 1ª.ed. Madrid. Colegio Oficial Ingenieros de Telecomunicación, 2004. ISBN: 84-6080116-0.
- ❖ Apuntes de la asignatura 'Introducción a la domótica' de la Universidad de Cantabria, impartida por Adolfo Cobo García.
- ❖ Instalaciones automatizadas en viviendas y edificios / Leopoldo Molina ; revisión técnica David Oliver. Editorial: Madrid : McGraw-Hill, cop. 2005. ISBN: 84-481-9946-4
- ❖ Domótica e inmótica: viviendas y edificios inteligentes / Francisco Vázquez, Cristóbal Romero, Carlos de Castro. Edición: 3ª ed. Editorial: Paracuellos de Jarama (Madrid) : Ra-Ma, cop. 2010. ISBN: 978-84-9964-017-4

➤ Recursos obtenidos a través de Internet:

- <http://www.knx.org/es/>
- <http://www.zennio.com/>
- <http://www.domoprac.com>
- <http://www.casadomo.com>
- <http://www.futurasmus-knxgroup.es/>
- <http://www.cedom.es/>
- <http://www.zennio.com/>
- <http://www.abb.es/>
- <http://www.jungiberica.es/>
- <http://www.theben.es/>
- <http://www.domodesk.com/>
- <http://lingg-janke.de/en/>
- <http://www.mdt.de/>
- <http://www.knxstoreonline.com/>
- <http://www.schneiderelectric.es>
- <http://www.serviluz.com>
- <http://www.ledcolors.es>
- <http://www.climalis.com>
- <https://www.google.es/>

Se ha de indicar, que de la página web oficial de KNX, se han podido descargar varios PDFs con información técnica sobre el funcionamiento del sistema y de varios de sus dispositivos.