



Miguel  
Moro Vallina

# Instalaciones domóticas

**ELECTRICIDAD - ELECTRÓNICA**

**Instalaciones Eléctricas y Automáticas**



INCLUYE CD-ROM CON:

- Catálogos
- Videotutoriales
- Normativa
- Software de diseño y simulación

**Paraninfo**  
ciclos formativos



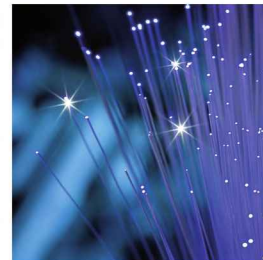
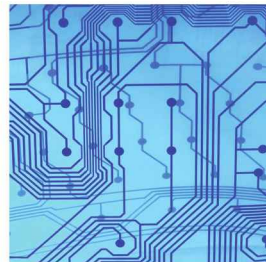


# **Instalaciones domóticas**



# Instalaciones Eléctricas y Automáticas

## Instalaciones domóticas



Miguel Moro Vallina

Paraninfo

# Paraninfo

## Instalaciones domóticas

© Miguel Moro Vallina

### **Gerente Editorial**

María José López Raso

### **Equipo Técnico Editorial**

Alicia Cerviño González

Nuria Duarte González

### **Editora de Adquisiciones**

Carmen Lara Carmona

### **Asesor Técnico**

Severiano Vaquerizo Gil

### **Producción**

Nacho Cabal Ramos

### **Diseño de cubierta**

Ediciones Nobel

### **Preimpresión**

Ediciones Nobel

Reservados los derechos para todos los países de lengua española. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 270 del Código Penal vigente, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes reprodujeran o plagiaran, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica fijada en cualquier tipo de soporte sin la preceptiva autorización. Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea éste electrónico, químico, mecánico, electro-óptico, grabación, fotocopia o cualquier otro, sin la previa autorización escrita por parte de la Editorial.

COPYRIGHT © 2011 Ediciones Paraninfo, SA  
1ª edición, 2011

Av. Filipinas 50, Bajo A, 28003 Madrid, ESPAÑA  
Teléfono: 902 995 240 / Fax: 914 456 218  
**clientes@paraninfo.es / [www.paraninfo.es](http://www.paraninfo.es)**

ISBN: 978-84-9732-858-6  
Depósito legal: M-22.423/2011

(053/9715)

**Impreso en España / Printed in Spain**  
Gráficas Rogar, Madrid

# Índice

Agradecimientos .....	XI
Introducción .....	XIII

## 1. El hogar inteligente 1

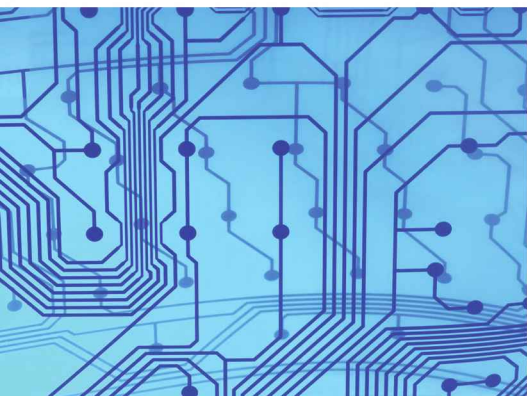
1.1. Introducción a la domótica .....	2
1.1.1. Nuevas necesidades, nuevas soluciones .....	2
1.1.2. ¿Para qué sirve la domótica? .....	2
1.1.3. Las interfaces domóticas .....	3
1.1.4. Pasarela residencial .....	3
1.1.5. ¿Qué piden los usuarios? .....	4
1.1.6. Domótica, eficiencia energética y ecología doméstica .....	5
1.2. La información en el hogar digital .....	8
1.2.1. Los protocolos de comunicación .....	8
1.2.2. El modelo ISO/OSI y TCP/IP .....	8
1.2.3. La información digital .....	10
1.3. Estructura de una red domótica .....	11
1.3.1. Sistemas centralizados y descentralizados .....	11
1.3.2. Sistemas cableados y programados .....	12
1.3.3. Topologías .....	12
1.3.4. Tipos de sistemas domóticos .....	13
1.4. Áreas de aplicación de la domótica .....	15
1.4.1. Ámbitos de aplicación .....	15
1.4.2. La domótica en las estancias de la vivienda .....	18
Amplía tus conocimientos .....	22
Cuestiones .....	25
Actividades de aplicación .....	26





## 2. Sensores y actuadores 27

<b>2.1.</b>	Introducción . . . . .	28
<b>2.2.</b>	Sensores . . . . .	28
<b>2.2.1.</b>	Sensores de accionamiento manual . . . . .	28
<b>2.2.2.</b>	Termostato . . . . .	29
<b>2.2.3.</b>	Sensores magnéticos. . . . .	29
<b>2.2.4.</b>	Detectores de gas . . . . .	30
<b>2.2.5.</b>	Detectores de humo. . . . .	31
<b>2.2.6.</b>	Detector de inundación . . . . .	32
<b>2.2.7.</b>	Sensores de presencia y movimiento (volumétricos) . . . . .	32
<b>2.2.8.</b>	Sensores de luminosidad (crepusculares) . . . . .	34
<b>2.2.9.</b>	Anemómetros . . . . .	35
<b>2.2.10.</b>	Células fotoeléctricas. . . . .	35
<b>2.2.11.</b>	Conexión de sensores a un nodo domótico . . . . .	36
<b>2.2.12.</b>	Clasificación de sensores. . . . .	38
<b>2.2.13.</b>	Tabla de simbología . . . . .	38
<b>2.3.</b>	Actuadores. . . . .	39
<b>2.3.1.</b>	Iluminación . . . . .	39
<b>2.3.2.</b>	Bus de comunicación para luminarias . . . . .	41
<b>2.3.3.</b>	Control de fluidos. . . . .	42
<b>2.3.4.</b>	Control de persianas y toldos . . . . .	43
<b>2.3.5.</b>	Control de equipos eléctricos . . . . .	46
<b>2.3.6.</b>	Dispositivos de aviso . . . . .	46
<b>2.3.7.</b>	Tabla de simbología . . . . .	46
	<b>Cuestiones</b> . . . . .	48
	<b>Actividades de aplicación</b> . . . . .	49



## 3. Automatismos cableados 51

<b>3.1.</b>	Lógica cableada . . . . .	52
<b>3.1.1.</b>	Esquemas de conexión y esquemas de maniobra. . . . .	52
<b>3.1.2.</b>	Relés y automatismos . . . . .	53
<b>3.1.3.</b>	Auto-enclavamiento . . . . .	53
<b>3.1.4.</b>	Automatismos con temporizadores . . . . .	54
<b>3.2.</b>	Funciones lógicas. . . . .	54
<b>3.2.1.</b>	El álgebra de Boole . . . . .	55
<b>3.2.2.</b>	Mapas de Karnaugh. . . . .	55
	<b>Práctica profesional 3.1.</b> Puerta automática . . . . .	58
	<b>Práctica profesional 3.2.</b> Instalación de ventilación. . . . .	59

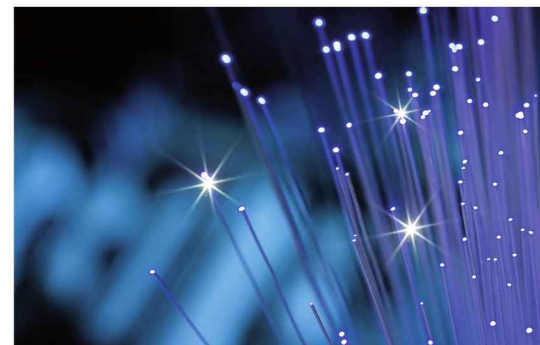
<b>Práctica profesional 3.3.</b> Portón corredizo .....	59
<b>Práctica profesional 3.4.</b> Arranque de motores .....	60
<b>Práctica profesional 3.5.</b> Barrera de autopista con ViaT. ....	62
<b>Práctica profesional 3.6.</b> Puerta de parking con vigilante .....	62
<b>Cuestiones</b> .....	63
<b>Actividades de aplicación</b> .....	64

## 4. Domótica low cost 65

<b>4.1.</b> Control telefónico de la vivienda .....	66
<b>4.2.</b> Instalaciones X10. ....	67
<b>4.2.1.</b> La comunicación mediante X10 .....	69
<b>4.2.2.</b> Direcciones .....	69
<b>4.2.3.</b> Módulos X10 .....	69
<b>4.2.4.</b> Simbología .....	75
<b>4.3.</b> La comunicación en X10 .....	76
<b>4.3.1.</b> Software para el uso de X10 .....	76
<b>4.3.2.</b> EyeTouch .....	77
<b>4.3.3.</b> Resolución de problemas .....	77
<b>4.4.</b> Radiocontrol doméstico .....	78
<b>4.4.1.</b> X10 inalámbrico .....	78
<b>4.4.2.</b> Otros sistemas de radiocontrol .....	78
<b>Amplía tus conocimientos</b> .....	79
<b>Práctica profesional 4.1.</b> Seleccionar la dirección de un módulo ....	81
<b>Práctica profesional 4.2.</b> Encendido de las luces de una habitación al entrar .....	81
<b>Cuestiones</b> .....	83
<b>Actividades de aplicación</b> .....	84

## 5. Sistema de bus KNX 85

<b>5.1.</b> Introducción .....	86
<b>5.1.1.</b> Aplicaciones .....	86
<b>5.2.</b> Funcionamiento y características de una instalación KNX .....	88
<b>5.2.1.</b> Dispositivos .....	89
<b>5.2.2.</b> ¿Cómo funcionan los dispositivos KNX? .....	93
<b>5.2.3.</b> Montaje de acopladores y actuadores .....	94
<b>5.2.4.</b> Alimentación .....	94
<b>5.2.5.</b> Simbología y representación .....	95
<b>5.3.</b> Topología del sistema .....	96



5.3.1.	Direcciones físicas . . . . .	98
5.3.2.	Direcciones de grupo . . . . .	99
5.4.	La comunicación en KNX. . . . .	100
5.4.1.	Medios de transmisión. . . . .	100
5.4.2.	El proceso de comunicación . . . . .	101
5.4.3.	Control del bus . . . . .	102
5.4.4.	Control de errores . . . . .	102
5.4.5.	Tramas de reconocimiento . . . . .	103
	<b>Amplía tus conocimientos</b> . . . . .	104
	<b>Cuestiones</b> . . . . .	107
	<b>Actividades de aplicación</b> . . . . .	108



## 6. Montaje y configuración de instalaciones KNX 109

6.1.	Introducción . . . . .	110
6.2.	Instalación de la capa física en KNX.TP . . . . .	110
6.2.1.	Precableado . . . . .	110
6.2.2.	Pautas de instalación. . . . .	110
6.2.3.	Situación de actuadores. . . . .	111
6.2.4.	Conexiones . . . . .	112
6.2.5.	Perfil de datos . . . . .	114
6.2.6.	Guías de instalación . . . . .	115
6.2.7.	Marcado de dispositivos. . . . .	115
6.2.8.	Comprobación de la instalación . . . . .	116
6.3.	Protección de la instalación bus . . . . .	117
6.4.	Configuración de la instalación . . . . .	118
6.4.1.	Direcciones de grupo . . . . .	118
6.4.2.	Modos de funcionamiento . . . . .	121
6.4.3.	Software en KNX . . . . .	121
6.4.4.	ETS. . . . .	121
6.4.5.	Instalación de ETS Software . . . . .	121
6.4.6.	Importación de dispositivos . . . . .	122
6.4.7.	Creación de un proyecto. . . . .	123
6.4.8.	Fases de la programación. . . . .	124
6.5.	Ejemplo de instalación . . . . .	124
	<b>Práctica profesional 6.1.</b> Instalación de iluminación (I) . . . . .	128
	<b>Práctica profesional 6.2.</b> Instalación de iluminación (II) . . . . .	129

<b>Práctica profesional 6.3.</b> Alarma de gas .....	130
<b>Práctica profesional 6.4.</b> Protección contra el viento para toldos y persianas .....	131
<b>Práctica profesional 6.5.</b> Mando y control por radiofrecuencia .....	131
<b>Práctica profesional 6.6.</b> Otras instalaciones .....	132
<b>Cuestiones</b> .....	133
<b>Actividades de aplicación</b> .....	134

## 7. Domótica con relés programables 137

<b>7.1.</b> Introducción .....	138
<b>7.1.1.</b> Componentes de un autómata o relé programable .....	138
<b>7.1.2.</b> Sistemas domóticos centralizados .....	139
<b>7.1.3.</b> Programación del relé. ....	139
<b>7.1.4.</b> Partes de un relé programable .....	140
<b>7.2.</b> Zelio Logic .....	140
<b>7.2.1.</b> El lenguaje KOP .....	141
<b>7.2.2.</b> Programación de Zelio Logic .....	142
<b>7.3.</b> LOGO! .....	142
<b>7.3.1.</b> Montaje de LOGO! .....	143
<b>7.3.2.</b> Entradas y salidas de LOGO!. ....	144
<b>7.3.3.</b> Conexión con otros autómatas .....	145
<b>7.3.4.</b> Conexión con KNX .....	145
<b>7.4.</b> Programación de LOGO! .....	145
<b>7.4.1.</b> Las funciones de LOGO! .....	146
<b>7.4.2.</b> Programación del dispositivo en su pantalla de visualización .....	149
<b>7.4.3.</b> Programación mediante PC. ....	152
<b>Amplía tus conocimientos</b> .....	154
<b>Práctica profesional 7.1.</b> Control de persianas .....	157
<b>Práctica profesional 7.2.</b> Riego de las plantas de un invernadero. ....	158
<b>Práctica profesional 7.3.</b> Control de las alarmas de gas e inundación	160
<b>Cuestiones</b> .....	162
<b>Actividades de aplicación</b> .....	163



## 8. Normativa y seguridad 165

<b>8.1.</b> El marco normativo de las instalaciones domóticas .....	166
<b>8.1.1.</b> El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión .....	166



8.1.2.	Infraestructuras comunes de telecomunicación . . . . .	169
8.1.3.	Normas. . . . .	169
8.2.	Domótica y eficiencia energética . . . . .	170
8.2.1.	Código Técnico de la Edificación . . . . .	170
8.2.2.	Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) . . . . .	171
8.3.	El proyecto de instalación domótica . . . . .	172
8.3.1.	Proyecto de la instalación. . . . .	172
8.3.2.	Ejemplos de instalación . . . . .	173
8.4.	Los riesgos laborales y su prevención . . . . .	174
8.4.1.	Reglamento de los servicios de prevención . . . . .	175
8.4.2.	Equipos de protección individual . . . . .	175
8.4.3.	Normativa específica. Guías técnicas del INSHT. . . . .	175
8.4.4.	Derechos y obligaciones de los trabajadores . . . . .	176
8.4.5.	Señalización de riesgos laborales . . . . .	177
8.4.6.	Riesgo eléctrico . . . . .	178
8.4.7.	Riesgos derivados de la exposición a ondas de radiofrecuencia . . . . .	178
8.5.	Protección y gestión ambiental . . . . .	180
8.5.1.	Recuperación de residuos y envases. . . . .	180
	<b>Cuestiones</b> . . . . .	182
	<b>Actividades de aplicación</b> . . . . .	183



## Anexo. Otros sistemas de control domótico 185

A.1.	Relé de control Easy . . . . .	186
A.2.	Sistema Simon VIT@ . . . . .	188
A.3.	Un sistema con microcontrolador: Simon VOX.2 . . . . .	188

# Agradecimientos

El área de la domótica es un campo en constante evolución y con continuos avances tecnológicos. Elaborar un manual para la formación de futuros profesionales ha sido una tarea ardua que habría sido imposible sin la ayuda de un vasto número de personas, asociaciones, empresas e institutos que conforman el panorama general y más especializado del sector. Los contenidos y la información por ellos ofrecida han sido indispensables tanto por su calidad como por su actualidad para realizar este proyecto. Por esta razón quisiera mostrar a todos ellos mi más sincero agradecimiento:

ABB	LiquidWare
Allmatic	Marmitek
Arduino	Mind Sensors
Asociación KNX	O-Digital
Asociación LONmark	Omron
BricoGeek.com	Panasonic
Casadomo	Perceptive Automation
CEME	Powerhouse
DALI	Rafael Arjona ( <a href="http://www.aulaelectronica.es">www.aulaelectronica.es</a> )
DINUY	Rimax
Domótica Viva	Schneider Electric
Eaton-Moeller	Seco-Larm
Echelon	Severiano Vaquerizo
ELKA	SF Detection
Gaviota Simbac	Siemens
Gewiss	Simon
Gravitech	Smarthome
Home Systems	Sonder Regulación
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)	Telefónica
Jackson Systems	Timmer Pneumatik
Jung	Voyant Solutions
	Xanura Home



# Introducción

La domótica es la aplicación de técnicas de automatización al hogar con el objetivo de mejorar aspectos como el confort, la seguridad o la eficiencia energética de las viviendas. Su desarrollo, inseparable del avance de las tecnologías de la información y la comunicación, plantea un nuevo concepto de instalación eléctrica, más versátil, completa y flexible. Una instalación que se entrecruza con las de intercambio de datos y entretenimiento y constituye lo que se ha denominado hogar digital u hogar inteligente.

Son muchas las tecnologías que se vienen empleando, desde finales de los años setenta, para “domotizar” la vivienda: unas emplean un dispositivo central que, mediante un programa almacenado en su memoria, toma las decisiones pertinentes; otras se basan en un control descentralizado a través de dispositivos inteligentes que se comunican por medio de un bus; las hay que emplean un canal de comunicación “dedicado”, mientras que otras se comunican por radiofrecuencia, a través de la red eléctrica o incluso mediante la propia red Ethernet doméstica; las hay, por último, de costes, complejidad y prestaciones muy diversos.

Este libro ofrece una panorámica de todas estas tecnologías, estableciendo sus similitudes y sus diferencias y tratando de construir una tipología de estas. Dicho estudio, además de su indudable interés teórico, presenta una gran utilidad práctica, pues en cada obra el futuro instalador deberá aplicar la tecnología que mejor se adapte a los requisitos de control de la vivienda y cuyo coste sea más atractivo para el cliente.

Tratamos, en definitiva, de plantear una visión de conjunto de la tecnología domótica que, como es lógico, no puede atender a *todas* las soluciones presentes en el mercado, pero en la que hemos procurado incluir lo más *representativo*, combinando las más consolidadas (X10, KNX, relés programables...) con algunas menos comunes pero de gran interés conceptual (control cableado) y, por último, con otras más novedosas y “rompedoras”, como las ofrecidas por Arduino (una plataforma de *hardware libre*) para conocer el estado de nuestras plantas desde la misma aplicación de Twitter.

Por último, un extenso número de casos prácticos y actividades propuestas, junto con una completa colección de prácticas profesionales, permitirán fijar los conceptos de cada unidad y ponerlos en funcionamiento para la resolución de problemas y situaciones reales. Las prácticas profesionales han sido cuidadosamente seleccionadas con el objetivo de que el estudiante aplique los contenidos que ha trabajado en la unidad correspondiente. He-

mos incluido siempre referencias a marcas y productos con implantación en el mercado, procurando que los alumnos se acostumbren a manejar e interpretar catálogos y a tener una orientación sobre los precios de las diversas soluciones domóticas disponibles, con objeto de facilitar su posterior inserción profesional. Varios capítulos cuentan con ampliaciones que complementan los contenidos de cada eje temático, proporcionando de este modo al futuro instalador todo un conjunto de recursos para su trabajo futuro. El anexo final acerca al alumno a tecnologías complementarias a las estudiadas en el libro, como el relé programable Easy o el sistema Simon Vit@.

# El hogar inteligente

1

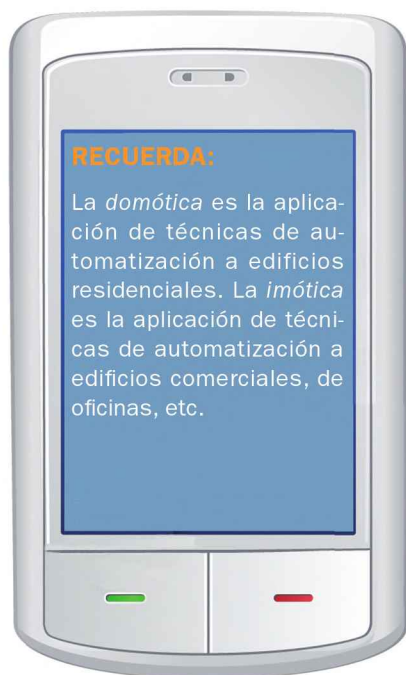
## Contenidos

- 1.1. Introducción a la domótica.
- 1.2. La información en el hogar digital.
- 1.3. Estructura de una red domótica.
- 1.4. Áreas de aplicación de la domótica.

## Objetivos

- Conocer el objetivo de la domótica, las razones de su aparición y desarrollo y las principales necesidades a las que trata de dar respuesta, valorando especialmente su contribución al aumento de la eficiencia energética de nuestras viviendas.
- Comprender cómo se transmite la información entre los nodos de la red domótica, los fundamentos de los protocolos de comunicación y la estructura de capas de los procesos de transmisión de información.
- Introducir las diversas estructuras y tipos de sistemas domóticos existentes, atendiendo a su topología, a su medio de transmisión o a su carácter centralizado o descentralizado.
- Conocer algunos de los principales ámbitos de aplicación de la domótica y las áreas de la vivienda en que se puede instalar cada uno de ellos.

La domótica es la aplicación de técnicas de automatización al hogar, con el objetivo de mejorar aspectos como el confort, la seguridad o la eficiencia energética de las viviendas. Sus ámbitos de aplicación son múltiples y existen diversas *soluciones tecnológicas* para lograrlos. En este capítulo nos acercaremos al funcionamiento de un sistema domótico, estudiaremos sus partes, su estructura y el modo como sus dispositivos intercambian información entre ellos.



### SABÍAS QUE...



Un circuito integrado es un circuito electrónico en miniatura, fabricado sobre un fino sustrato de material semiconductor. En los primeros días de los circuitos integrados solo se podían integrar unos pocos transistores en cada circuito; posteriormente, la evolución tecnológica ha permitido integrar miles, millones y miles de millones de transistores en dichos circuitos. Los componentes de los circuitos integrados actúan como *puertas lógicas*. El número de puertas que contiene un circuito determina su escala de *integración*. Se han distinguido varias fases en el desarrollo de los circuitos integrados: la *pequeña escala de integración* (SSI), con unas pocas puertas lógicas; la *mediana escala de integración* (MSI), con unas decenas de puertas; la *gran escala de integración* (LSI), con un número de puertas situado entre cien y diez mil y, por último, la *muy gran escala de integración* (VLSI), con más de diez mil puertas. Para circuitos con más de cien mil puertas se ha propuesto el concepto de *escala de integración ultra-grande* (ULSI).

## 1.1. Introducción a la domótica

La domótica es la aplicación de la automatización a la vivienda. Es una técnica que permite integrar diversas tareas (el control de la iluminación, de la climatización de la casa, la seguridad y muchas otras) en el seno de una *red de control* doméstica. El desarrollo de la domótica es inseparable de la revolución en las tecnologías de la información y comunicación experimentada en los últimos tiempos. Nuestros hogares son, cada vez más, *hogares digitales* en los que concurren dispositivos que reciben, transmiten y procesan información. Las tecnologías domóticas tienden a integrarse con estas redes formando auténticos *hogares inteligentes*.

En los edificios comerciales, son cada vez más comunes sistemas automáticos de climatización e iluminación destinados, entre otras funciones, a optimizar el consumo de energía. La aplicación de la automatización en edificios comerciales y de servicios ha dado lugar a una técnica específica denominada *imótica* o *inmótica*. Si en los edificios residenciales los aspectos de comodidad y gestión energética son esenciales, en los edificios *imóticos* priman también necesidades *productivas*.

### 1.1.1. Nuevas necesidades, nuevas soluciones

Los cambios en los modos de vida, los patrones productivos y de consumo, las nuevas formas de ocio, han modificado sustancialmente nuestra relación con el hogar: cuánto tiempo pasamos en casa, cómo estamos en ella, qué tipo de ocio nos apetece realizar, son factores que han sufrido transformaciones importantes, creando nuevas necesidades en los espacios residenciales. La evolución de las tecnologías domóticas trata de responder a estas nuevas necesidades creando espacios más personales, confortables y, en cierto sentido, más “humanos”.

No todas estas necesidades son de la misma naturaleza. Algunas responden a una exigencia de más comodidad y confort individuales: por ejemplo, la posibilidad de encender la calefacción mediante un mensaje de móvil (SMS) o una aplicación web antes de llegar a casa redundan en una mayor “calidad de vida”. En otros casos, las necesidades tienen que ver con la seguridad en el hogar: detectores de movimiento, sistemas de videovigilancia, conexión automática con centrales de alarma, etc., contribuyen a hacer que nuestro domicilio sea más seguro, especialmente cuando estamos ausentes de él. Por último, existen otras necesidades de carácter más colectivo, que responden a desafíos y problemas del conjunto de la humanidad: así se plantea, por ejemplo, el requisito de gestionar mejor la energía que consume el hogar, mejorando su aprovechamiento y, por tanto, su eficiencia.

Las instalaciones domóticas no se habrían desarrollado sin el enorme avance en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) que hemos experimentado en las últimas dos décadas. A su vez, estos avances obedecen a diversos procesos tecnológicos y sociales: el aumento de la escala de integración de los circuitos electrónicos, la aparición y el crecimiento de Internet, las demandas crecientes de información en tiempo real...

### 1.1.2 ¿Para qué sirve la domótica?

Las nuevas demandas de los usuarios, la presencia cada vez mayor de las tecnologías de la información y la comunicación en el hogar y la atención a

necesidades colectivas (la eficiencia energética) o a colectivos específicos (personas con discapacidades, personas mayores) supera en muchos casos los límites que pueden cubrirse con una instalación eléctrica tradicional.

La domótica trata de integrar la instalación eléctrica con otras instalaciones singulares que funcionaban hasta ahora independientemente (las telecomunicaciones o el videoportero, entre otras), para posibilitar la intercomunicación entre ellas; y por otro, disminuir el cableado y reducir los costes que supondría reconfigurar la instalación, por ejemplo cuando se produce un cambio en la utilización de un local o de una habitación de la casa.



**Figura 1.1.** Ámbitos del hogar digital. Fuente: *Libro Blanco del Hogar Digital y las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones* (Telefónica).

El concepto de domótica está hoy en día estrechamente relacionado con el de *hogar digital* u *hogar conectado*. Un hogar que dispone de conexión a la red de banda ancha (ADSL, cable de fibra óptica, etc.), red de voz y datos, red multimedia, red domótica y pasarela residencial. En el hogar digital convergen, en efecto, múltiples servicios y redes: comunicaciones, entretenimiento, gestión digital del hogar y *home networking*.

### 1.1.3. Las interfaces domóticas

La instalación domótica debe contar con una serie de *interfaces* que permitan a los usuarios programar y definir los parámetros de la instalación, además de recibir la información de los dispositivos en un formato fácil de comprender e interpretar. Así, desde las interfaces se podrán dar órdenes de encendido, apagado o regulación de la iluminación, crear *escenas* para diversas situaciones, controlar el estado de toldos y persianas y actuar sobre ellos, etc. Estas interfaces de control pueden estar situadas dentro de casa o comunicarse con el exterior a través de Internet o de mensajes de móvil, por ejemplo, proporcionando aún más flexibilidad al sistema.

### 1.1.4. Pasarela residencial

Los diversos dispositivos y elementos del hogar digital requieren la transferencia de información de muchas clases sobre diversos medios de transmisión. Debe existir, por tanto, un dispositivo que actúe como *nexo de unión* entre las diversas redes de acceso y las redes internas. A este elemento se le denomina *pasarela residencial* (*Residential Gateway*). Se trata de una interfaz de comunicación de red flexible, normalizada y con *inteligencia pro-*



En la página web de la Fundación Telefónica puedes encontrar el *Libro Blanco del Hogar Digital* y las *Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones*:

<http://www.sociedaddelainformacion.fundacion.telefonica.com>

### SABÍAS QUE...

Una escena es una combinación de estados de dispositivos conectados a la red de control adaptada para un uso particular. Una escena para ver una película en nuestro reproductor de DVD, por ejemplo, encendería el dispositivo y el televisor, disminuiría la intensidad de las luces y crearía así el clima apropiado para esa situación.



El proyecto *Smarthouse*, promovido por CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica) tiene como objetivo promover la interoperatividad y convergencia de los sistemas, servicios y dispositivos domóticos, mediante arquitecturas abiertas y comunes. Puedes consultar más información en el sitio web:

<http://www.cenelec.eu>

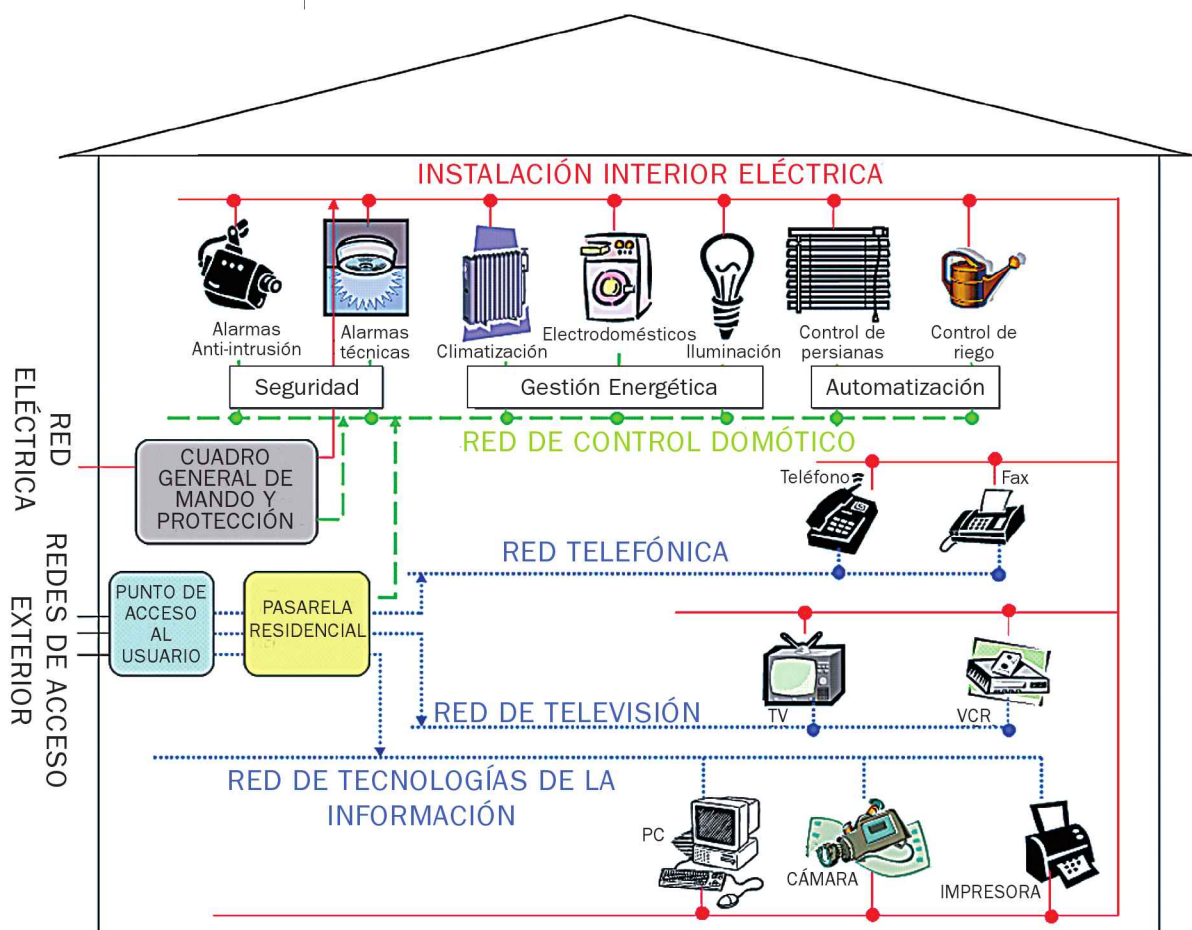


La iniciativa OSGI (*Open Services Gateway Initiative*) tiene como objetivo definir unas especificaciones abiertas de software para pasarelas residenciales de cara a su aplicación en las redes domésticas. Su sitio web (en inglés) es:

<http://www.osgi.org>

que recibe información de las diversas redes de acceso y las comunica a las redes internas y viceversa. Por ejemplo, si un usuario desea controlar el estado de su sistema de climatización a través de Internet o enviarle una orden de encendido, la pasarela residencial deberá recibir ese mensaje y encaminarlo hacia el dispositivo apropiado de la red de control.

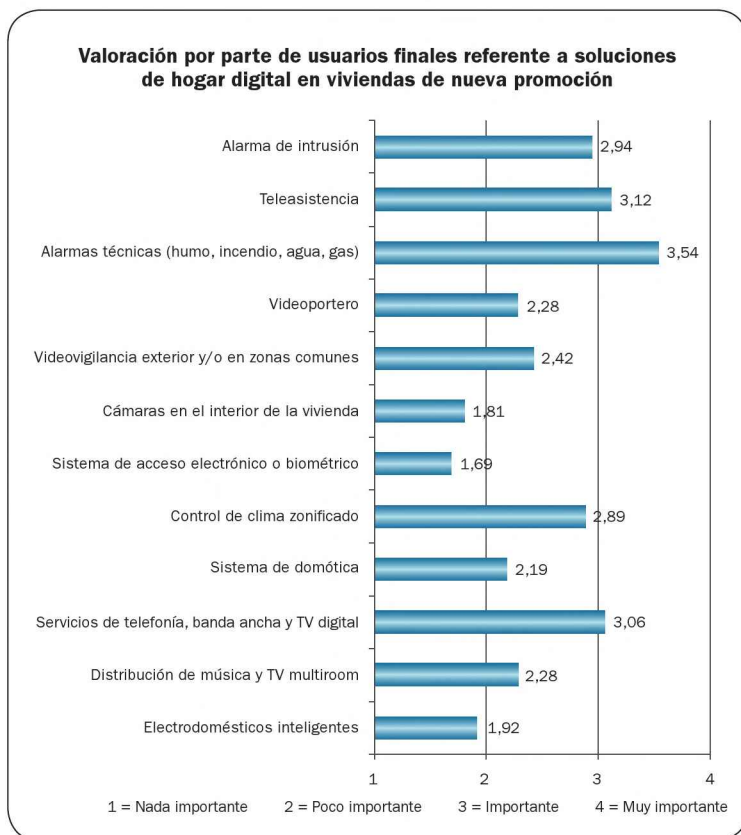
Las pasarelas residenciales deben ser de instalación sencilla (a ser posible mediante un simple proceso de “conectar y listo” o *Plug and Play*), ser capaces de cargar y actualizar su software de manera remota, proporcionar soporte para diversas redes internas y externas y ser *seguras*, tanto en el acceso a ellas como en la información que envían a través de Internet.



**Figura 1.2.** Esquema de las redes eléctrica, de comunicaciones de control domésticas. Fuente: Guía BT-51 (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).

### 1.1.5. ¿Qué piden los usuarios?

Los estudios realizados en el entorno doméstico muestran que los usuarios de viviendas demandan cada vez más un aumento de la *seguridad* (sistemas de control de acceso, detección de intrusión, seguridad técnica, teleasistencia) y de gestión automática de aspectos como la climatización de la vivienda. El siguiente gráfico, elaborado en el estudio MINT-CASADOMO sobre *Sistemas de domótica y seguridad en edificios de nueva promoción*, muestra los principales requisitos de los usuarios.



**Figura 1.3.** Valoración de las aplicaciones domóticas por parte de los usuarios. Fuente: Estudio MINT-CASADOMO: *Sistemas de domótica y seguridad en edificios de nueva promoción*.

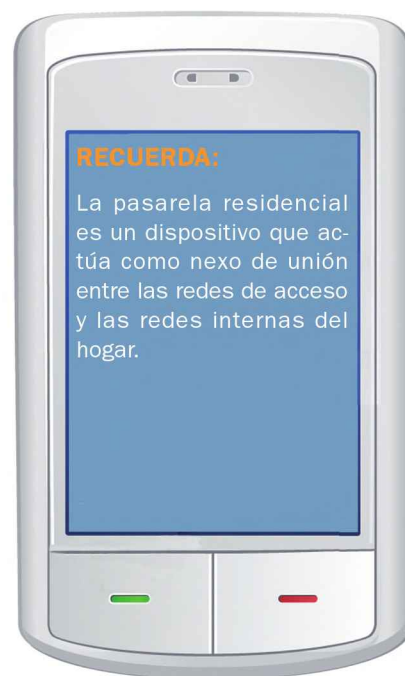
Las funcionalidades más habituales en las instalaciones domóticas, según el estudio mencionado, son las siguientes:

- Control de persianas (93%).
- Control de dispositivos, encendido-apagado (95%).
- Control de riego por zonas (80%).
- Programación horaria y simulación de presencia (84%).

Por su parte, los interfaces más comunes son la pantalla táctil (68%), el mando a distancia mediante radiofrecuencia o infrarrojos (67%) y los tonos del teléfono fijo o móvil (71%).

### 1.1.6. Domótica, eficiencia energética y ecología doméstica

Una de las áreas más interesantes y prometedoras de la domótica es la mejora de la *eficiencia energética* de los hogares. Mediante las instalaciones domóticas podemos mejorar la eficiencia energética de nuestros hogares aumentando al mismo tiempo nuestro confort. La domótica permite, en efecto, gestionar inteligentemente la iluminación, la climatización, el agua caliente sanitaria, los sistemas de riego, los electrodomésticos, etc., empleando los recursos naturales de una manera más eficiente y sostenible. La eficiencia de la calefacción y climatización del hogar, por ejemplo, o de las instalaciones de iluminación, mejora sensiblemente cuando se instalan mecanismos automáticos que perciben la presencia o ausencia de personas, o que des-



## SABÍAS QUE... ?

Sin la energía no existiría la vida. Todos los organismos poseen la capacidad de transformar el alimento que ingieren en energía con la que mantienen sus funciones vitales, se mueven en busca de más alimento y se reproducen. En el caso del ser humano, esa energía se ha complementado, desde el descubrimiento y el uso del fuego, con un creciente volumen de energía *exosomática*, cuyo uso es inseparable de la cultura y del propio desarrollo de ser humano como especie. En el curso de la Historia se registra un aumento casi constante de la cantidad de energía empleada, primero procedente de las fuentes más cercanas y fáciles de explotar (la biomasa vegetal) y posteriormente (tras la Revolución Industrial, a partir del siglo XVIII) de fuentes más concentradas y recónditas: el carbón primero y posteriormente el petróleo, que constituye la base del modelo de producción y consumo contemporáneo. En los últimos años, sin embargo, la constatación científica generalizada del cambio climático y de los efectos ambientales negativos de nuestro modelo de desarrollo está conduciendo a nuevas políticas y a nuevos patrones de producción y consumo.

activan el sistema de calefacción o aire acondicionado cuando detectan la apertura de una ventana. También se logran ahorros considerables diferenciando las necesidades climáticas de las distintas estancias de la casa: por ejemplo, es lógico que, durante el día, las habitaciones permanezcan a una temperatura más reducida que el salón o la sala de estudio.

## SABÍAS QUE... ?

## El efecto invernadero

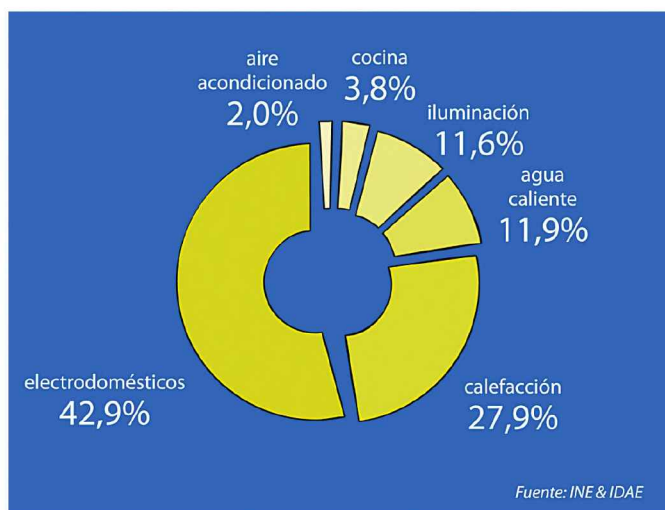
Es un fenómeno esencial para el mantenimiento del clima en la Tierra. Sin él, la temperatura media en la superficie del planeta sería de unos  $-22^{\circ}\text{C}$ , haciendo imposible la existencia de la vida, al menos tal como la conocemos. Gracias a este efecto, parte de la energía que penetra en la atmósfera terrestre es reflejada por la superficie de nuestro planeta. Pero debido a la diversa longitud de onda de la radiación incidente y la reflejada, una porción de esa energía es retenida por los denominados *gases de efecto invernadero* (el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, los óxidos de nitrógeno...), contribuyendo así a que la superficie de la Tierra tenga un clima más benigno.

Hoy es sabido que el aumento de la concentración de algunos de los gases mencionados (especialmente del dióxido de carbono y de los óxidos de nitrógeno) está generando un incremento del efecto invernadero cuya consecuencia es un sensible aumento de la **temperatura media** de la superficie terrestre. Las consecuencias de ello son bien conocidas: cambios generales en el clima y, especialmente, fusión o derretimiento de parte de los hielos polares, el consiguiente aumento de la superficie de las aguas oceánicas y la anegación de numerosas zonas costeras e isleñas.

Los hogares son grandes consumidores de agua y energía. El ahorro del consumo doméstico de estos recursos, combinado con otras medidas de *gestión de la demanda*, puede influir muy positivamente en la *sostenibilidad* de nuestras sociedades. Los hogares españoles consumen el 18% de la energía del país, y cada uno de ellos es responsable, por término medio, de la emisión de cinco toneladas anuales de  $\text{CO}_2$ .

## Para saber más:

En el CD que acompaña a este libro encontrarás el documento *Cómo ahorrar energía instalando domótica en su vivienda*, publicado por CEDOM (Asociación Española de Domótica) y el IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía). En él descubrirás multitud de datos útiles y ejemplos prácticos.



**Figura 1.4.** Distribución del consumo eléctrico de un hogar suponiendo que todo su consumo energético se efectúa mediante electricidad. Fuente: *Cómo ahorrar energía instalando domótica en su vivienda* (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE).

## SABÍAS QUE...

**La arquitectura bioclimática**

Casi la mitad de la energía que gastan las familias españolas se emplea en calentar la vivienda. En el extremo opuesto, en algunas de las regiones más calurosas, como Andalucía y Cataluña, la punta de demanda eléctrica se ha desplazado del invierno al verano como consecuencia de los sistemas de refrigeración por aire acondicionado. En ambos procesos (calefacción y refrigeración) los ahorros energéticos que podemos lograr son muy grandes.

La *arquitectura bioclimática* no es un invento del presente; en realidad, las diversas culturas han ido desarrollando en la historia formas arquitectónicas adaptadas a las condiciones climáticas de cada lugar. La orientación al sur o la presencia de corredores acristalados en climas templados, con objeto de aprovechar mejor el calor del sol, o el blanqueo de las fachadas en otros climas más cálidos con objeto de protegerse de él, son dos sencillos ejemplos. Lo que la arquitectura bioclimática moderna trata de hacer es fijarse en esos desarrollos e integrarlos con los conocimientos científicos del presente en una arquitectura adaptada a las necesidades de hoy en día.

Desde el punto de vista energético, la arquitectura bioclimática tiende al uso de *energías pasivas*. La mejora del aislamiento al frío y al calor, la orientación, la apertura y cierre de ventanas en función de la temperatura interior y exterior... son métodos preferibles al uso de energía para calentar o para enfriar la casa y permiten, cuando menos, reducir considerablemente las necesidades de calefacción y aire acondicionado.

En la *iluminación*, la domótica permite adaptar el nivel de luz artificial necesario en función de la luz solar exterior, la presencia de personas, los espacios de la casa... Además, el control automático de persianas o toldos permite aprovechar la luz solar para minimizar las necesidades de iluminación artificial y de climatización (regulando la entrada de luz solar se consigue mantener la casa lo más cálida posible durante el invierno y lo más fresca posible durante el verano con el mero uso de *energías pasivas*).

El *consumo de energía eléctrica* también puede reducirse mediante sistemas de temporización que desactiven las alimentaciones eléctricas de dispositivos como el reproductor de DVD, la televisión, etc., para evitar su consumo en posición de *stand-by*.

En la *calefacción* o, de manera más amplia, en la *climatización* del hogar (el control de la temperatura interior y su calentamiento o refrigeración en función de las necesidades de sus habitantes), la domótica permite adaptar la temperatura en función de la temperatura exterior, de la presencia o ausencia de personas o de la hora del día (por ejemplo, manteniéndola algo más fresca durante la noche para evitar el despilfarro de energía).

Además de todo ello, la domótica supone una ayuda para el *ahorro de agua*, en ámbitos como el control del riego (programación, detección de la humedad del suelo o la presencia de lluvia y adecuación del riego en función de ello), los sistemas de reciclaje de aguas grises, los sistemas (perlizadores) que se acoplan a los grifos y que mezclan aire en el flujo de agua para reducir el gasto y mantener la misma sensación de caudal...

Finalmente, uno de los aspectos en los que la domótica puede contribuir a la sostenibilidad de nuestra vivienda es la *medición y vigilancia de nuestros consumos* (energéticos, hídricos, etc.) Estos datos permiten mejorar nuestras pautas de consumo de recursos y detectar posibles disfunciones de circuitos o electrodomésticos.

## SABÍAS QUE...



Se llama "consumo fantasma" al consumo de los electrodomésticos que no se están utilizando. Televisores y otros aparatos en posición de "stand-by" (con el interruptor encendido y listos para ser accionados mediante el mando a distancia), fuentes de alimentación y cargadores (teléfonos móviles, ordenadores portátiles) consumiendo en vacío... La Unión Europea calcula que en concepto de "consumo fantasma" se gastan al año 15.000 millones de euros, y que dicho consumo equivale a la producción de diez centrales eléctricas de tamaño medio.

## SABÍAS QUE...

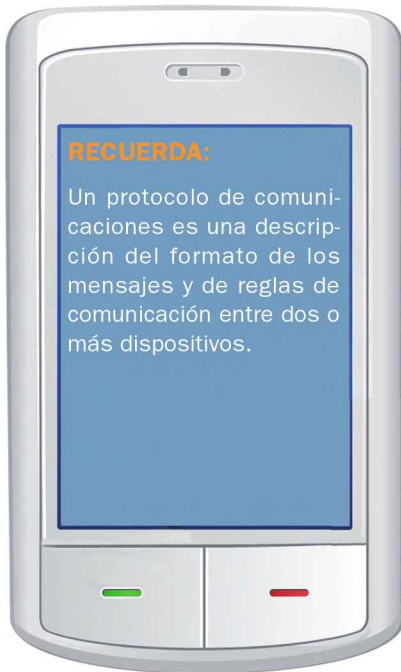


En las viviendas unifamiliares, el riego del jardín es el responsable de la mayor parte del consumo de agua. Es en él donde el ahorro puede resultar más significativo. Existen varias prácticas que contribuyen a lograr un jardín con bajo consumo de agua, como la temporización del riego para efectuarlo en las horas en que las plantas aprovechan mejor el agua (el atardecer o el amanecer), el uso de especies que necesitan poco riego, la zonificación del jardín o la dosificación del riego para "educar" a las plantas o el acolchado o *mulching*.



Casadomo es un portal de Internet con información muy completa acerca de todo lo relacionado con el hogar digital y las instalaciones domóticas. En él encontrarás noticias, vídeos, entrevistas y una extensa colección de materiales digitales:

<http://www.casadomo.com>



## 1.2. La información en el hogar digital

Las redes domótica (o de control), la de entretenimiento y la de datos pueden estar separadas físicamente o formar parte de una misma red. Independientemente de ello, todas transmiten información siguiendo unas determinadas reglas de comunicación que permiten que los diversos dispositivos de la red se “entiendan” unos a otros.

### 1.2.1. Los protocolos de comunicación

Los sensores y actuadores, los diversos dispositivos de la red de datos, etc., intercambian información empleando unas reglas de comunicación que se agrupan en un determinado *protocolo*. En las comunicaciones entre dos dispositivos, el protocolo desempeña el mismo papel que el lenguaje entre dos personas que hablan. Por ejemplo, si una persona de habla inglesa le dice a otra de lengua germana la palabra “eagle” (águila), el alemán escuchará “Igel” (puercoespín). El alemán escucha exactamente lo que el inglés dice, pero los mismos sonidos se refieren a conceptos distintos porque hablan idiomas diferentes. Entre ambos no han establecido previamente un protocolo de comunicaciones que les permita entenderse mutuamente. En los dispositivos que intercambian información, el protocolo posibilita la comunicación asegurando, del mismo modo que en el ejemplo anterior, que el dispositivo que emite y el que recibe la información “hablan el mismo lenguaje”.

Las principales funciones que se pueden especificar en los protocolos de comunicaciones son las siguientes:

- El formato de las direcciones de los dispositivos de destino,
- Si el destinatario de la información debe enviar un acuse de recibo cuando le llega correctamente un paquete de datos —un conjunto de información con unas marcas de comienzo y de final, como los párrafos de un documento de texto—.
- El número de intentos de reenviar los datos cuando se pierde un paquete.
- Mecanismos para la detección, o incluso la corrección, de errores, tales como el control de paridad.

### Actividad propuesta 1.1

Explica con tus palabras el significado de los siguientes términos; puedes ayudarte por medio de un ejemplo:

- Número de intentos de reenviar los datos.
- Mecanismo de detección de errores.
- Formato de las direcciones.
- Acuse de recibo de un paquete de datos.

### 1.2.2. El modelo ISO/OSI y TCP/IP

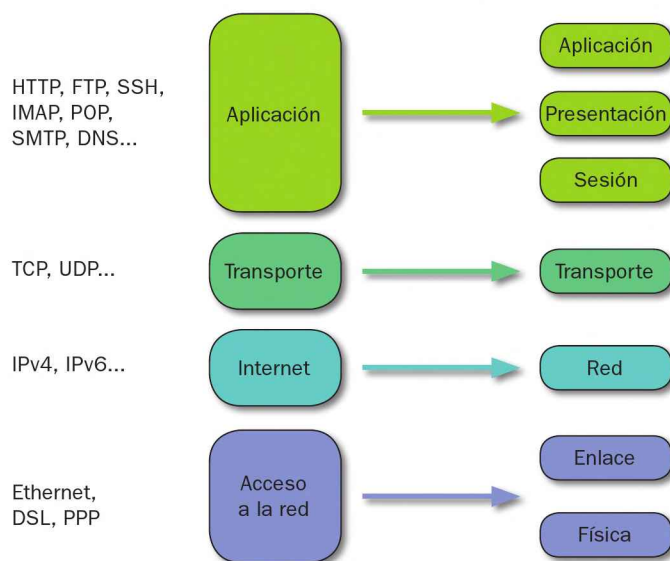
El modelo OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos, *Open Systems Interconnection*), de la Organización Internacional de Estándares (ISO) es un estándar internacional que describe cómo crear protocolos de comunicaciones en red estructurados en *capas* o *niveles*.

El modelo OSI clasifica las funciones de comunicación en siete capas o niveles. Cada dispositivo posee una capa de aplicación en la que se sitúan los programas o herramientas con los que interactúan los usuarios. Los mensajes del dispositivo emisor van atravesando (hacia “abajo”) las sucesivas capas hasta llegar al medio de transmisión; al llegar al destinatario, el mensaje efectúa el camino opuesto, moviéndose (hacia “arriba”) por las diversas capas hasta llegar a la capa de aplicación. En los dispositivos que emplean el modelo OSI, cada capa proporciona servicios y funciones a la capa inmediatamente superior; a su vez, cada capa emplea las funciones y servicios que le proporciona la inferior, a través de una serie de *interfaces* de comunicación. En el dispositivo emisor, cada capa recibe el mensaje o paquete de datos que le proporciona la superior y añade instrucciones e informaciones a los datos, informaciones tales como la dirección del destinatario o ciertos códigos para la detección o corrección de errores.

Una de las ventajas del modelo por capas es que cualquiera de ellas puede reemplazarse siempre y cuando las funcionalidades sean las mismas. Veremos más adelante, por ejemplo, que en muchos protocolos domóticos la comunicación física se puede establecer a través de diversos medios de transmisión: cable bus, red eléctrica de potencia, radiofrecuencia... Cada una de estas capas físicas, aunque sus protocolos de comunicación son muy distintos, proporciona idénticas funcionalidades a las capas superiores.

TCP/IP es la arquitectura más extendida para la interconexión de sistemas informáticos. TCP/IP no es, en realidad, un solo protocolo, sino más bien una *familia* conocida habitualmente como *protocolos de Internet*. De todos ellos, los dos más importantes son el *Protocolo de Internet* (IP, *Internet Protocol*) y el *Protocolo de Control de Transporte* (TCP, *Transport Control Protocol*).

**Protocolos de Internet, capas de TC/IP y relación con las capas equivalentes OSI**



**Figura 1.6.** Capas de TCP/IP y correspondencia con el modelo OSI.

TCP/IP no es exactamente un modelo de referencia como el OSI, sino una definición de todas las tareas del proceso de comunicación entre dos sistemas. Al igual que OSI, está diferenciado en capas y pensado para la inter-



**Figura 1.5.** Modelo OSI/ISO de comunicación en capas.

conexión de máquinas diferentes. El modelo proporciona un mecanismo de direccionamiento (las *direcciones IP*) que permiten localizar cualquier dispositivo en cualquier punto de la red.

## Ejercicio resuelto 1.1

¿Qué protocolos se ponen en juego cuando accedemos a una página web? ¿A qué capa pertenece cada uno de ellos?

### Solución:

La “navegación” por la web conlleva una serie de procesos de intercambio de información bastante complejos que nos permite ilustrar el modelo de capas. Imaginemos que accedemos a la página *home* de la Wikipedia escribiendo en la barra de direcciones de nuestro navegador:

<http://www.wikipedia.org>

En primer lugar, el cliente o agente de usuario (el navegador) efectúa una petición a la máquina identificada con el nombre de dominio *wikipedia.org*. Lo hace mediante un protocolo de la capa de aplicación, el *HyperText Transfer Protocol* (HTTP). El cliente establece una conexión en la capa de transporte a través del protocolo TCP con el *servidor*, concretamente con un *puerto* de él identificado por su número (generalmente el 80 para los documentos web). El paquete de datos se pasa a la capa de Internet, donde recibe la dirección (IP) de destino. El paquete viaja entonces a través de la capa física empleando diversos protocolos (Ethernet para redes LAN cableadas, PPP para módem telefónico o redes DSL). El paquete viaja a través de diversos *routers* de Internet hasta llegar a su dirección destino, donde emprende el camino opuesto hasta llegar a la capa de aplicación del servidor, que responderá a la petición HTTP enviando el código de aceptación y el texto en HTML de la página web solicitada.

### SABÍAS QUE...

Mientras que las redes locales en el ámbito de las oficinas se conocen como LAN (*Local Area Network*), a las redes internas del hogar se las denomina en ocasiones HAN (*Home Area Networks*), redes de área doméstica. Son redes en las que conviven servicios muy heterogéneos y medios de transmisión diversos (cableados e inalámbricos), pero que generalmente emplean el protocolo IP para la transmisión de la información.



### RECUERDA:

Un dígito binario o *bit* constituye la unidad más pequeña de información y representa dos estados de un sistema.

Las Redes de Área Local son un ejemplo de red de intercambio de información entre ordenadores situados en un área de tamaño reducido (una vivienda, una oficina, una facultad, una escuela, un campus universitario, una empresa...). Además de la extensión limitada, la red de área local cuenta normalmente con un medio de transmisión propio (por ejemplo, un cableado específico) y una velocidad y fiabilidad elevadas.

### 1.2.3. La información digital

La mayor parte de dispositivos domóticos intercambian información entre sí mediante dígitos binarios o *bits*. Un *bit* constituye la unidad más pequeña de información y representa dos posibles estados de un sistema: lleno/vacío, encendido/apagado, sí/no, etcétera.

Mediante  $n$  bits podemos representar  $2^n$  estados o valores de una variable. Si, por ejemplo, los mensajes que transmitimos a través de una red domótica usan ocho bits para representar la dirección del dispositivo al que va destinado el mensaje, podremos conectar a la red  $2^8$ , es decir, 256 dispositivos diferentes, cada uno de ellos con una dirección única. Ocho bits conforman un *byte* u octeto.

Puesto que tanto el *bit* como el *byte* son unidades muy pequeñas, es muy habitual utilizar múltiplos en las magnitudes que emplean esta unidad de medida (por ejemplo, la capacidad de una memoria o la tasa de bits de un canal de comunicación).

Decimal	Valor
kilobit (kbit o kb)	$10^3 = 1.000$ bits
megabit (Mbit o Mb)	$10^6 = 1.000.000$ bits

Una propiedad importante en un canal de comunicación es la tasa de bits (*bit rate*), una magnitud que expresa la velocidad a la que se puede

transmitir la información a través del canal. Se trata de una medida análoga al ancho de un canal por el que circule agua, o al número de carriles de una autopista. En una red domótica, si la tasa de bits del canal es pequeña (es decir, su velocidad es escasa), existirán *retardos* sensibles entre la percepción del sensor y la operación del actuador. Por el contrario, si la tasa de bits es elevada, dichos retardos serán prácticamente imperceptibles.

### Actividad propuesta 1.2

La tasa aproximada de bits en el sistema con bus de campo KNX es de 9,6 kbits/s, una tasa mucho más elevada que en otros sistemas como el X10. Compara estos valores con la tasa de bits de tu conexión a Internet o de la red de área local de tu centro formativo.

## 1.3. Estructura de una red domótica

Aunque estrechamente asociada con las redes de datos, entretenimiento, comunicaciones, en este libro nos centraremos en la red domótica en un sentido más específico, la *red de control* que tiene como objeto comunicar entre sí los elementos de la vivienda de modo *integrado*.

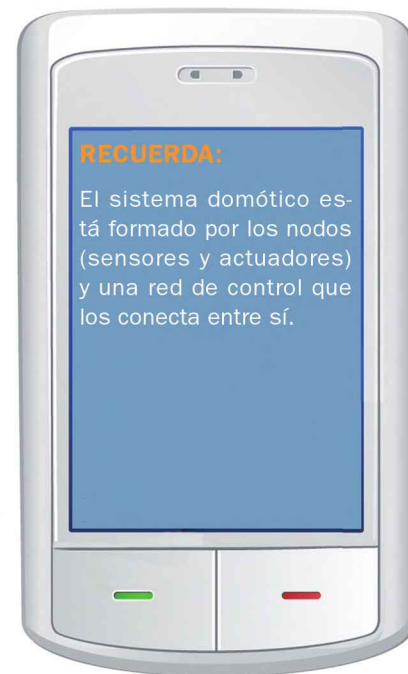
Esta red de control admite muy diversas soluciones tecnológicas, configuraciones, topologías, puede emplear diversos medios de transmisión y comunicarse a través de unos u otros protocolos. Pero todas estas configuraciones poseen, a grandes rasgos, una estructura común: la red *percibe* señales del exterior a través de unos dispositivos denominados sensores (o captadores transductores, entradas o *inputs*, como un sensor de humo, una sonda de humedad, un detector de movimiento) y actúa en consecuencia enviando señales a otros dispositivos —denominados *actuadores*, salidas o *outputs*, como por ejemplo un relé, una electroválvula, etc.— que se encargarán de efectuar las tareas que se hayan definido: encender, apagar o regular luces, subir o bajar persianas, encender o apagar la calefacción, cerrar la válvula del gas o el agua... Sensores y actuadores se denominan genéricamente *nodos* del sistema domótico.

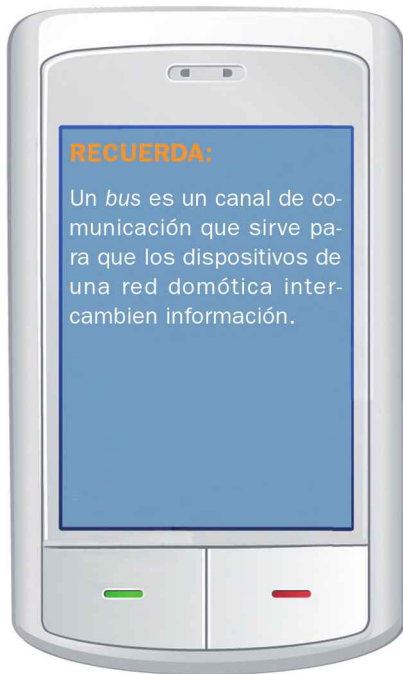
A diferencia de la red de datos y la de entretenimiento, la red de control posee un ancho de banda bastante reducido, puesto que los paquetes de información que envían y reciben los dispositivos son de pequeño tamaño.

### 1.3.1. Sistemas centralizados y descentralizados

El sistema domótico puede contar con un solo nodo o con varios nodos conectados entre sí.

Cuando disponemos de un solo nodo y todos los sensores y actuadores de la instalación están conectados a él, hablamos de *sistema centralizado*. Los sistemas basados en autómatas programables (Capítulo 7) son un ejemplo de ello. En este caso, los sensores y actuadores son simples elementos pasivos que envían una señal eléctrica al nodo central. El carácter centralizado de un sistema, en general, reduce su robustez y lo hace más propenso a fallos producidos por la caída del controlador central. Además, si la instalación es grande, puede necesitar una gran cantidad de cables que conecten el nodo con los diversos sensores y actuadores del sistema.



**RECUERDA:**

Un sistema de control contiene, en su cableado o en su programa, una lógica que expresa una determinada relación entre las entradas (sensores) y las salidas (actuadores).

Por el contrario, cuando existen varios nodos, cada uno de ellos con *inteligencia propia* —es decir, con un determinado programa que relaciona entradas y salidas— y que se comunican a través de un *bus de datos* común, hablaremos de un sistema *distribuido* o *descentralizado*. En un sistema descentralizado, el dispositivo sensor “sabe” (mediante una programación grabada en su memoria) que tiene que ponerse en contacto con otro dispositivo de la red (actuador) y enviarle una determinada señal cuando ocurra determinado evento (la pulsación de un botón, la presencia de humo en la casa, de humedad en el suelo, de viento en el exterior...). Las instalaciones X10 (Capítulo 4) y las de bus de campo KNX (Capítulos 5 y 6) son ejemplos de esta clase de sistemas.

### 1.3.2. Sistemas cableados y programados

Hay ciertos automatismos que funcionan simplemente uniendo mediante cables los elementos “sensores” o de captación (termostatos, presostatos, pulsadores) con los de actuación (lámparas, sirenas, motores...). Estos sistemas, empleados tradicionalmente en automatismos industriales, son robustos y, para automatismos muy sencillos, pueden ser la solución más sencilla y más barata. Sin embargo, resultan muy poco flexibles y es difícil y costoso reconfigurarlos. Les dedicaremos el Capítulo 3 de este libro.

Por el contrario, en los sistemas programados el cableado conecta unos nodos con otros pero no determina la *lógica* de sus operaciones. Esta se establece mediante una serie de instrucciones grabadas en la memoria de los nodos y ejecutadas por sus microcontroladores. Estas instrucciones conforman el programa de la instalación. En los Capítulos 4 a 7 estudiaremos diversos sistemas programados.

### 1.3.3. Topologías

Los dispositivos (*nodos*) de una red de comunicaciones se conectan a través de enlaces físicos (cables, enlaces mediante radiofrecuencia, etc.) formando una determinada geometría. A dicha geometría se la conoce como *topología* de la red. En las redes de comunicaciones (entre ellas, en las redes domóticas) podemos encontrar diversas topologías:

- En la topología en *mall*a completa cada nodo se conecta a todos los demás, de forma que los datos pueden viajar del dispositivo fuente al destino siguiendo diversas rutas. Una variante de esta topología es la *mall*a parcial, en la que existen varias rutas entre los nodos, pero no todos están conectados con todos.
- En la topología en *árbol*, los nodos se organizan jerárquicamente, normalmente a través de acopladores o concentradores primarios y secundarios.
- En la topología *lineal* o en *bus*, cada dispositivo cuenta con un cable de poca longitud que lo conecta a una línea troncal o *backbone*. Normalmente esta línea cuenta con *terminadores* que impiden que los datos sean reflejados al final de la misma y obstruyan el envío de nuevos datos.
- En la topología en *estrella*, los canales de transmisión de todos los dispositivos están conectados entre sí en un punto o un nodo central.

Las topologías más comunes en las redes domóticas son las de árbol, la lineal y la topología en estrella.

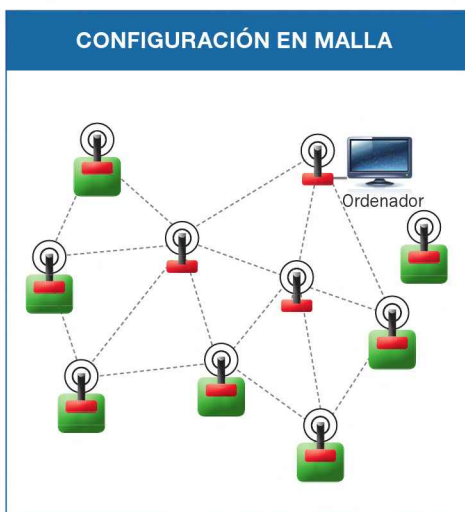


Figura 1.7. Topología en malla.

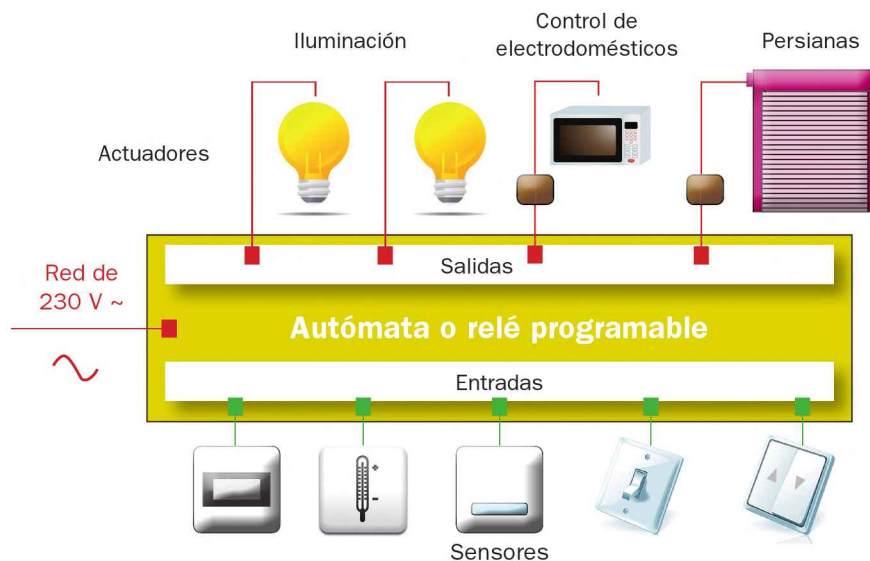


**Figura 1.8.** Topologías lineal, en estrella y en árbol. Cortesía de Gewiss.

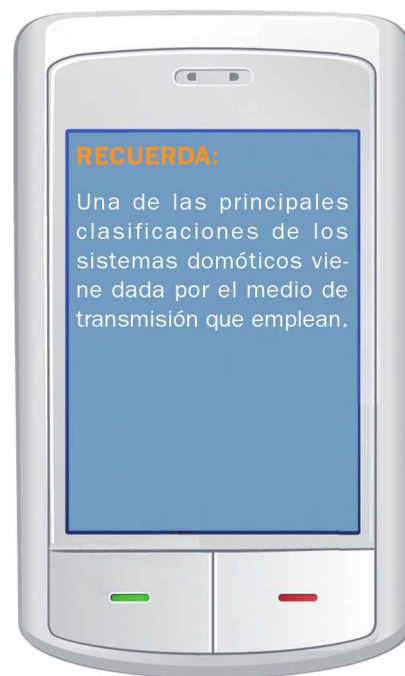
### 1.3.4. Tipos de sistemas domóticos

Los sistemas que se emplean en la actualidad en las instalaciones domóticas pueden clasificarse según el medio de transmisión utilizado en los siguientes grupos o categorías:

- Hay sistemas que emplean autómatas o relés programables, también denominados PLC (*Programmable Logic Controller*), unos dispositivos que conectan entradas (sensores) y salidas (actuadores) siguiendo un programa lógico o esquema de contactos grabado en su memoria. Se trata de un sistema *centralizado* en la que todos los elementos se comunican con el PLC.



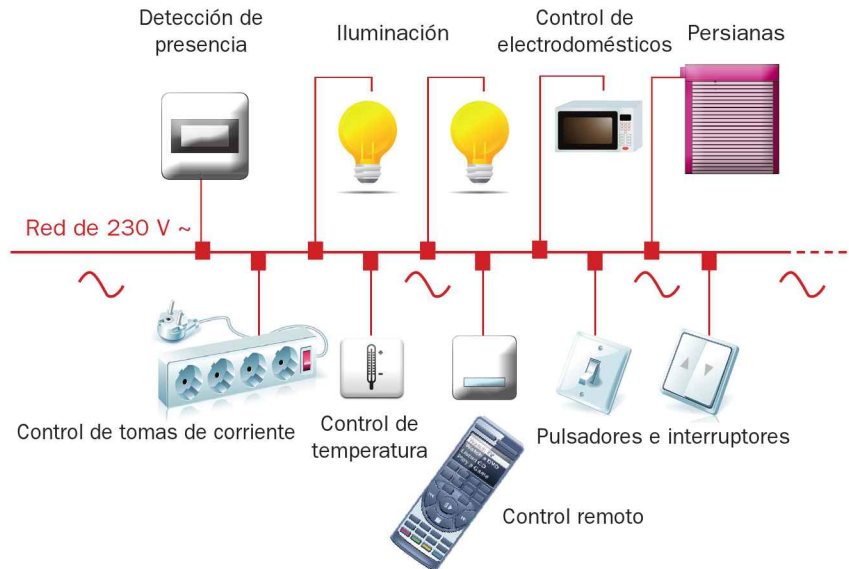
**Figura 1.9.** Sistema domótico centralizado con un autómata o relé programable.



- En los *sistemas por corrientes portadoras (Power Line Carrier, PLC)* se emplea el cableado eléctrico de 230 V de la vivienda para transmitir las señales domóticas. Este tipo de protocolo lo emplea principalmente el sistema X10 (Capítulo 4).

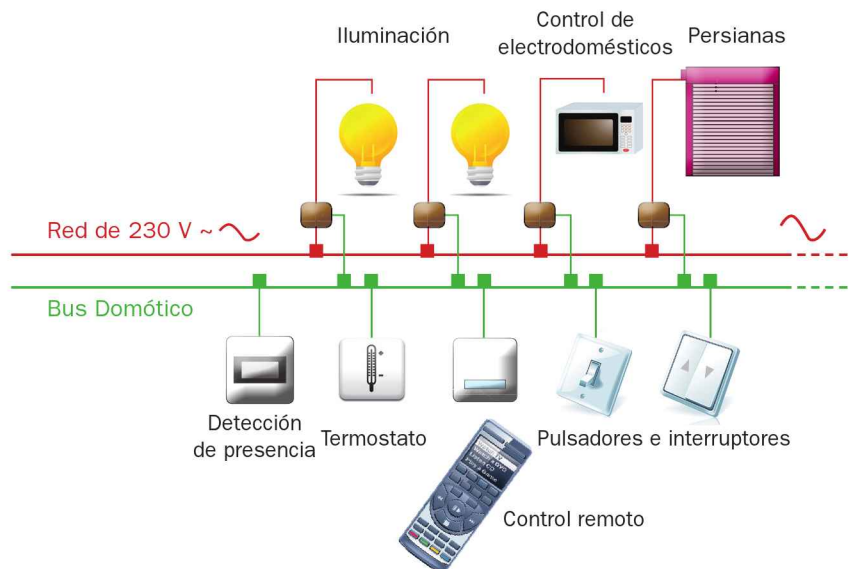
**RECUERDA:**

Para referirse a las corrientes portadoras y a los autómatas programables se emplean habitualmente las siglas PLC, especialmente en los países de habla anglosajona. En España estas siglas se emplean más para los autómatas programables, pero no es raro verlas referidas también a las corrientes portadoras.



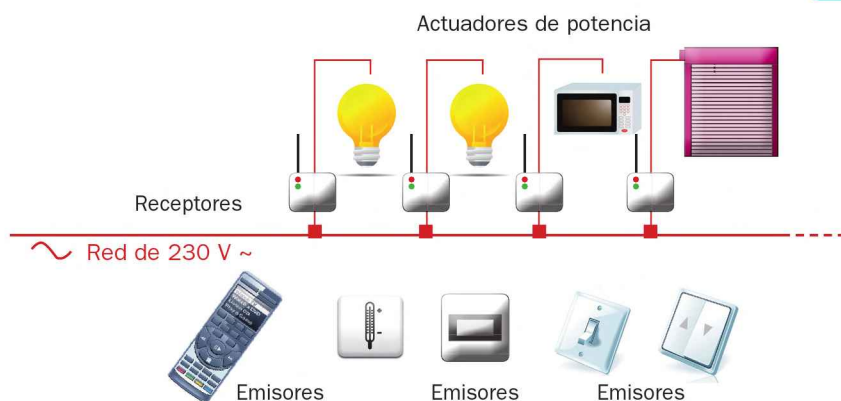
**Figura 1.10.** Sistema domótico basado en corrientes portadoras.

- En los sistemas con *bus de campo*, la comunicación se establece mediante un cableado específico (bus) que comunica todos los nodos de la instalación, proporcionándoles además la alimentación eléctrica, aunque hay nodos que toman dicha alimentación directamente de la red de 230 V. La información se transmite en paquetes denominados *telegramas*. Los dos sistemas más populares que emplean este medio de transmisión son el KNX y el LONWorks (Capítulos 5 y 6).



**Figura 1.11.** Sistema domótico con bus de campo. Aunque no se señala en el esquema, algunos de los elementos receptores pueden recibir alimentación eléctrica por la red de 230 V.

- En los sistemas inalámbricos, los nodos se comunican entre sí sin necesidad de conexión por cable. Estos sistemas utilizan ondas electromagnéticas de diversas frecuencias: radiofrecuencia (RF), infrarrojos (IR). Hay varios sistemas que implementan esta tecnología; así, por ejemplo, tanto



**Figura 1.12.** Sistema domótico inalámbrico.

con el protocolo X10 como con el KNX se pueden usar las ondas de RF como medio de transmisión.

En realidad, la tecnología domótica tiende cada vez más a crear sistemas híbridos en los que confluyen varios de los tipos antes apuntados: por ejemplo, muchos sistemas de bus o corrientes portadoras incluyen sensores de radiofrecuencia, existen pasarelas que comunican los PLC con sistemas de bus KNX, etcétera.

La arquitectura más común de los sistemas domóticos en España en la actualidad es, a tenor de los datos del estudio MINT-CASADOMO antes mencionado, los centralizados (42%). Los medios de transmisión que más se emplean son el cableado específico o bus de campo (75%) y el inalámbrico (el 55% de los sistemas emplean en parte o en su totalidad este medio de transmisión).

## 1.4. Áreas de aplicación de la domótica

La domótica, como cualquier otro campo relacionado con las tecnologías de la comunicación, evoluciona rápidamente fruto de las innovaciones de las empresas, los cambios tecnológicos, la legislación vigente y las necesidades de los usuarios. Por ello, es imposible presentar una lista exhaustiva de los usos y los ámbitos de aplicación de las tecnologías de control en el hogar. En este epígrafe, de todos modos, resumiremos los principales escenarios de aplicación. Los clasificaremos, por una parte, en diversas categorías; por otra, explicaremos en qué partes (estancias) de la vivienda pueden ubicarse las distintas aplicaciones.

### 1.4.1. Ámbitos de aplicación

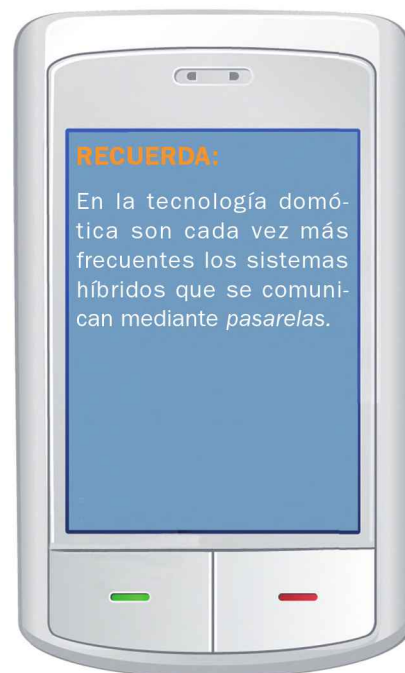
En las siguientes tablas se resumen los principales ámbitos de aplicación de la domótica, organizados en categorías y con símbolos indicativos que emplearemos más adelante.

#### SEGURIDAD



##### Alarma de fuga de agua

Los sensores, situados en lugares estratégicos, detectan la inundación por agua y envía una señal de alarma, que normalmente cerrará la instalación de distribución mediante una electroválvula.



#### Para saber más:

En el CD que acompaña a este libro puedes encontrar el estudio completo MINT-CASADOMO: *Sistemas de domótica y seguridad en edificios de nueva promoción.*



**Alarma de fuga de gas**

Detecta la fuga de gas y envía una señal para cerrar la llave de paso de la instalación mediante una electroválvula.

**Alarma de viento**

Detecta la velocidad del viento y, si esta supera cierto umbral, envía las señales correspondientes, por ejemplo para la recogida de toldos.

**Sistema anti-intrusión**

Protege la vivienda activándose cuando se detecta una intrusión, a través de un detector de presencia o de rotura o apertura de ventanas o puertas.

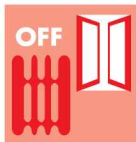
Figuras cortesía de Gewiss.

**AHORRO ENERGÉTICO****Gestión de la climatización multizona**

Gestiona la temperatura independientemente según cada ambiente y estancia de la vivienda.

**Activación automática de la iluminación**

Enciende y apaga el alumbrado en función de la presencia o ausencia de personas.

**Desactivación de la climatización por ventana abierta**

Desactiva la calefacción o el aire acondicionado en cada habitación cuando se detecta la apertura de ventanas y puertas, para mejorar la eficiencia energética de la vivienda.

**Calefacción en modo ahorro en ausencia de personas**

Automatiza el funcionamiento de la calefacción, que se sitúa en *modo ahorro* en ausencia de personas y *modo confort* (a la temperatura seleccionada) cuando se detecta su presencia.

**Ventilación automática**

Automatiza el sistema de ventilación, que se puede programar (temporización) o activarse en función del uso de cada ambiente.

**Temporización de los electrodomésticos**

Activa los electrodomésticos en determinadas franjas horarias para beneficiarse de las tarifas eléctricas más económicas y secuenciar su funcionamiento.

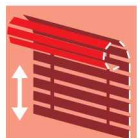
**Gestión automática de persianas, cortinas y toldos**

Abre y cierra persianas, toldos y cortinas en función de la temporización programada y del nivel de radiación solar existente, para un mejor aprovechamiento energético.

Figuras cortesía de Gewiss.

**CONFORT****Regulación de la iluminación con dimmer**

Regula el nivel de iluminación en función de las necesidades de los usuarios.

**Control de persianas, toldos y cortinas**

Apertura y cierre controlado de las diversas barreras solares y supervisión de su estado.

**Difusión de audio y vídeo multiestancia**

Difusión sonora en varias habitaciones simultáneamente y control de dicho sistema.

**Mando y control sin cables**

Instalación y uso de elementos de mando que no precisan estar conectados mediante cables a la red domótica.

**Temporización y gestión del riego automático**

El sistema de temporización se conecta a la electroválvula de riego y permite gestionarlo automáticamente (por ejemplo, en función del nivel de humedad del suelo) y programarlo a las horas de más aprovechamiento.

Figuras cortesía de Gewiss.

**COMUNICACIONES****Gestión remota de las alarmas mediante SMS**

Permite recibir información sobre anomalías de la instalación mediante SMS.

**Gestión remota de la climatización**

Ofrece la posibilidad de activar, desactivar y controlar la instalación de calefacción y aire acondicionado remotamente, mediante SMS.

**Gestión remota del portero automático**

Permite recibir las llamadas al videoportero remotamente y gestionar desde el teléfono móvil la apertura de puertas y control de accesos.

**Videocontrol de la vivienda mediante Internet**

Control visual de la vivienda a través de Internet, desde cualquier dispositivo que tenga acceso a la red.

Figuras cortesía de Gewiss.

## ESCENARIOS

**Ambientación personalizada**

Mediante un único mando pueden activarse funciones para lograr un ambiente (iluminación, climatización, etc.) óptimo para determinado uso.

**Cierre centralizado**

Efectúa de modo automático las operaciones que se realizan al cerrar la vivienda (puertas, gas, iluminación, calefacción...).

**Apertura centralizada**

Realiza automáticamente las operaciones de apertura de la vivienda y activa las instalaciones de gas, iluminación, etcétera.

**Activación de sistemas de seguridad**

Activa automáticamente los sistemas de protección de la vivienda cuando se detecta un mal funcionamiento de la misma.

**Simulación de presencia**

Automatiza una serie de acciones para simular la presencia de personas dentro de la casa y prevenir la entrada de intrusos.

Figuras cortesía de Gewiss.

**1.4.2. La domótica en las estancias de la vivienda**

En las figuras de este epígrafe se presentan los sistemas domóticos que podemos encontrar en cada una de las estancias de una vivienda tipo.



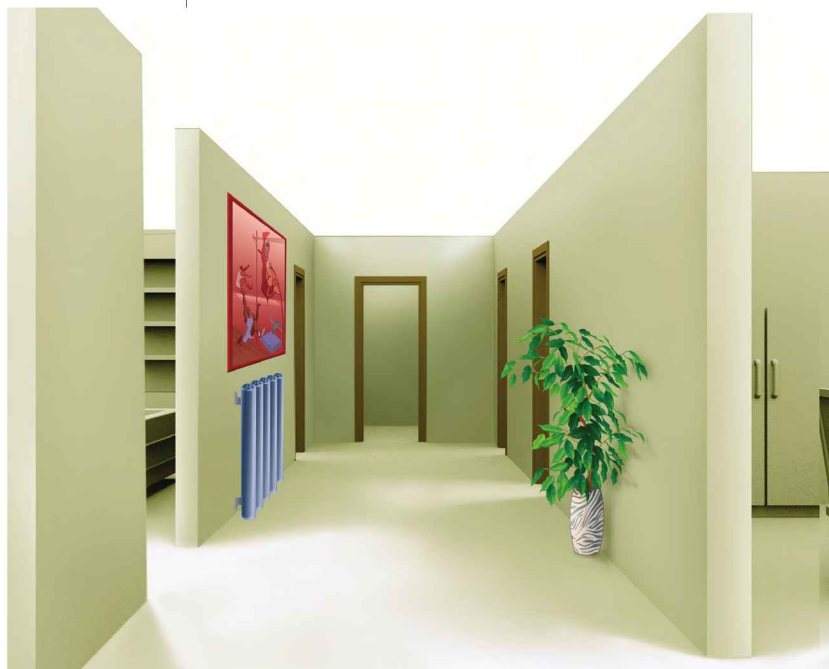
**Calefacción en modo ahorro en ausencia de personas**



**Simulación de presencia**



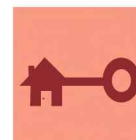
**Cierre centralizado**



**ENTRADA Y PASILLO**



**Apertura centralizada**



**Sistema anti-intrusión**



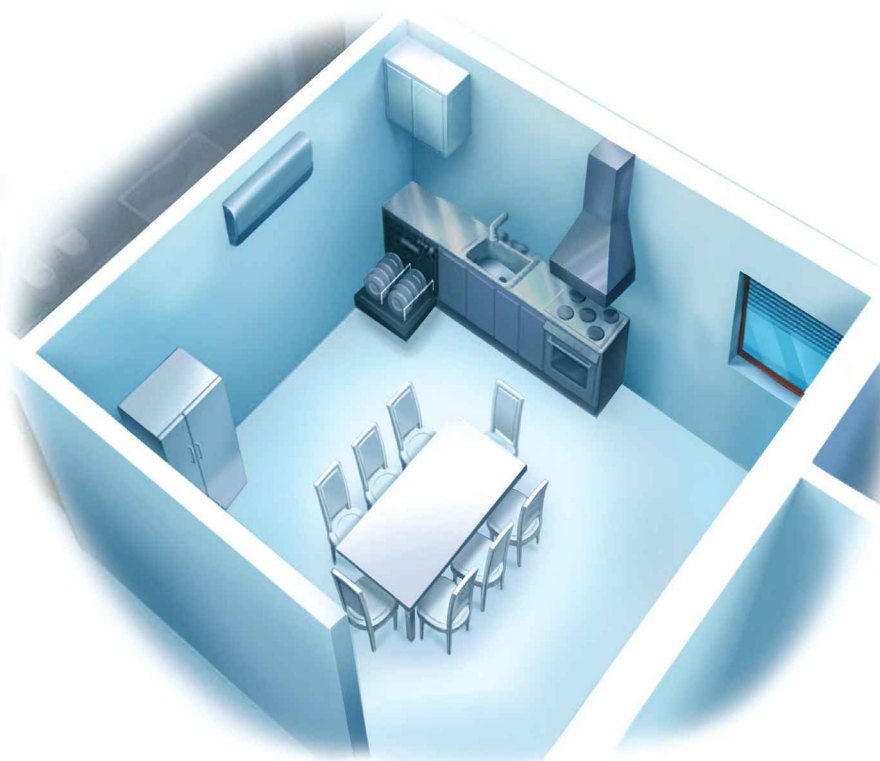
**Gestión remota del portero automático**



**Activación  
de sistemas de  
seguridad**



**Alarma de  
fuga de gas**



**COCINA**



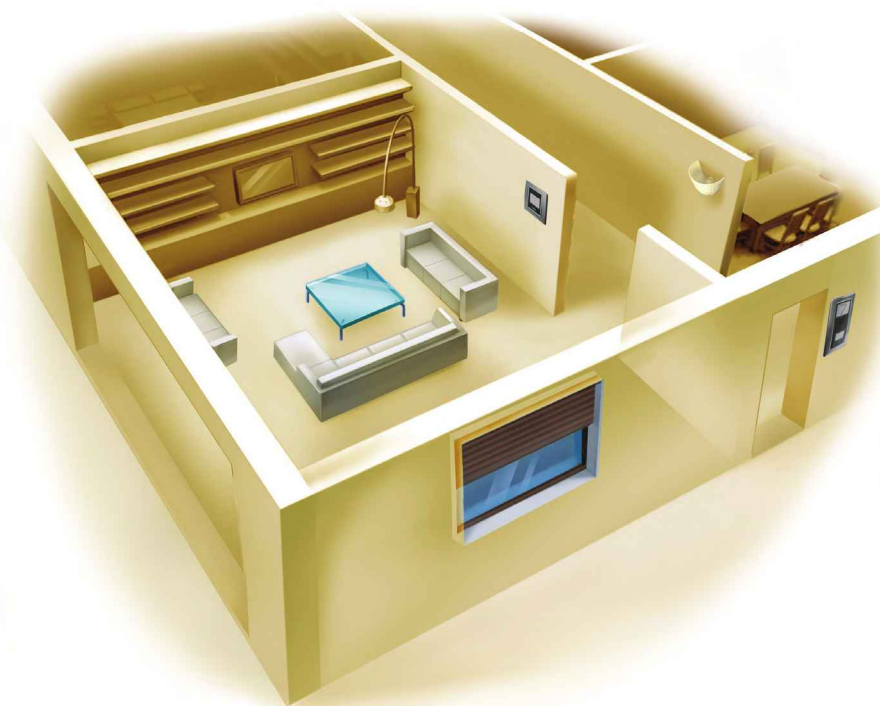
**Gestión remota de  
alarmas mediante  
SMS**



**Alarma de  
fuga de agua**



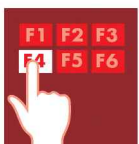
**Gestión de la  
climatización  
multizona**



**SALA DE ESTAR**



**Videocontrol de la  
vivienda mediante  
Internet**



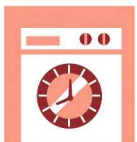
**Ambientación  
personalizada**



**Gestión automática  
de persianas,  
cortinas y toldos**



**Ventilación automática**



**Temporización de los electrodomésticos**



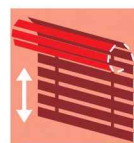
**Alarma de fuga de agua**



**BAÑO**



**Desactivación de la climatización por ventana abierta**



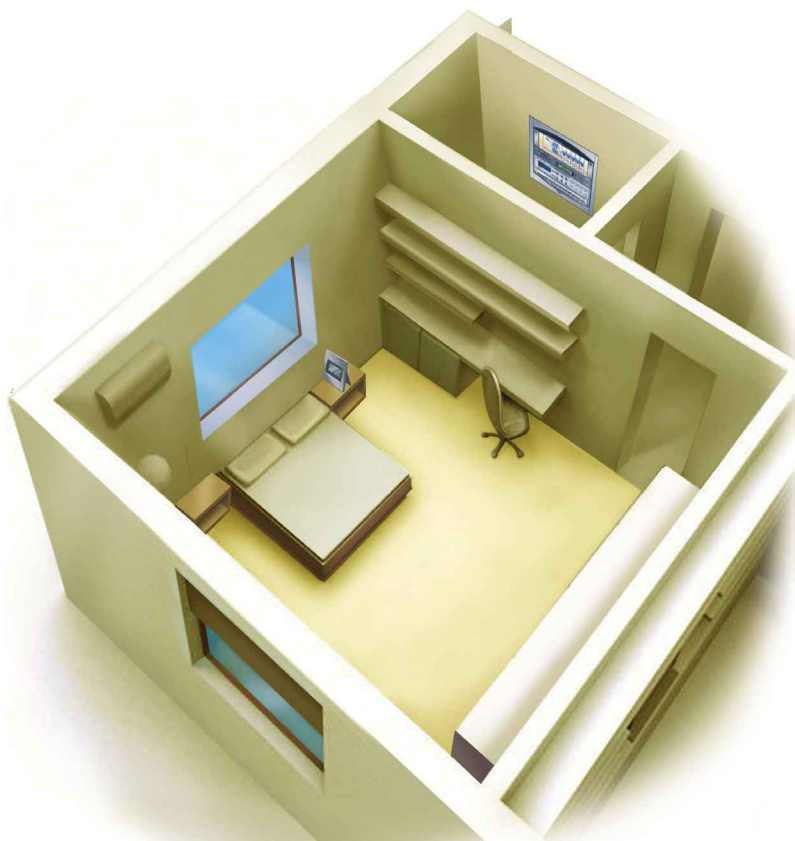
**Control de persianas, cortinas y toldos**



**Ventilación automática**



**Desactivación de la climatización por ventana abierta**



**DORMITORIO**



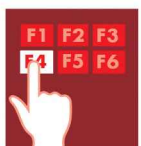
**Regulación de la iluminación con dimmer**



**Difusión de audio y vídeo multiestancia**



**Gestión automática  
de persianas,  
cortinas y toldos**



**Ambientación  
personalizada**



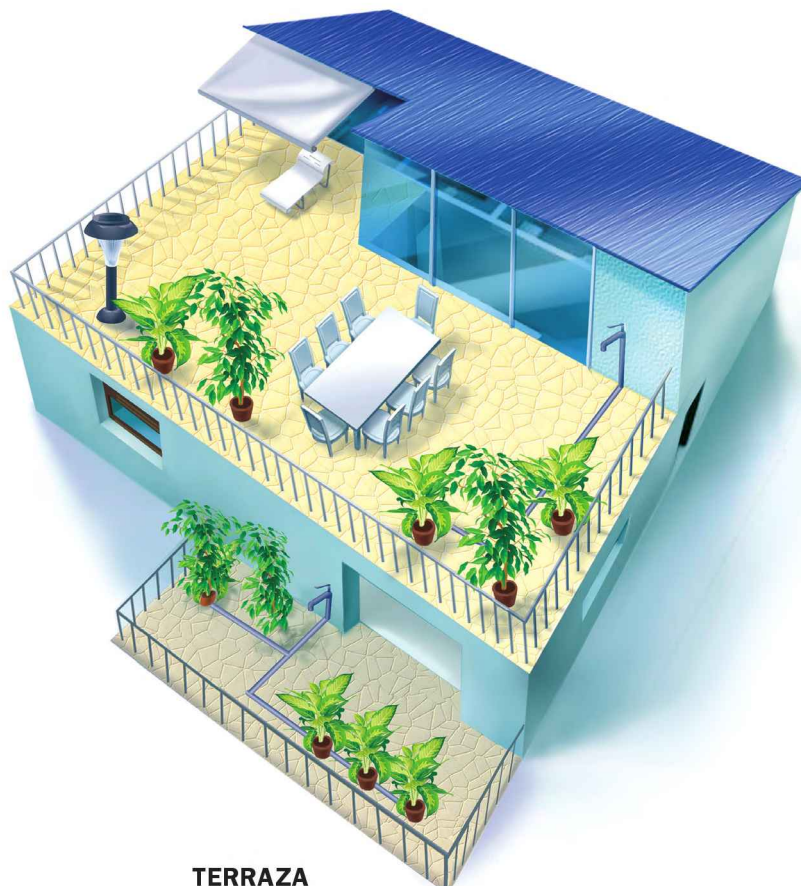
**DESPACHO**



**Regulación de  
la iluminación  
con dimmer**



**Difusión de audio y  
vídeo multiestancia**



**TERRAZA**

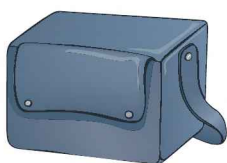


**Temporización y  
gestión del riego  
automático**

# Amplía tus conocimientos

## Utensilios y herramientas

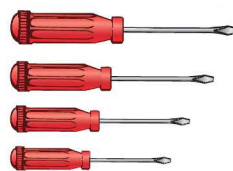
A continuación se presentan los utensilios y las herramientas necesarias para efectuar una instalación domótica. ¿Los conoces todos? ¿Para qué se emplean? ¿Cómo se manejan?



Caja de herramientas



Pelacables



Destornilladores planos



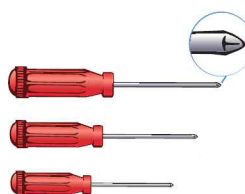
Tijeras



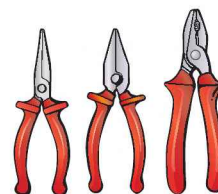
Maletín con juego de herramientas



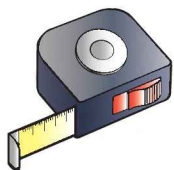
Tenazas para punteras



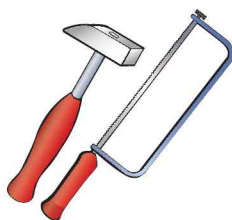
Destornilladores de estrella



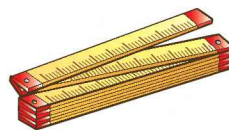
Juego de alicates



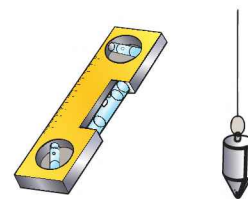
Metro enrollable



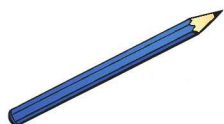
Martillo/Sierra



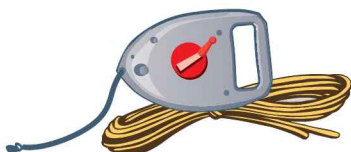
Metro de carpintero



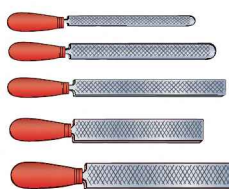
Nivel de burbuja/Plomada,



Lápiz



Tirahilos



Limas



Escalera telescópica

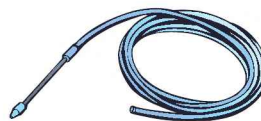
# Amplía tus conocimientos



Andamio



Prolongador



Guía



Muelles curva tubos



Percutor



Taladro eléctrico



Lámpara portátil autónoma



Busca fases



Téster



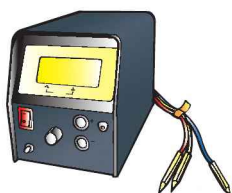
Pinza amperimétrica



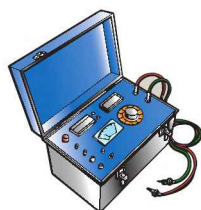
Polímetro



Cuadro de obra Q-DIN

Proyecto de  
instalación domótica

Medidor de tierra



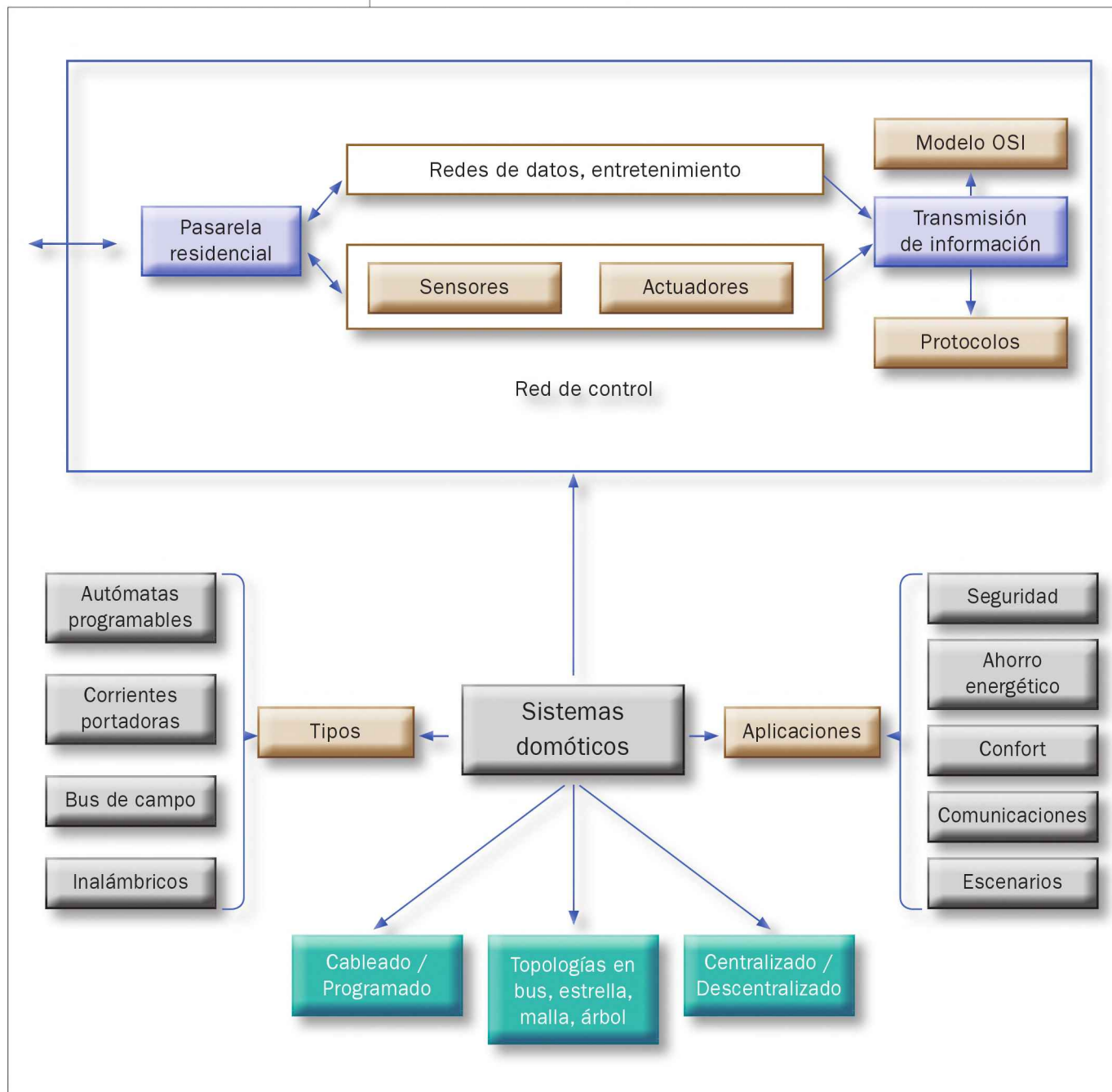
Maletín multifunción



Ordenador portátil

Figuras cortesía de Gewiss.

# Mapa conceptual





## Cuestiones

### 1.1. En qué se diferencian domótica e imótica?

- a) La domótica se aplica a los inmuebles residenciales y la imótica al sector terciario.
- b) En la domótica priman ante todo necesidades productivas.
- c) La imótica se aplica a las viviendas unifamiliares y la domótica a los edificios de múltiples viviendas.
- d) Todas las opciones anteriores son correctas.

### 1.2. Del efecto invernadero podemos afirmar que:

- a) Es imprescindible para el mantenimiento de la vida en la Tierra.
- b) Sin él, la temperatura en la superficie de la Tierra sería de  $-22^{\circ}\text{C}$ .
- c) Se basa en la retención de parte de la energía que irradia el Sol hacia nuestro planeta.
- d) Todas las opciones son ciertas.

### 1.3. ¿Qué es un protocolo de comunicaciones?

- a) Un modelo para comprender el proceso de comunicación entre dos dispositivos, estructurado en capas.
- b) El medio a través del cual se efectúa la transmisión de la información.
- c) Un conjunto de reglas que especifican cómo debe efectuarse la comunicación y el formato que deben tener los mensajes intercambiados.
- d) Todas las opciones anteriores son correctas.

### 1.4. ¿Cómo se denominan genéricamente los componentes de una red domótica?

- a) Actuadores.
- b) Nodos.
- c) Acopladores.
- d) Ninguna de las opciones anteriores es correcta.

### 1.5. Cómo se denomina la unidad mínima de la información que se transmite en las comunicaciones domóticas?

- a) Byte.
- b) Bit.
- c) Octeto.
- d) Datagrama.

### 1.6. En el modelo OSI

- a) El nivel de aplicación especifica las direcciones de los dispositivos.
- b) En el nivel físico se especifican protocolos que garanticen la fiabilidad de los datos intercambiados.
- c) Todas las capas conocen los mecanismos y protocolos de las capas inferiores.
- d) Todas las opciones son falsas.

### 1.7. En los sistemas cableados

- a) Un autómata establece las conexiones entre las entradas y las salidas.
- b) Existe un bus de comunicación que conecta todos los dispositivos.
- c) Es relativamente sencillo modificar la configuración de los elementos.
- d) Los sensores y los actuadores se conectan mediante cables y relés. La configuración del cableado determina la lógica del sistema.

### 1.8. ¿Qué topología es menos frecuente en las instalaciones domóticas, exceptuando los sistemas inalámbricos?

- a) Malla completa.
- b) Bus.
- c) Árbol.
- d) Estrella.

### 1.9. ¿Qué es un autómata programable?

- a) Un nodo de un sistema de control descentralizado.
- b) Un dispositivo que contiene una memoria en la que está almacenado un programa.
- c) El dispositivo de una red domótica por bus de campo.
- d) Todas las opciones anteriores son falsas.

### 1.10. ¿Qué aplicaciones domóticas pueden instalarse en la cocina de una vivienda?

- a) La ventilación automática.
- b) La detección de gas y humo
- c) La detección de inundación.
- d) Cualquiera de las anteriores, entre otras.



## Actividades de aplicación

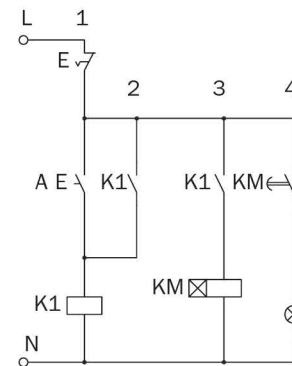
- 1.1.** ¿A qué se refiere el concepto de desarrollo sostenible? ¿Cómo se concreta ese concepto en el ámbito de la energía? ¿Qué crees que puede aportar la domótica para la *sostenibilidad* de nuestro modelo de desarrollo?
- 1.2.** Dibuja un plano de tu casa indicando las aplicaciones domóticas que se podrían instalar y en qué estancias se debería hacer? ¿Qué aplicaciones serían? ¿Qué ventajas se lograrían con ellas? ¿A quiénes beneficiarían?
- 1.3.** Resume las principales ventajas e inconvenientes de las clases de instalaciones domóticas que hemos estudiado en este capítulo: cableados/programados y centralizados/descentralizados.
- 1.4.** ¿Qué funciones representan los iconos siguientes? ¿En qué estancias de la casa podrían ubicarse?



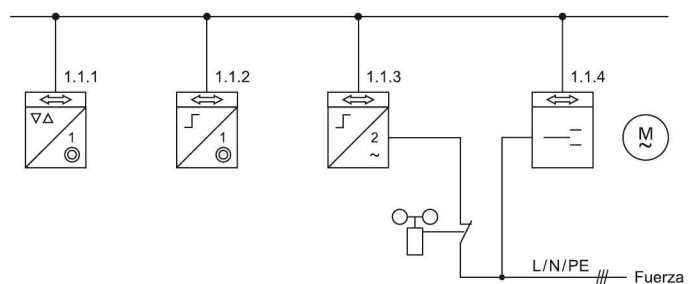
- 1.5.** ¿Qué características destacarías de los sistemas por corrientes portadoras? ¿Cuáles crees que son sus ventajas? ¿Y sus inconvenientes? ¿Crees que se trata de una opción mejor que los sistemas de bus o los inalámbricos? ¿Por qué?
- 1.6.** ¿Cuáles crees que son las principales desventajas de los sistemas inalámbricos? ¿Qué tipo de viviendas resultarían más problemáticas para esta clase de sistemas?
- 1.7.** Una vivienda dispone de un sensor de movimiento que hace que se encienda la luz de la entrada cuando se detecta presencia fuera de la casa, de un temporizador para la calefacción y de una alarma (luz y sirena) que se activa cuando dos sensores —situados en puntos estratégicos de la cocina— detectan la presencia de gas. Todos

estos sistemas, ¿son automatismos? Si están aislados entre sí, ¿podemos afirmar que se trata de una red domótica? ¿Qué podríamos hacer para integrarlos en una instalación de control? ¿Qué tipo de sistema utilizarías? ¿Esa solución sería ampliable o *escalable*?

- 1.8.** ¿Qué es una pasarela residencial? ¿Qué funciones cumple? ¿Consideras que un *router* ADSL como el que muchas personas tienen en su casa para el acceso a Internet es una pasarela residencial? ¿Por qué?
- 1.9.** Fíjate en el siguiente automatismo. ¿Cómo clasificarías el sistema según los tipos que hemos estudiado en el capítulo? ¿Sabes qué función cumplen los distintos elementos representados en él?



- 1.10.** Fíjate en la siguiente instalación. ¿Cómo clasificarías el sistema según los tipos que hemos estudiado en el capítulo? ¿Cuál es el medio de transmisión? ¿Es centralizado o descentralizado? ¿Sabes qué función cumplen los distintos elementos representados en él?



# Sensores y actuadores

## Componentes y elementos de la instalación domótica

# 2



La instalación domótica, como hemos visto en el capítulo precedente, capta señales del entorno y actúa sobre él siguiendo una cierta lógica especificada en la red de control. Para captar esas señales y para actuar sobre el entorno se usan dispositivos muy variados que se denominan genéricamente sensores y actuadores. En este capítulo estudiaremos sus tipos, características, instalación y conexionado.

### Contenidos

- 2.1. Introducción.
- 2.2. Sensores.
- 2.3. Actuadores.

### Objetivos

- Comprender el papel que sensores y actuadores desempeñan en la instalación domótica como fuente de información del entorno y vehículo de actuación sobre el mismo.
- Conocer las funciones de los dispositivos sensores, sus aplicaciones domóticas, formas de instalación y características técnicas.
- Familiarizarse con la simbología de los principales dispositivos sensores.
- Conocer diversos tipos de actuadores, distinguiendo sus aplicaciones para las instalaciones domésticas, sus características y formas de conexionado eléctrico.
- Familiarizarse con la simbología de los principales dispositivos actuadores.

## SABÍAS QUE... ?

En la bibliografía especializada, la “traducción” de las señales físicas a señales eléctricas utilizables por la red domótica se denomina habitualmente *transducción*, que se define como la transformación de una señal en otra de diferente naturaleza. Para efectuar esta transformación se aprovechan diversas propiedades físicas de los materiales. Por ejemplo, la dilatación que los metales experimentan en función del calor se emplea en termostatos y en algunos otros dispositivos. En otras ocasiones se aprovecha una variación de resistencia (sensores resistivos) o de capacidad (sensores capacitivos), que generarán ciertos efectos en un circuito eléctrico o electrónico. El diseño de sensores es el objeto de una amplia rama de la electrónica dedicada a la *instrumentación*.



## RECUERDA:

El sensor analógico que empleemos tiene que ser compatible con la entrada analógica del nodo domótico: hay que utilizar sensores de corriente para entradas de corriente y sensores de tensión para entradas de tensión. Además, es imprescindible comprobar el *rango* de tensión o corriente del sensor y asegurarse de que es *compatible* con el de la entrada.

## SABÍAS QUE... ?

Un interruptor es un ejemplo de sensor digital, pues puede estar encendido o apagado. Un potenciómetro, por el contrario, es un ejemplo de sensor analógico, pues permite determinar un conjunto continuo de valores. El tacómetro o “cuenta-revoluciones” de un vehículo es otro ejemplo de sensor analógico; el indicador de que el depósito de combustible ha entrado en “reserva”, por el contrario, es un sensor digital.

## 2.1. Introducción

Sensores y actuadores conforman el vínculo de la red domótica con el *mundo real*. Los sensores perciben señales del interior o el exterior de la casa (luz, presencia de personas, viento, humo, gas, etc.) y los actuadores influyen sobre determinados dispositivos (encendiendo o apagando una luminaria, abriendo o cerrando una electroválvula, disparando una sirena, etc.), atendiendo a la orden que les haya proporcionado la red de control doméstico.

Sensores y actuadores son, por tanto, los bloques constitutivos de una instalación domótica. Forman la capa física de la red de control. Esos bloques se intercomunican de modo centralizado o descentralizado, cableado o programado, se distribuyen según una cierta topología e intercambian información siguiendo un determinado *protocolo*. En unidades posteriores del libro nos centraremos en estos aspectos para cada uno de los sistemas considerados. Por ahora, estudiaremos las características de los sensores y los actuadores de la instalación domótica.

- Los **sensores** se encargan de recoger la información respecto a los diversos parámetros a controlar (que dependen de las áreas de implantación de la instalación domótica) y se la envían, bien al dispositivo de control centralizado, bien directamente al dispositivo actuador, en el caso de una instalación distribuida.
- Los **actuadores** son dispositivos empleados por el sistema de control centralizado para modificar el estado de equipos o instalaciones. En otros casos, hay dispositivos con una “inteligencia” integrada o “empotrada” en ellos, con lo que las posibilidades de controlar su actuación van mucho más allá del mero encendido y apagado.

## 2.2. Sensores

En una instalación domótica, es preciso recibir señales del exterior. Los sensores son dispositivos que *traducen* ciertas magnitudes físicas a una señal eléctrica que permitirá “informar” al sistema para que este inicie determinada actuación.

Existen dos grandes familias o conjuntos de sensores, los digitales y los analógicos.

Los *sensores digitales* envían señales que admiten solamente dos valores. Su funcionamiento es similar al de un interruptor de la luz, que solo puede estar encendido o apagado. En este tipo de sensores, es habitual codificar la información con *dígitos binarios* o *bits*, al igual que en los sistemas informáticos, de modo que a uno de los estados del sistema le corresponde el valor “0” y al otro el valor “1”.

Los *sensores analógicos*, por el contrario, envían señales que pueden tomar un conjunto *continuo* o *discontinuo* (“discreto”) de valores. Por ejemplo, en un control de luminosidad podemos regular la tensión eléctrica que recibe una lámpara de modo gradual, y entre dos valores cualesquiera, siempre podemos escoger un valor intermedio.

## 2.2.1. Sensores de accionamiento manual

Entre los sensores de accionamiento manual se cuentan los siguientes:

- *Interruptores*, idénticos a los utilizados en las instalaciones eléctricas convencionales.
- *Pulsadores*, que poseen mayor versatilidad, puesto que permiten distinguir, por ejemplo, entre pulsaciones largas y cortas, y se puede programar la operación que desencadenan; por ello se emplean a menudo en las instalaciones domóticas.
- Otros sensores de *funciones o características más específicas*, como por ejemplo los pulsadores para persianas o toldos. Eléctricamente se comportan como pulsadores, interruptores o conmutadores, cambiando únicamente su accionamiento y funcionalidad, que se adaptan a sus aplicaciones específicas.



**Figura 2.2.** Pulsador para montaje en superficie. Cortesía de Siemens.



**Figura 2.3.** Interruptor de llave para montaje en superficie. Cortesía de Siemens.

### 2.2.2. Termostato

Un *termostato* se encarga de medir la temperatura en una determinada ubicación (por ejemplo, la temperatura de una habitación de la casa o la temperatura exterior) y enviar la señal correspondiente. Con el termostato podemos controlar cualquier mecanismo de calefacción que disponga de un disparador eléctrico. Por ejemplo, el encendido de un calefactor de gas, de uno o varios contactores (ver más adelante) para encender y apagar radiadores eléctricos, electroválvulas que abran y cierren el paso del agua caliente en el caso de radiadores convencionales, etcétera.

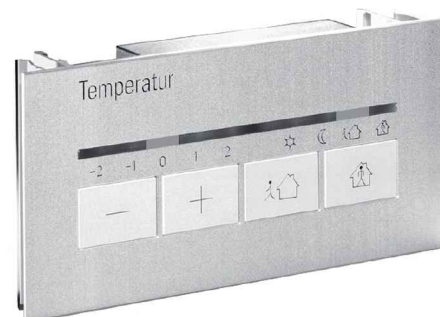
Cuando se sitúa en el interior de la vivienda, el termostato debe instalarse alejado de las fuentes directas de calor (radiadores, por ejemplo), a una distancia de un metro y medio del suelo. Idealmente, debe estar al abrigo de las corrientes de aire y de otros fenómenos que puedan alterar su lectura (por ejemplo, la radiación solar directa o la presencia de electrodomésticos que emitan calor). En el exterior de la vivienda, las *sondas de temperatura exterior* deben situarse en la zona norte, alejadas del calor del sol, rejillas de ventilación, etc.

### 2.2.3. Sensores magnéticos

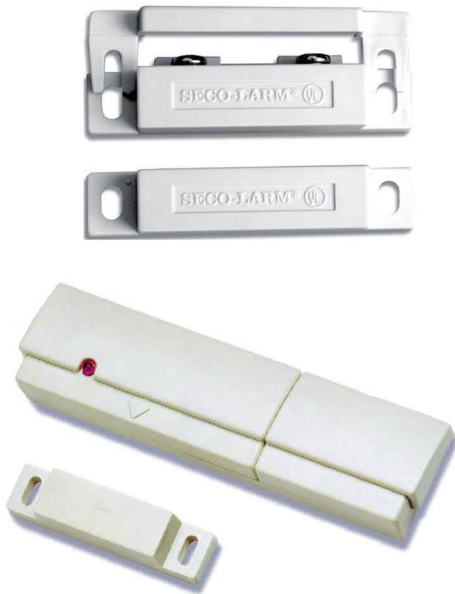
Los sensores magnéticos se emplean para detectar la apertura y el cierre de puertas y ventanas. La presencia de un imán permanente hace que se



**Figura 2.1.** Mecanismo con cuatro pulsadores (dos teclas) para transmisión infrarroja. Cortesía de Siemens.



**Figura 2.4.** Dos modelos de termostato, de rueda y digital. Cortesía de Siemens.



**Figura 2.5.** Sensores magnéticos de Seco-Larm (izquierda) y Rimax (derecha).

abra o cierre un contacto eléctrico, produciéndose de este modo un determinado efecto. El fabricante suele proporcionar en el manual de instalación indicaciones de la distancia a la que hay que situar el imán y el contacto que debe detectarlo.

### Actividad propuesta 2.1

Dibuja en el salón de la figura el esquema de una instalación con un sensor magnético que permita detectar la apertura de la ventana. El circuito activará las luces del salón y el pasillo y enviará una señal a la central de alarmas de la vivienda. También deberá haber un interruptor que permita activarlo y desactivarlo. Dibuja también el esquema multifilar empleando la representación normalizada. Para ello puedes consultar la simbología de los epígrafes 2.2.13 y 2.3.7 de este capítulo.

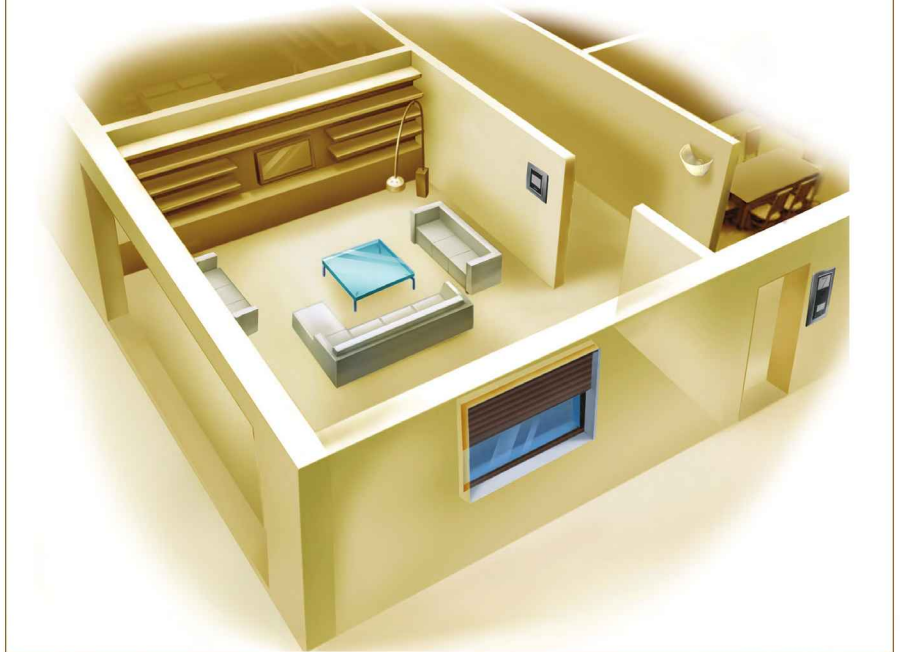


Imagen cortesía de Gewiss.

### 2.2.4. Detectores de gas

Estos dispositivos se emplean para detectar posibles fugas de gas, evitando así el riesgo de explosión. Los detectores deben instalarse siempre en posición vertical, a una distancia no superior a metro y medio del dispositivo que se desea supervisar (calentador, cocina de gas, etc.). Al igual que con otros detectores, debemos evitar que la lectura del detector se vea influida por otros agentes (por ejemplo, fuentes de calor o corrientes de aire u obstáculos que dificulten la detección del gas).

La ubicación del detector depende del gas que se desea detectar. El gas natural (metano) posee una densidad inferior al aire, con lo que tiende a subir y situarse en la parte alta de la estancia; por tanto, el detector de estos gases debe situarse en la parte superior de la pared (a unos 30 centímetros del techo). Por el contrario, el butano y el propano, de densidad mayor que la del aire, tienden a bajar y situarse en la parte inferior de la estancia. Por ello, los detectores para estos gases deben situarse a unos 30 centímetros del suelo.



**Figura 2.6.** Detector de gas natural. Cortesía de SF Detection.

### Actividad propuesta 2.2

Fíjate en el plano tridimensional de la cocina. ¿Dónde colocarías el detector de gas de la **Figura 2.6**?

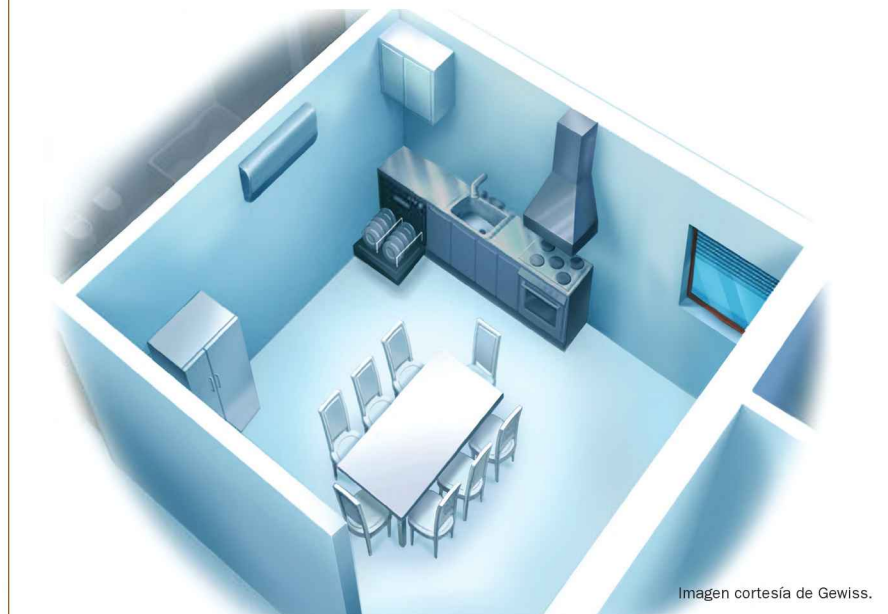


Imagen cortesía de Gewiss.



**Figura 2.7.** Ubicación de sensores de gas butano o propano (GLP) y de gas natural (metano). Cortesía de Gewiss.

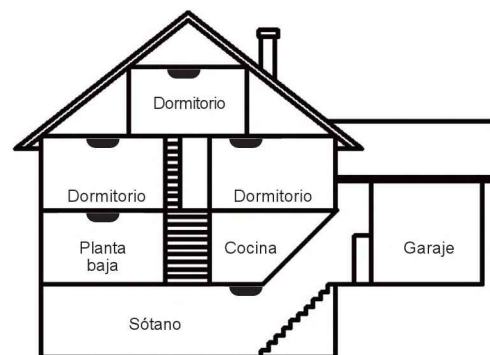
Además de los detectores de gas, es frecuente instalar en estancias con dispositivos de gas *detectores de monóxido de carbono* (CO). El CO es un gas tóxico que se combina con la hemoglobina de la sangre reduciendo su capacidad para transportar oxígeno y pudiendo llegar a producir así la muerte de la persona expuesta. En una vivienda puede ocasionarse por una combustión incompleta (en presencia de poco oxígeno) en calentadores de gas, estufas, etcétera. Deben ubicarse a una distancia del suelo entre 1,5 y 1,9 metros.

#### 2.2.5. Detectores de humo

El objetivo de los detectores de humo es proporcionar seguridad contra incendios. Estos sensores pueden ser de tipo *iónico*, que detectan gases tóxicos invisibles, u *óptico*, que reaccionan ante un incremento de la opacidad del aire causado por el humo. Tanto el humo como el calor producidos por un incendio ascienden hasta llegar al techo; una vez allí, se propagan radialmente.

Por tanto, los detectores de humo deben instalarse en el techo del espacio, centrados en él y a una distancia mínima de 50 centímetros respecto a cualquier tipo de obstáculo. La instalación óptima de estos detectores debería incluir un sensor en cada habitación o estancia del inmueble. Si es preciso ahorrar costes y efectuar una instalación mínima, se situarán en lugares estratégicos, por ejemplo en las estancias de la planta superior de la vivienda.

Hay espacios en los que la detección de humo como indicio de un posible incendio originaría multitud de falsas alarmas. Un ejemplo es una cocina. En estos casos, se emplean en algunas ocasiones *detectores de calor*, que pueden ser de dos tipos: detectores de temperatura máxima (termostatos como los que hemos señalado anteriormente) y detectores termovelocimétricos, que reaccionan ante los cambios bruscos de temperatura.



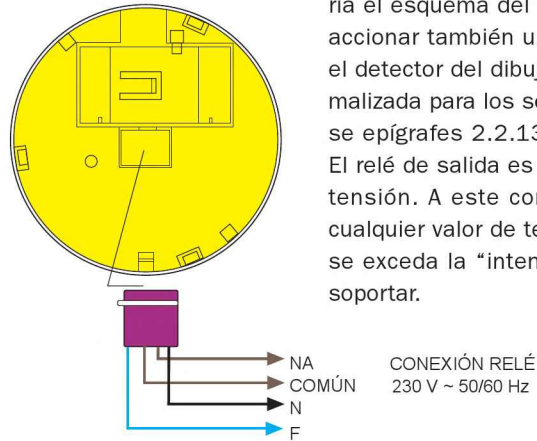
**Figura 2.8.** Instalación mínima de detectores de humo para una seguridad básica. Cortesía de Simon.



**Figura 2.9.** Detector de humo alimentado con batería. Cortesía de Siemens.

### Actividad propuesta 2.3

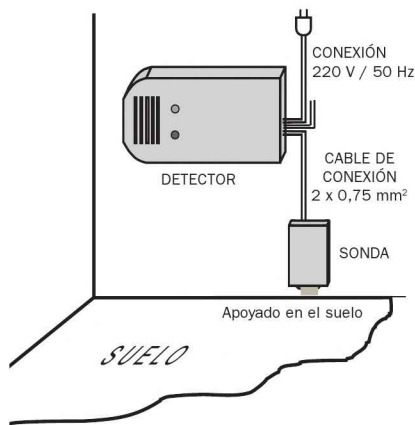
Se pretende instalar un circuito que permita detectar a personas que fumen en un cuarto de baño. La detección de humo deberá accionar una sirena. ¿Cuál sería el esquema del circuito? ¿Y si hubiese que accionar también un ventilador? Emplearemos el detector del dibujo. Utiliza la simbología normalizada para los sensores y actuadores (véanse epígrafes 2.2.13 y 2.3.7 de este capítulo). El relé de salida es un contacto seco o libre de tensión. A este contacto se le puede aplicar cualquier valor de tensión siempre y cuando no se exceda la “intensidad de paso” que puede soportar.



Esquema de conexiones del detector de humo Ref. 81862-39. Cortesía de Simon.

### 2.2.6. Detector de inundación

Las *sondas de humedad* están orientadas a detectar posibles escapes de agua; deben instalarse en contacto directo con el suelo, en zonas en las que no pueda haber falsas alarmas. Habitualmente, la sonda va conectada a un detector que recibe la señal eléctrica de la sonda y activa una alarma sonora, envía una señal o un telegrama a otro nodo de la instalación, etcétera.



**Figura 2.10.** Esquema de colocación de sonda y detector de inundación. Cortesía de Simon.

### Actividad propuesta 2.4

Se desea efectuar una instalación para la detección de inundación en un garaje y la activación de una bomba de achique de agua de 1 kW. Dibuja el esquema de maniobra de dicha instalación. Dibuja también el cuadro de la instalación, que debe contar con los siguientes elementos: magnetotérmico (tetrapolar o bien uno tripolar para potencia y otro bipolar para maniobra), selector on/off, contactor, relé guarda-motor, luz roja de aviso térmico, luz verde bomba en marcha, botonera marcha-para para uso manual, bornero entradas-salidas del cuadro, seta de emergencia.

### 2.2.7. Sensores de presencia y movimiento (volumétricos)

Los *sensores de presencia* se utilizan para la detección de la presencia de una persona (o, en ocasiones, de un animal). Se emplean en dos tipos de aplicaciones: las de seguridad (para detectar la presencia de un intruso en la vivienda o edificio) y la automatización de la iluminación. Los detectores volumétricos detectan cambios en los niveles de radiación infrarroja o de microondas. Los detectores de presencia se suelen instalar en una esquina superior de la estancia, para lograr la máxima cobertura.

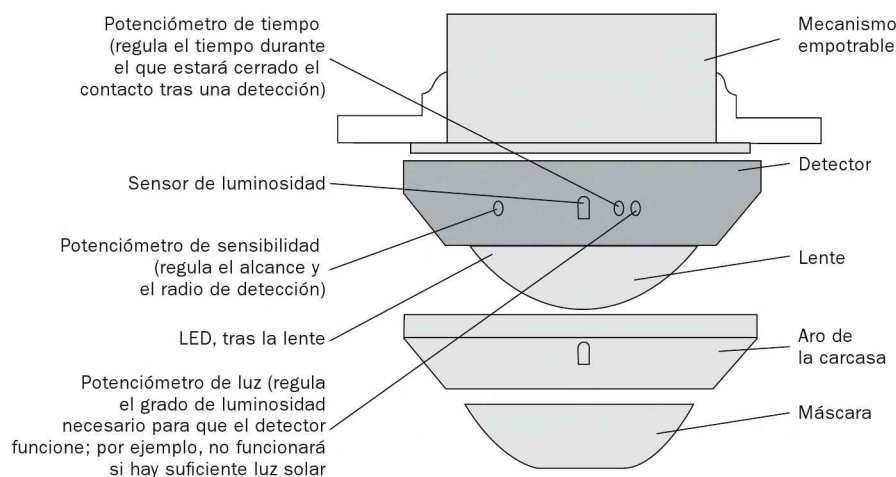
Existen modelos de detectores con distintos ángulos de “visión”. La ubicación del detector y su ángulo de visión determinan el espacio cubierto por el dispositivo. Los modelos de detectores para iluminación suelen tener in-

corporado un detector de luminosidad para desactivar su operación durante el día. Uno de los inconvenientes de los sensores que se utilizan en iluminación es que, pasado un tiempo de la detección, si la persona permanece quieta la luz se apaga. El tiempo de desconexión suele ser regulable.

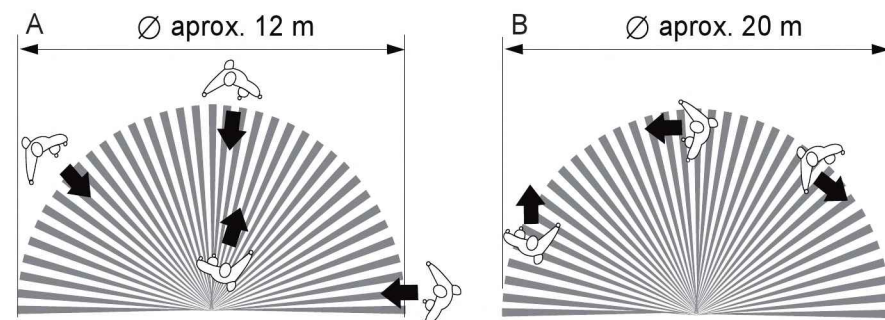
Los modelos de sensores de presencia anti-intrusión suelen estar configurados para no detectar animales domésticos pequeños (un gato, por ejemplo) y evitar así falsas alarmas.



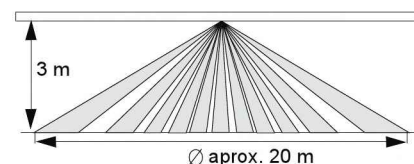
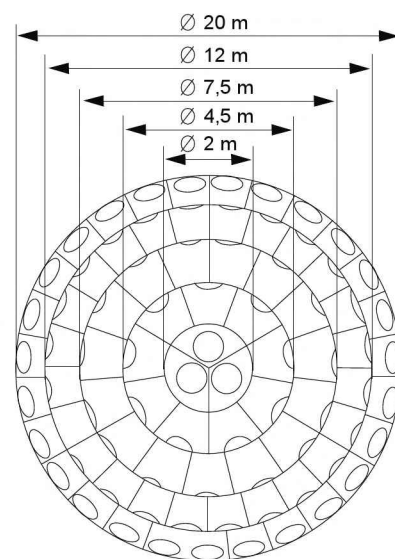
**Figura 2.11.** Detectores de movimiento inalámbricos de 180, 360 y 120 grados. Cortesía de DINUY.



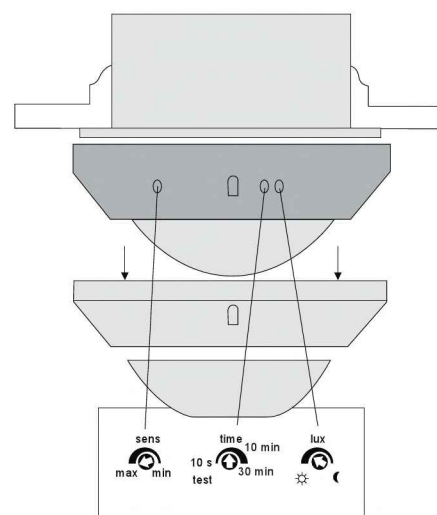
**Figura 2.12.** Esquema de componentes. Cortesía de Jung.



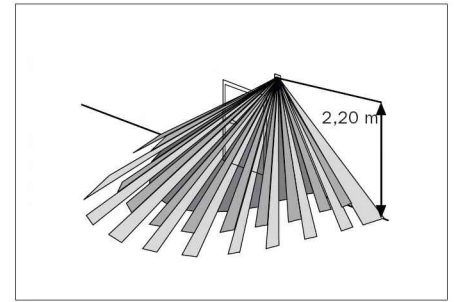
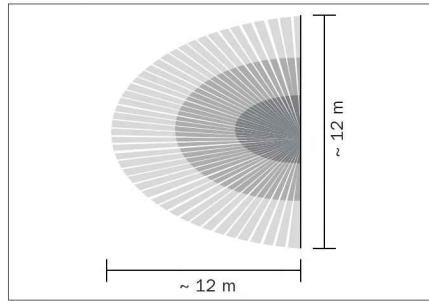
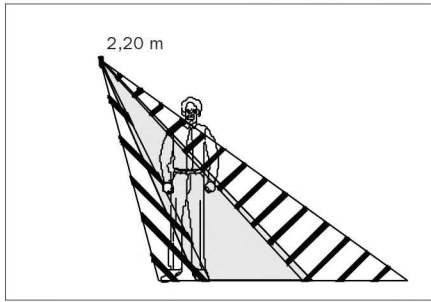
**Figura 2.14.** Alcance del detector según el movimiento de las personas. Cortesía de Jung.



**Figura 2.13.** Alcance de un detector de presencia con campo de detección de 360°. Cortesía de Jung.



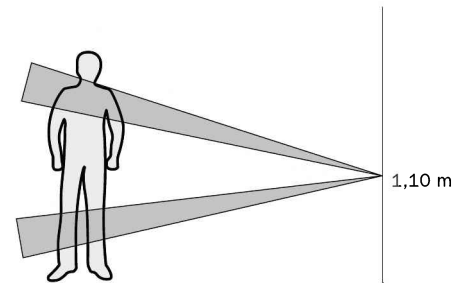
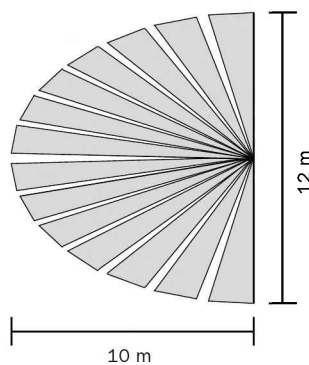
**Figura 2.15.** Ajuste de los potenciómetros del detector: sensibilidad, tiempo para la desconexión y luminosidad. Cortesía de Jung.



**Figura 2.16.** Campo de detección de un detector de movimiento de 180° en colocación a 2,20 metros del suelo. Cortesía de Jung.



**Figura 2.18.** Sensor-interruptor crepuscular. Cortesía de Siemens.



**Figura 2.17.** Campo de detección de un detector de movimiento de 180° en colocación a 1,10 metros del suelo. Cortesía de Jung.

En viviendas con animales domésticos de cierto tamaño, el uso de detectores de presencia volumétricos puede presentar un problema de frecuentes falsas alarmas. En ese caso se emplean *sensores perimétricos* para detectar el forcejeo o rotura de las puertas o ventanas de acceso a la vivienda.

### 2.2.8. Sensores de luminosidad (crepusculares)

Los *sensores de luminosidad* detectan el nivel de luz que hay en el interior o exterior de una vivienda. Pueden emplearse para accionar diversos mecanismos o dispositivos: encender y apagar luces interiores o exteriores, subir o bajar persianas, plegar o desplegar toldos, etcétera. Entre esta clase de sensores destaca el denominado *interruptor crepuscular*, orientado a la gestión automática del alumbrado público, y especialmente diseñado para trabajar a la intemperie y resistir las inclemencias del tiempo.

Normalmente, los sensores crepusculares no detectan cambios puntuales y de poca duración en la luminosidad. Así, el sensor detectará la luz del día cuando amanece, pero no los faros de un vehículo que circula por la calle, por ejemplo.

A los sensores de luminosidad se pueden conectar dispositivos con cierta “inteligencia” adicional, que pueden operar como interruptores crepusculares (se encienden cuando la luz ambiente desciende por debajo de cierto nivel), pero que proporcionan también funciones para la *simulación de presencia*.

#### SABÍAS QUE...

##### Unidades de medida de la luz

El Sistema Internacional dispone de dos unidades de medida para la luz que conviene distinguir: los lúmenes y los lux. El lumen (lm) es una medida de la iluminación; concretamente, el flujo luminoso que emite en un ángulo sólido de un estereorradián una fuente luminica de una candela de intensidad. El lux, por su parte, es una medida de la iluminancia, la cantidad de iluminación que recibe una superficie plana de un metro cuadrado.

### Actividad propuesta 2.5

Dibuja en la terraza de la figura un circuito que permita encender la luminaria automáticamente cuando se hace de noche. En todo momento, las luces podrán ser encendidas también mediante un interruptor manual. Dibuja el esquema multifilar del circuito utilizando la representación normalizada de sensores y actuadores. Supón que el detector crepuscular es Normalmente Abierto (NO).



Cortesía de Gewiss.

#### 2.2.9. Anemómetros

Los anemómetros son dispositivos destinados a medir la velocidad del viento. El dispositivo más empleado es el anemómetro de cazoletas, compuesto por tres o cuatro cazoletas dispuestas simétricamente en torno a un eje vertical. El viento produce un empuje sobre las cazoletas, haciendo que el eje gire a una velocidad proporcional a la del viento. En ocasiones, el anemómetro viene equipado con una *veleta* para estar siempre orientado en la dirección del viento. Una de las principales aplicaciones domóticas de los anemómetros es la recogida automática de toldos cuando la velocidad del viento supera cierto umbral.

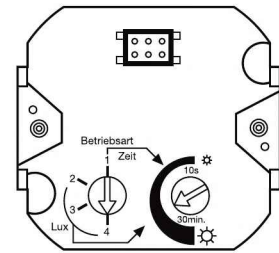
### Actividad propuesta 2.6

Se desea montar una instalación para la recogida automática de un toldo en una terraza cuando la velocidad del viento supere cierto nivel. El toldo podrá manipularse también mediante dos pulsadores de subida y bajada. Dibuja el esquema eléctrico de la instalación (no es necesario dibujar los finales de carrera del motor, pues supondremos que los lleva integrados).

#### 2.2.10. Células fotoeléctricas

Una célula fotoeléctrica es un sensor capaz de detectar la presencia o ausencia de un objeto empleando únicamente luz, sin contacto alguno con dicho objeto. Se emplean a menudo para detectar el paso de una persona, un vehículo, etc., normalmente asociado a la apertura o cierre de una puerta, una barrera...

Existen fotocélulas a dos, tres, cuatro y cinco hilos. Las más comunes son las de tres hilos, en los que dos se emplean para alimentación (24 V DC) y



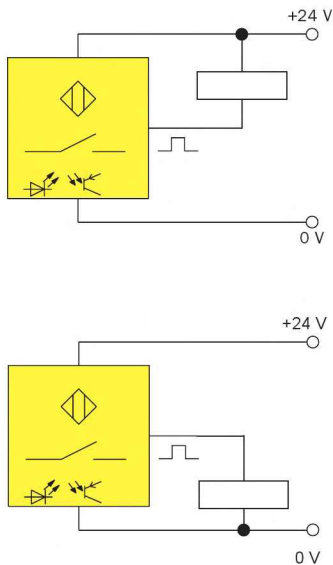
**Figura 2.19.** Tecla sensora universal. Con el potenciómetro de la izquierda se selecciona el modo de funcionamiento y con el de la derecha el tiempo de desconexión. Cortesía de Jung.



**Figura 2.20.** Anemómetro equipado con sensor de luminosidad. Cortesía de Allmatic.

### SABÍAS QUE...

Existen muchos detectores que perciben la señal física exterior mediante la variación del valor de una resistencia. Concretamente, en los termistores la resistencia varía con la temperatura, pudiendo ser esta variación negativa en los NTC (la resistencia disminuye a medida que la temperatura aumenta) o positiva en los PTC (la resistencia aumenta a medida que lo hace la temperatura). En las fotorresistencias o LDR (*light-dependent resistor*), la resistencia disminuye a medida que aumenta la luz incidente.



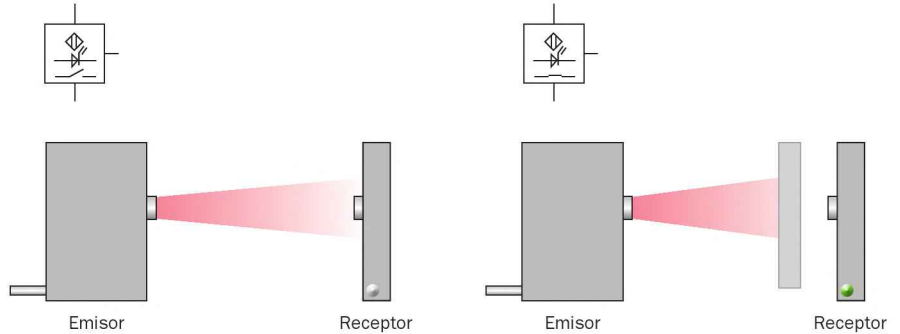
**Figura 2.21.** Esquemas de conexión de fotocélulas NPN y PNP, ambas con contacto NO.



**Figura 2.24.** Fotocélulas cilíndricas. Corrosión de Panasonic.

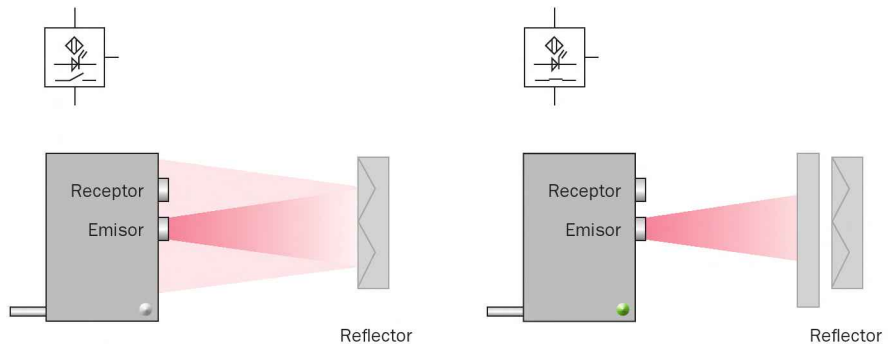
uno para la señal. Existen dos familias de células: las basadas en transistores PNP y las basadas en transistores NPN. No entraremos aquí en sus diferencias constitutivas; diremos simplemente que en las NPN la carga se conecta entre la salida y la tensión de alimentación y en los PNP, entre la salida y la tensión de 0 V.

Existen diversas configuraciones de fotocélulas; entre ellas, podemos citar las de barrera, las de reflexión directa y las de retroreflexión. En los sensores de barrera, el emisor y el receptor se hallan físicamente separados. La luz es emitida directamente al receptor, y el sensor conmuta cuando el rayo de luz se interrumpe.



**Figura 2.22.** Barrera fotoeléctrica con sensor de reflexión directa.

En los sensores de retroreflexión, el emisor y el receptor se hallan en el mismo cuerpo. La luz se halla completamente reflejada en el reflector; el sensor conmuta cuando el rayo de luz se interrumpe.



**Figura 2.23.** Barrera fotoeléctrica con sensor de retroreflexión.

### Actividad propuesta 2.7

Fíjate en el catálogo de fotocélulas de Panasonic, que encontrarás en el CD que acompaña este libro. Resume y explica sus principales características. ¿Qué tipos de células aparecen en el catálogo?

#### 2.2.11. Conexión de sensores a un nodo domótico

Tal como hemos mencionado al comienzo de este epígrafe, existen dos grandes familias de sensores: los digitales y los analógicos. Las salidas de estos sensores deben conectarse a menudo a las entradas de algún *nodo* de la instalación domótica. Los sensores digitales deben conectarse a en-

tradas digitales y los analógicos, a entradas analógicas, que vendrán convenientemente señaladas en el propio nodo o en su documentación técnica.

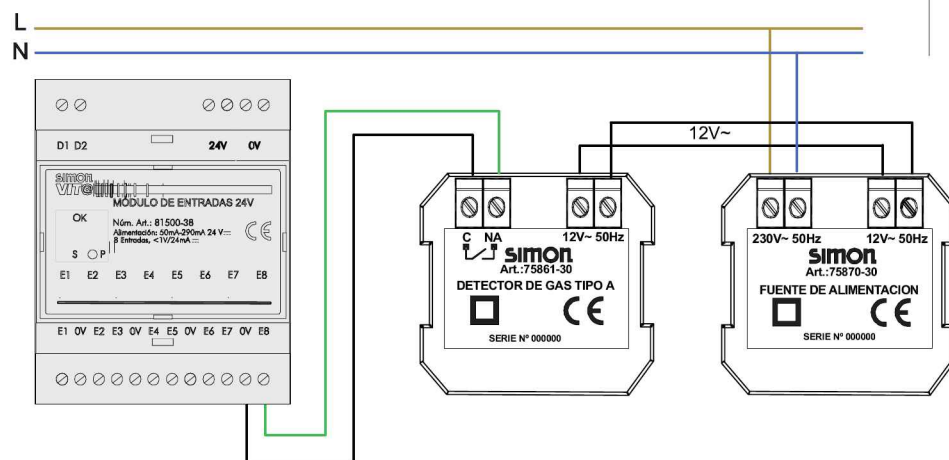
Las entradas más comunes de los nodos son las *binarias* o *digitales*, que permiten conocer si el sensor detecta o no detecta, si un pulsador se ha pulsado o no, si un interruptor está encendido o apagado, etc. Las entradas binarias pueden ser libres de tensión o con referencia de tensión.

- En las entradas *libres de tensión* (*potential free*), los bornes del sensor se conectan directamente a los bornes de las entradas. Son las más sencillas de conectar y las más habituales (de este tipo son, por ejemplo, los detectores volumétricos que encienden las luces de los lavabos), pero presentan la desventaja de requerir dos cables por cada entrada.



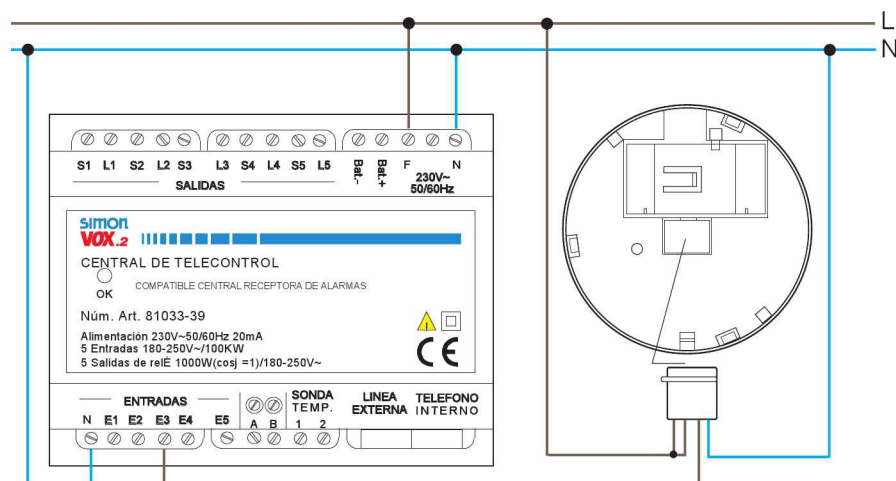
### RECUERDA:

Los contactos de los sensores pueden ser normalmente abiertos (NO) o normalmente cerrados (NC). El sensor se comporta como un interruptor. En su posición de reposo (es decir, cuando no detecta nada) el interruptor está abierto (sensores NO) o cerrado (sensores NC).



**Figura 2.25.** Ejemplo de entrada de libre tensión: conexión de un módulo de gas a módulo de entradas. Cortesía de Simon.

- Las entradas con *referencia de tensión* necesitan una referencia de tensión para captar las señales enviadas por los sensores. Esa referencia puede tomarse a 230 V (fase de la red eléctrica) o de una fuente de alimentación (a veces integrada en el propio nodo) de 12 o 24 V, dependiendo del tipo de entrada de la que se trate.



**Figura 2.26.** Ejemplo de entrada con referencia de tensión (230 V): conexión de un detector de humo a la central Simon VOX.2. Cortesía de Simon.

2.2.12. Clasificación de sensores

En la siguiente tabla podemos ver una clasificación de los sensores según sus características funcionales y sus aplicaciones.

Alimentación + contacto NC o NO Alimentación + contacto conmutado Únicamente contacto mecánico Alimentación con pilas	
Humo	Alarma anti-incendio. Sirena y/o aspersores. Detector contra fumadores. Sirena
Gas	Alarma anti-incendio. Electroválvula
Inundación	Garajes, baños y cocinas. Electroválvulas y/o bombas de achique
Presencia o volumétrico	Alarmas. Central de alarmas. Jardines. Luces
Relojes programadores	Riego automático. Luces
Termostato	Climatización
Tres conductores PNP/NPN Tipos PNP/NPN, con dos, tres, cuatro y cinco conductores	
Células fotoeléctricas	Puertas de garaje

2.2.13. Tabla de simbología

En las tablas siguientes presentamos los símbolos normalizados de los principales sensores que se emplean en domótica en sus versiones multifilar y unifilar.

Sensor	Símbolo multifilar	Símbolo unifilar
Interruptor		
Pulsador		
Interruptor		
Interruptor de llave		
Interruptor de proximidad magnético.		
Detector de humos o fuego		
Detector de gas		

Sensor	Símbolo multifilar	Símbolo unifilar
Detector inundación		
Sonda de inundación		
Detector de presencia (PIR)		
Sensor crepuscular		
Anemómetro con salida digital		
Anemómetro con salida analógica		
Termostato		

## 2.3. Actuadores

En una red domótica, los *actuadores* se sitúan en el polo opuesto de los sensores: son dispositivos de salida, que pueden operar, en una instalación de carácter general, en función de las señales enviadas por los detectores; en otras ocasiones los actuadores operarán en función de cierto control programado a través de un temporizador o de una secuencia más compleja de operaciones. Los actuadores realizan también una “traducción” de la corriente eléctrica en una rotación, una emisión de luz, un sonido, una apertura o cierre de una válvula, entre otras funciones.

### 2.3.1. Iluminación

Una de las principales funciones de los actuadores en la red domótica es el control de la *iluminación del hogar*. Los dispositivos de iluminación emplean, en general, tres clases de tecnologías:

- Las *lámparas incandescentes* producen luz cuando una corriente circula a través de un hilo de cierto material y, debido al calor generado por su resistencia, este se pone incandescente.
- En las *lámparas fluorescentes*, la luminosidad se basa en un doble efecto de ionización de un gas (vapor de mercurio) a través de unos filamentos de tungsteno a alta temperatura, y la fluorescencia de un revestimiento fabricado con diversos materiales. Los tubos fluorescentes vienen equipados con un *cebador* y un *balasto* (denominado a veces “reactancia”) que actúan como equipo de arranque de la luminaria. En las lámparas fluorescentes compactas (CLF, *Compact Fluorescent Lamps*), el balasto es electrónico y se encuentra integrado en el casquillo de la lámpara.
- Las lámparas de LED (*light-emitting diodes*) están compuestas por varios diodos emisores de luz; en cada uno de ellos, la luz se produce con la pérdida de energía de parte de los electrones de un material semiconductor (arseniuro de galio y otros). En la actualidad, estas luminarias son las que mayor eficiencia lumínica presentan, aunque su tecnología es aún relativamente cara.

Existen dos familias de actuadores para el control de la iluminación: los de encendido y apagado y los reguladores de luminosidad. Los primeros actúan sobre la fase de alimentación de la lámpara, abriendo o cerrando el circuito.

Los reguladores de luminosidad desempeñan dos funciones: la de encendido y apagado de luminarias y la regulación de la luz que proporcionan. Los reguladores de intensidad pueden clasificarse en dos grupos:

- Los *dimmer universales* se utilizan para controlar luces incandescentes o luces halógenas mediante una simple regulación de la tensión que estas reciben, que varía entre 0 y 230 voltios.
- Los *dimmer para fluorescentes* proporcionan una salida entre 0 y 10 V que se utiliza para alimentar un balasto electrónico regulable al que se conectan el o los fluorescentes.

Las figuras siguientes muestran las conexiones a carga de un *dimmer* giratorio y su conexión con un conmutador, que únicamente encenderá y apagará, sin funciones de regulación.



**Figura 2.27.** Tubos fluorescentes tradicionales.

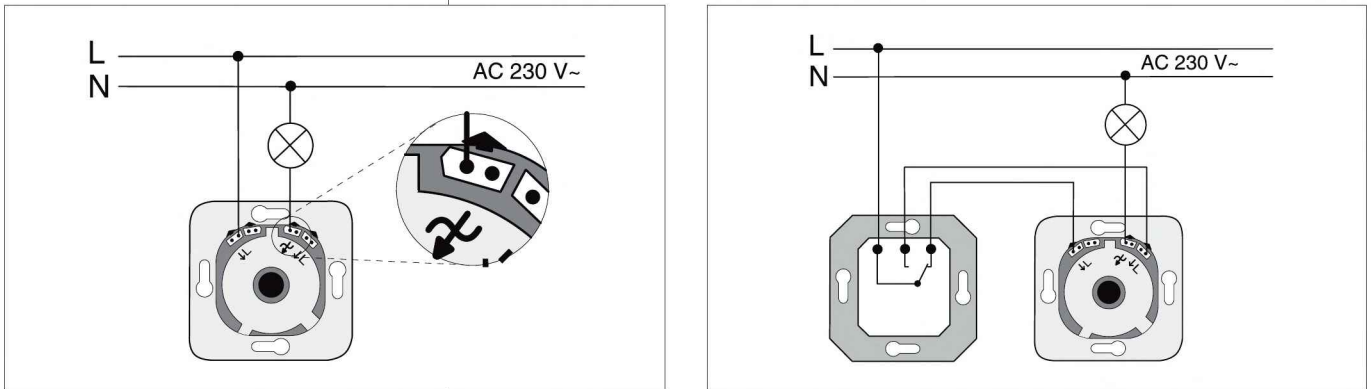


**Figura 2.28.** Lámpara fluorescente compacta.



#### RECUERDA:

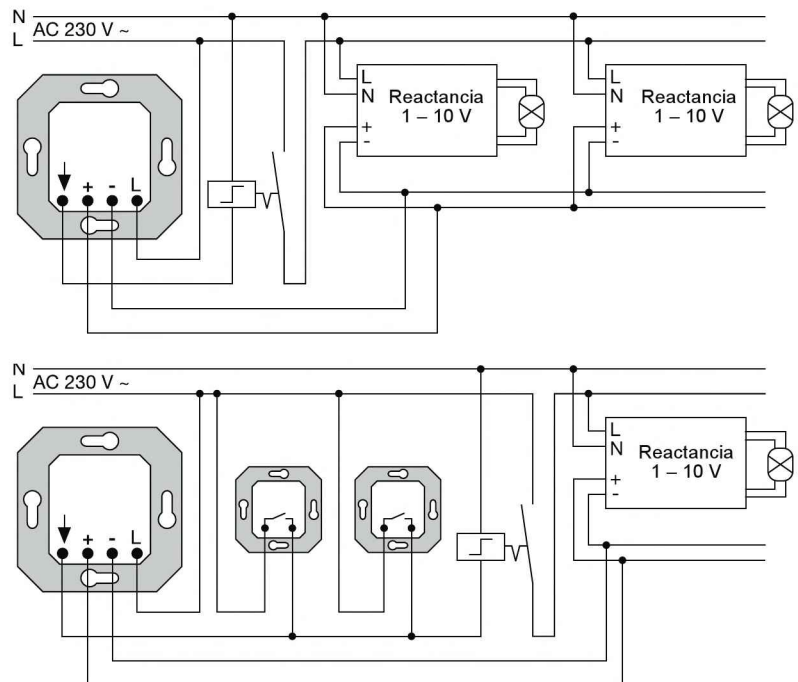
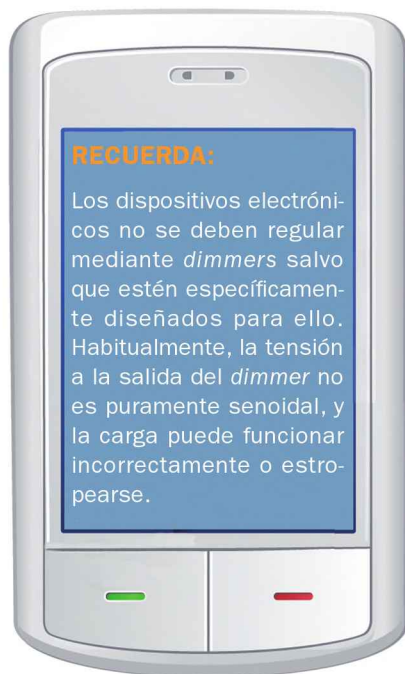
Nunca se deben conectar lámparas fluorescentes (incluidas las CFL o “bombillas de bajo consumo”) convencionales a un *dimmer* para lámparas incandescentes. Existen versiones de CFL regulables (*dimnable*) que sí se pueden conectar a *dimmer*.



**Figura 2.29.** Dimmer giratorio para lámparas incandescentes y halógenas y conexiones a la carga y a un pulsador auxiliar. Cortesía de Jung.

### Actividad propuesta 2.8

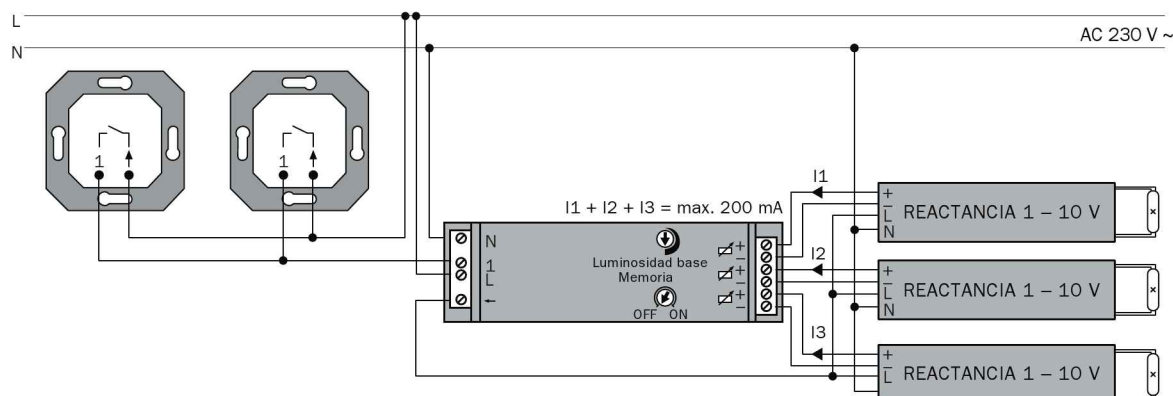
Fíjate en el catálogo de características del *dimmer* giratorio de Jung que muestra la figura. Resume sus principales características (montaje, cargas máximas, pulsadores auxiliares), tanto en su versión para incandescencia como para lámparas halógenas (transformador convencional y transformador electrónico). Encontrarás el fichero en el CD que acompaña a este libro.



**Figura 2.30.** Potenciómetro electrónico con pulsador para lámparas fluorescentes. Esquemas de conexionado en versión sin entradas auxiliares y con ellas. Cortesía de Jung.

Los dos esquemas de la **Figura 2.30** muestran esquemas de regulación para lámparas fluorescentes mediante *dimmers* de pulsador. En el primer caso, *dimmer* y pulsador vienen integrados en un solo mecanismo que se

conecta a las reactancias electrónicas. En el segundo, se conectan pulsadores convencionales a un regulador al que se conectan los balastos. El regulador “comprende” dos tipos de señales: la pulsación corta indica encendido y apagado y la pulsación larga, regulación de la luminosidad.

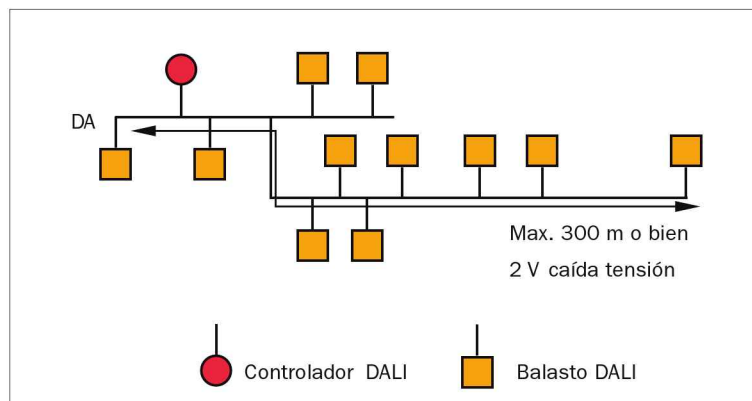


**Figura 2.31.** Control de balastos (reactancias) electrónicos mediante un regulador para fluorescencia. Cortesía de Jung.

### 2.3.2. Bus de comunicación para luminarias

DALI (*Digital Addressable Lighting Interface*, Interfaz de iluminación digital direccionable) es un estándar para la comunicación y el control de luminarias en edificios. A diferencia de otros estándares, DALI es abierto, y el grupo de trabajo que respalda este sistema está formado por más de cuarenta empresas a nivel mundial.

DALI es un sistema de comunicación mediante bus que admite hasta 64 dispositivos de iluminación. Los balastos dependen de un controlador central que se comunica con ellos mediante dicho bus. El sistema informa al controlador de las luminarias que fallan, lo que permite un control muy eficiente del sistema.



**Figura 2.33.** Esquema de funcionamiento del bus DALI. Cortesía de DALI.



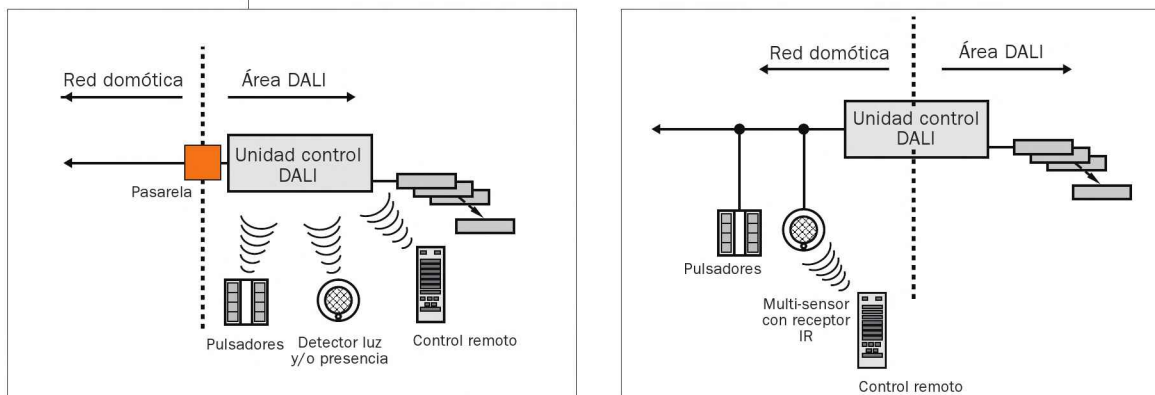
#### RECUERDA:

En la conexión de dispositivos eléctricos y particularmente de actuadores de regulación debemos seguir siempre las especificaciones que marca el fabricante.



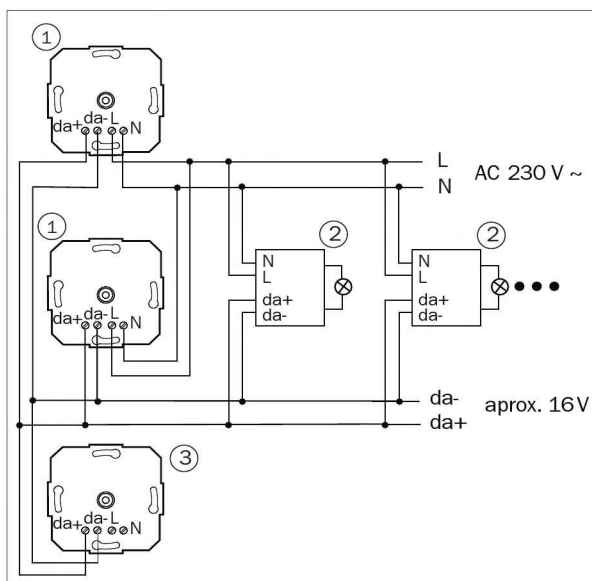
**Figura 2.32.** Logotipo de DALI.

DALI puede integrarse mediante pasarelas en diversos sistemas de control domótico, principalmente los sistemas de bus de campo. Los dispositivos de control pueden estar integrados en la propia red DALI o en la red domótica, como muestran los esquemas de la **Figura 2.34**.



**Figura 2.34.** Integración del bus DALI en una instalación domótica. Cortesía de DALI.

Los pulsadores y demás sensores del bus se conectan como en el esquema de conexiones que muestra la figura; en cada uno de ellos, al igual que en los balastos, estarán marcados la conexión a línea y neutro, por una parte, y al bus DALI, por otra.



**Figura 2.35.** Conexión para *dimmer* DALI. 1. Potenciómetro DALI en modo activo; 2. Balasto DALI; 3. Potenciómetro DALI en modo pasivo. Cortesía de Jung.

### 2.3.3. Control de fluidos

Los principales actuadores para el control del paso de fluidos (líquidos o gases) son las *electroválvulas*. En ellas, una bobina genera, con el paso de la corriente eléctrica, un campo magnético que abre o cierra el elemento que se interpone al paso del fluido. En las *servoválvulas*, por el contrario, un motor eléctrico actúa sobre una válvula similar a un grifo manual, permitiendo una apertura parcial al paso del fluido.

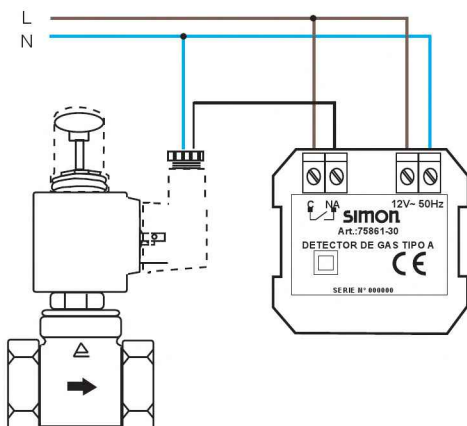
En la mayor parte de electroválvulas que se emplean en instalaciones domóticas, la corriente eléctrica *cierra* el circuito en lugar de abrirlo. Con ello se reduce su consumo y se evita que la válvula quede cerrada en caso de un apagón. A esta clase de válvulas se las denomina "normalmente abiertas".

#### Para saber más:

En el CD que acompaña a este libro encontrarás las especificaciones técnicas del sistema DALI (en inglés). Puedes también consultar su sitio web en:

<http://www.dali-ag.org>

Para el suministro de agua se recomienda utilizar electroválvulas de rearme automático, que además sean capaces de soportar la presión máxima de la red de distribución. Por el contrario, para el suministro de gas se recomienda utilizar válvulas de rearme manual; estas deben estar ubicadas en lugares secos y situarse en la dirección del flujo de gas especificada por el fabricante.



**Figura 2.37.** Conexión de un detector de gas a una electroválvula. Cortesía de Simon.

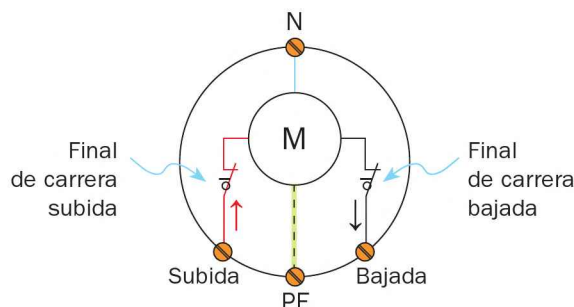
### 2.3.4. Control de persianas y toldos

El control de persianas es una de las aplicaciones domóticas más comunes. Permite, al igual que la gestión de la iluminación, una mejora considerable de la eficiencia energética del hogar, al minimizar las necesidades de calefacción y aire acondicionado.

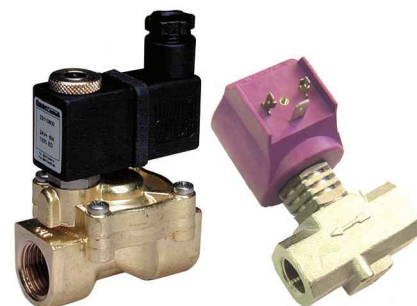


**Figura 2.38.** Corte de un motor para persianas.

El elemento actuador básico es el motor de persianas y toldos, un motor de forma tubular que se alimenta a 230 V y dispone normalmente de cuatro cables de conexión: neutro, tierra, subida y bajada. Habitualmente, el propio motor lleva integrados finales de carrera de tipo NC, tal como muestra el esquema de la **Figura 2.40**. La actuación de los finales de carrera se puede manipular con unos tornillos exteriores que permiten ajustar hasta dónde subirá y hasta dónde bajará el toldo o persiana.



**Figura 2.40.** Esquema de conexiones y finales de carrera de un motor de persianas y toldos.



**Figura 2.36.** Dos modelos de electroválvula. Cortesía de Timmer Pneumatik (izquierda) y CEME (derecha).

### SABÍAS QUE...

Quando un sensor detecta una fuga de agua o gas, se envía una orden a la electroválvula correspondiente para que cierre el suministro. En las electroválvulas de rearme automático, la electroválvula vuelve a abrirse transcurrido un tiempo, siempre y cuando el sensor haya dejado de detectar la fuga. En las de rearme manual, la válvula permanece cerrada hasta que se "reinicie" manualmente el sistema, para mayor seguridad.



**Figura 2.39.** Motores de persiana. Cortesía de Gaviota Simbac.

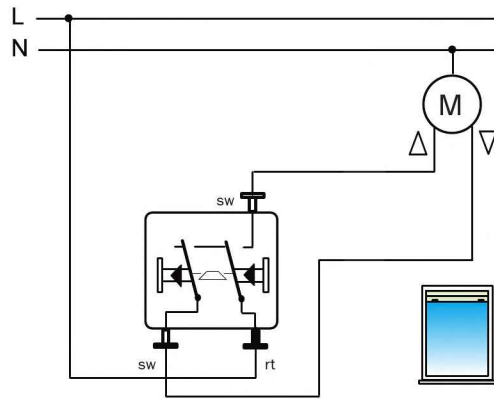
## Actividad propuesta 2.9

(a) Consulta el catálogo de motores de *Gaviota Simbac*. Lo encontrarás en el CD que acompaña a este libro. ¿De qué gama de motores dispone la empresa? ¿En qué rango de potencia se encuentran? ¿Cuál es el par máximo que pueden desarrollar? (b) Consulta el catálogo de automatismos para motores y toldos de la misma empresa (en el CD). Elabora un esquema con las posibilidades de control de persianas y toldos de las que dispone (control manual cableado, inalámbrico, estación meteorológica, etc.).

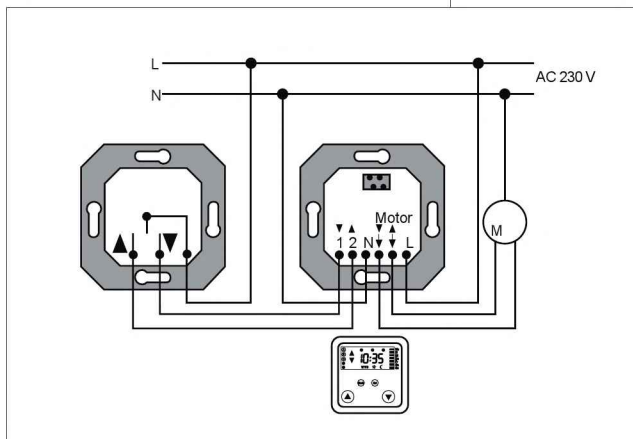


**Figura 2.42.** Diversos modelos de pulsadores para persianas. Cortesía de Siemens.

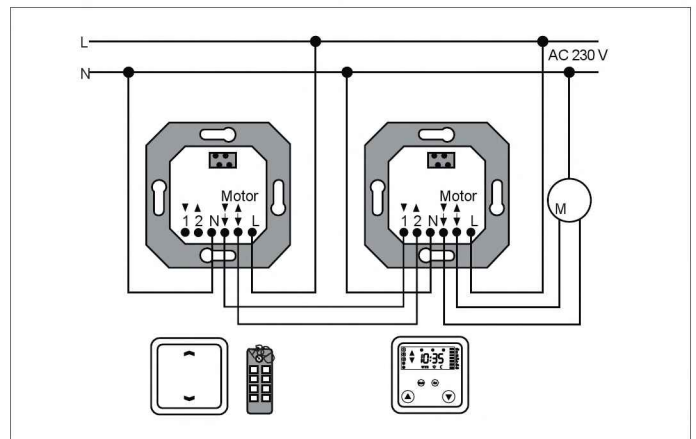
Para un dispositivo de uso tan extendido, existen diversas formas de conexión y control de los motores de persiana. El más sencillo es un simple pulsador con sendos botones de subida y bajada. Otros mecanismos algo más complejos admiten la conexión de pulsadores auxiliares a un controlador central, al que se pueden conectar, además, dispositivos tales como un anemómetro o un sensor de lluvia, tal como queda reflejado en las figuras siguientes.



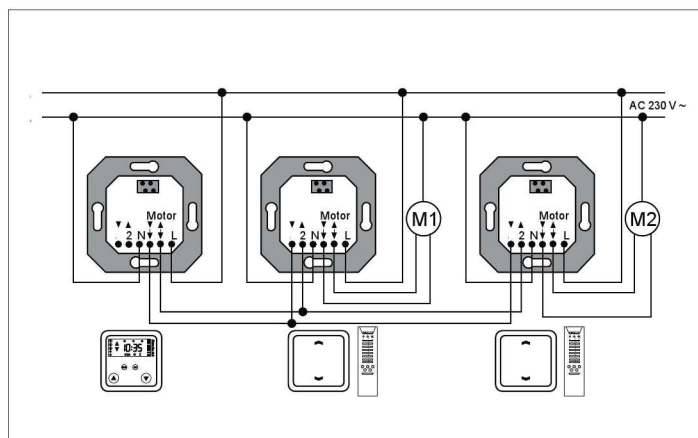
**Figura 2.41.** Mecanismo interruptor/pulsador de persianas, con enclavamiento mecánico contra accionamiento simultáneo de subida y bajada. Cortesía de Jung.



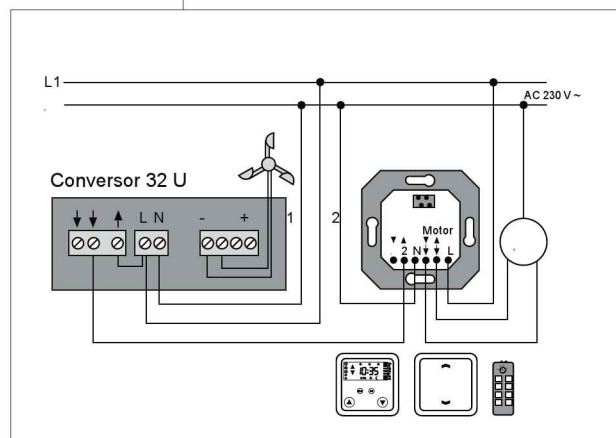
**Figura 2.43.** Conexión de un motor de persiana a un mecanismo controlador con temporización y a un pulsador auxiliar. Cortesía de Jung.



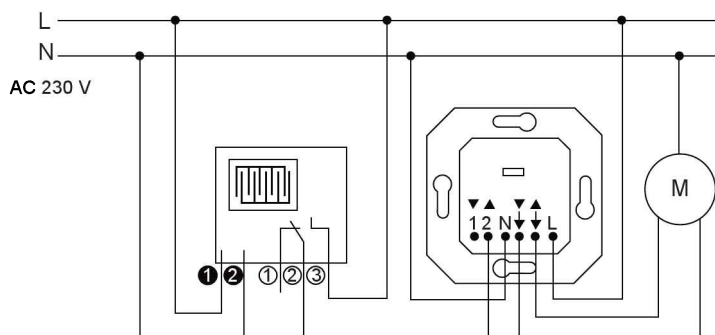
**Figura 2.44.** Conexión de motor de persiana a mecanismo de control con temporizador y a otro auxiliar con mando a distancia. Cortesía de Jung.



**Figura 2.45.** Conexión de dos motores de persiana a un controlador central con temporizador y a sendos controladores locales con mando a distancia. Cortesía de Jung.



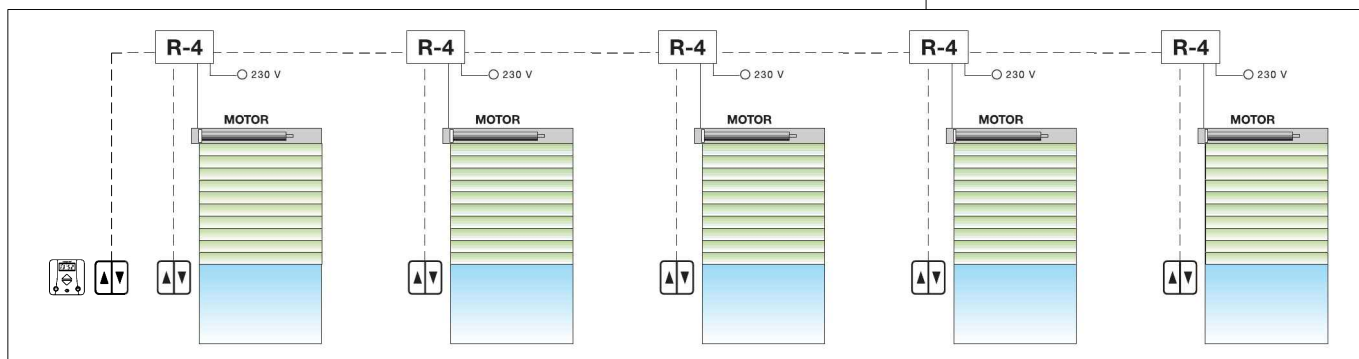
**Figura 2.46.** Conexión de motor de persiana a controlador con temporizador o mando a distancia y a un sensor de viento. Cortesía de Jung.



**Figura 2.47.** Conexión de un motor sensor de lluvia a mecanismo de regulación. El contacto 1 (NC) permanece libre. Cortesía de Jung.

Para instalaciones de tamaño mediano o grande, en ocasiones se emplean sistemas de accionamiento basados en una línea bus específica, de modo semejante a como se hace con el sistema DALI de control de iluminación. Con este tipo de sistemas se pueden bajar y subir las persianas de modo centralizado (temporizador, pulsador, sensor crepuscular), y cada una posee además su propio control local. Para grandes instalaciones, en cualquier caso, la solución más flexible será integrar el control de persianas junto con otros automatismos en una red domótica de bus, como veremos al estudiar el sistema KNX (Capítulos 5 y 6).

**Figura 2.48.** Esquema de operación de una red de control de persianas mediante bus. Cortesía de Gaviota Simbac.





**Figura 2.49.** Telerruptor. Cortesía de DINUY.

### 2.3.5. Control de equipos eléctricos

Para las cargas eléctricas de cierta potencia (motores de toldos o persianas, electrodomésticos, etc.), la red domótica controla su alimentación eléctrica mediante el uso de una serie de elementos, fundamentalmente relés o contactores. Los *contactores* y los *relés* son dispositivos electromagnéticos que disponen de una bobina que acciona el interruptor y cierra los contactos eléctricos, proporciona o corta la alimentación eléctrica a la carga. Cuando la alimentación de la bobina cesa, los contactos vuelven a su posición inicial a través de un resorte. Los relés están orientados a potencias relativamente bajas —inferiores a 1 kW— y los contactores, a potencias más elevadas. Trataremos más extensamente estos dispositivos en el Capítulo 3, dedicado a los automatismos cableados.

Los *telerruptores*, por su parte, son dispositivos que efectúan la *negación lógica* del estado anterior del circuito: cuando el circuito está abierto, al pulsar el telerruptor este se cierra; cuando está cerrado, al pulsarlo nuevamente se abre y se corta la alimentación eléctrica. Los telerruptores se utilizan con frecuencia en iluminación, donde una de sus aplicaciones más típicas es en sustitución de los tradicionales interruptores conmutados por simples pulsadores cuando existen muchos puntos para encender y apagar las luminarias.

### 2.3.6. Dispositivos de aviso

En domótica se emplean diversos dispositivos acústicos o luminosos que se activan mediante una señal exterior. Por ejemplo, la detección de humo o gas de un sensor preparado a tal efecto, o la detección de una fuga de agua mediante una sonda de humedad. También se emplean profusamente en sistemas de seguridad (sirenas antirrobo), en las que habitualmente disponen además de mecanismos para evitar que se desactiven y baterías internas para asegurar su funcionamiento aun en caso de desconexión de la red eléctrica.

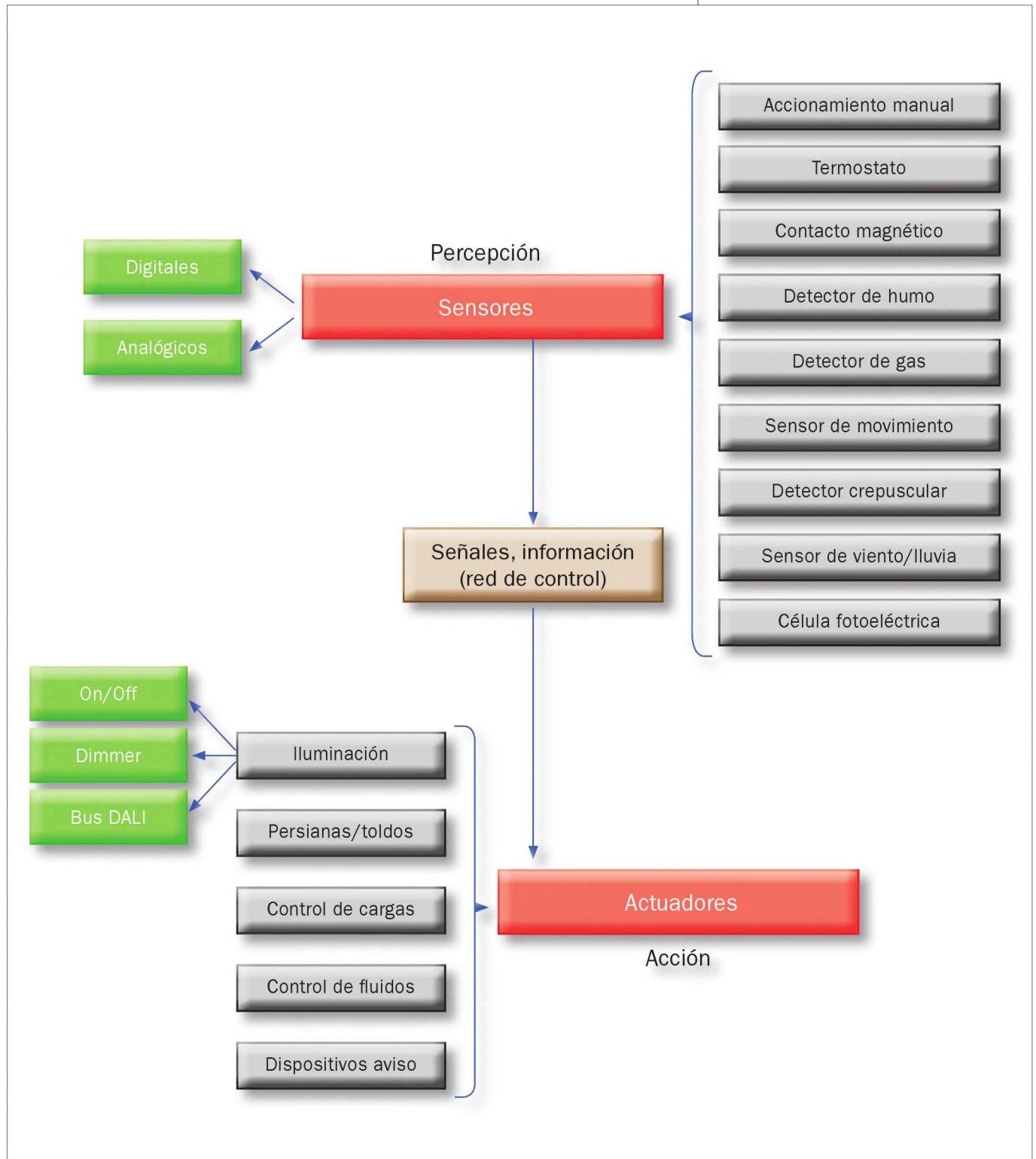
### 2.3.7. Tabla de simbología

En las tablas siguientes presentamos los símbolos normalizados de los principales actuadores que se emplean en domótica, en sus versiones unifilar y multifilar.

Sensor	Símbolo multifilar	Símbolo unifilar
Dimmer para encendido/apagado y regulación		
Dimmer para regulación		
Regulador de control digital		
Balasto electrónico		
Electroválvula		

Sensor	Símbolo multifilar	Símbolo unifilar
Electroválvula con enclavamiento mecánico (rearme manual)		
Telerruptor		
Motor de toldo o persiana		
Timbre		
Bocina		
Sirena		

# Mapa conceptual





## Cuestiones

### 2.1. ¿Qué se entiende por sensores analógicos?

- a) Aquellos cuya señal de salida puede estar activada o desactivada.
- b) Los que pueden proporcionar una señal de salida que depende de la detección de entrada, y cuya salida (que puede tener infinitos valores) es variable según la magnitud de entrada.
- c) Los que pueden proporcionar una señal de salida que depende de la detección de la entrada, y su salida será siempre un contacto abierto o cerrado.
- d) Ninguna de las anteriores.

### 2.2. ¿Qué es un detector crepuscular?

- a) Un sensor de luminosidad.
- b) Un sensor térmico.
- c) Un sensor de presencia.
- d) Todas las opciones anteriores son correctas.

### 2.3. Los sensores PIR son:

- a) Sensores de presencia.
- b) Sensores basados en infrarrojos.
- c) Sensores térmicos.
- d) Todas las opciones anteriores son correctas.

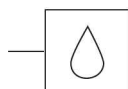
### 2.4. Los finales de carrera de un motor de persianas:

- a) Son detectores de tipo NO (normalmente abiertos).
- b) Deben instalarse aparte y cablearse en combinación con los pulsadores de subida y bajada.
- c) Suelen venir integrados en el propio motor.
- d) Todas las opciones son ciertas.

### 2.5. Si vemos un detector de gas instalado a 30 cm del techo de la cocina, podemos asegurar que se trata de:

- a) Un detector de butano.
- b) Un detector de metano.
- c) Un detector de gas natural.
- d) Las opciones b y c son correctas.

### 2.6. El símbolo de la figura corresponde a:



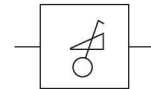
- a) Detector crepuscular, diagrama unifilar.
- b) Detector de humedad, diagrama multifilar.

- c) Detector de humedad, diagrama unifilar.
- d) Ninguna de las opciones es correcta.

### 2.7. ¿Qué son las CFL?

- a) Lámparas con balasto electrónico.
- b) Lámparas que solo en ciertas versiones admiten regulación por *dimmer*.
- c) Un modelo de lámpara más eficiente que las incandescentes pero menos que las de LED.
- d) Todas las opciones son ciertas.

### 2.8. ¿A qué dispositivo corresponde el siguiente símbolo?



- a) A un *dimmer* para regulación.
- b) A un interruptor de empotrar.
- c) A un *dimmer* para regulación y encendido/apagado.
- d) A un balasto electrónico.

### 2.9. ¿Qué es DALI?

- a) Un bus de comunicación para el control descentralizado de persianas.
- b) Un tipo de instalación domótica basado en la radiofrecuencia.
- c) Un modelo de control de iluminación basado en corrientes portadoras.
- d) Ninguna de las opciones mencionadas es correcta.

### 2.10. Para el suministro de agua se recomienda emplear electroválvulas:

- a) Normalmente cerradas.
- b) De rearme manual.
- c) Normalmente abiertas.
- d) No se recomienda el uso de electroválvulas debido al peligro de electrocución.

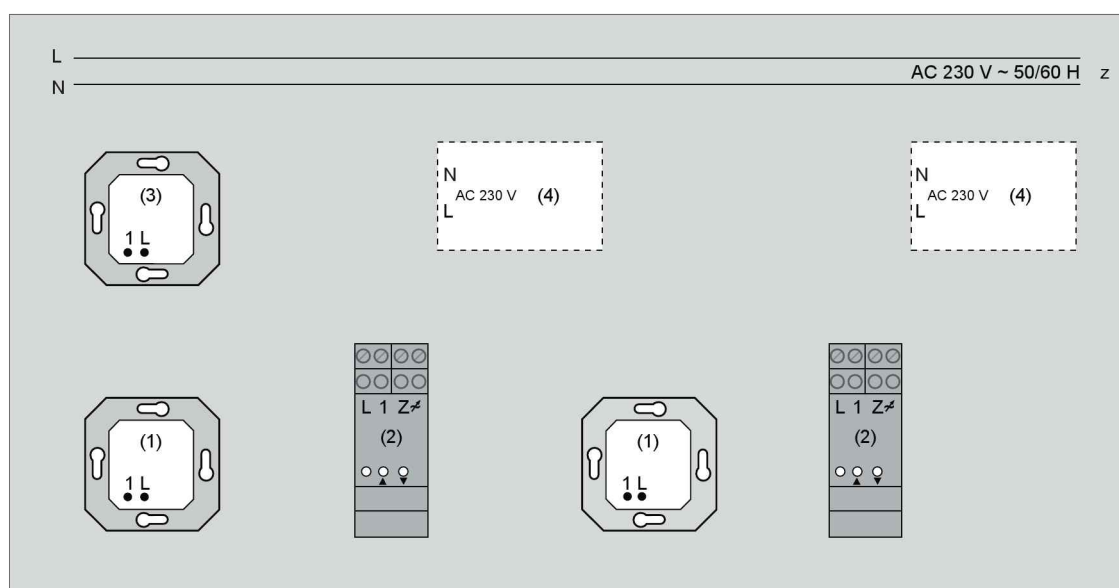
### 2.11. ¿Cómo podríamos conectar un sensor crepuscular a un grupo de seis luminarias exteriores de 500 vatios cada una?

- a) Directamente, insertando el sensor en el circuito como si se tratase de un interruptor.
- b) Conectando el sensor a un relé.
- c) Conectando el sensor a uno o varios contactores.
- d) Todas las opciones anteriores son falsas.



## Actividades de aplicación

- 2.1.** Efectúa el esquema para un automatismo de los siguientes elementos:
- Dos detectores en serie, uno de gas y otro de humo.
  - Dos detectores en paralelo, uno de gas y otro de humo.
- 2.2.** Inventa un circuito con tres detectores diferentes y explica su aplicación.
- 2.3.** Explica qué detector emplearías para las siguientes aplicaciones e indica la función de cada uno de ellos:
- Una alarma.
  - Una farola.
  - Una puerta de garaje.
  - Un sistema anti-incendios.
  - Una caldera.
- 2.4.** ¿Qué es un detector PIR? ¿Cómo funciona?
- 2.5.** Dibuja el esquema multifilar de un circuito para la iluminación de un pasillo que permita encender dos luces mediante dos detectores PIR situados en sus extremos.
- 2.6.** Conecta en serie tres sensores magnéticos y efectúa la alimentación del circuito mediante una pila. Conecta también en serie una bombilla de tensión igual a la de la pila. Comprueba su comportamiento cuando se separa el imán de uno de los sensores. ¿Qué tipo de contacto tienen dichos sensores?
- 2.7.** Dibuja un esquema funcional para accionar un motor de 2,5 CV mediante una célula fotoeléctrica PNP.
- 2.8.** ¿Qué es una entrada *libre de tensión*? Dibuja su esquema de conexión a un nodo domótico.
- 2.9.** ¿Qué es una entrada *con referencia de tensión*? Dibuja el esquema de conexión de dos detectores de gas e inundación, alimentados a 24 V, a dos entradas de un nodo domótico. El nodo y los detectores tomarán la alimentación de una fuente externa montada en el mismo cuadro.
- 2.10.** Fíjate en el esquema siguiente. Efectúa el cableado necesario para que las cargas (4) se controlen mediante las entradas locales y central, a través de los *dimmer* (2) para carril DIN (Jung).



**Explicación elementos:** 1. Entrada auxiliar local; 2. *Dimmer* universal DIN; 3. Entrada auxiliar central; 4. Carga. NOTA: La entrada Z del *dimmer* DIN permite la conexión de mecanismos auxiliares para llevar a cabo un control central de las cargas. Cortesía de Jung.



# Automatismos cableados

## 3

Los automatismos cableados son circuitos compuestos de relés, temporizadores, contactores, pulsadores, interruptores... Todos ellos se cablean formando un circuito convencional que verificará una determinada función lógica. Para automatismos sencillos constituyen una solución barata y robusta, si bien su principal desventaja radica en su falta de flexibilidad y en el coste de reconfigurarlos.

### Contenidos

- 3.1. Lógica cableada.
- 3.2. Funciones lógicas.

### Objetivos

- Conocer los principales componentes de los automatismos cableados, la función que desempeñan y su forma de representación.
- Comprender el concepto de función lógica y conocer las principales simbologías que se emplean para representarla, siendo capaces de deducir o simplificar una función lógica a partir de su tabla de verdad.
- Ejemplificar el funcionamiento de los automatismos cableados con una serie de ejemplos prácticos.

**RECUERDA:**

En los automatismos cableados, el tratamiento de los datos (la relación entre entradas y salidas) se efectúa mediante contactores o relés.

### 3.1. Lógica cableada

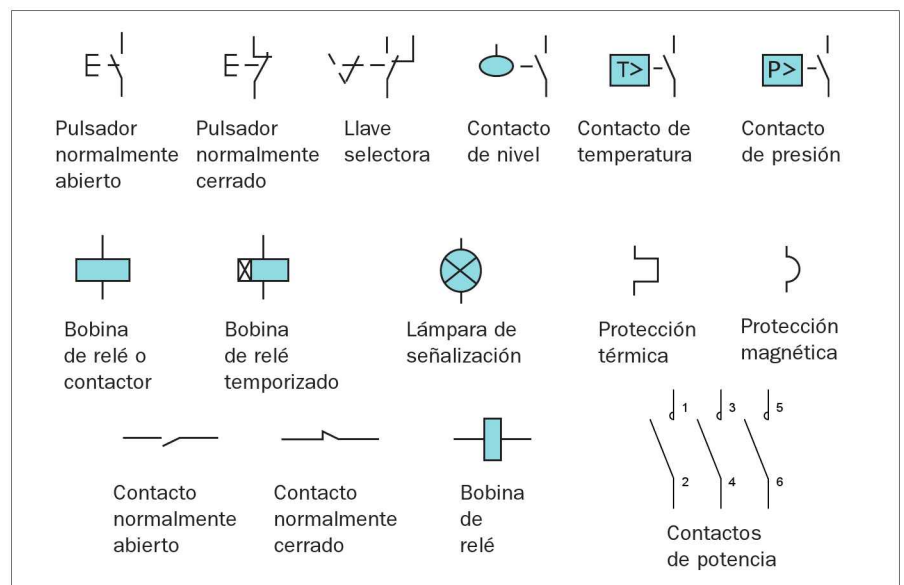
La lógica cableada —denominada en ocasiones *lógica de contactos*— es una manera de realizar automatismos de control en la que el tratamiento de los datos (enviados por pulsadores, fines de carrera, sensores, etc.) se efectúa mediante contactores o relés auxiliares, asociados a menudo a contadores y temporizadores.

En la lógica cableada industrial se diseñan automatismos con circuitos cableados que unen contactores, relés temporizados, diodos, relés de protección, electroválvulas, sensores pulsadores, etc. Los cableados pueden incluir funciones de mando y control, señalización, protección y potencia. Los automatismos creados de este modo son invariables, rígidos, capaces de realizar tareas de modo secuencial pero en los que no se pueden modificar ni el diseño ni las variables y los parámetros de funcionamiento.

#### 3.1.1. Esquemas de conexión y esquemas de maniobra

Los relés y otros elementos empleados en la técnica de control pueden dibujarse con sus bornes de conexión tal y como son físicamente y conectar los diversos bornes entre sí. Con ello tendremos un *esquema de conexión*. Este esquema proporciona los datos constructivos y la ubicación de los diversos elementos del circuito, pero constituye una representación excesivamente detallada del mismo. Para comprender y visualizar su funcionamiento se emplea con más frecuencia el llamado *esquema de maniobra*, también denominado *esquema de mando* o *esquema funcional*.

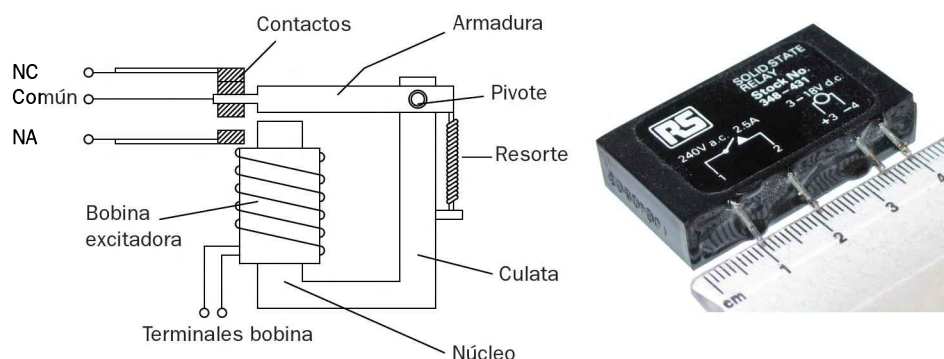
Los contactos eléctricos de los relés pueden ser contactos normalmente abiertos (NO, *Normally Open*) o contactos normalmente cerrados (NC, *Normally Closed*). En los esquemas de conexión y de maniobra se dibuja siempre el contacto en su posición de reposo, con la bobina del relé desenergizada o en OFF. En el esquema de maniobra, el contacto NC se dibuja cerrado y el NO abierto.



**Figura 3.1.** Representación de diversos componentes básicos empleados en lógica cableada.

### 3.1.2. Relés y automatismos

El elemento básico de un automatismo cableado es el *relé*. En su versión electromecánica, el relé se compone de una bobina, un conjunto magnético y una serie de contactos. En la **Figura 3.2.** (derecha) se ilustra su principio de funcionamiento. Cuando la bobina recibe corriente, se induce un campo magnético que hace cerrar o abrir el contacto eléctrico. Para pequeñas potencias se emplean a menudo *relés de estado sólido*, en los cuales el contacto se efectúa mediante componentes electrónicos, sin medios mecánicos.



**Figura 3.2.** Izquierda: Esquema de funcionamiento de un relé electromecánico. Derecha: Relé de estado sólido.

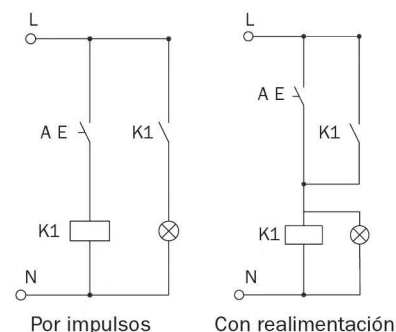
Un contactor es un relé destinado a manejar cargas (potencias) elevadas. El contactor posee *contactos de potencia*.



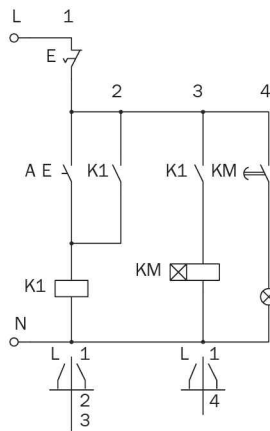
**Figura 3.3.** Imágenes de contactores. Cortesía de O-Digital.

### 3.1.3. Auto-enclavamiento

Imaginemos que efectuamos un circuito para el encendido de una lámpara mediante un relé, tal y como indica la figura. Al pulsar *M* haremos que el contacto del relé *K1* normalmente abierto se cierre y la lámpara se encienda. Sin embargo, encontraremos un problema: nada más soltar el pulsador, la lámpara se apagará. En cambio, si colocamos un contacto normalmente abierto en paralelo con el pulsador, lograremos que, al cerrarse el circuito, el pulsador quede puentado y la lámpara permanezca encendida aunque este se suelte. De tal modo hemos logrado un relé con retención, auto-enclavamiento o realimentación. En este caso, será preciso introducir un nuevo pulsador de paro que nos permita abrir el circuito en cualquier momento. Este pulsador será del tipo normalmente cerrado.



**Figura 3.4.** Encendido de una lámpara mediante un relé, simple y con retención.



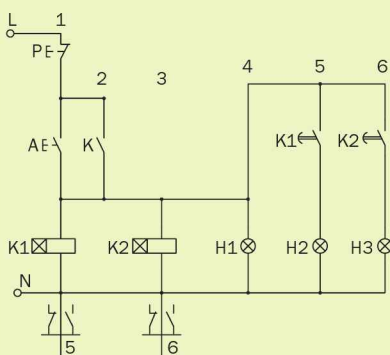
**Figura 3.5.** Temporizador con retardo a la conexión.

### Caso práctico 3.2

Veamos cómo construir un circuito con temporizadores para el encendido secuencial de tres lámparas.

#### Solución:

El circuito de este ejemplo efectúa el encendido secuencial de tres lámparas. Al actuar sobre el pulsador de marcha *M* se enciende la primera; al cabo de cierto tiempo se enciende la segunda y, por último, transcurrido otro tiempo adicional se enciende la tercera.



### 3.1.4. Automatismos con temporizadores

Un *temporizador* es un relé con retardo; en otras palabras, desde que aplicamos el impulso al temporizador hasta que este cierra los contactos transcurre un cierto tiempo *t*. A este tipo de temporizador se le llama temporizador de conexión o de activación; existen otros tipos (temporizador de desconexión o desactivación) que cierran los contactos al recibir tensión y permanece en esa posición durante el tiempo establecido.

El circuito con temporizador de la figura siguiente hace que la lámpara *H1* se encienda al cabo de un tiempo programado. Se trata de un temporizador de conexión.

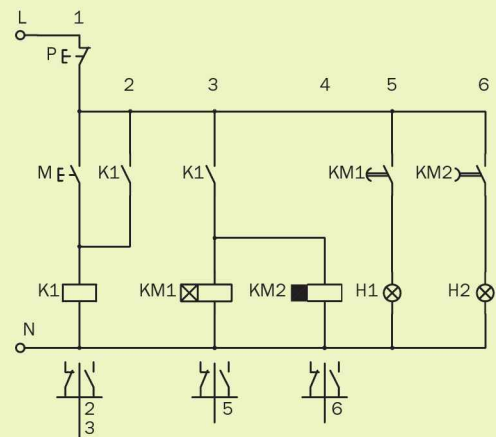
En este esquema, al actuar sobre *M* se cierra el relé *K1*, con lo que llegará corriente al relé del temporizador, haciendo que este se ponga en marcha. Transcurrido el tiempo *t* establecido, el temporizador cerrará su contacto *T* y se encenderá la lámpara *H1*.

### Caso práctico 3.1

Veamos cómo funciona un circuito sencillo con temporizadores para el encendido de dos lámparas.

#### Solución:

En el circuito de la figura, al actuar sobre el pulsador de marcha (*M*) se activan dos temporizadores. *H1* se encenderá pasado un tiempo después de la activación de *K1* y se apagará cuando la bobina *K1* deje de estar alimentada. En cambio, *H2* se encenderá al mismo tiempo que se activa la bobina de *K1* y se apagará transcurrido un tiempo después de que la bobina de *K1* deje de tener alimentación.



## 3.2. Funciones lógicas

Las funciones reales son una correspondencia entre dos conjuntos de valores: las variables y los resultados. Ejemplos de ello son  $f(x) = \sin x$ ,  $f(x) = x^2$ , etc. Al igual que estas funciones, las *funciones lógicas* expresan una relación entre variables y resultados, o entradas y salidas; estas entradas y salidas admiten solamente dos valores: verdadero (1) y falso (0). Cualquier función lógica se puede expresar como combinación de tres operadores básicos: la suma (operador "o"), el producto (operador "y") y la negación (operador "no").

### 3.2.1. El álgebra de Boole

En todos los sistemas digitales, sean simples o complejos, los procesos son operaciones simples realizadas por una gran cantidad de circuitos digitales y biestables. Estos elementos se denominan *puertas lógicas*, y su funcionamiento se rige por el álgebra de *Boole*.

A continuación resumimos los principales circuitos lógicos que se emplean en el diseño e implementación de automatismos. Para cada operación se presentan los dos símbolos *normalizados*: el denominado símbolo “distintivo” (norma ANSI/IEEE Std 91-1984) y el “rectangular” (norma IEC 60617-12); se proporciona también la expresión en álgebra de Boole y la tabla de verdad de la operación.

#### SABÍAS QUE...

El álgebra de Boole es una herramienta matemática desarrollada inicialmente por George Boole (1815-1864) con el propósito de representar las formas de razonamiento lógico para sistematizarlas y profundizar en el estudio de sus mecanismos. En sus formulaciones originales, el álgebra de Boole maneja variables que podían adoptar dos valores: *verdadero* y *falso*.

Operación	Símbolo ANSI	Símbolo IEC	Expresión booleana	Tabla de verdad																		
AND			$A \cdot B$	<table><tr><th colspan="2">Entradas</th><th>Salida</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th><th>A AND B</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	Entradas		Salida	A	B	A AND B	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
Entradas		Salida																				
A	B	A AND B																				
0	0	0																				
0	1	0																				
1	0	0																				
1	1	1																				
OR			$A + B$	<table><tr><th colspan="2">Entradas</th><th>Salida</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th><th>A OR B</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	Entradas		Salida	A	B	A OR B	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
Entradas		Salida																				
A	B	A OR B																				
0	0	0																				
0	1	1																				
1	0	1																				
1	1	1																				
NOT			$\overline{A}$	<table><tr><th>Entrada</th><th>Salida</th></tr><tr><th>A</th><th>NOT A</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	Entrada	Salida	A	NOT A	0	1	1	0										
Entrada	Salida																					
A	NOT A																					
0	1																					
1	0																					
NAND			$\overline{A \cdot B}$	<table><tr><th colspan="2">Entradas</th><th>Salida</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th><th>A NAND B</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	Entradas		Salida	A	B	A NAND B	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
Entradas		Salida																				
A	B	A NAND B																				
0	0	1																				
0	1	1																				
1	0	1																				
1	1	0																				
NOR			$\overline{A + B}$	<table><tr><th colspan="2">Entradas</th><th>Salida</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th><th>A NOR B</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	Entradas		Salida	A	B	A NOR B	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
Entradas		Salida																				
A	B	A NOR B																				
0	0	1																				
0	1	0																				
1	0	0																				
1	1	0																				
XOR			$A \oplus B$	<table><tr><th colspan="2">Entradas</th><th>Salida</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th><th>A XOR B</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	Entradas		Salida	A	B	A XOR B	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
Entradas		Salida																				
A	B	A XOR B																				
0	0	0																				
0	1	1																				
1	0	1																				
1	1	0																				

En la lógica cableada, las funciones lógicas son las mismas que en los circuitos digitales o puertas lógicas. La inversión en un circuito normalmente cerrado se corresponde con la puerta NOT; el AND lógico, con dos o más contactos o en serie; el OR lógico, con dos o más contactos en paralelo.

### 3.2.2. Mapas de Karnaugh

En un circuito combinacional disponemos a menudo como punto de partida de una *tabla de verdad* que relaciona los valores de las *entradas* (o *variables*) con valores de las *salidas*. A partir de esta tabla, deberemos deducir la función lógica que la verifica.

Existen diversos métodos que permiten efectuar esta deducción. La *tabla o mapa de Karnaugh* es un método gráfico sistemático para simplificar o minimizar funciones con un número relativamente pequeño de variables.

### Caso práctico 3.3

Veamos cómo utilizar el mapa de Karnaugh con un ejemplo de cuatro variables. Las variables se disponen en una tabla (por ejemplo, A y B en columnas y C y D en filas), haciendo que entre una fila o columna y su adyacente solo cambie *una* variable.

**Solución:**

		$\bar{A}\bar{B}$	$\bar{A}B$	$AB$	$A\bar{B}$
$CD \backslash AB$		00	01	11	10
$\bar{C}\bar{D}$	00		0	1	12
$\bar{C}D$	01		1	5	13
$CD$	11		3	7	15
$C\bar{D}$	10		2	6	14

Fijémonos que la combinación de las cuatro variables corresponde a un número decimal cuyo valor se indica en la tabla. Por ejemplo, el valor de la celda de la esquina inferior derecha será "1010", es decir,  $1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 10$ . Veamos también que junto a los valores de las variables representamos la variable complementada si se trata de un "0" y la variable sin complementar si se trata de un "1".

En la tabla así creada representamos la tabla de verdad de la función que queremos "descubrir". Escribiremos en ella solamente los valores "1" para evitar recargarla excesivamente. Una vez hecho esto, debemos agrupar los "1" adyacentes en grupos de potencias de dos (2, 4, 8, 16...), tratando de que el número de "1" sea lo mayor posible y asegurando que todos los "1" pertenezcan a algún grupo. Las mismas casillas pueden pertenecer a varios a la vez. En nuestro ejemplo, hemos creado tres grupos (que se distinguen por los colores de los cuadros), uno de ocho "unos" y dos de cuatro "unos".

Una vez efectuados los grupos, nos preguntamos: ¿qué tienen en común esos "unos"?

1. El grupo de ocho "unos" tiene en común la variable A sin complementar. Todas las demás cambian.
2. En el primero de los grupos de cuatro, los "unos" tienen en común las variables B sin complementar y C complementada.
3. En el segundo, los "unos" tienen en común la B y la D sin complementar.

Cada uno de los términos que tienen en común los grupos es un sumando de la función. Esta quedará:

$$f = A + B\bar{C} + BD$$

En otros términos: en cada uno de los grupos, **la variable que cambia no entra en el sumando**.



#### RECUERDA:

Una *función lógica* es una combinación de variables relacionadas por las tres operaciones del álgebra de Boole que hemos mencionado anteriormente.

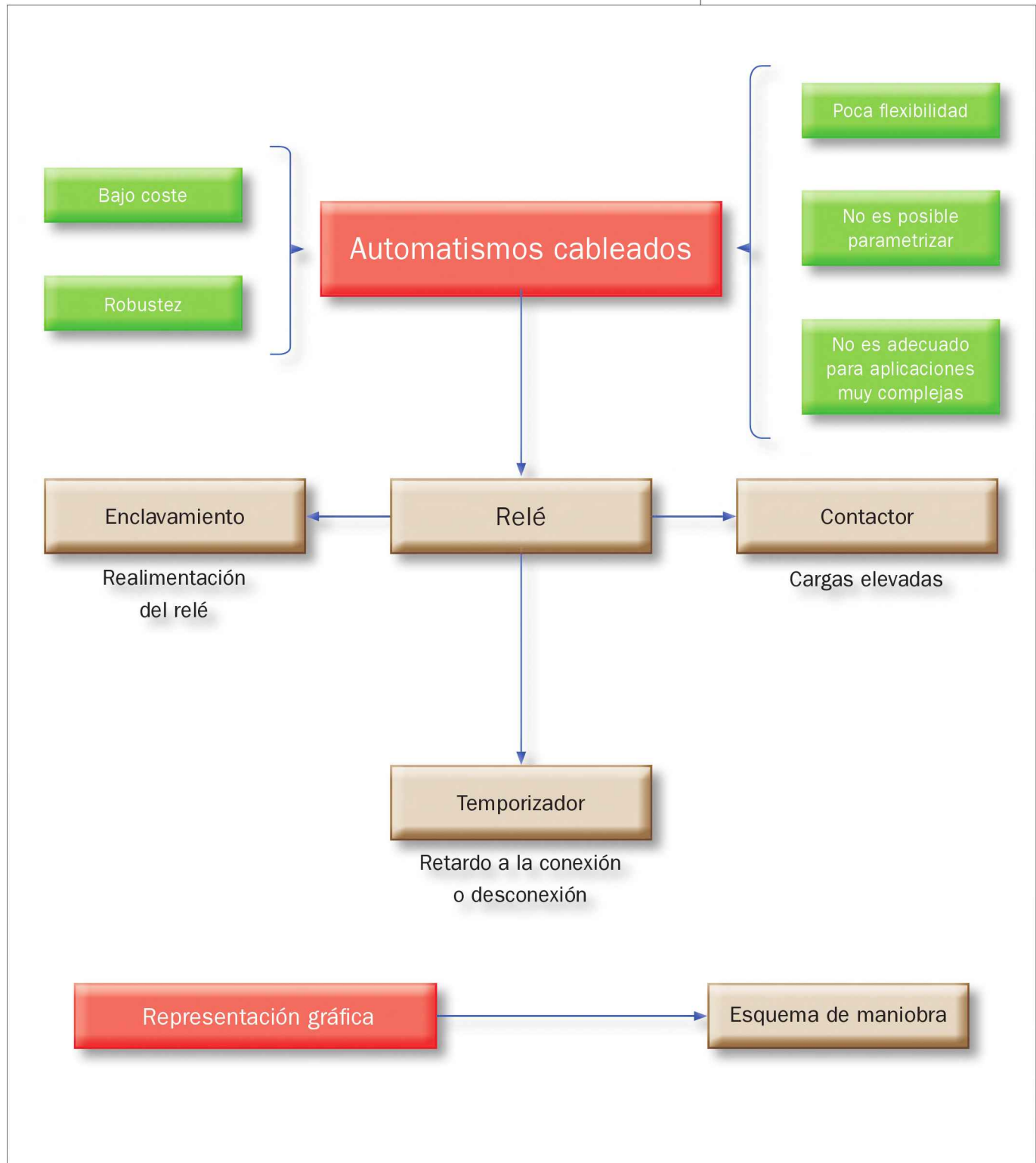
### Actividad propuesta 3.1

Se debe efectuar un circuito que active una alarma cuando se cumple una determinada combinación de entradas (pulsadores). Las combinaciones que harán que se active la alarma son las que se especifican en la tabla siguiente. A partir de la siguiente tabla de verdad, simplifica la función lógica que la verifica mediante el mapa de Karnaugh:

	A	B	C	D
0				
1				
2				
3				
4				
5	0	1	0	1
6				
7	0	1	1	1

	A	B	C	D
8				
9				
10				
11				
12				
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

## Mapa conceptual

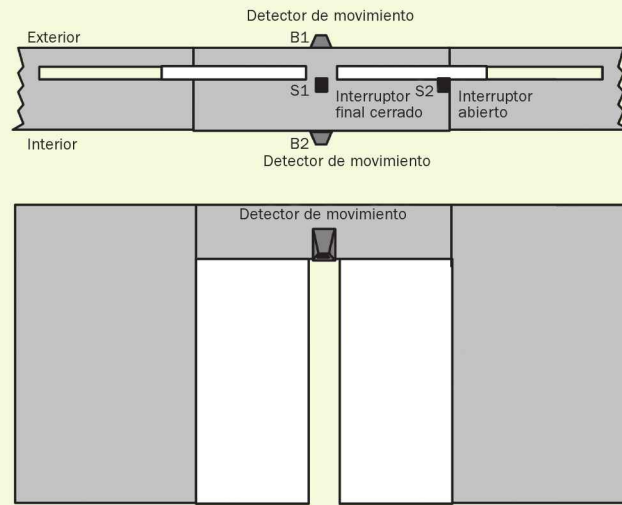


## Prácticas profesionales

### 3.1. Puerta automática

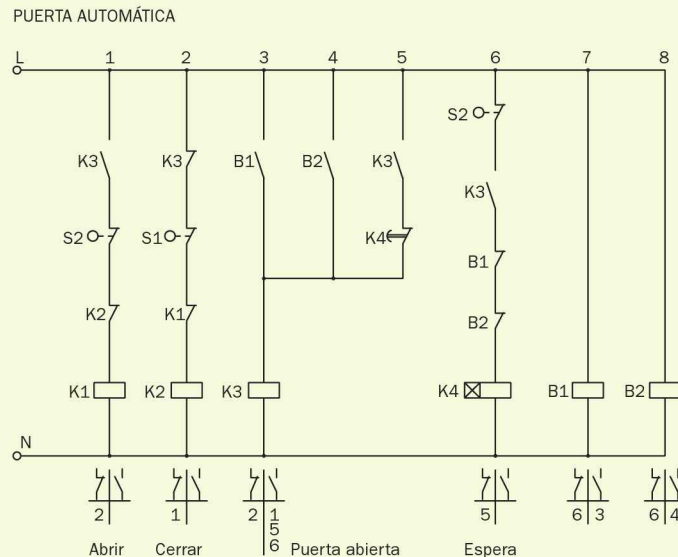
La instalación de una puerta automática debe cumplir los siguientes requisitos: en primer lugar, la puerta debe abrirse cuando se acerca una persona a sus proximidades; la puerta debe permanecer abierta mientras haya una persona en su área de actuación; por último, cuando ya no hay ninguna persona en sus proximidades, la puerta debe cerrarse después de un breve lapso de tiempo.

En la mayor parte de instalaciones, la puerta está accionada mediante un motor que se desplaza a través de un acoplamiento elástico, para evitar posibles lesiones a las personas que queden atrapadas entre ambas hojas cuando la puerta se cierra.



**Figura 3.6.** Funcionamiento de la puerta automática.

El cableado del circuito hace que cuando uno de los detectores de movimiento distingue una persona, se inicia la apertura de la puerta mediante K3. Una vez que queda libre durante un pequeño lapso de tiempo la zona de captación de *ambos* sensores, se produce el cierre de la puerta a través de K3.



**Figura 3.7.** Esquema funcional del circuito de la puerta automática.

### 3.2. Instalación de ventilación

En una instalación de ventilación se emplean dos ventiladores, uno para introducir aire fresco en la sala y otro, situado en el punto opuesto, para extraer el aire cargado de la misma. En la instalación estableceremos también algunos requisitos adicionales: se evitará en todo momento la sobrepresión en el recinto haciendo que el ventilador de entrada *sólo* opere cuando se active el de salida; además, una lámpara de aviso deberá notificar si falla alguno de los dos ventiladores. Los ventiladores serán supervisados por sendos controladores de circulación de aire, de modo que si una vez que los ventiladores comienzan a funcionar no se detecta ninguna corriente de aire, el sistema se desconecta pasado un tiempo prudencial después de haberse detectado la falta de corriente de aire y se indica la existencia de un fallo.

Los componentes que se emplean son los siguientes:

- S0: Pulsador PARO.
- S1: Pulsador MARCHA.
- S2: Controlador de corriente
- S3: Controlador de corriente.
- H1: Testigo luminoso
- H2: Testigo luminoso.

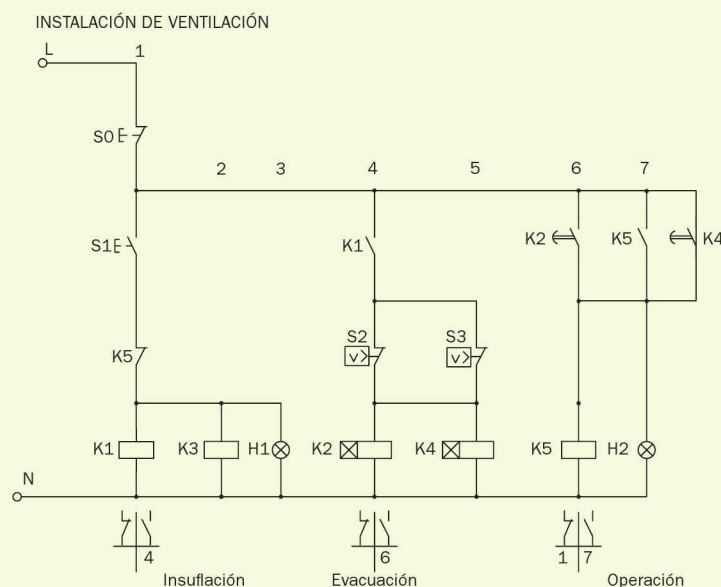


Figura 3.8. Esquema funcional del circuito de la instalación de ventilación.

### 3.3. Portón corredizo

Los accesos a una vivienda o edificio privado, a los recintos propiedad de una empresa, etc., suelen estar provistos de un portón de seguridad que solo se abre cuando un vehículo desea entrar o salir del recinto cerrado. En el circuito siguiente, el portón se abrirá y cerrará mediante sendos pulsadores accionados por un portero o conserje. El desplazamiento puede interrumpirse en cualquier momento y existirá asimismo un dispositivo de seguridad que evitará que en el recorrido del portón queden aprisionadas personas u objetos. Cuando se acciona el pulsador de apertura o de cierre se encenderá una señal luminosa que permanecerá encendida durante todo el movimiento del portón; además, existirá un pequeño retardo entre el accionamiento del pulsador (y el consiguiente encendido de la señal luminosa) y el comienzo del movimiento del portón.

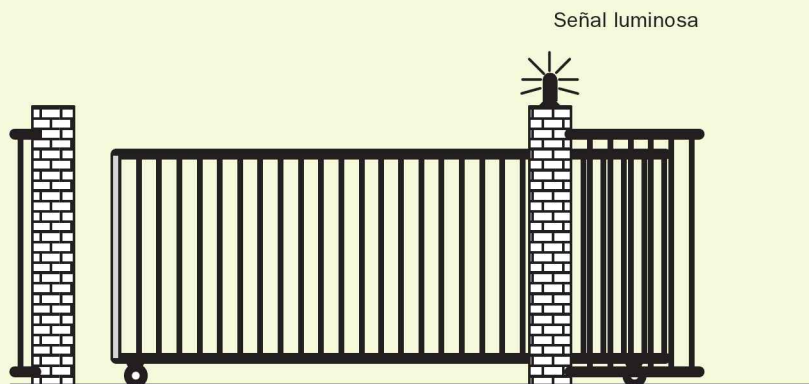


Figura 3.9. Portón corredizo. Cortesía de Siemens.

La solución cableada comprende, entre otros los siguientes componentes:

- S0: Pulsador PARO.
- S1: Pulsador ABRIR.
- S2: Pulsador CERRAR.
- K2: Temporizador de retardo a la conexión del motor de apertura.
- K4: Temporizador de retardo a la conexión del motor de cierre.
- S3 (NC): Final de carrera ABIERTO.
- S4 (NC): Final de carrera CERRADO
- Célula fotoeléctrica PNP para detectar la presencia de obstáculos y evitar que el motor se cierre. **Nota:** Conviene tener en cuenta que las fotocélulas pueden ensuciarse y no funcionar correctamente. En este caso, el mal funcionamiento de la célula no produciría daños a las personas porque el portón, simplemente, no se cerraría, quedando abierto el contacto K7.

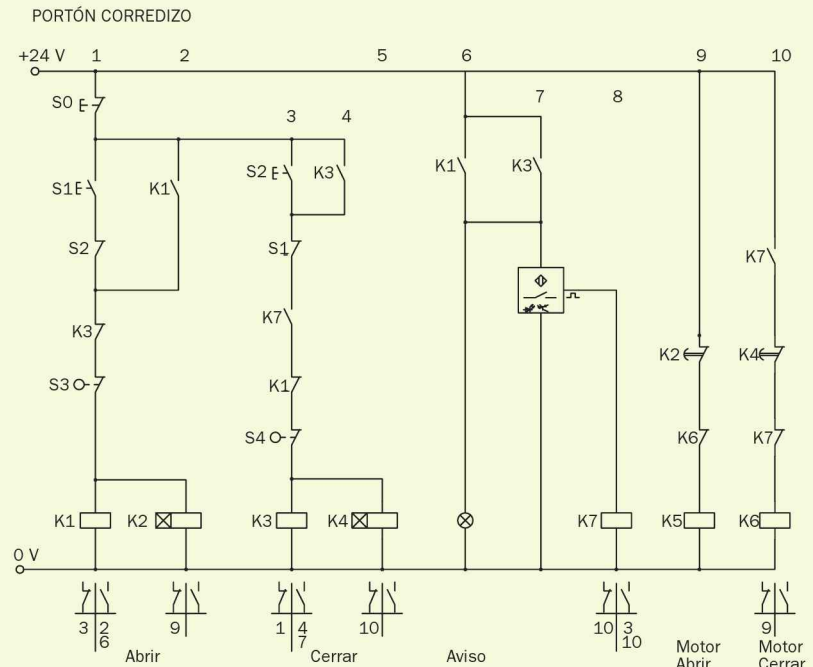


Figura 3.10. Esquema de maniobra de portón corredizo.

### 3.4. Arranque de motores

Aunque poco habitual en el ámbito de la domótica, el arranque de motores en estrella-triángulo es un ejemplo de automatismo bien conocido que nos sirve para ilustrar el control cableado que estamos tratando en este capítulo.

La energía que absorbe un motor durante el período de arranque es la suma de lo que necesita para mantener la velocidad adquirida en cada momento más la necesaria para acelerar las masas. En el momento del arranque, el motor debe producir un par lo suficientemente grande como para vencer la resistencia de los mecanismos propios y de las cargas que estén acopladas mecánicamente al eje del motor.

El aumento de este par posee una consecuencia importante: el aumento de la corriente necesaria para generarlo. Además, dicha corriente debe ser grande debido a la baja resistencia de sus devanados. Durante el arranque el par es proporcional al *cuadrado* de la intensidad absorbida; de este modo, es frecuente que la corriente absorbida —para motores de cierta potencia— supere los valores límite de las compañías suministradoras de energía. Además, el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), en la Instrucción Técnica ITC-BT-47 (“Instalación de receptores. Motores”), fija unos valores máximos de relación entre la corriente de arranque y la nominal del motor.

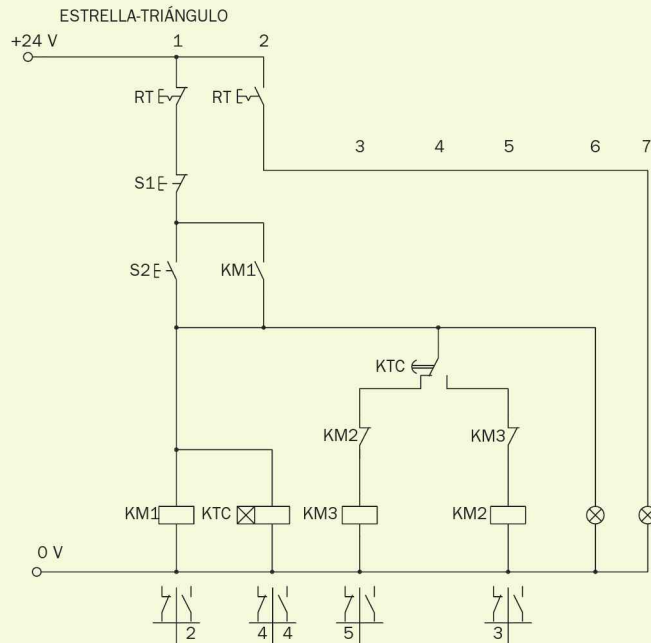
Potencia del motor	Corriente de arranque/ Corriente nominal
Entre 0,75 y 1,5 kW	< 4,5
Entre 1,55 y 5 kW	< 3
Entre 5 y 15 kW	< 2
Más de 15 kW	< 1,5

**Conexión estrella-triángulo (motores trifásicos).**

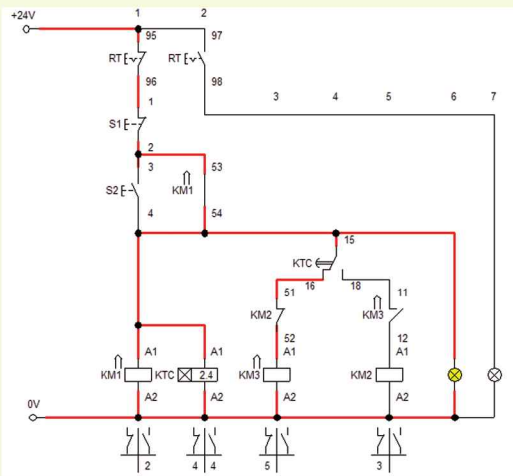
Uno de los métodos más sencillos para el arranque de motores consiste en arrancar el motor conectándolo en estrella y, pasado el período de aceleración, conmutarlo a triángulo. Se efectúa mediante un circuito de maniobra como el que se representa en la figura:

- **KM2:** Conexión en triángulo
- **KM3:** Conexión en estrella.
- **KTC:** Temporización para el cambio de conexión de estrella a triángulo.
- **RT:** Interruptor general del circuito de maniobra.
- Dos indicadores luminosos se encenderán cuando el motor esté conectado y cuando se apague el circuito de mando.

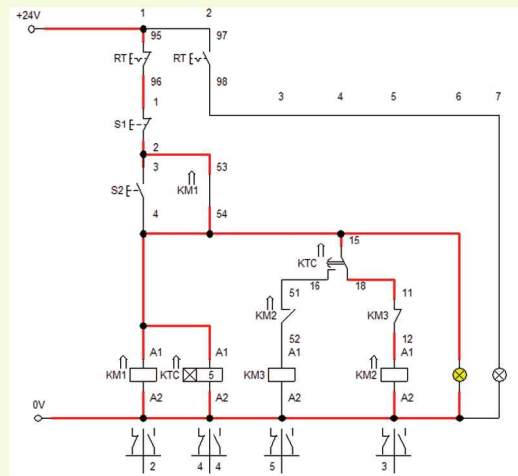
En las figuras siguientes ilustramos diversos estados del circuito.



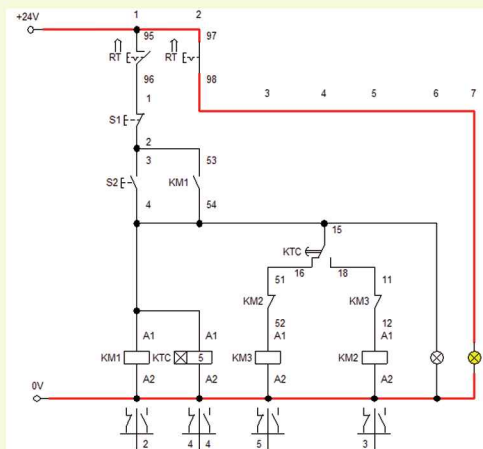
**Figura 3.11.** Esquema de maniobra para el arranque de motor en estrella-triángulo.



**Figura 3.12.** Motor conectado en estrella para su arranque, con el temporizador KTC en "cuenta atrás".



**Figura 3.13.** Motor conectado en triángulo.



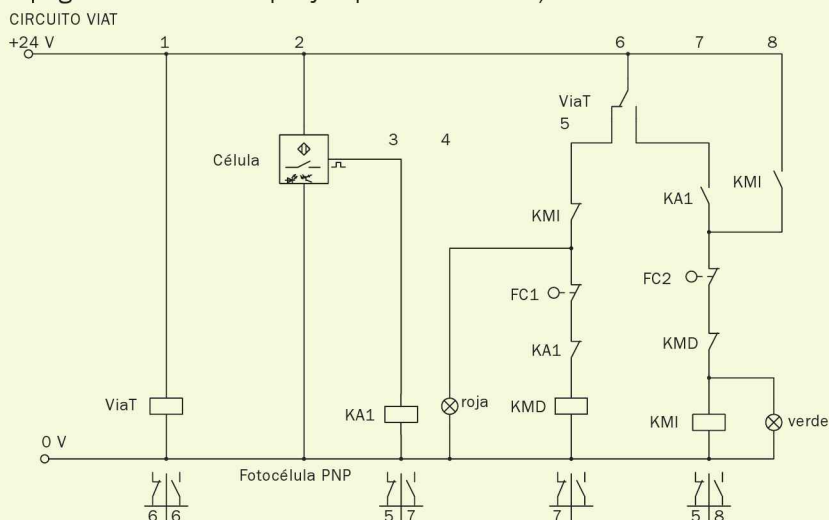
**Figura 3.14.** Desconexión del circuito de mando.

## 3.5. Barrera de autopista con ViaT

Efectuaremos el esquema funcional para el control de una barrera de autopista, que se abrirá si hay vehículo y si este da la señal ViaT (un sistema de pago automático de peajes por radiocontrol) cerrando el contacto.

En ausencia de vehículo, la barrera permanecerá cerrada. Con la barrera subida se enciende una lámpara verde; con ella bajada se enciende una lámpara roja. Entenderemos que el receptor ViaT es una “caja negra” con alimentación y un contacto conmutado.

El siguiente esquema ilustra el esquema de maniobra del automatismo. Se emplean dos finales de carrera *FC1* y *FC2*. *FC1* está abierto con la barrera abajo y *FC2* está abierto con la barrera arriba. El contacto *ViaT* solamente cambia su contacto si el emisor *ViaT* detecta un vehículo autorizado.



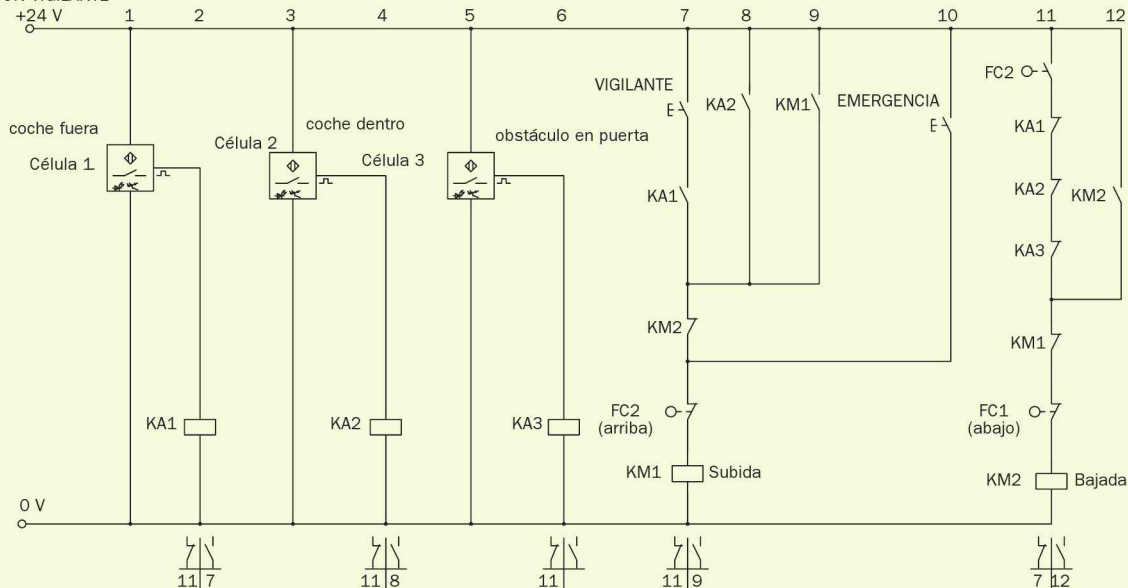
**Figura 3.15.** Esquema de maniobra de la barrera de autopista con ViaT. Nótese que cuando la barrera está abajo *FC1* está pisado, y por tanto *KMD* no está alimentado con el circuito en reposo.

## 3.6. Puerta de parking con vigilante

Se debe dibujar el esquema de maniobra de un automatismo con el siguiente funcionamiento.

- Se trata de un parking con una caseta de vigilante.
- Dos sensores de final de carrera *FC1* y *FC2* detectarán si la barrera está subida o bajada.
- Dos fotocélulas PNP detectarán si el vehículo está dentro o fuera del recinto.
- Si el vehículo viene de fuera del recinto, la barrera la deberá abrir un vigilante mediante un pulsador.
- Si el vehículo procede de dentro del recinto, la barrera se abrirá automáticamente al aproximarse el vehículo.
- La barrera no se puede abrir ni cerrar si no hay un coche cerca.
- Un pulsador de emergencia deberá abrir la barrera independientemente de cualquier circunstancia.
- La subida de la barrera se efectuará mediante *KM1* y la bajada mediante *KM2*.
- El motor viene con un electrofreno incorporado que lo bloqueará si no hay alimentación eléctrica.

PUERTA CON VIGILANTE



**Figura 3.16.** Esquema de maniobra para el circuito de la puerta con vigilante.



## Cuestiones

### 3.1. ¿Qué es un relé?

- a) El elemento básico de un automatismo.
- b) Un dispositivo que funciona mecánicamente.
- c) Un dispositivo que funciona mediante componentes electrónicos.
- d) Un dispositivo temporizador.

### 3.2. ¿Cuál es la diferencia entre relé y contactor?

- a) El relé incluye funciones de temporización y el contactor no.
- b) El relé se emplea para aplicaciones domésticas y el contactor para aplicaciones industriales.
- c) El contactor maneja cargas de potencia más elevada que el relé.
- d) Todas las opciones anteriores son ciertas.

### 3.3. ¿Qué logramos con la función de enclavamiento?

- a) La apertura retardada de un contacto.
- b) El cierre retardado de un contacto.
- c) Que operando un pulsador de MARCHA, un contacto NO quede cerrado mediante una realimentación eléctrica de su salida.
- d) Todas las opciones anteriores son falsas.

### 3.4. ¿Cuál es el resultado de 1 XOR 0?

- a) 1, pues se trata de un 0 exclusivo.
- b) 1, pues se trata de un 0 negado.
- c) 0, pues se trata de un 0 exclusivo.
- d) 0, pues se trata de un 0 negado.

### 3.5. ¿Cuál es el resultado de 0 NOR 0?

- a) 1, pues se trata de un 0 exclusivo.
- b) 1, pues se trata de un 0 negado.
- c) 0, pues se trata de un 0 exclusivo.
- d) 0, pues se trata de un 0 negado.

### 3.6. ¿Cuál es el resultado de 1 NOT 1?

- a) 1.
- b) 0.
- c) La expresión carece de sentido, pues NOT es un operador que solo admite un operando.
- d) El resultado está indeterminado.

### 3.7. ¿Para qué sirve un mapa de Karnaugh?

- a) Para deducir la tabla de verdad a partir de una función lógica.
- b) Para dibujar el esquema de maniobra de un automatismo.
- c) Para la programación de autómatas.
- d) Para deducir la función lógica que verifica una tabla de verdad dada.

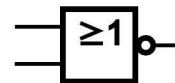
### 3.8. ¿Qué significan las siglas NO en lógica de contactos?

- a) Corresponden a una negación lógica.
- b) Indican un contacto normalmente cerrado.
- c) Indican un contacto normalmente abierto.
- d) Ninguna de las opciones anteriores es correcta.

### 3.9. La conexión estrella-triángulo:

- a) Se usa comúnmente para el arranque de motores, comenzando con una conexión en triángulo y luego conmutando a estrella.
- b) Se usa comúnmente para el arranque de motores, comenzando con una conexión en estrella y luego conmutando a triángulo.
- c) Se emplea para limitar el pico de corriente que requiere el arranque de un motor.
- d) Las opciones b y c son ambas correctas.

### 3.10. ¿Qué puedes decir del siguiente símbolo?



- a) Corresponde a un NOR lógico.
- b) Pertenece a las denominadas comúnmente “representaciones rectangulares” de las operaciones booleanas.
- c) Está normalizado en IEC 60617-12.
- d) Todas las afirmaciones anteriores son correctas.



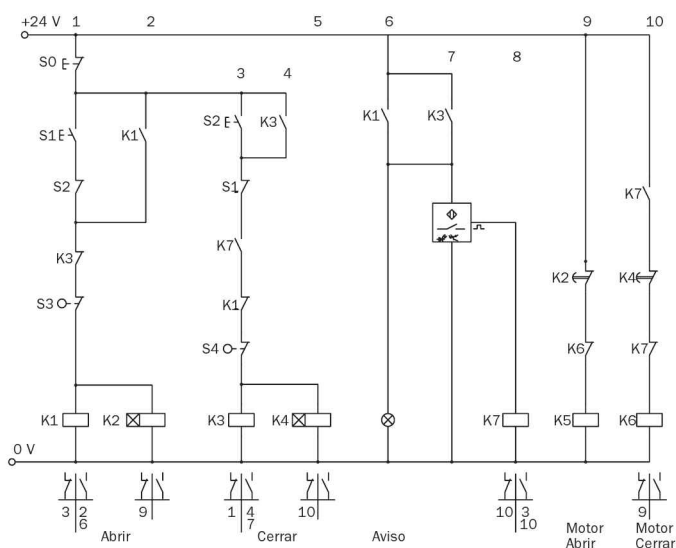
## Actividades de aplicación

**3.1.** A continuación se presentan una serie de características. Asocia cada una de ellas a los circuitos cableados y a los circuitos programados según correspondan:

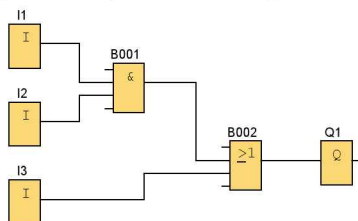
- Menor coste.
- Facilidad para la ampliación del sistema.
- Coste inicial medio-elevado.
- Poca flexibilidad de configuración.
- Posibilidad de modificar los parámetros del circuito.

**3.2.** ¿Qué función desempeña el sensor PNP en el siguiente circuito?

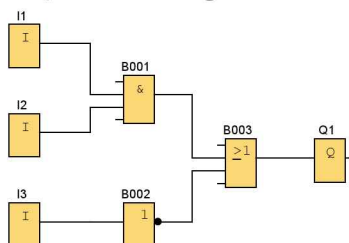
PORTÓN CORREDIZO



**3.3.** Indica a qué función lógica corresponde la siguiente representación gráfica:



**3.4.** Indica a qué función lógica corresponde la siguiente representación gráfica:



**3.5.** Dibuja el mapa de Karnaugh para deducir la función lógica que verifica la siguiente tabla de verdad:

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

**3.6.** ¿Para qué se emplea el arranque en estrella-triángulo en los motores eléctricos?

**3.7.** Dibuja un circuito para manejar tres toldos de un bar. El circuito tendrá:

- Finales de carrera para cada toldo.
- Un motor por toldo.
- Un detector anemométrico.
- Un interruptor crepuscular.
- Un detector horario que plegará los toldos de 24 a 11 horas; durante el día los toldos estarán desplegados si no hay mucho viento y si la luz ambiente en la calle supera cierto umbral.

**3.8.** Efectúa el esquema para la iluminación de un edificio de oficinas de cuatro plantas. Las luces se pueden encender y apagar a voluntad por los usuarios de 8 a 16 horas. Fuera de ese horario, el conserje tendrá un pulsador de apagado general (AG) que apaga las luces del edificio desde la planta baja.

**3.9.** (\*) En la *Práctica profesional 3.5* ("Barrera de autopista con VíaT"), modifica el esquema de maniobra para que la barrera descenda tras un tiempo prudencial, siempre y cuando el vehículo ya haya pasado (es decir, cuando la fotocélula de la barrera no detecte vehículo).

**3.10.** (\*) En la *Práctica profesional 3.6* ("Puerta de parking con vigilante"), modifica el esquema de maniobra para que la puerta se cierre una vez que transcurra un tiempo prudencial, siempre y cuando la célula no detecte la presencia de un obstáculo en la puerta.

# Domótica *low cost*.

## Instalaciones X10 y otras soluciones para aplicaciones domésticas sencillas

# 4



Existen aplicaciones domóticas sencillas y complejas: no es lo mismo automatizar completamente una gran vivienda o un local comercial que implantar un simple mecanismo de riego automático, un aviso telefónico de alarmas técnicas o un sistema sencillo de control de iluminación mediante detectores de presencia. En este capítulo ofrecemos diversas soluciones para aplicaciones *sencillas*; soluciones, por regla general, relativamente *baratas* y, por tanto, atractivas para el usuario.

### Contenidos

- 4.1. Control telefónico de la vivienda.
- 4.2. Instalaciones X10.
- 4.3. La comunicación en X10.
- 4.4. Radiocontrol doméstico.

### Objetivos

- Conocer algunos sistemas básicos para el control telefónico de cargas y el aviso de alarmas técnicas.
- Comprender los fundamentos de las instalaciones X10, su modo de direccionamiento y la forma como se transmite la información en estas instalaciones.
- Identificar los principales módulos existentes para instalaciones X10, sus utilidades, simbología y conexionado.
- Conocer algunas soluciones de control inalámbrico, tanto mediante la aplicación de sistemas X10 por radiofrecuencia como a través de otros sistemas de radiocontrol.

**RECUERDA:**

Existen diversos dispositivos para el control y notificación remoto a través de una llamada telefónica o de un mensaje SMS.

**Actividad propuesta 4.1**

El equipo ROT4, desarrollado y comercializado por SGI Sistemas, es un ejemplo de dispositivo de mando telefónico. Lee atentamente su ficha (la encontrarás en el CD que acompaña a este libro) y resume las características que te parezcan más relevantes. Cita cuatro aplicaciones en las que se podría usar este dispositivo.

**Actividad propuesta 4.2**

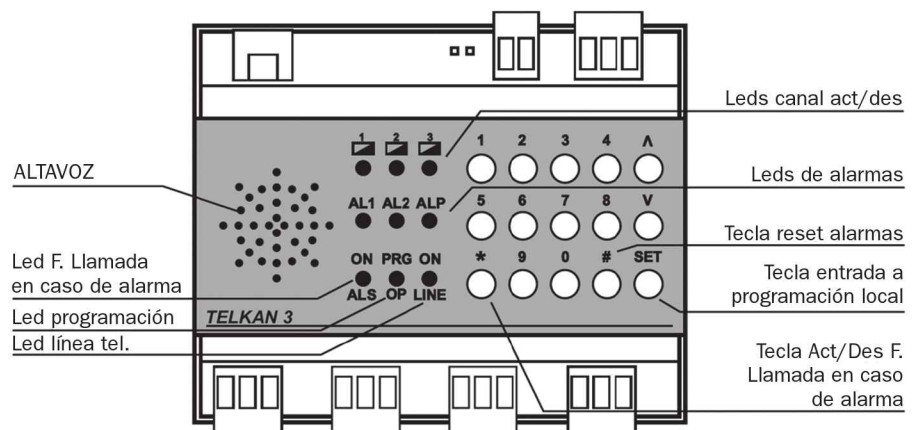
Fíjate en el manual de instalación del dispositivo Telkan-3, que encontrarás en el CD que acompaña a este libro. Dibuja esquemáticamente su esquema de conexiones. ¿Qué cargas es capaz de soportar el aparato?

**4.1. Control telefónico de la vivienda**

Existen muchas aplicaciones de *automatización doméstica* en las que la instalación que debemos llevar a cabo consiste en un *simple control remoto*, o en una *notificación remota*, o quizá en una combinación de ambas. Aplicaciones como el encendido a distancia de una caldera, la conexión de un sistema de riego, la apertura de un portón, la notificación mediante un aviso telefónico en el caso de que se dispare una alarma (gas, inundación, intrusión...). ¿Con qué solución podemos dar respuesta a estos requisitos? Un sistema domótico con bus de campo, por ejemplo, sería desproporcionado para estas sencillas aplicaciones, y su coste, probablemente, resultaría inasumible para el cliente.

En el mercado existen, sin embargo, multitud de dispositivos sencillos que se adaptan perfectamente a esta clase de aplicaciones:

- Los dispositivos de *mando telefónico* permiten controlar a través de una llamada uno o varios aparatos eléctricos. Los modelos que se conectan a la línea telefónica permiten usar el propio número de abonado e incluso combinar el uso del dispositivo con un contestador automático. Para el comando de los dispositivos, se introduce un código de acceso de seguridad y se opera, normalmente, a través de un menú de voz.
- Otros equipos actúan como *transmisor bidireccional*; es decir, permiten tanto controlar a través de llamadas de teléfono diversas cargas de la vivienda como conocer el estado de posibles alarmas o estados de un canal.



**Figura 4.1.** Módulo telefónico bidireccional Telkan-3. Cortesía de Sonder Regulación.

- Por último, existen módulos que permiten efectuar tareas similares a los anteriores pero mediante *mensajes SMS*. En estos mensajes se introduce un código de acceso y, a continuación, el código de la función que se debe activar o desactivar.

## 4.2. Instalaciones X10

X10 es uno de los protocolos más antiguos empleados en las instalaciones domóticas. En su origen, se trata de un protocolo *secreto*, cerrado, propiedad de una empresa escocesa denominada *Pico Electronics*. En 1978 se introdujo por primera vez en Estados Unidos para el control de la automatización doméstica. En 1998, las patentes del protocolo caducaron y muchas empresas comenzaron a fabricar dispositivos compatibles con él. Hoy en día hay más de 190 empresas que fabrican productos compatibles con X10.



Figura 4.3. Logotipo de X10.

Los dispositivos X10 emplean para comunicarse entre sí un sistema de *corrientes portadoras*. ¿Qué significa esto? Que se emplea la propia red eléctrica para transmitir y recibir la información. De este modo, para que el sistema domótico funcione no necesitamos instalar una red de transmisión de datos. Con ello logramos dos ventajas:

- El coste de la implantación de la red domótica es relativamente reducido, ya que solamente tenemos que adquirir los módulos necesarios, sin que sea necesario instalar un cableado específico.
- La instalación domótica puede aplicarse a viviendas ya construidas, al no precisarse instalar una red adicional para la transmisión de los datos.

### SABÍAS QUE...

En telecomunicaciones empleamos el término *redes PLC (Power-Line Carrier)* para referirnos a redes que utilizan una *modulación* sobre la red de distribución eléctrica doméstica. Esa clase de redes puede utilizarse para distribuir información para dispositivos domóticos pero también para la red local de datos (LAN), disponiendo así de una toma para conectarnos a Internet en cada enchufe de la casa. Recuerda que estas siglas se emplean también para referirse a los autómatas programables; no deben confundirse los dos significados de estas siglas.

X10 está pensado para enviar y recibir datos a través de la red eléctrica doméstica (de baja tensión). Recordemos que la red eléctrica doméstica es un circuito —aunque quizá con una topología poco común o un tanto aleatoria— en el que cualquier señal eléctrica que se introduzca en un punto llegará a todos los demás puntos del circuito. Cada uno de los circuitos de los que se compone una instalación doméstica habitual está, como sabemos, conectado con los demás a través del cuadro general.



Figura 4.2. Telkan 1 GSM, módulo bidireccional para control mediante mensajes SMS. Cortesía de Sonder Regulación.

### SABÍAS QUE...

El protocolo fue diseñado por la empresa escocesa *Pico Electronics* a partir de 1974, siendo introducido en el mercado por primera vez en 1978. La empresa forma parte hoy en día de X10 Ltd.

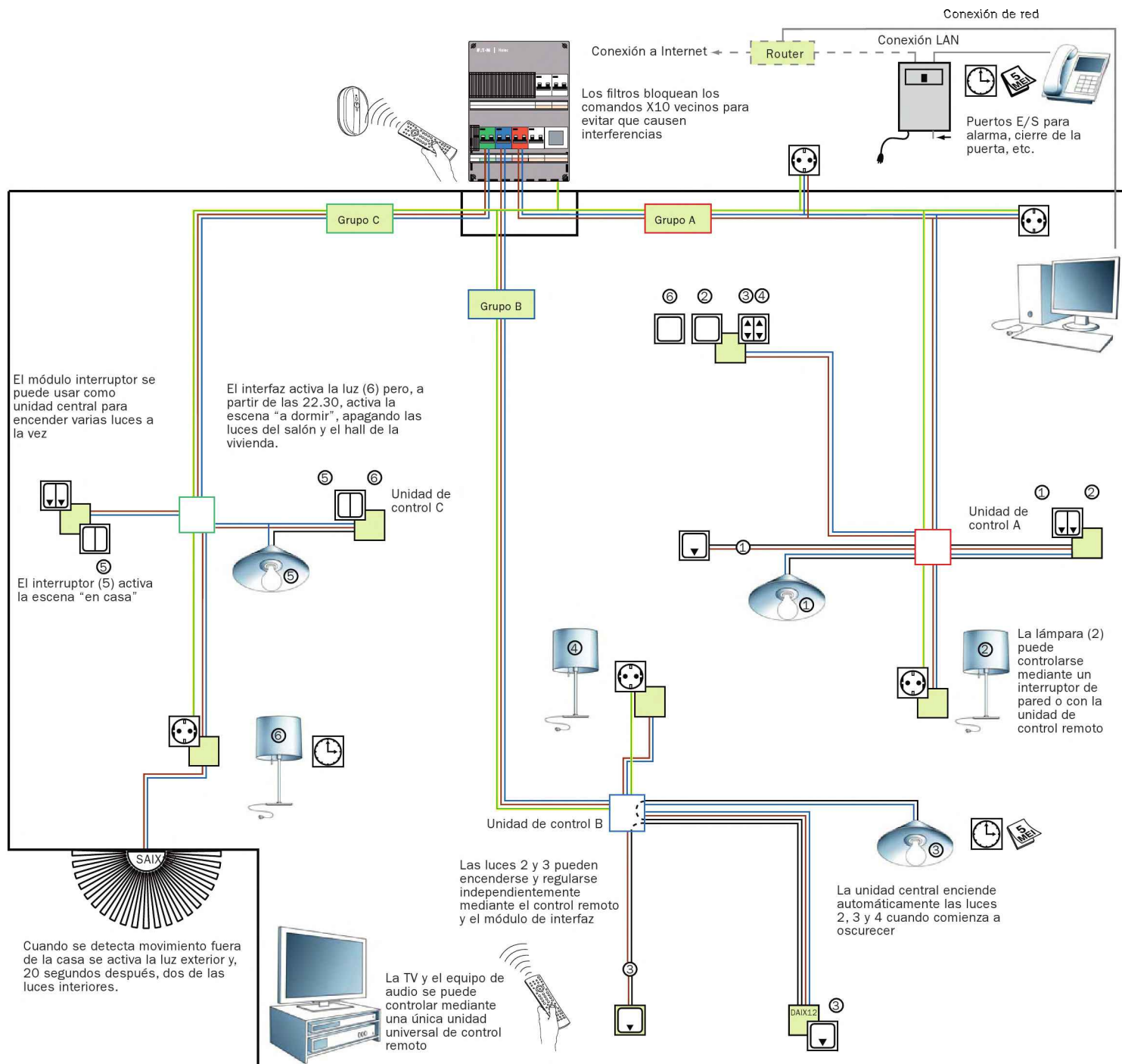


Figura 4.4. Esquema de funcionamiento de una instalación X10. Cortesía de Xanura.

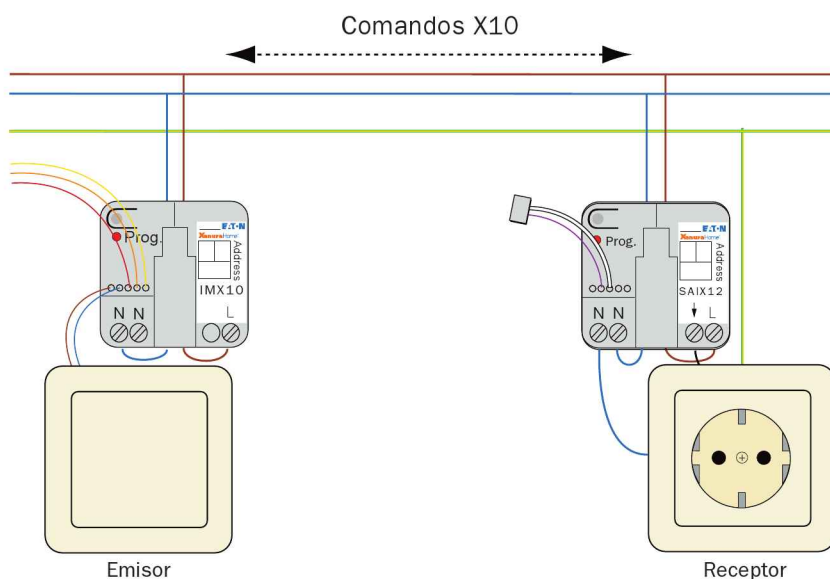
### 4.2.1. La comunicación mediante X10

Los dispositivos X10 están esperando o “escuchando” permanentemente, conectados a la red eléctrica, una señal que contenga una instrucción definida en el protocolo. El dispositivo comprueba si la señal va dirigida a él y, en ese caso, la procesa.

La transmisión de la información conlleva un cierto lapso de tiempo; se trata de un lapso perceptible, en torno a los 1,5 segundos, de modo que la transmisión no nos resulta tan “instantánea” como en otras tecnologías.

### 4.2.2. Direcciones

Todos los comandos X10 vienen precedidos por su *dirección*. El dispositivo que emite un comando X10 simplemente envía dicho comando a toda la red. Será el receptor el que habrá de identificar su propia *dirección* en el mensaje y, en caso positivo, *ejecutar* la instrucción enviada. Si el mensaje que recibe un receptor contiene una dirección que no coincide con la suya, este ignora simplemente el mensaje y sigue esperando hasta el siguiente, sobre el que efectúa el mismo procedimiento.



**Figura 4.5.** Esquema de la transmisión de comandos X10 entre un emisor y un receptor. Cortesía de Xanura Home.

¿Qué es la dirección X10? Se trata de una información compuesta por dos partes: el *código de casa* (*house code*), con valores de la A hasta la P, y el código numérico o *código de unidad* (*unit code* o *key code*), con valores de 1 a 16. La combinación de los 16 valores del código de la casa y los 16 del código de unidad ofrece 256 posibles direcciones. Por defecto, la dirección de cualquier nuevo módulo es A1.

### 4.2.3. Módulos X10

Los dispositivos que se emplean en una red X10 se denominan genéricamente módulos. Se trata de dispositivos sencillos y baratos, pero con una considerable diversidad de características y aplicaciones.

#### SABÍAS QUE...

En Europa, la frecuencia de la red eléctrica es de 50 Hz. Por el contrario, en la red eléctrica de gran parte de América (Estados Unidos, México, Brasil, Venezuela...), la frecuencia es de 60 Hz.

#### Caso práctico 4.1

Imaginemos que empleamos un módulo de iluminación para encender la luz del pasillo cuya dirección es A4.

##### Solución:

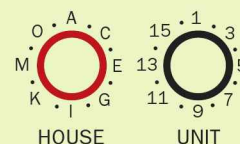
Para hacerlo deberá enviarse la siguiente instrucción a través de la línea eléctrica: **A4 On**.

#### Caso práctico 4.2

¿Cómo seleccionar la dirección?

##### Solución:

En módulos X10 sencillos, hay dos selectores (código de casa y código de unidad) que permiten establecer la dirección. En otros dispositivos más avanzados debemos presionar una serie de botones o enviar algunos comandos X10 al módulo para fijar su dirección.



**RECUERDA:**

El filtro de la instalación se sitúa en el cuadro de distribución, después del diferencial principal y antes de los interruptores magnetotérmicos de la vivienda.



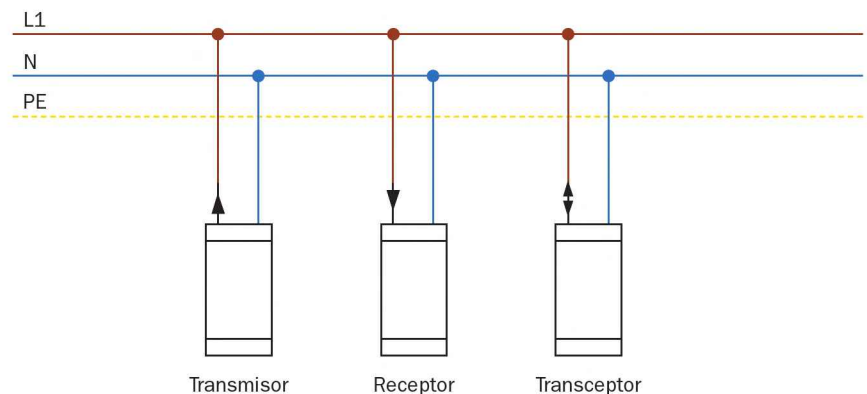
**Figura 4.7.** Filtro para enchufe, filtro/acoplador para carril DIN y acoplador/repetidor. Cortesía de Marmitek.



**Figura 4.8.** Amplificador o repetidor de señal para montaje en caja de registro. Cortesía de Marmitek.

Según su función en la instalación, los módulos se pueden diferenciar en varias categorías:

1. Los **módulos de sistema** adaptan la onda de la señal eléctrica para facilitar la comunicación de la información a través de la red eléctrica.
2. Los **transmisores** y **emisores** sirven para enviar señales a otros elementos de la instalación.
3. Los **receptores** son módulos que únicamente reciben señales a través de la red, sin enviar información alguna.
4. Los **transceptores**, por último, son dispositivos que pueden actuar como transmisores y como receptores.



**Figura 4.6.** Representación genérica de transmisores, receptores y transceptores en una instalación X10.

- La instalación eléctrica de una vivienda no está aislada de las de las viviendas colindantes. Si no se toman las precauciones adecuadas, dos instalaciones contiguas podrían producir interferencias mutuas (los comandos X10 de las viviendas cercanas podrían entrar en nuestra instalación y viceversa). Los *filtros* evitan estas interferencias “reteniendo” la componente de frecuencia a la que se transmiten las órdenes X10 y manteniendo solamente la onda de 50 Hz. El filtro se instala en el cuadro general de protección y distribución. Algunos electrodomésticos y dispositivos (lavadoras, lámparas fluorescentes, etc.), por sus características eléctricas, producen también interferencias en la red que pueden ser *confundidas* por los receptores con señales X10. En esta clase de dispositivos conviene insertar un *filtro supresor de ruido* para evitar dichas interferencias.
- Aunque X10 es un sistema que se emplea mayoritariamente en el área doméstica, en ocasiones es necesario *acoplar* el sistema a una red trifásica. Los acopladores de fases permiten *sincronizar* la señal X10 para adaptarla a una red trifásica.
- Cuando la red eléctrica es muy extensa, puede que las señales de control experimenten una considerable atenuación y se hagan irreconocibles. Los *amplificadores* son dispositivos que toman los comandos X10 y aumentan su potencia para compensar la atenuación producida. Estos dispositivos se programan para especificar qué comandos deben amplificar.
- Recordemos que, en una red domótica, los sensores captan el estado del entorno y los actuadores actúan sobre él. En X10 los principales actuado-

res son el módulo de aparato (*appliance module*), el módulo de iluminación o módulo de lámpara (*lamp module*) y el módulo de persiana (*shutter module*). Los módulos de aplicación y de persiana operan como relés o contactores, abriendo y cerrando el circuito. En cuanto a los módulos de iluminación, hay modelos tipo encendido/apagado y otros tipo *dimmer* que permiten *regular* la intensidad de la luz.

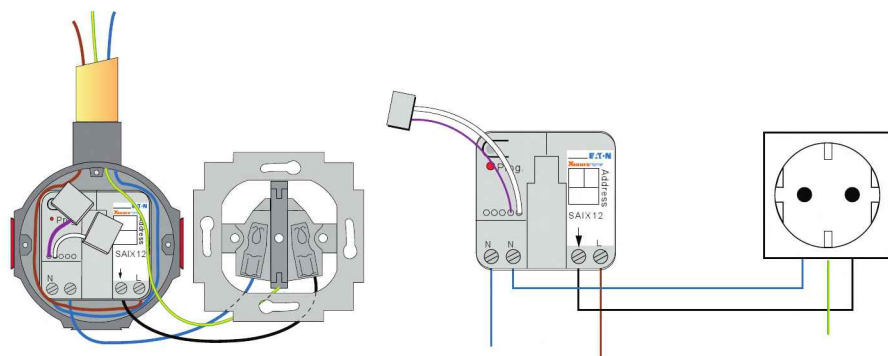


**Figura 4.10.** Módulo de aparato para enchufar, módulo de iluminación para enchufar y módulo de iluminación para caja universal. Cortesía de Marmitek.



**Figura 4.11.** Módulos *dimmer* e interruptor para carril DIN. Cortesía de Marmitek.

Como observamos en las imágenes, existen módulos de aparato e iluminación para enchufar, para montar en carril DIN y para empotrar en cajas universales. Existen incluso módulos de iluminación en forma de casquillo para lámparas.



**Figura 4.12.** Esquema de conexiones de un módulo actuador para caja universal a una base de enchufe. Cortesía de Xanura Home.



**Figura 4.9.** Módulo de aparato. Cortesía de Powerhouse.

### Actividad propuesta 4.3

Lee con atención el manual de usuario del módulo de aplicación enchufable AM12 de Marmitek, que encontrarás en el CD que acompaña a este libro. ¿Cuáles son sus principales características? ¿Qué alcance tienen las señales X10 de los dispositivos de Marmitek? ¿Cuál es la carga máxima (resistiva/inductiva) que se puede conectar al módulo de aplicación?



**Figura 4.13.** Dos modelos de casquillo X10. Cortesía de Marmitek (derecha) y Smarthome (izquierda).

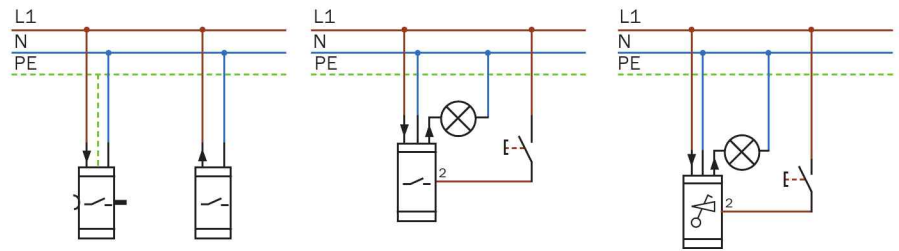
### Actividad propuesta 4.4

Lee con atención el manual de usuario del casquillo para lámpara LM15 de Marmitek, que encontrarás en el CD que acompaña a este libro. ¿Cuáles son sus principales características? ¿Cómo se establece la dirección del dispositivo en este módulo si carece de los selectores de código de casa y de unidad? ¿Qué tipo de lámparas podemos emplear con él? ¿Efectúa funciones de regulación o solo de encendido y apagado?

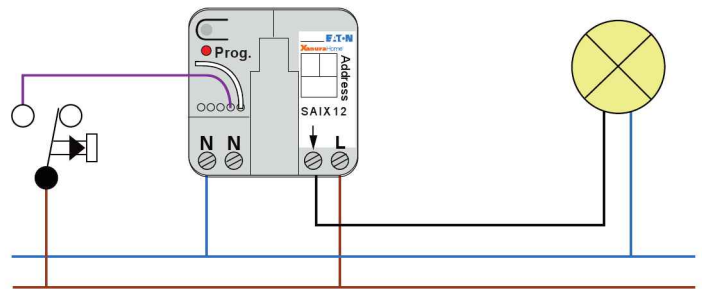
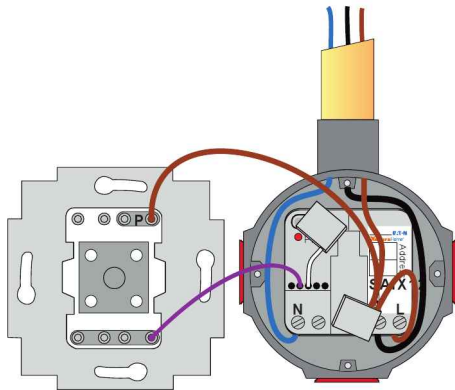
### Actividad propuesta 4.5

Fíjate en el manual de instrucciones del módulo de aparato para carril DIN de Home Systems, que encontrarás en el CD que acompaña a este libro. Resume en un cuadro sus principales características. ¿Dispone de accionamiento local?

Los módulos de aparato o iluminación enchufables actúan en función de los comandos recibidos a través de la red eléctrica (o, en algunos modelos, también mediante radiofrecuencia, como veremos enseguida). Sin embargo, muchos módulos de carril DIN admiten también la conexión de pulsadores convencionales, para actuar en modo *telerruptor*. Algunos modelos disponen de dos entradas auxiliares, una para interruptores convencionales y otra para pulsadores. Hay también módulos para carril DIN que cuentan con un interruptor o regulador en el propio módulo —además de la entrada o entradas auxiliares— para poder accionarlos localmente. Un ejemplo de uno de ellos lo podemos ver en la **Figura 4.11**.



**Figura 4.14.** Izquierda: Esquema de conexión de un módulo de aparato enchufable. Centro: Esquema de conexión de un módulo de aparato empotrable con pulsador auxiliar. Derecha: Esquema de conexión de un módulo de lámpara *dimmer* con pulsador auxiliar.



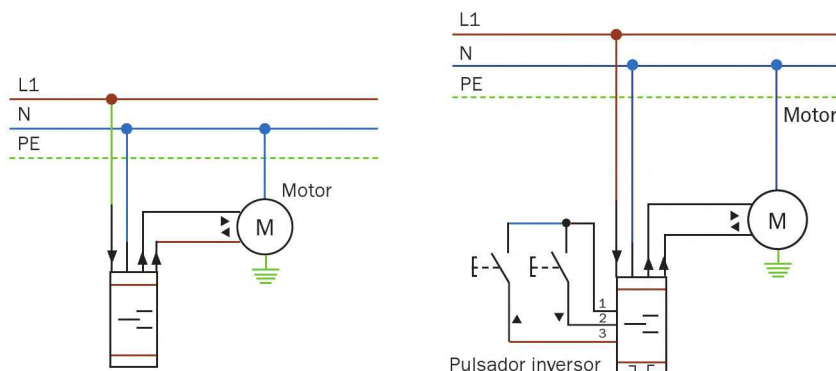
**Figura 4.15.** Esquema de conexiones de un módulo de iluminación para caja universal a una luminaria. Cortesía de Xanura Home.

### Actividad propuesta 4.6

Explica en pocas palabras cada uno de los esquemas de la anterior figura (fíjate si es necesario en la simbología X10, que encontrarás en el siguiente epígrafe). Dibuja el esquema de conexiones de un módulo para carril DIN con un pulsador auxiliar para (a) accionar un timbre; (b) accionar una carga de potencia media mediante un contactor. Emplea la simbología eléctrica normalizada.

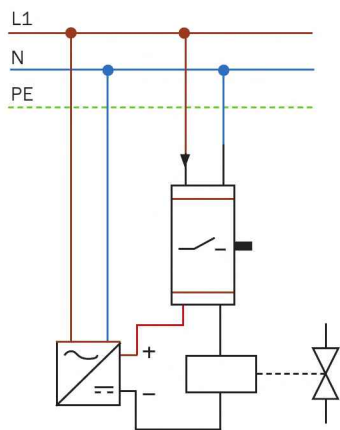
- Una de las aplicaciones domóticas más habituales, además del control de iluminación, es la gestión de la subida y bajada de persianas (o, de modo equivalente, el plegado y desplegado de toldos). Existen módulos X10 destinados a esta operación, tanto para instalar en carril DIN como para empotrar o colocar en falso techo. En esta clase de módulos, contamos con dos bornes para la conexión a la red eléctrica y otros dos para la conexión del motor eléctrico (subida y bajada). En ocasiones, disponemos

de entradas adicionales para la conexión de pulsadores, de modo que las persianas se pueden accionar localmente o a través de los comandos X10 enviados a través de la red.



**Figura 4.16.** Izquierda: Esquema de conexiones de módulo de persiana sin pulsadores auxiliares. Derecha: Esquema de conexiones de módulo de persiana con pulsadores auxiliares.

- Para aplicaciones de muy baja tensión (12 o 24 voltios) existen módulos receptores universales que se pueden emplear, por ejemplo, para abrir y cerrar electroválvulas, como en el circuito que representamos en la figura.



**Figura 4.18.** Esquema de conexión eléctrica de un módulo receptor universal a una electroválvula.



**Figura 4.19.** Módulo receptor universal. Cortesía de Marmitek.

- Todos los módulos que hemos tratado hasta aquí pertenecen a la categoría de *actuadores*: reciben los comandos X10 a través de la red eléctrica y actúan en consecuencia. Existe otro grupo de módulos *emisores* (o *transmisores*) que envían, emiten o transmiten las órdenes correspondientes, a partir de la pulsación de un botón, la detección de un sensor de presencia, etc. Podemos citar también los módulos programadores —que permiten enviar órdenes a través de la red X10 en los momentos que se hayan programado— y las unidades controladoras, con las que podemos gestionar el encendido, apagado, etc., de los diversos dispositivos de la red.

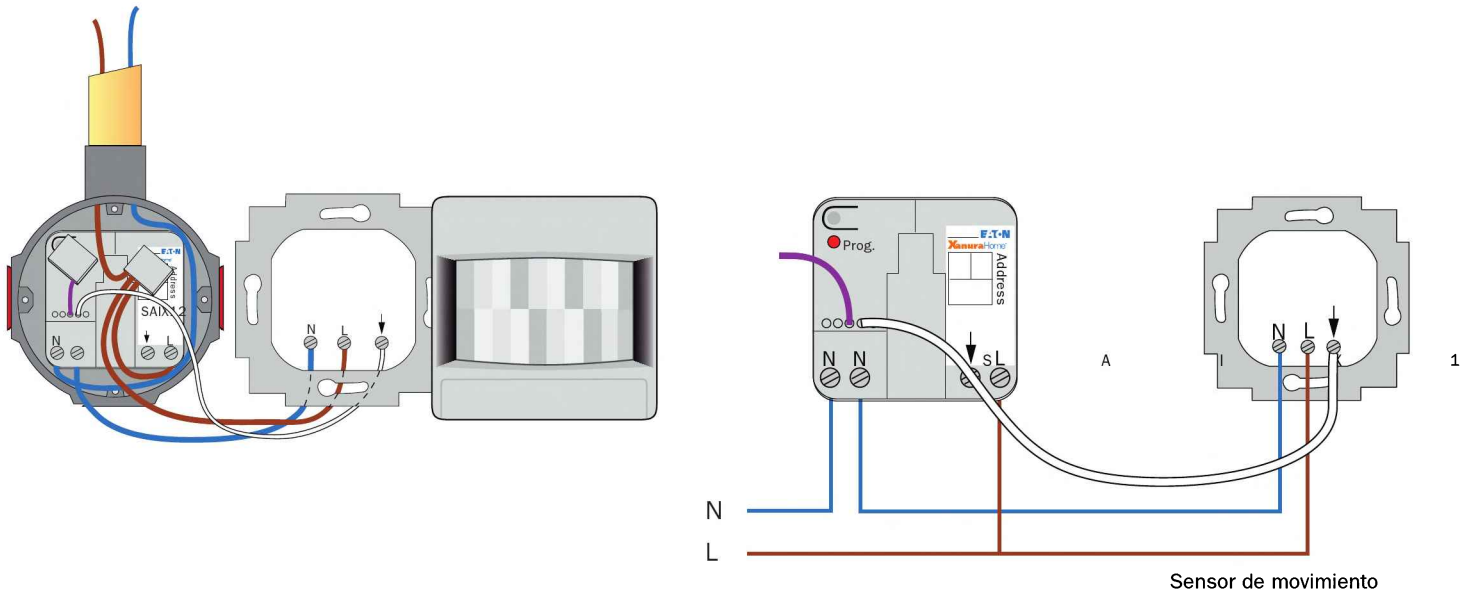


**Figura 4.17.** Módulo de persiana para empotrar. Cortesía de Marmitek.



#### RECUERDA:

A la red de control X10 se conectan diversos tipos de sensores y actuadores.



**Figura 4.20.** Esquema de conexiones de un módulo emisor para caja universal a un sensor de movimiento. Cortesía de Xanura Home.



**Figura 4.22.** Módulo DoMobile para la comunicación de comandos X10 a través de telefonía móvil GSM. Cortesía de Domótica Viva.

### Actividad propuesta 4.7

(a) Consulta las características técnicas del *Maxicontrolador LCD* de Home Systems, que encontrarás en el CD que acompaña a este libro. ¿Qué funcionalidades de comunicación telefónica permite este dispositivo? (b) Busca en el sitio web Domótica Viva <http://www.domoticaviva.es> información sobre el módulo *DoMobile*. Resume las características que te parezcan más interesantes.



**Figura 4.21.** Izquierda: Transmisor de cuatro canales. Centro: Controladora doméstica. Derecha: Mando a distancia para controladora doméstica. Cortesía de Marmitek.

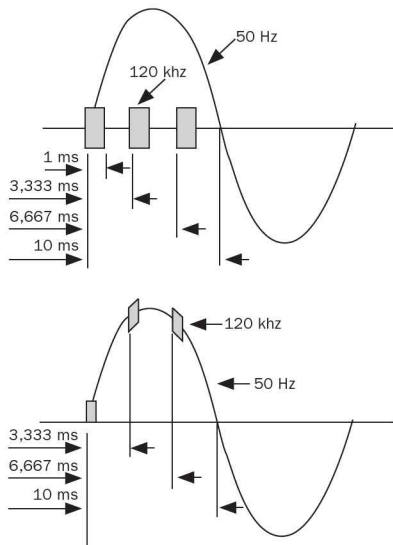
Citaremos también, en este grupo de componentes, los módulos de transmisión telefónicos y los de conexión a PC. Los primeros inyectan en la red las órdenes recibidas a través de la línea telefónica o a través de telefonía móvil.

### 4.2.4. Simbología

En las siguientes tablas se presentan los símbolos normalizados de los principales componentes de una instalación X10.

Filtros, acopladores y amplificadores	
	Filtro en general.
	Filtro con acoplador de fase.
	Acoplador de fases sin filtro.
	Filtro supresor de ruido enchufable con condensador.
	Filtro supresor de ruido.
	Amplificador monofásico.
	Amplificador trifásico.
Actuadores	
	Módulo de aparato enchufable.
	Módulo de aparato para empotrar o colocar en falsos techos.
	Módulo de aparato para carril DIN.
	Módulo de iluminación para enchufar.
	Módulo de iluminación para empotrar
	Módulo de iluminación para carril DIN.
	Módulo de persiana.
	Módulo de persianas para carril DIN con cuatro entradas auxiliares para pulsadores.
Receptores	
	Módulo receptor universal.

Transmisores y emisores	
	Módulo emisor universal.
	Transmisor de empotrar.
	Módulo transmisor de más de un canal.
	Módulo transmisor regulador.
	Módulo emisor programador.
Controladores y comunicaciones	
	Unidad controladora.
	Unidad controladora con receptor de infrarrojos.
	Mando a distancia.
	Módulo de radiofrecuencia.
	Módulo de radiofrecuencia enchufable.
	Módulo bidireccional PC enchufable.
	Módulo bidireccional PC con conexión RS-232.
	Módulo bidireccional PC con conexión USB.
Sirenas y timbres	
	Módulo bidireccional PC con conexión USB.
	Sirena remota.



**Figura 4.23.** Tres bits X10 en forma de ráfagas de 120 kHz sobre la onda senoidal de 50 Hz.

#### SABÍAS QUE...

En Europa, la transmisión de señales a través de la red de distribución eléctrica está regulada por la normativa CENELEC EN 50056, que establece que la transmisión de señales debe efectuarse en frecuencias situadas entre los 3 y los 148,5 kHz.

### 4.3. La comunicación en X10

El protocolo emplea una modulación relativamente sencilla: cuando la onda senoidal de 50 Hz de la tensión eléctrica pasa por el valor de 0 V, se inserta una ráfaga de señal (una señal de 0,5 W y 1 ms de duración) a una frecuencia de 120 kHz. El “1” binario se representa mediante un pulso de 120 kHz durante 1 ms (120 pulsos senoidales) y el “0” binario se representa por la ausencia de dicho pulso.

El mismo bit X10 se transmite repetido tres veces. Además, en el ciclo negativo de la onda se transmite el *complementario* de dicha información. Si el bit transmitido en el ciclo positivo es un “1”, en el negativo se transmitirá un cero y viceversa. De este modo, *en cada ciclo de la onda eléctrica se transmite un bit*. El ancho de banda del sistema es de 50 bps.

Los bits se agrupan en *palabras* de cuatro o cinco bits, correspondientes al código de inicio de la transmisión, la dirección del dispositivo al que va dirigida la orden y la orden o función que deseamos enviar (encender, apagar, regular, etc.)

Cada telegrama X10 comprende 13 bits, que corresponden a 11 ciclos de la onda eléctrica. Ello introduce un cierto *retardo* en la transmisión de las señales. Así, con este protocolo, las señales no llegan de modo *instantáneo* a los dispositivos a los que van destinadas.

#### SABÍAS QUE...

Para transmitir una orden a un dispositivo X10 se transmitirán, en realidad, **dos telegramas** de forma consecutiva. El primero especifica claramente el **dispositivo** al que va destinado el mensaje. El segundo especifica la función que se debe realizar. Así, por ejemplo, para encender el dispositivo de dirección A3 se transmitirían dos telegramas, **A3** y **A Encender**.

#### 4.3.1. Software para el uso de X10

El protocolo X10 es robusto y fácil de comprender, pero en ocasiones puede presentarse como un protocolo domótico excesivamente simple y un tanto obsoleto. Sin embargo, al combinarlo con un ordenador personal dotado del *software* apropiado permite hacerlo más versátil, cómodo y flexible. Con unos mínimos conocimientos de programación podremos enviar desde nuestro PC señales a los módulos X10 según una compleja temporización, o atendiendo a las señales de diversos sensores o detectores. En este caso, la red de control se convierte en un *sistema centralizado*, en el que el ordenador actúa como “cerebro” de la instalación. Las desventajas de este tipo de sistema son que el ordenador debe estar encendido constantemente, con el consiguiente consumo eléctrico y propensión a fallos; además, si el ordenador falla, toda la red se viene abajo.

Lo primero que debemos tratar es cómo conectar nuestro ordenador con la red eléctrica o, más propiamente, con la red PLC. Existen diferentes disposi-

tivos que se conectan a diversos *puertos* del ordenador y que traducen las señales del ordenador a señales X10 y viceversa. Una vez traducidas, dichas señales se envían o reciben directamente de la red PLC, a través de una conexión directa a un enchufe, o se pueden comunicar de modo inalámbrico a los dispositivos que permitan esa clase de comunicación.

Entre los interfaces que se conectan al puerto serie RS232 del ordenador podemos citar el *CM11A*, el *CM17A* o el *MR26A*, entre otros. Estos dos últimos proporcionan la posibilidad de enviar y recibir los comandos X10 vía *wireless*.

Los dispositivos que emplean el puerto USB para comunicarse son el *CM15A* y el *CM19A*. Se trata, en general, de dispositivos más modernos que los anteriores, con funcionalidades *wireless*.

### 4.3.2. EyeTouch

*EyeTouch* es un controlador de pantalla táctil desarrollado por *Home Systems* para la gestión centralizada de una red X10. *EyeTouch* no solo permite el control de los módulos de la red, sino que además con él se pueden gestionar alarmas, crear escenas, efectuar programaciones horarias, etcétera.

*EyeTouch* se conecta a la red X10 y dispone también de conexiones RS-232 y Ethernet. A través de este puerto se conecta al *router* de la red de área local doméstica, con lo que sus funciones se pueden gestionar a través de su interfaz web, tanto dentro como fuera de la casa. Su configuración se efectúa desde un ordenador personal conectado a la LAN doméstica.



**Figura 4.24.** Controlador *EyeTouch* con el menú general en su pantalla. Cortesía de Home Systems.

### 4.3.3. Resolución de problemas

Los principales problemas con los que nos podemos encontrar en una instalación X10 son los siguientes:

- La **atenuación de señal** es un problema relativamente común en las redes X10. A medida que se transmite a través de la red, la señal se atenúa; su potencia se vuelve más débil. Existen diversos dispositivos que actúan co-



#### RECUERDA:

En el protocolo X10, cada una de las funciones que enviamos se transmite a través de una *trama* o *telegrama*. Estos están compuestos por 13 bits y se transmiten en 11 ciclos de la corriente eléctrica.



#### RECUERDA:

El interfaz X10 permite comunicar el ordenador con la red PLC para enviar y recibir paquetes X10 a través de ella. Existen interfaces de puerto serie RS232 y otros para conexión con el puerto serie USB.

### Actividad propuesta 4.8

Busca en Internet el precio actualizado de la controladora *EyeTouch*. Compáralo con el de otros módulos X10.

### Actividad propuesta 4.9

En el CD que acompaña a este libro encontrarás el manual de usuario de *EyeTouch*, sus características y su ficha técnica. Lee esta documentación atentamente y explica: (a) cómo configurar el controlador; (b) cómo configurar los dispositivos; (c) cómo efectuar una programación horaria para el encendido y apagado de los dispositivos X10 domésticos.



**Figura 4.25.** Transceptor, sensor de movimiento, interruptores y mando a distancia para el control por radiofrecuencia. Cortesía de Marmitek.

### Actividad propuesta 4.10

Fíjate en el catálogo del sistema de control vía radio de Jung y en su catálogo de precios de 2010, que encontrarás en el CD que acompaña a este libro (puedes acudir al sitio web de Jung Ibérica para disponer de información más actualizada). Diseña un sistema que conste de dos interruptores-emisores empotrados en pared, un detector de movimiento y dos actuadores *dimmer* para empotrar, uno normal y otro para fluorescencia. ¿Cuál sería el coste de todos esos elementos? Prepara una hoja de cálculo con dicha información.

mo “sumideros de señal”, contribuyendo especialmente a su atenuación: algunos de ellos son las televisiones, los ordenadores y periféricos. El problema se resuelve habitualmente situando un filtro supresor de ruido entre el dispositivo y la red.

- Las señales X10 pueden experimentar **interferencias** debidas a otros dispositivos que empleen la red de corriente alterna como medios de transmisión (por ejemplo, los adaptadores Ethernet sobre PLC o los monitores para bebés).
- Los *dimmers* de empotrar de gama baja generan mucho **ruido eléctrico** en la red y causan diversos problemas con X10. A veces, el sistema deja de funcionar; en otras ocasiones, el *dimmer* hace que los módulos X10 se calienten excesivamente, lo que reduce su vida útil.

Como ocurre en cualquier otra avería de los sistemas eléctricos o de comunicación domésticos, la solución a las disfunciones de la instalación requiere *aislar el problema*. Para ello existen dispositivos especiales, como el medidor de señal ELK ESM1-X10, que muestra la tensión de la señal y posee un LED que indica si es correcta.

## 4.4. Radiocontrol doméstico

Las soluciones de control inalámbrico son ideales en muchas situaciones en las que se quiera implantar un sistema de coste reducido o en viviendas antiguas o en otros emplazamientos en los que sea complejo acometer la preinstalación de un sistema con bus de campo.

### 4.4.1. X10 inalámbrico

La red X10 se puede extender mediante *controladores inalámbricos*. Estos controladores se enchufan a la red PLC y actúan como transceptores, recibiendo señales inalámbricas, transformándolas e inyectándolas en la red eléctrica y viceversa.

El uso de sistemas inalámbricos X10 posee una desventaja: *no es seguro*. Cualquier persona que en las inmediaciones de nuestra instalación tenga un transceptor inalámbrico con el mismo código de casa y unidad que el nuestro podrá enviar comandos a nuestra red. No obstante, algunos dispositivos disponen de sistemas de seguridad integrados que modifican la frecuencia de envío y recepción para evitar ser manipulados o inhibidos.

### 4.4.2. Otros sistemas de radiocontrol

Junto con el sistema inalámbrico X10, en el mercado se pueden encontrar otras alternativas de sistemas más sencillos y de coste más reducido, especialmente adaptados para *pequeñas aplicaciones*. Generalmente, la desventaja de esta clase de sistemas es que son *propietarios* y solamente se pueden comunicar con dispositivos del mismo fabricante.

Mencionamos a título de ejemplo el sistema de radiocontrol de la empresa Jung, que opera a una frecuencia de 433 MHz y dispone, básicamente, de los mismos módulos que X10: actuadores para empotrar, para carril DIN y para colocación en falso techo, sensores, transmisores, mandos a distancia, etcétera.

# Amplía tus conocimientos

## Control de la instalación X10 mediante nuestro ordenador

Mediante un ordenador personal y un interfaz adecuado podemos enviar y recibir comandos de la red X10. Con ello el sistema se vuelve mucho más flexible y versátil, puesto que el ordenador pasa a actuar como “cerebro” de la instalación. Existen diversas aplicaciones disponibles para el control de la red X10 para sistemas operativos *Windows*, *GNU/Linux* y *Macintosh*.

### HomeSeer

*HomeSeer* es uno de los programas más populares para el control de dispositivos X10 en sistemas operativos *Windows*. Mediante un interfaz de usuario intuitivo, permite ver y controlar una enorme variedad de dispositivos y módulos domóticos. Además, ofrece la posibilidad de *dictar* los comandos X10 mediante voz e incluye un interfaz web para controlar la casa desde cualquier lugar del mundo donde exista una conexión a Internet.

#### HomeSeer Web Control

6/6/2007 1:54:20 PM Sunrise: 5:16 AM Sunset: 8:21 PM User: rgm

HomeSeer

[Home](#) | [Status](#) | [Events](#) | [Log](#) | [Control Device](#) | [Poll Device](#) | [TV/Video Game](#) | [Setup](#) | [Help](#) | [Log Out](#)

[Add Device](#) | [Show All](#) | [Refresh](#) | [Top](#)

All Locations

Status	Location	Name	Code	Type	Last Change	Control
Unknown	Attic	Attic Fan	A13	Appliance Module	Unknown	On Off
Off	Front Hall	Table Lamp	A7	LM465 (Lamp Module)	Yesterday at 11:00:00 PM	On Off 0%
Unknown	Garage	Garage Vent	A15	Appliance Module	Unknown	On Off
Off	Kitchen	Instant Hot	A12	Appliance Module	Today at 11:55:01 AM	On Off
Off	Master Bedroom	Light Bar	A4	Lamp Module w Status	Yesterday at 9:27:35 PM	On Off 0%
Off	Master Bedroom	Table Lamp	A5	Lamp Module w Status	Yesterday at 9:27:35 PM	On Off 0%
Off	Master Bedroom	Recessed (Bed)	A3	SwitchLinc	5/26/2007 10:34:33 PM	On Off 0%
On	Master Bedroom	DrapeBoss	A6	Appliance Module	6/1/2007 9:06:58 AM	On Off
Off	Study	Table Lamp	A8	LM465 (Lamp Module)	Yesterday at 9:00:00 PM	On Off 0%
22 mph	Temperature	Forecast Wind Speed	--	Wind Speed	4/11/2007 11:50:36 AM	
100%	Temperature	Forecast Humidity	--	Humidity	4/11/2007 8:13:57 AM	
29.62 inHg	Temperature	Forecast Barometric Pressure	--	Barometer	4/11/2007 11:50:36 AM	
0	Temperature	Forecast UV Index	--	Index	4/11/2007 1:04:04 AM	
1	Temperature	Forecast Visibility	--	Distance	4/11/2007 10:45:28 AM	
21°F	Temperature	Forecast Real Feel	--	Temperature	4/11/2007 11:50:36 AM	

**Figura 4.26.** Interfaz web de *HomeSeer*, en la que podemos visualizar y modificar el estado de los dispositivos domésticos.

### Heyu

*Heyu* es un paquete de control que se puede instalar en sistemas operativos *GNU/Linux*. Su licencia no es propiamente *libre*, pero se puede obtener gratuitamente de su página web y redistribuir de modo gratuito. Su operación se efectúa en *línea de comandos*; aunque ese funcionamiento resulta menos intuitivo que los sistemas basados en controles gráficos, la gran ventaja de *Heyu* es que podemos efectuar de modo muy sencillo guiones o *scripts* para añadir condiciones, programar secuencias, repeticiones, etcétera. Además, tanto el sistema operativo *GNU/Linux* como el propio *Heyu* requieren muy pocos recursos, con lo que se puede utilizar un ordenador antiguo y fuera de uso para que actúe como “cerebro domótico” de la vivienda.



#### RECUERDA:

Para poder controlar una instalación X10 desde nuestro ordenador necesitamos un interfaz para conectar al puerto RS-232 o al USB. En el texto del capítulo han citado varios ejemplos de estos interfaces.

#### Para saber más:

En el CD que acompaña a este libro encontrarás una versión de prueba de 30 días de *HomeSeer*.



#### RECUERDA:

Puedes descargar el software *Heyu* desde el siguiente enlace:

<http://www.heyu.org>

# Amplía tus conocimientos

Junto con *Heyu*, además, se pueden instalar diversos interfaces web para facilitar el manejo de los dispositivos. Entre ellos podemos citar *domus.Link*.

## Para saber más:

La instalación de *Heyu* se efectúa mediante la siguiente secuencia de comandos:

```
$ cd /usr/local/src
$ wget http://www.heyu.org/download/heyu-2.X.X.tgz
$ tar xvf heyu-2.X.X.tgz
$ cd heyu-2.X.X
# aptitude install build-essential
$ sh ./Configure
$ make
# make install
```

Con estos comandos hemos descargado el software, lo hemos descomprimido en el directorio correspondiente y hemos compilado su código fuente. (Los símbolos "\$" y "#" indican el *prompt* de la línea de comandos.).

Los comandos de *Heyu* se especifican de modo muy simple a través de la línea de comandos. Por ejemplo, para encender o apagar el dispositivo A1 escribiremos:

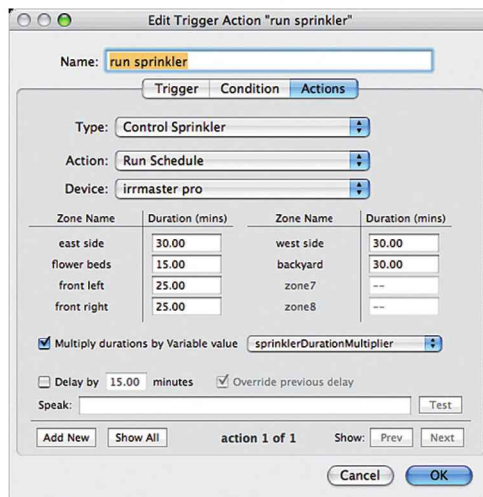
```
$ heyu A1 on
$ heyu A1 off
```

## Para saber más:

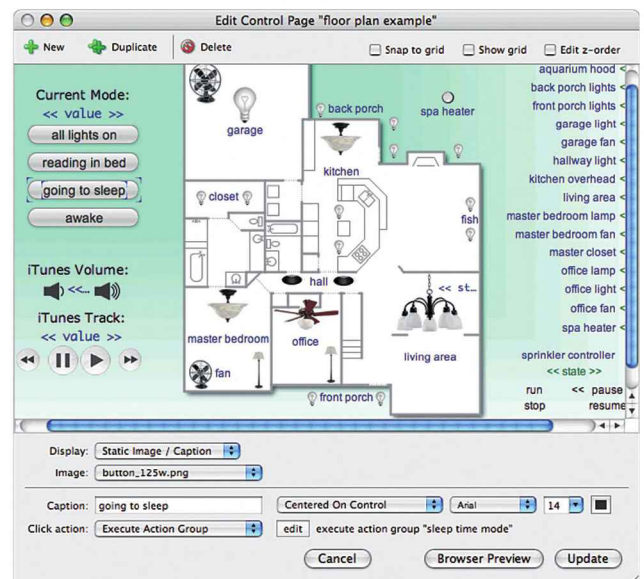
En el CD que acompaña a este libro encontrarás una versión de prueba de 30 días de *Indigo*. También hemos incluido *XTension*, otro sistema de control muy implantado en Macintosh.

## Indigo

*Indigo* es un software de control desarrollado por la empresa *Perceptive Automation* con creciente implantación en sistemas operativos Mac OS (para Apple Macintosh). Sus características más destacables son la facilidad de uso y el soporte para dispositivos recientes. Con *Indigo* también podemos crear páginas web para el control de los dispositivos de la casa.



**Figura 4.27.** Control del sistema de riego mediante Indigo. Cortesía de Perceptive Automation.



**Figura 4.28.** Control de los dispositivos de la casa mediante una intuitiva página web. Cortesía de Perceptive Automation.

# Prácticas profesionales

## 4.1. Seleccionar la dirección de un módulo

Tal como hemos mencionado en el capítulo, en la mayor parte de los módulos X10 la dirección se establece haciendo girar los selectores circulares del código de casa y código de unidad, habitualmente mediante el uso de un destornillador.

La presencia de los selectores de dirección, no obstante, hace el módulo más manipulable y más propenso a fallos. Existen módulos de X10 que carecen de los selectores de dirección, como los casquillos que hemos visto en el capítulo.

Para establecer la dirección del dispositivo y otros parámetros ajustables se envía una secuencia de direcciones. Por ejemplo, en el caso del módulo LampLinc 2000 (**Figura 4.29**), para el ajuste inicial se hace lo siguiente: se conecta al enchufe, se pulsa su botón Set durante 30 segundos, se le envía la dirección X10 a la que deberá responder el dispositivo. A continuación se le envía un comando **Encender** si deseamos que el módulo se pueda encender mediante control local y **Apagar** si queremos deshabilitar la posibilidad de manipularlo mediante su control local. Para establecer otros parámetros se envía una secuencia específica de direcciones (en un breve lapso de tiempo) que se especifican en el manual de características.

La programación de estos dispositivos es más sencilla si se emplea un controlador específico o un software informático que permita enviar fácilmente la secuencia de comandos (véase *Amplía tus conocimientos*). En la configuración inicial puede haber otros dispositivos enviando comandos X10 a la red que falseen la secuencia de direcciones para la configuración inicial. Para evitarlo se puede emplear un filtro supresor de ruido, conectarle un adaptador de varias tomas de enchufe y disponer en uno el dispositivo que se desea configurar y en otro el controlador que emplearemos para enviar la secuencia de direcciones. De este modo tenemos una pequeña red X10 para la configuración, ajena a los comandos que se estén enviando a través de la red eléctrica de la vivienda.



**Figura 4.29.** Módulo LampLinc, sin selectores de dirección. Cortesía de Smarthome.

## 4.2. Encendido de las luces de una habitación al entrar

Para el encendido automático de las luces de una casa se puede emplear un detector de movimiento como el *Eagle Eye*, de *Active Home*. El dispositivo actúa como detector de movimiento y detector crepuscular y ocupa, por tanto, dos direcciones X10 contiguas. Si, por ejemplo, se le establece la dirección C1, enviará los siguientes comandos:

- C1 On** cuando detecta movimiento
- C1 Off** cuando, transcurrido cierto lapso de tiempo (parametrizable), deja de percibir movimiento
- C2 On** cuando anochece
- C2 Off** cuando amanece

El detector es inalámbrico, con lo que necesitaremos un transceptor (ajustado a la unidad casa "C") que reciba su señal y la inyecte en la red.

Los módulos de iluminación que deseemos controlar mediante el detector deberán también tener la dirección C1.



**Figura 4.30.** Detector de movimiento Eagle Eye. Cortesía de Activa House.

### Cuestiones y actividades

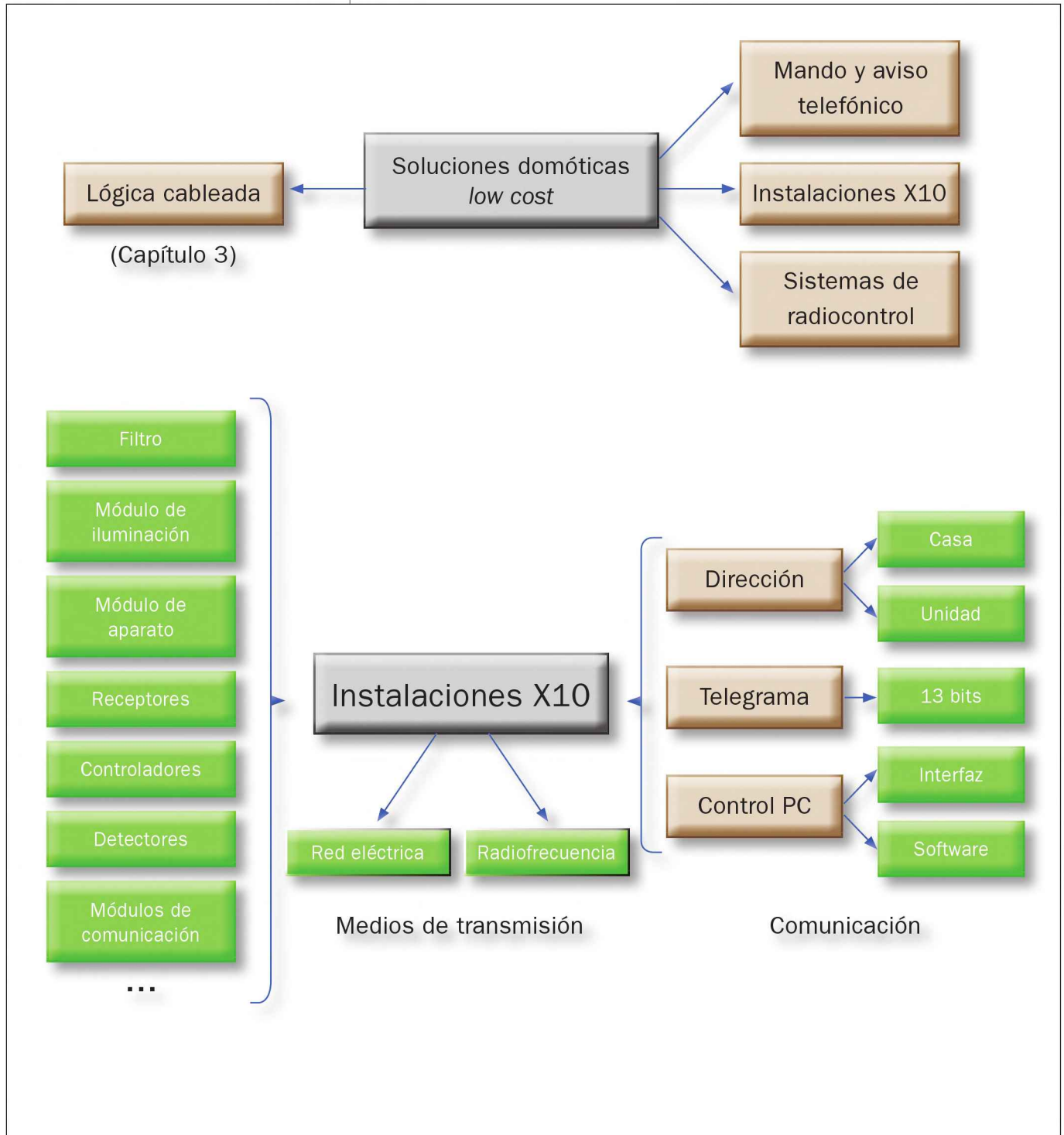
1. Dibuja el diagrama de la instalación de acuerdo con los símbolos normalizados que has estudiado en el capítulo.
2. Dibuja (con un lápiz blando) sobre los planos en tres dimensiones presentados en el Capítulo 1 la ubicación del detector de movimiento en el salón de la vivienda y de todos los módulos X10 necesarios para esta instalación, incluidos posibles pulsadores auxiliares, etcétera.
3. ¿Cuál sería el precio de todos los módulos necesarios para efectuar la instalación? Busca en Internet la información necesaria y resúmela en una hoja de cálculo.



### Para saber más:

Más información sobre estos y otros muchos "trucos" sobre X10, incluyendo una gran cantidad de scripts para programación con PC, pueden encontrarse en Gordon Meyer: *Smart Home Hacks*. O'Reilly (2005).

## Mapa conceptual





## Cuestiones

**4.1.** Para el control telefónico de una caldera y un riego automático en una vivienda de segunda residencia se puede emplear:

- a) Una instalación X10.
- b) Un mando telefónico.
- c) Una instalación KNX.
- d) Se puede emplear cualquiera de los anteriores sistemas, aunque para la aplicación indicada los menos costosos serían los dos primeros.

**4.2.** ¿Qué medio de transmisión utiliza el sistema X10?

- a) La red eléctrica.
- b) Un bus de campo específico.
- c) La transmisión inalámbrica mediante radiofrecuencia.
- d) Los apartados a y c son correctos.

**4.3.** ¿A qué frecuencia se produce el envío de información en el sistema X10?

- a) A 50 Hz en Europa.
- b) A 60 Hz en la mayor parte de América y en algunos otros lugares.
- c) A 120 kHz.
- d) Todas las respuestas son incorrectas.

**4.4.** ¿Qué tipo de módulo podríamos utilizar para abrir y cerrar la electroválvula de un aseo?

- a) Un módulo transmisor por IR.
- b) Un módulo *dimmer*.
- c) Un módulo receptor universal.
- d) Un módulo transceptor universal.

**4.5.** La dirección X10 de un módulo:

- a) Se compone de código de casa y código de unidad.
- b) Permite direccionar 65.536 dispositivos.
- c) Se transmite en 9 ciclos de la onda eléctrica.
- d) Las opciones a y c son ciertas.

**4.6.** ¿Cuántos ciclos de onda se necesitan para el envío de un telegrama X10 (13 bits)?

- a) 13.
- b) 1.
- c) 11.
- d) 50.

**4.7.** ¿Qué es el controlador *EyeTouch*?

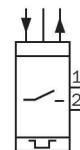
- a) Un interfaz que permite gestionar la instalación domótica desde el PC.
- b) Una pantalla táctil desde la que podemos controlar la instalación.
- c) Un controlador que nos permite establecer escenas, programaciones horarias, etcétera.
- d) Todas las opciones anteriores son válidas.

**4.8.** ¿Para qué sirven las entradas auxiliares en un módulo de iluminación?

- a) Para conectar la red X10 a otros sistemas de bus de campo.
- b) Para conectar uno o varios pulsadores y que el módulo actúe también como telerruptor.
- c) Los módulos de iluminación nunca cuentan con entradas auxiliares.
- d) Todas las opciones anteriores son falsas.

**4.9.** ¿Qué representa el símbolo de la figura?

- a) Módulo de aparato enchufable.
- b) Módulo de aparato para carril DIN.
- c) Módulo de iluminación para empotrar y falsos techos.
- d) Módulo de persiana.



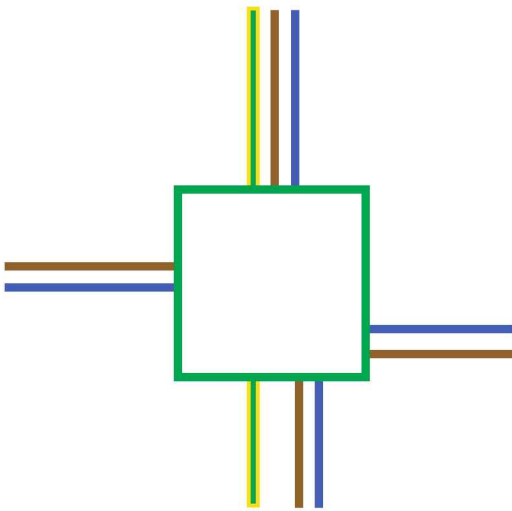
**4.10.** La atenuación de señal:

- a) Se produce debido a la pérdida de potencia que experimenta la señal X10 a medida que viaja por los cables de la red.
- b) Algunos dispositivos, como los ordenadores o los televisores, actúan como “sumideros de señal” e incrementan la atenuación.
- c) Se puede resolver empleando repetidores o insertando filtros entre la red y los dispositivos mencionados en b.
- d) Todas las opciones anteriores son ciertas.



## Actividades de aplicación

- 4.1.** Clasifica los sistemas que hemos estudiado en este capítulo según el tamaño de instalación que son capaces de gestionar. ¿Cuáles son más ampliables? ¿Cuáles lo son menos?
- 4.2.** Fíjate en el esquema de instalación de la figura 4.4 (página 68). Dibuja las conexiones o empalmes que será necesario efectuar en la caja de distribución de la figura, una ampliación de la que conecta la unidad de control C y el interruptor 5.



- 4.3.** Cita tres aplicaciones para las que una instalación X10 constituiría la solución óptima. ¿En qué situaciones habría que buscar otro tipo de soluciones de control domótico?
- 4.4.** Investiga en Internet y prepara una hoja de cálculo con los precios de los módulos básicos que hemos visto en el capítulo u otros equivalentes de otras marcas que desempeñen la misma función.
- 4.5.** ¿Qué ventajas presentan los sistemas inalámbricos frente a los convencionales cableados? ¿Qué desventajas?
- 4.6.** ¿Cuántas direcciones X10 distintas podemos tener en una misma instalación? ¿Cómo se calcula ese número? ¿Tiene que ser necesariamente igual el número de direcciones y el número de dispositivos? ¿Qué ocurre si dos módulos distintos tienen la misma dirección?

- 4.7.** ¿Cuál es el *ancho de banda* del protocolo de comunicaciones que emplea X10? ¿Te parece alto o bajo? ¿Se producirán retardos en la transmisión de los comandos? Compáralo con el ancho de banda de tu conexión a Internet.
- 4.8.** ¿Qué clase de filtros se emplean en una instalación X10? ¿Qué función cumplen? Dibuja esquemáticamente el cuadro de distribución eléctrico de una vivienda y el esquema de conexiones para el filtro X10.
- 4.9.** Deseamos efectuar una instalación en una casa con X10 que debe contar con las siguientes funciones.
- Las persianas de la casa, todas motorizadas, deben controlarse mediante pulsadores situados a la entrada de cada una de las estancias.
  - A la entrada de la casa, unos detectores de presencia deberán actuar sobre la luz del salón.
  - En la terraza de la misma, un detector crepuscular deberá encender una luminaria exterior cuando caiga la noche y apagarla al amanecer.
  - Un detector de gas deberá actuar cuando se detecte una fuga cerrando la electroválvula de paso.

Dibuja (con un lápiz blando) sobre los planos en tres dimensiones presentados en el Capítulo 1 la ubicación de todos los elementos necesarios para esta instalación. Dibuja también el cableado de dichos elementos, diferenciándolos en varios circuitos.

- 4.10.** Dibuja el esquema eléctrico de la instalación que has diseñado para resolver el ejercicio anterior, incluyendo el cuadro de distribución. ¿Qué módulos se necesitarían para llevar a cabo la instalación?

# Sistema de bus KNX

## 5

KNX es un sistema de control descentralizado. La comunicación entre sus dispositivos se establece mediante un bus de campo, un concepto que ya introdujimos en el primer capítulo del libro. En este abordaremos la descripción del sistema, su topología, las características de sus dispositivos y la forma de comunicación entre ellos. En el siguiente explicaremos cómo efectuar y configurar una instalación KNX.

### Contenidos

- 5.1. Introducción.
- 5.2. Funcionamiento y características de una instalación KNX.
- 5.3. Topología del sistema.
- 5.4. La comunicación en KNX.

### Objetivos

- Identificar las principales características del sistema de control KNX e identificar las ventajas de carácter descentralizado y de su protocolo abierto.
- Conocer el funcionamiento de los principales dispositivos de un sistema KNX, distinguiendo sus componentes y modos de operación.
- Conocer la topología de una instalación KNX, distinguiendo áreas, líneas y líneas principales, identificando los dispositivos que deben instalarse para conectarlas entre sí y comprendiendo la diferencia entre direcciones físicas y direcciones de grupo.
- Adquirir una idea global sobre cómo se produce la comunicación entre los dispositivos en una instalación KNX, las características de los medios de transmisión empleados y la existencia de mecanismos de control de acceso al bus y de corrección de errores.

**RECUERDA:**

Hablamos de protocolo abierto cuando sus especificaciones son públicas y cualquier fabricante puede utilizarlo sin pagar derechos (*royalties*) por ello.



**Figura 5.1.** Logotipo de KNX. Cortesía de la Asociación KNX.

**RECUERDA:**

KNX es un protocolo abierto y estándar de comunicación digital entre dispositivos domóticos que permite crear redes de control descentralizadas. Sus telegramas pueden transmitirse a través de diversos medios físicos.

## 5.1. Introducción

A diferencia del protocolo X10, surgido como producto comercial de una empresa, el protocolo KNX aparece como iniciativa de integración de tres importantes empresas europeas (EIBA, BCI y EHSA) para aunar los esfuerzos de todos los fabricantes de sistemas domóticos del mercado europeo. Debido a ese origen, KNX es un protocolo versátil, sumamente escalable y completamente abierto. Por otro lado, su surgimiento es mucho más reciente (2002), con lo que sus especificaciones son más modernas y sofisticadas.

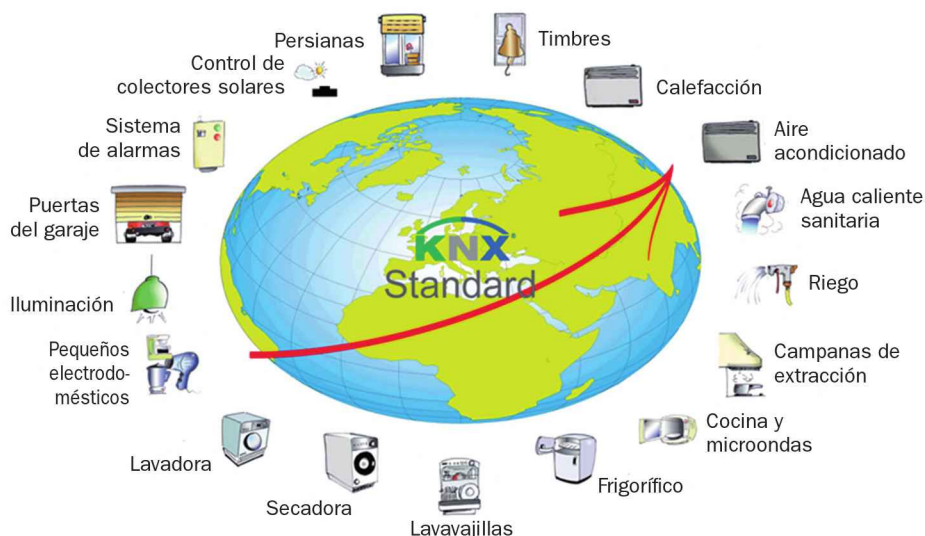
KNX integró los mejores elementos de EIB (*European Installation Bus*, Bélgica), EHS (*European Home Systems*, Holanda) y BatiBus (Francia), con presencia en el mercado desde comienzos de la década de 1990. El protocolo es administrado por la Asociación KNX y ha sido estandarizado según la norma ISO/IEC 14543. En la actualidad, las empresas de la Asociación KNX representan más del ochenta por ciento del mercado europeo de las tecnologías de control de viviendas y electrodomésticos. En todo caso, la pertenencia a la Asociación no está limitada a fabricantes de dispositivos, sino que también pueden incluirse en ella otro tipo de empresas, como proveedoras de servicios eléctricos.

KNX posee un campo de aplicación muy diverso y una de sus características más destacables es su *escalabilidad*: se puede implementar en entornos de muy variado tamaño, desde una vivienda unifamiliar a una gran factoría o edificio administrativo.

KNX es un sistema *descentralizado*, en el que todos los componentes disponen de su propia “inteligencia” mediante su microcontrolador; por ello, no resulta imprescindible utilizar una unidad central de control, si bien esta puede emplearse como unidad de visualización. La gran ventaja de los sistemas descentralizados es que si un dispositivo falla o se estropea, esa avería no afecta al conjunto de la instalación, a diferencia de lo que ocurre en los centralizados. Por último, otra ventaja del sistema es que su tensión de maniobra (29 voltios) resulta inofensiva.

### 5.1.1. Aplicaciones

El sistema KNX puede usarse en todo tipo de instalaciones, desde viviendas hasta oficinas, centros públicos, incluso en grandes edificios.



**Figura 5.2.** Aplicaciones del estándar KNX. Cortesía de Siemens.

**Figura 5.3.** Ubicación de diversos dispositivos KNX en una vivienda unifamiliar: 1. Unidad central de vivienda; 2. Unidad de habitación/sensor de temperatura; 3. Actuador de radiador (electroválvula); 4. Multi-controlador para el circuito de calefacción; 5. Servidor web; 6. Adaptadores de RF para encendido y regulación de iluminación; 7. Sensor atmosférico; 8. Detector de humo; 9. Sistemas de RF para iluminación y persianas; 10. Detectores de apertura de puertas y ventanas. Cortesía de Siemens.

### Actividad propuesta 5.1

Compara los símbolos de abajo con los que hemos mostrado en el capítulo 1. ¿Son parecidos? ¿Las aplicaciones a las que se refieren son análogas en un conjunto y en el otro? Conviene acostumbrarse a ver e interpretar diversos símbolos en las instalaciones domóticas, puesto que aún no se ha consolidado una simbología realmente estandarizada.

Los símbolos que emplea la asociación *Konnex* para referirse a las aplicaciones que se pueden implantar con KNX se indican en la siguiente tabla.



Símbolo	Explicación
	Aire acondicionado.
	Alarma general.
	Contador de consumos.
	Gestión de electrodomésticos.
	Gestión energética.
	Información y entretenimiento.
	Persianas.
	Ventilación.

Símbolo	Explicación
	Alarma anti-intrusión.
	Calefacción.
	Detector de gas y fuego.
	Gestión del aseo.
	Iluminación.
	Instalación eléctrica.
	Servicios externos.

Figuras cortesía de la Asociación KNX.

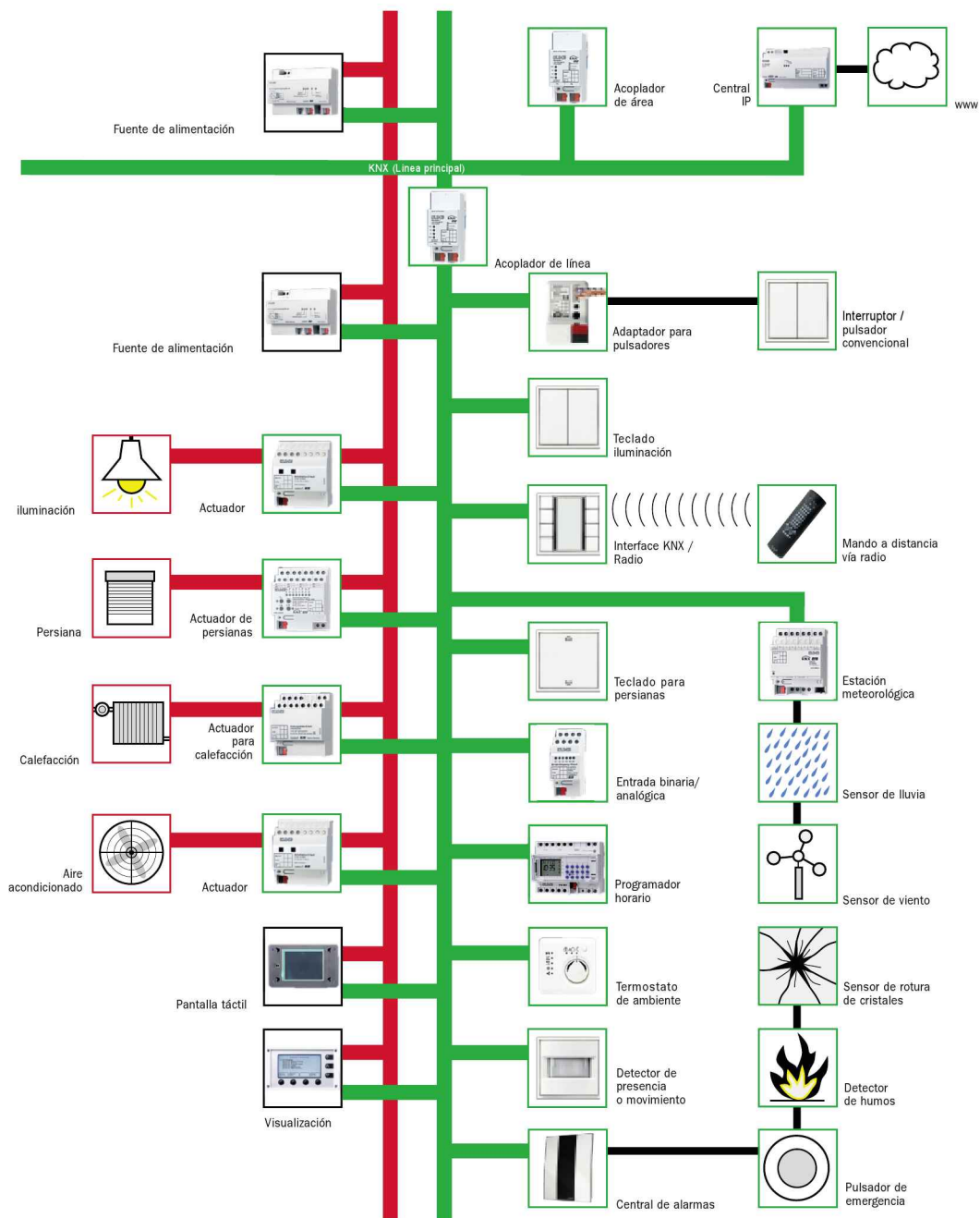
**RECUERDA:**

En una instalación KNX, los sensores reciben información y generan comandos que se envían en forma de telegramas a través del bus de campo. Estos telegramas llegan a los actuadores, que se encargan de ejecutar la orden que les llega.

## 5.2. Funcionamiento y características de una instalación KNX

Los dispositivos de una instalación KNX se encuentran conectados a través de un *bus de campo*, un canal de comunicación a través del cual se envían y se reciben los datos. Este canal puede tener diversas configuraciones físicas; a cada una de ellas corresponden protocolos distintos.

Medio de transmisión	Protocolo
Radiofrecuencia	KNX.RF
Cable de par trenzado	KNX.TP
KNX sobre IP/Ethernet	KNX.IP
Red eléctrica de potencia	KNX.PL



**Figura 5.4.** Esquema general de una instalación domótica con bus de campo KNX. Cortesía de Jung.

En líneas generales, el funcionamiento de una instalación KNX es el siguiente: un determinado sensor (por ejemplo, un detector de presencia o un pulsador manual, entre otros muchos dispositivos) genera un comando y lo transmite en forma de *telegrama* por el bus hasta el actuador. Cuando el mensaje llega hasta el destinatario, este envía a su vez un telegrama indicando su correcta recepción y a continuación ejecuta la orden indicada. Los dispositivos o *nodos* de la red poseen una interfaz con el bus de campo que les permite enviar y recibir telegramas. La existencia de un único bus simplifica el control de los dispositivos y reduce considerablemente las necesidades de cableado del sistema.

### 5.2.1. Dispositivos

En una red domótica KNX podemos encontrar diversos tipos de dispositivos. Veremos a continuación algunos de ellos, diferenciándolos en varias categorías. Las características eléctricas, electrónicas y mecánicas de los dispositivos varían enormemente, de modo que existen muchas soluciones disponibles. En función del medio de transmisión empleado, los dispositivos disponen asimismo de diversos tipos de transceptores. Existen también dispositivos adaptados a diversas formas de montaje (empotrado en la pared, montaje en superficie, montaje sobre raíl DIN, etc.).

En los dispositivos se pueden distinguir los componentes externos e internos. Los externos son fundamentalmente la carcasa y las conexiones eléctricas. Entre los internos, cabe destacar el *microcontrolador*.

En la instalación pueden distinguirse dos grandes conjuntos o grupos de componentes, los programables y los no programables.

- En el grupo de *dispositivos no programables* se cuentan las bobinas, fuentes de alimentación, etc., es decir, todos aquellos dispositivos que no son capaces ni de emitir ni de interpretar órdenes, aunque resultan imprescindibles para el funcionamiento del sistema.
- Los dispositivos *programables* interactúan con el entorno de diversos modos, traduciendo las variables del entorno en señales o recibiendo e interpretando telegramas y actuando sobre el medio en consecuencia.

Los principales dispositivos con los que cuenta una instalación KNX son los siguientes:

- **Fuentes de alimentación con bobina integrada.** Este tipo de dispositivos se conecta a la línea de corriente y proporciona al bus una corriente continua de 30 voltios, necesaria para que este funcione. Es el dispositivo necesario para generar las señales de datos en el bus.

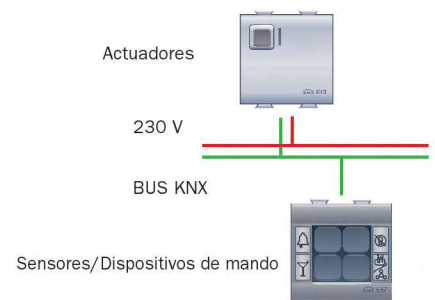


**Figura 5.6.** Fuentes de alimentación con cebador de 640 (la más habitual) y 320 mA respectivamente. Cortesía de ABB.



#### RECUERDA:

Un transceptor es un dispositivo o componente emisor y receptor de señal. Los transceptores de los dispositivos KNX traducen la información para ser enviada y recibida a través del medio físico que corresponda (cable bus, radiofrecuencia, etc.).

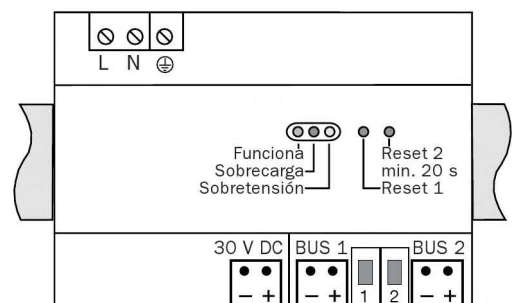


**Figura 5.5.** Conexión de sensores y actuadores al bus KNX. Cortesía de Gewiss.



#### RECUERDA:

En las instalaciones KNX, al tratarse de un sistema descentralizado, cada dispositivo posee su propia "inteligencia". El microcontrolador actúa como el "cerebro" del dispositivo.



**Figura 5.7.** Esquema de una fuente de alimentación de 640 mA. Observa que, además de las salidas para los dos buses, cuenta con otra de 30 V DC sin filtrar. Cortesía de Jung.

**RECUERDA:**

Una causa frecuente de averías en los actuadores es conectarles una carga superior a la máxima permitida. Si la carga es inductiva, la corriente máxima de salida se reduce hasta un 50 o 60% respecto a la máxima resistiva. Lee siempre con atención la documentación de los dispositivos antes de conectarlos y comenzar a operar con ellos.

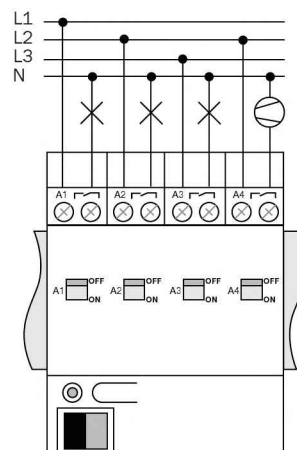
**Actividad propuesta 5.2**

Fíjate en las características de la fuente de alimentación de Jung del esquema de la **Figura 5.7**. Lo encontrarás en el CD que acompaña a este libro (Catálogo de Jung, páginas 14 y 15). ¿Qué indicaciones pueden mostrar los LED de la fuente? ¿A qué estados corresponden? ¿Cuáles son sus principales características técnicas?

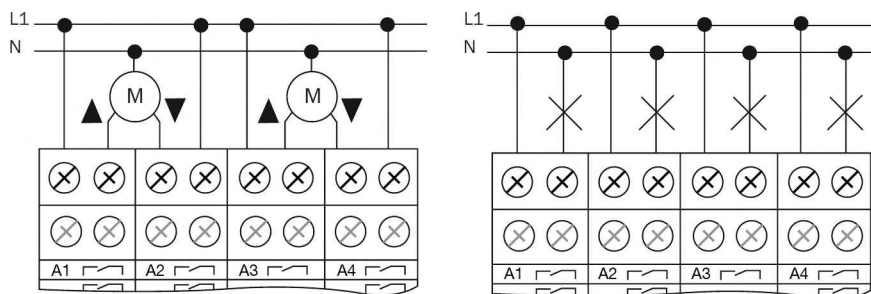
**Actividad propuesta 5.3**

Fíjate en las características del actuador de solo accionamiento de Jung del esquema de la **Figura 5.8**. Lo encontrarás en el CD que acompaña a este libro (Catálogo de Jung, páginas 94 y 95). ¿Cuáles son sus características técnicas? ¿Para qué sirven los interruptores marcados como A1, A2, A3 y A4? ¿Cuál es la carga máxima que se puede conectar a sus salidas?

• **Actuadores de solo accionamiento.** Los dispositivos de esta clase poseen varios canales que pueden encender y apagar. Cada uno de los canales posee dos conexiones; una se conecta a la línea de fase L1 y la otra a la carga que se desee controlar. Es muy importante seguir las especificaciones del fabricante respecto a la intensidad (o potencia) máxima que puede circular por los canales de salida del actuador. En caso de que la carga supere dicha potencia, deberemos conectar a su salida un relé o contactor. Es imprescindible saber si la carga es inductiva o resistiva, porque la carga que puede soportar el actuador depende de ello. Así, si un contacto del actuador puede soportar 10 A en carga resistiva, solamente soportará 5 o 6 A en inductiva. En la documentación de estos dispositivos es frecuente encontrar datos como  $I_n=10(6)$  A, indicando corrientes máximas resistiva e inductiva.



**Figura 5.8.** Esquema de conexiones de un actuador de solo accionamiento. Cortesía de Jung.



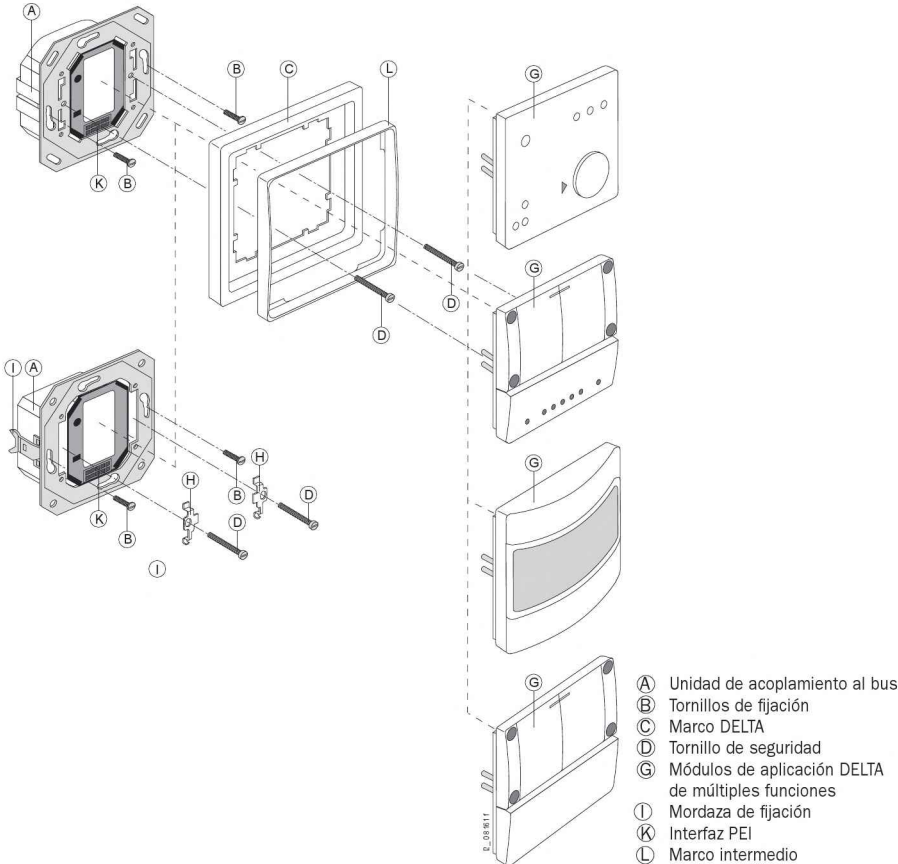
**Figura 5.9.** Esquemas de conexiones de un actuador para persianas, con conexiones para motores de persiana y para accionamiento. Cortesía de Jung.

• **Interruptor/regulador.** Tal como hemos visto en el Capítulo 2, los interruptores reguladores poseen dos funciones: la de encendido y apagado y la de regulación de la cantidad de luz proporcionada. Para el funcionamiento correcto de dicho actuador, el *dimmer* necesita *dos direcciones de grupo*: una para la actuación como interruptor y otra para la actuación como regulador.



**Figura 5.10.** Actuadores de encendido y apagado de dos (izquierda) y ocho salidas (derecha). El segundo permite también la manipulación manual de los interruptores a través de los mandos frontales. Cortesía de ABB.

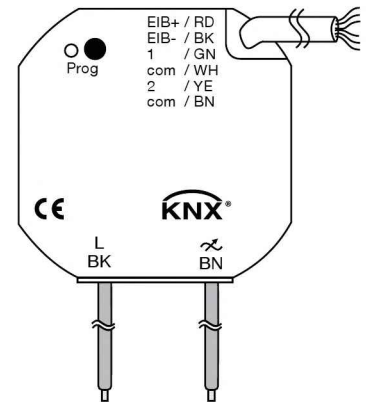
- **Sensores interruptores (entradas binarias).** Esta clase de sensores están conectados normalmente a un *acoplador de bus* mediante un interfaz de diez pines. El módulo de aplicación, a través de los pulsadores de los que dispone, envía señales a través de ese interfaz al acoplador, que se encarga, a su vez, de interpretarlas y transmitir las al bus de campo.



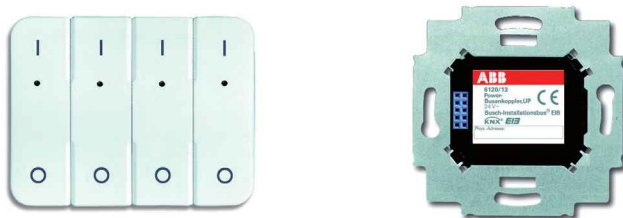
**Figura 5.12.** Esquema de montaje de un sensor interruptor (módulo de aplicación y unidad de acoplamiento al bus). Cortesía de Siemens.

### Actividad propuesta 5.4

Fíjate en las características del actuador regulador de Jung del esquema de la **Figura 5.11**. Lo encontrarás en el CD que acompaña a este libro (Catálogo de Jung, páginas 110 y 111). ¿Cuáles son sus características técnicas? ¿Va montado en caja o en carril DIN? ¿Cuál es la carga máxima (capacitiva/resistiva) que puede regular? ¿Con qué tipo de luminarias puede emplearse?



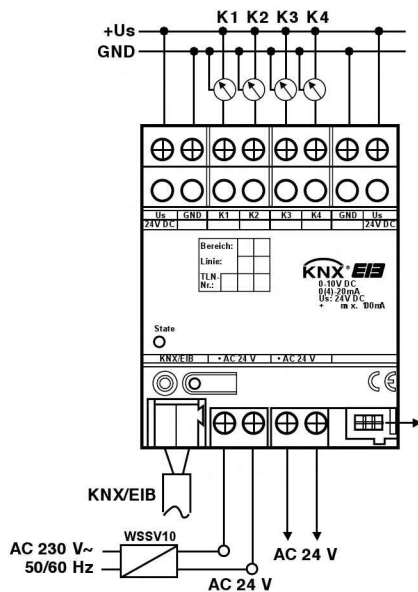
**Figura 5.11.** Esquema actuador regulador para iluminación. Cortesía de Jung.



**Figura 5.13.** Sensor interruptor de cuatro pulsadores y acoplador de bus. Puede observarse en este último el interfaz de 10 pines para la comunicación con el sensor interruptor. Cortesía de ABB.



**Figura 5.14.** Unidad de acoplamiento al bus y módulos de aplicación de Siemens.



**Figura 5.15.** Esquema de un módulo de entrada analógica. Cortesía de Jung.

### Actividad propuesta 5.5

Fíjate en las características del actuador regulador de Jung del esquema de la **Figura 5.15**. Lo encontrarás en el CD que acompaña a este libro (Catálogo de Jung, páginas 76 y 77). ¿De qué entradas y salidas dispone? ¿Para qué sirven? ¿Cuáles son los umbrales de la señal analógica? ¿Cómo se efectúa la alimentación?

- **Entrada analógica.** Este componente recibe entradas de sensores analógicos (por ejemplo, un termostato) y las transforma en telegramas KNX para presentar el valor medido en un dispositivo de visualización, ejecutar un proceso de regulación, disparar una alarma, etcétera.



**Figura 5.16.** Sensor de luminosidad y estación meteorológica KNX. Cortesía de Siemens.

- **Controladores.** Son elementos situados entre sensores y actuadores, que recogen e interpretan los datos que viajan por el bus. Entre ellos se cuentan dispositivos como las pantallas de visualización o los interfaces con otras redes.



**Figura 5.17.** Interfaces IP y USB para montaje sobre carril DIN. Cortesía de ABB.



**Figura 5.18.** Dos ejemplos de controladores con pantalla de visualización, de botones y con control giratorio, respectivamente. Cortesía de ABB.

- **Carril de datos.** Los dispositivos que se instalan en carril DIN intercambian información a través del *perfil de datos* o *carril de datos*. Se trata de un circuito impreso que se pega al carril DIN con una cinta autoadhesiva. Los dispositivos diseñados para montarse carril DIN disponen de unos contactos posteriores de presión que conectan directamente sobre las pistas de datos. También existen conectores que actúan como vía de comunicación entre el bus y el carril.



Figura 5.19. Perfil de datos. Cortesía de Siemens.

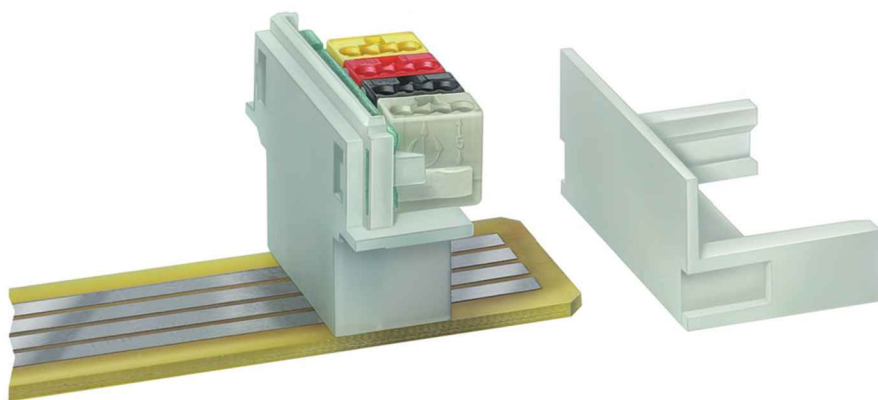


Figura 5.20. Conector de carril tipo borne. Cortesía de Siemens.

### 5.2.2. ¿Cómo funcionan los dispositivos KNX?

Existe, como hemos mencionado en la introducción a este capítulo, una gran diversidad de fabricantes y componentes compatibles con el estándar KNX. A grandes rasgos, en la estructura de un dispositivo se diferencian dos componentes distintos: el *módulo de acoplamiento al bus* (donde se conecta el bus) y el *módulo de aplicación* (tecla, botón, pantalla, “cabeza de detector”, etc.). Ambos componentes se pueden encontrar unidos (como ocurre en la mayor parte de actuadores) o separados (como ocurre en ciertos sensores). En caso de estar separados se conectan entre sí por medio de una interfaz física externa (PEI, *Physical External Interface*) de 10 o 12 pines (datos, alimentación y comprobación); es imprescindible que el módulo de aplicación y el módulo de acoplamiento al bus pertenezcan al mismo fabricante.

La función específica del *módulo de acoplamiento al bus* (*Bus Coupling Unit*, BCU) viene determinada por la programación que se haya efectuado a través del software de aplicación. En el módulo de acoplamiento al bus, a su vez, se distinguen dos componentes:

- El *módulo de transmisión al bus* se encarga de varias funciones, como separar la tensión de alimentación y los datos, proteger al sistema contra inversiones de polaridad o almacenar los valores en tiempo real de las variables del dispositivo si la tensión cae por debajo de 18 voltios. Además, este mó-

#### SABÍAS QUE... ?

Uno de los pines de la interfaz física entre el módulo de acoplamiento y el módulo de aplicación se emplea para reconocer, a través de un valor de tensión, si el módulo de aplicación es el que corresponde con la aplicación programada en la memoria del BCU.

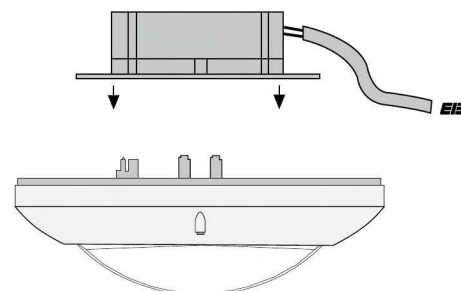


Figura 5.21. Unidad de acoplamiento al bus y módulo de aplicación de un detector de presencia. Cortesía de Jung.

**RECUERDA:**

Los dispositivos KNX están formados por un módulo de aplicación y por una unidad de acoplamiento al bus, que deben siempre pertenecer al mismo fabricante.



**Figura 5.22.** Dimmer para montaje UP y unidad de acoplamiento al bus para montaje EB. Cortesía de Siemens.

**RECUERDA:**

Cada segmento de línea debe contar con una fuente de alimentación, que permitirá alimentar idealmente a 64 dispositivos.

dulo se encarga de alimentar al microcontrolador con una tensión continua de 5 voltios y de la lógica de recepción y transmisión de telegramas.

- El controlador de acoplamiento al bus es el cerebro del módulo y consta del microcontrolador y diversos tipos de memoria (RAM, ROM y EEPROM).

La *unidad de aplicación* constituye el vínculo del sistema con el mundo real (transductor) que se desea observar (sensores) o sobre el que se quiere intervenir (actuadores).

### 5.2.3. Montaje de acopladores y actuadores

Existen acopladores al bus para montaje en distintas configuraciones. Uno de los más comunes es el acoplador para *montaje UP*, dispositivo empotrable en caja universal; la mayor parte de ejemplos de BCU que hemos visto anteriormente corresponden a esta forma de montaje. Hay también versiones de actuadores para montaje UP, aunque son menos comunes. La mayor parte de los actuadores se montan sobre carril DIN (*montaje REG*) o sobre falso techo (*montaje EB*).

### 5.2.4. Alimentación

Como ya hemos mencionado, la fuente de alimentación es el componente del sistema encargado de suministrar energía eléctrica a los dispositivos de la instalación, transformando la corriente alterna de 230 V en corriente continua de 29 V. La conexión al bus de la fuente de alimentación se efectúa mediante una bobina que actúa como filtro, impidiendo que la señal de datos cause perturbaciones en la fuente y, a su vez, filtrando la tensión de alimentación para evitar que cualquier oscilación producida falsee la componente de datos del bus. La fuente de alimentación suele disponer de un *buffer* o reserva de energía para un tiempo de aproximadamente 0,1 segundos; ello permite, entre otras cosas, guardar los valores de los diversos dispositivos ante un fallo de alimentación en la red.

Cada dispositivo requiere una tensión mínima de alimentación de 21 V, y consume, por término medio, unos 150 mW. Con ello se pueden alimentar con seguridad hasta 50 dispositivos. Si es preciso emplear más, se pueden conectar dos fuentes de alimentación en paralelo a una bobina, alimentar el bus con dos fuentes (separándolas al menos a 200 metros para evitar perturbaciones en el bus) o emplear una fuente de más intensidad. Las fuentes de 640 mA suelen venir provistas de dos salidas, de modo que la corriente proporcionada se reparte automáticamente entre ellas. En algunas fuentes de alimentación, si se emplea la salida extra, esta debe conectarse a una bobina independiente.

En principio, la fuente de alimentación puede colocarse en cualquier punto del bus. Sin embargo, si se conecta un grupo de más de 30 dispositivos, a poca distancia entre sí, la fuente debe situarse cerca de este grupo de nodos. La distancia máxima entre la fuente y las cargas es de 350 metros. La distancia máxima entre dispositivos en una misma línea es de 700 metros, y la longitud máxima de una línea es de 1000 metros. En líneas largas se suele situar (siempre que se pueda) la fuente de alimentación aproximadamente en el medio de la línea, para que esté lo más cerca posible del elemento más distante.

Los dispositivos de una instalación KNX son alimentados a través del cable bus y reciben y transmiten los datos a través de los mismos conductores.

**Componente continua:** en el primario del transformador, la bobina se comporta como un cortocircuito, con una impedancia nula. Por el contrario, el condensador actúa como un circuito abierto, con lo que la componente continua queda aislada en dicho condensador, que queda cargado a esa tensión.

**Componente alterna:** la bobina se comporta como un circuito abierto (impedancia elevada). Por el contrario, el condensador posee, ante la señal de elevada frecuencia, una impedancia muy baja; de este modo los datos son filtrados y quedan eliminados de la tensión de alimentación del dispositivo.

Cuando el componente emite una señal, la electrónica del dispositivo excita al secundario del transformador, induciendo en el primario una tensión alterna que se superpone a la continua de alimentación. Cuando, por el contrario, el componente actúa como receptor, los datos (componente alterna) llegan al primario del transformador y en el secundario se induce una señal igual a dicha componente alterna, lista para ser interpretada por el aparato.

**RECUERDA:**

El cable bus KNX transmite los datos a los dispositivos de la red domótica y, a la vez, los alimenta eléctricamente con una tensión continua de 29 voltios.

**5.2.5. Simbología y representación**

Los símbolos de KNX son representaciones normalizadas de los diversos componentes de una instalación; con ellos efectuaremos posteriormente esquemas de la misma. Estos símbolos están publicados en la norma DIN 40900.

Símbolo	Explicación
	Acoplador de línea.
	Actuador de cuatro salidas binarias.
	Actuador analógico de n salidas.
	Alarma para la apertura del circuito.
	Calentador eléctrico.
	Decodificador infrarrojo.
	Detector de temperatura.
	Electroválvula proporcional.
	Entrada analógica con una entrada en tensión.

Símbolo	Explicación
	Actuador de una salida binaria.
	Actuador analógico de una salida.
	Actuador para persiana de un canal.
	Bobina.
	Controlador.
	Detector de movimiento.
	Display binario.
	Entradas analógica y binaria.
	Fuente de alimentación.

Símbolo	Explicación
	Fuente de alimentación con bobina.
	Entrada binaria con n entradas en tensión.
	Módulo de comunicación mediante RS-232.
	Panel de visualización de 8 canales.
	Pulsador de cuatro botones.
	Pulsador para persianas de n canales.
	Receptor infrarrojo de n canales.
	Regulador de luminosidad de n canales.
	Sensor de corriente y tensión.
	Sensor de viento.
	Sensor temporizador de n canales.

Símbolo	Explicación
	Entrada binaria con una entrada en tensión.
	Módulo pasarela para PLC.
	Módulo de comunicación mediante USB.
	Pasarela genérica.
	Pulsador de dos botones.
	Receptor/decodificador infrarrojo de cuatro canales.
	Receptor infrarrojo.
	Reloj temporizador.
	Sensor de luminosidad y PIR.
	Sistema de bloqueo.
	Transmisor de infrarrojos.

Imágenes cortesía de la Asociación KNX.



### RECUERDA:

KNX tiene una topología tipo bus que se puede implementar en forma de línea, estrella o árbol, pero *no* en forma de anillo cerrado.

## 5.3. Topología del sistema

¿Cómo se disponen los diversos dispositivos en el edificio que debemos automatizar? Tal como hemos mencionado en el Capítulo 1 de este libro, la configuración o disposición física de cada uno de ellos conforma la denominada *topología* de la instalación.

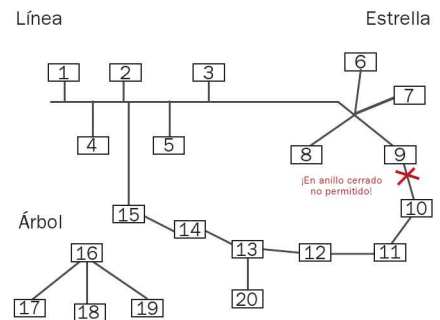
La red KNX emplea una topología tipo *bus*: está formada por una línea de comunicación que comparten todos los elementos o componentes bus. La instalación del bus se puede efectuar de diversas maneras: en línea, en estrella o en árbol. El protocolo *no* permite la conexión en forma de anillo cerrado.

En instalaciones grandes o medianas, la topología de una red KNX presenta, por lo general, una estructura en forma de árbol. La topología presenta, en efecto, una estructura jerárquica: los nodos del sistema (sensores, ac-

tuadores, etc.) se asignan a una *línea*. Las diversas líneas se conectan a una *línea principal* para formar un área. Por último, las áreas se conectan entre sí mediante una *línea troncal*, espina dorsal o *línea backbone*.

Un área representaría, por ejemplo, una planta de un edificio. Cada línea podría representar cada uno de los pasillos de la planta. En los sistemas pequeños, se disponen solamente unos pocos nodos que se asignan a una única área y a una única línea. El número de nodos, líneas y áreas depende del tamaño del sistema y del número de dispositivos que es necesario instalar. Habitualmente, cada línea se compone de un solo segmento y puede incluir hasta 64 nodos.

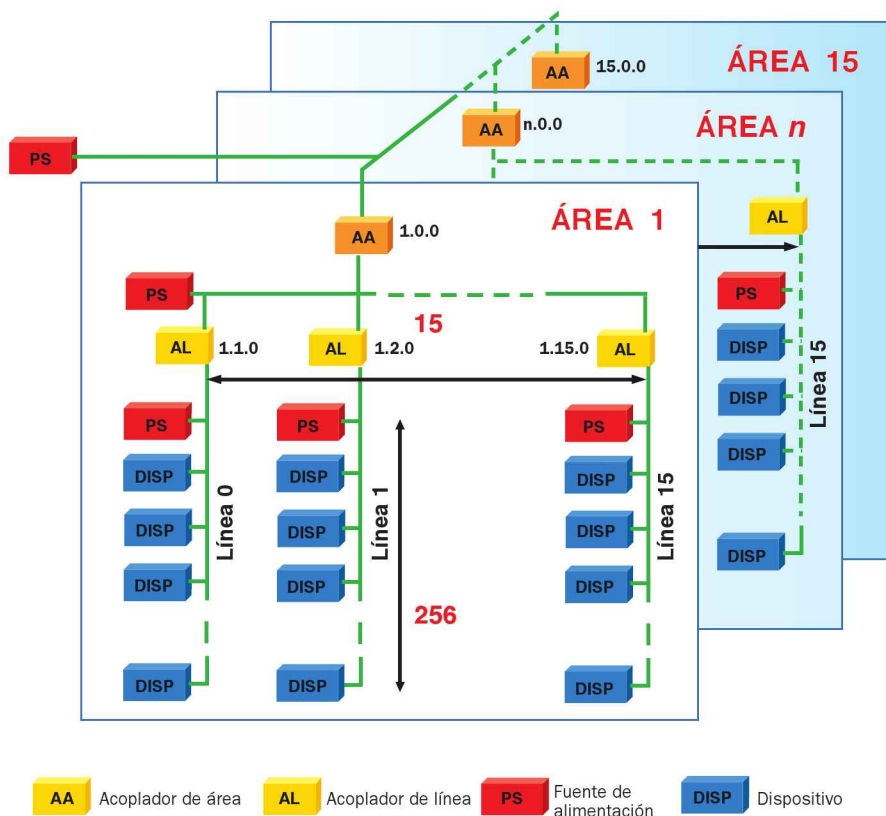
Los segmentos, líneas y áreas se conectan entre sí mediante repetidores de línea (*Line Repeater*), acopladores de línea (*Line Coupler*) y acopladores de áreas (*Backbone Coupler*). La existencia de acopladores permite filtrar los mensajes de unas y otras áreas, con lo que es posible que existan simultáneamente telegramas KNX en áreas diferentes, incrementándose así la funcionalidad y posibilidades del sistema.



**Figura 5.23.** Tipos de topologías permitidas y no permitidas en instalaciones KNX.

### SABÍAS QUE...

El bus de la instalación KNX está aislado galvánicamente de la red eléctrica doméstica. Las fuentes de alimentación proporcionan la tensión y corriente necesarias para alimentar el bus y, a la vez, aseguran dicho aislamiento.



**Figura 5.24.** Arquitectura de una instalación KNX. Cortesía de Gewiss.

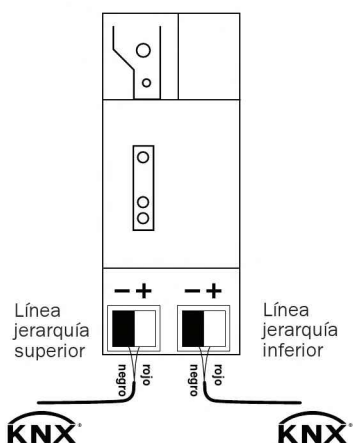
Cada línea necesita su propia fuente de alimentación con su bobina. Existen varios tipos de fuentes de alimentación, que proporcionan diversas intensidades de corriente máximas: las hay, por ejemplo, que proporcionan una corriente de hasta 640 mA, permitiendo alimentar hasta 64 nodos; otras, por el contrario, proporcionan una corriente máxima de 320 mA y permiten alimentar hasta 32 nodos. Cuando se planifica un sistema se debe reservar aproximadamente un veinte por ciento de nodos por línea para fu-



**Figura 5.25.** Acoplador de línea, con capacidad para el filtrado de telegramas. Cortesía de ABB.

### SABÍAS QUE...

Las líneas y segmentos de línea conectados mediante repetidores y acopladores están aislados eléctricamente entre sí. Los acopladores proporcionan aislamiento galvánico y permiten la comunicación de datos entre las líneas y los segmentos.



**Figura 5.26.** Esquema de acoplador de línea. Cortesía de Jung.

### SABÍAS QUE...

Los acopladores y repetidores pueden retransmitir los telegramas como máximo seis veces. El telegrama contiene un contador de ruta, con un valor inicial de seis, cuyo valor se reduce cada vez que se retransmite el telegrama. Cuando este contador llega a cero, el telegrama ya no se retransmite más. De este modo se evita que un telegrama sature el bus.

turas ampliaciones del sistema; es decir, no se deberían planificar más de 50 nodos por línea en la configuración inicial del sistema domótico.

• **Acopladores.** Un acoplador es un componente que se puede usar como repetidor de línea, como acoplador de línea o como acoplador de área; su papel se define durante la configuración del sistema asignándole una determinada dirección física y seleccionando el correspondiente programa. Los acopladores de línea conectan las líneas de un área a la línea principal de la misma; por su parte, los acopladores de área permiten conectar las líneas principales a la línea troncal.

Ambas clases de acopladores pueden emplearse para filtrar telegramas; con esta función, los datos se transmiten solo allí donde son necesarios. El grupo de direcciones que se debe filtrar (*tabla de filtros*) se carga durante la configuración del sistema mediante el software que se emplee para ello y se guarda en una memoria EEPROM.

Los telegramas pueden llegar al acoplador desde la línea en la que está situado o desde la línea principal.

• **Repetidores de línea.** El acoplador se puede emplear como repetidor para extender una línea e incluir en ella más de 64 dispositivos o para aumentar la longitud de la misma. Como máximo, cada línea puede incluir cuatro segmentos, con un total de 256 nodos. Se pueden añadir tres segmentos a una línea. Los segmentos de una línea deben instalarse siempre *en paralelo*.

A diferencia de los acopladores, los repetidores no filtran los telegramas, sino que reconstruyen la señal que reciben y la retransmiten al segmento superior o inferior.

En la **Figura 5.24** podemos observar un ejemplo de instalación y comprobar la ubicación de las fuentes de alimentación, dispositivos y acopladores de línea y área en ella.

### 5.3.1. Direcciones físicas

Cada dispositivo KNX, excluyendo la fuente de alimentación, debe tener una dirección física única. Esta dirección se carga en el dispositivo y se almacena en una memoria EEPROM. Las direcciones deben corresponder a la configuración de la instalación. Así, dos nodos situados uno al lado del otro deberían tener direcciones físicas contiguas, consecutivas. Es importante que en los dispositivos se sitúe una etiqueta que indique claramente su dirección física.

La dirección de un dispositivo está formada por tres elementos que, a la vez que identifican al dispositivo, proporcionan *información topológica* de su posición en el conjunto del sistema. Son los siguientes:

**Área . Línea . Nodo**

Los elementos de la dirección física se separan mediante puntos. En el telegrama KNX se reservan 16 bits para la dirección física del dispositivo:

- 4 bits para el área (16 posibles áreas).
- 4 bits para la línea (16 posibles líneas).
- 8 bits para los nodos de cada línea (256 nodos por línea).

En total, con los 16 bits reservados para la dirección física se podrían conectar 65.536 nodos al sistema domótico. En la realidad, esta cifra es algo

más limitada, puesto que a las líneas principales y a la línea troncal no se conectan, por lo general, otros dispositivos que no sean exclusivamente acopladores. La razón es que el tráfico de datos destinado a los sensores y actuadores interferiría con el tráfico entre las líneas y las áreas, incrementando el retardo en la respuesta del sistema. Con ello, las direcciones físicas quedan limitadas a: 15 áreas, 12 líneas por área y 64 nodos por línea (63 sensores o actuadores más un acoplador de línea). Con ello tenemos un máximo de  $63 \cdot 12 \cdot 15 = 11.340$  sensores o actuadores, junto con  $12 \cdot 15$  acopladores de línea y 15 acopladores de área. En total, 11.535 nodos.

Para los acopladores de línea se reservan direcciones tipo A.L.0 y para los acopladores de área, direcciones del tipo A.O.0. Ejemplos de direcciones serían los siguientes: la 1.3.2 (sensor o actuador situado en el segundo nodo de la tercera línea de la primera área), 1.10.0 (acoplador de la décima línea de la primera área), 3.0.0 (acoplador de área que conecta la línea principal de la tercera área a la línea troncal). En la **Figura 5.24** se muestran las direcciones físicas de estos elementos.

### 5.3.2. Direcciones de grupo

Las direcciones físicas se introducen manualmente en cada dispositivo mediante su interfaz de programación (normalmente un simple botón). Estas direcciones deben introducirse cuando tratamos de comunicar el software de configuración (ETS) con los elementos del circuito; de hecho el programa solicita la manipulación del botón.

Posteriormente se emplearán en la identificación de errores o en la programación de las funciones a través del software ETS. En el funcionamiento normal de la instalación, la comunicación se efectúa normalmente mediante un direccionamiento lógico o de grupos independiente de la dirección física, a través de las *direcciones de grupo*. Como usuarios o programadores del sistema emplearemos solamente las direcciones de grupo, no las direcciones físicas.

Las direcciones de grupo permiten que varios dispositivos (pertenecientes incluso a áreas diferentes) compartan la misma dirección y respondan, por tanto, a los mensajes dirigidos a ella de forma simultánea. Así, por ejemplo, se podrán enviar mensajes para que todas las persianas de un inmueble (situadas en áreas físicas diferentes) bajen simultáneamente, o para que todas las luces de la casa se enciendan o apaguen. Los sensores sólo pueden enviar una dirección de grupo, pero los actuadores tienen un funcionamiento más versátil: varios actuadores pueden tener la misma dirección de grupo y, al mismo tiempo, un actuador puede responder a varias direcciones de diversos sensores (por ejemplo, un pulsador y un detector de presencia).

En una instalación KNX se pueden usar dos tipos de direcciones de grupo: las de dos y las de tres niveles. El empleo de una u otra depende de las necesidades de jerarquización de la instalación. El *grupo principal* se suele usar para englobar grupos de funciones (iluminación, climatización, etc.). Los *intermedios* se emplean para proporcionar a estas funciones generales un mayor grado de concreción, por ejemplo la iluminación o climatización por plantas del edificio. Por último, los *subgrupos* o grupos secundarios constituyen una división más específica y concreta. En la **Figura 5.27** se ilustra el formato de ambos tipos de direcciones.



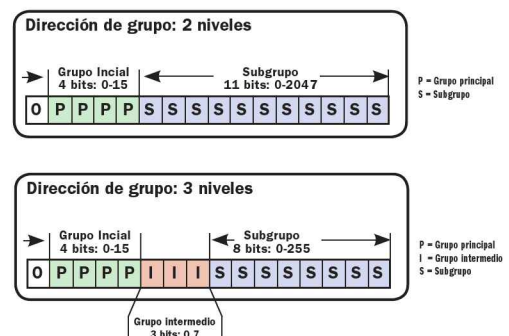
#### RECUERDA:

La dirección física es un código numérico que identifica al elemento de la red de forma inequívoca, del mismo modo que la matrícula de un vehículo.



#### RECUERDA:

Los dispositivos KNX poseen, por una parte, una dirección física —que se programa individualmente en cada dispositivo— y una dirección de grupo, que se emplea en el funcionamiento habitual de la instalación.



**Figura 5.27.** Niveles de las direcciones de grupo.

## 5.4. La comunicación en KNX

Como hemos mencionado anteriormente, la comunicación en una instalación KNX se efectúa a través de paquetes de datos denominados *telegramas*, que se transmiten a través de un bus, un canal de comunicación que se puede implementar con diferentes medios físicos. Veremos en este epígrafe cuáles son esos medios y cómo se desarrolla el proceso de comunicación entre los nodos del sistema.

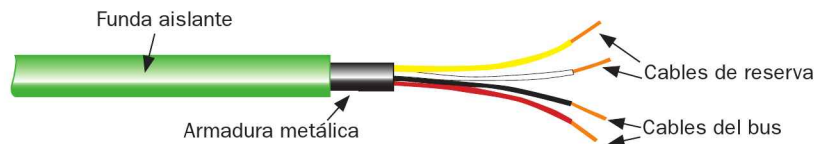
### 5.4.1. Medios de transmisión

Para transferir datos entre dos dispositivos pueden emplearse diversos *medios de transmisión*, como hemos visto anteriormente. A continuación veremos cada uno de ellos en detalle.

**KNX.TP.** El cable de par trenzado es el medio de transmisión más utilizado, especialmente en edificios de nueva planta, porque se trata de un medio barato y su instalación en una obra nueva no presenta mayores problemas.

La Asociación KNX certifica varios tipos de cables:

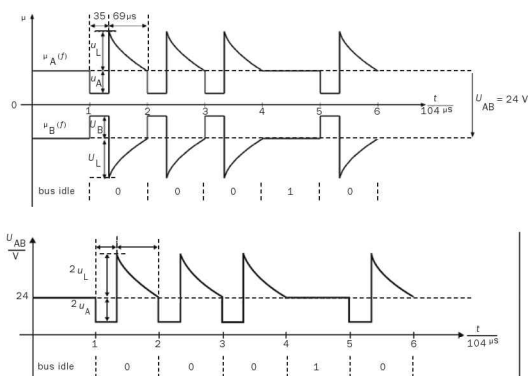
- Uno de los más habituales es el denominado YCYM 2x2x0.8. Este cable se compone de una funda de PVC y contiene dos pares de hilos, cada uno de ellos de 0,8 milímetros de diámetro. Los cables rojo (positivo) y negro (negativo) se emplean para proporcionar corriente a los dispositivos y también para transmitir datos. El par amarillo y blanco se emplea como reserva para futuras ampliaciones o para cometidos específicos, por ejemplo si uno de los dispositivos necesita energía adicional, para llevar una señal de audio, o bien por si existe un fallo (rotura) en el otro par.



**Figura 5.28.** Cable de par trenzado (TP) de cuatro hilos para la instalación KNX.

- En viviendas e instalaciones pequeñas es frecuente utilizar cable de un solo par (1x2x0.8).
- Además de los anteriores, existen algunos cables de carácter y objeto más específico, como el JH(St)H 2x2x0,8 (cable libre de halógenos), el JH(St)H 2x2x0,8 (para telecomunicaciones en tendido subterráneo) o el A-2YF(L)2Y (para uso exterior).

Los bits no viajan directamente a través de los cables, sino que es preciso convertirlos en una señal eléctrica mediante una serie de *transceptores*. Los dos cables del bus de datos, además de su tensión continua (0 y 29 V) transmiten una onda alterna. La señal de datos es la *diferencia* de tensión entre el cable positivo rojo (la línea A) y el negativo negro (la línea B). En la **Figura 5.29** se muestran dos curvas en su forma *ideal*. Tengamos en cuenta, no obstante, que esta forma puede verse distorsionada por el número de nodos, las interferencias externas o la distancia con respecto a la fuente de alimentación. Los receptores podrán procesar señales con *ciertas* distorsiones, siempre y cuando estas se mantengan dentro de unas determinadas *tolerancias*.



**Figura 5.29.** Arriba: Curvas de potencial en las líneas A y B. Abajo: Curva de tensión (diferencia de potencial entre las líneas).

Notemos que la información se identifica no por el valor absoluto de la señal sino por la diferencia entre los valores de tensión de ambos conductores, ya que ninguno de los hilos está referenciado a tierra.

Cuando se transmite un “0” lógico circula señal por el bus, mientras que el “1” se codifica como ausencia de señal. Por ello, cuando varios componentes tratan de transmitir simultáneamente en el bus, los “0” se detectan antes que los “1” o, en otras palabras, los “1” sobrescriben a los “0”; por eso se dice que el cero posee *prioridad* sobre el “1”.

**Tasa de bits.** Teniendo en cuenta que el intervalo  $T$  de la señal es de 104 microsegundos, la tasa de bits del sistema KNX sobre par cableado es de aproximadamente 9,6 kbits/s.

En algunos casos se prefieren otros medios de transmisión por diversas razones:

- Si no se puede usar un cable bus separado, **KNX.PL** permite usar los cables eléctricos para transmitir los datos, de modo similar a lo que ocurre en X10. La frecuencia media de transmisión de señales a través de PL es de 110 kHz, con lo que comúnmente se conoce este medio como PL110.
- **KNX.RF.** Emplea señales de radio, de modo que no es necesario instalar líneas de bus. Las señales de radio son capaces de atravesar tabiques y paredes, por lo que pueden emplearse para comunicar dispositivos situados en distintas habitaciones. Su uso, de todos modos, puede provocar interferencias con instalaciones próximas y, además, las señales son particularmente sensibles a las interferencias electromagnéticas, por lo que deben emplearse solo puntualmente, aunque pueden ser una buena solución si no se quieren o pueden hacer obras o se necesita proporcionar un presupuesto barato, ahorrando los costes de mano de obra que supone efectuar el cableado.
- **KNXnet/IP.** Se usa para integrar un sistema KNX en una red TCP/IP.
- **Cable de fibra óptica.** Se emplea para transmitir datos a larga distancia, de modo que no es preciso instalar protección contra rayos y sobretensiones cuando se instalan cables para comunicar dos edificios.

### 5.4.2. El proceso de comunicación

Los dispositivos KNX intercambian información mediante tramas. Existen dos tipos de tramas: las de datos (denominados habitualmente telegramas o *data frames*) y las de reconocimiento (*acknowledgement frames*). Supongamos que un dispositivo (un sensor, por ejemplo) envía un telegrama a través del bus, un telegrama con una determinada dirección o grupo de direcciones. Todos los dispositivos que pertenecen a este grupo reciben el telegrama y confirman que lo han recibido mediante una trama de reconocimiento.

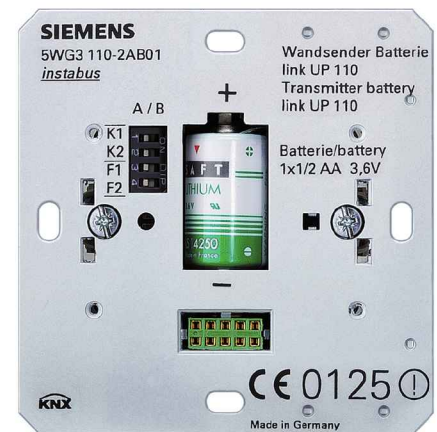
Las **tramas de datos** se componen de siete campos:

- Campo de control (1 byte).
- Dirección del remitente (2 bytes).
- Dirección del destinatario (2 bytes + 1 bit).
- Contador de ruta (3 bits).
- Longitud (4 bits).
- Datos de usuario (entre 1 y 16 bytes).
- Suma de comprobación (1 byte).

La mayor parte de los telegramas incluyen solo uno o dos bytes en el campo de datos de usuario, puesto que la mayor parte de estos datos consisten en comandos de encendido y apagado o de regulación de intensidad.

### SABÍAS QUE...

La codificación de los bits que emplea KNX es del tipo denominado *Non-Return-to-Zero* (NRZ). En ella, cuando se transmite una secuencia larga de “1” (componente continua de señal), el receptor puede perder el sincronismo, pues la señal no experimenta ninguna variación. Por eso los caracteres transmitidos comenzarán siempre —como veremos más adelante— con un “0” lógico, que conlleva un pulso de tensión.



**Figura 5.30.** Unidad de acoplamiento al bus con transmisión inalámbrica y alimentación por pila. Cortesía de Siemens.

## SABÍAS QUE...



La forma de enviar datos que emplea el protocolo KNX se denomina asíncrona porque necesita enviar información de inicio y parada para evitar que se pierda el sincronismo de la comunicación. A los caracteres codificados para esta clase de transmisiones se denominan en la bibliografía especializada caracteres UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*).

Las **tramas de reconocimiento** tienen una longitud de 1 byte.

Tanto las tramas de datos como las de reconocimiento se transmiten como una secuencia de “palabras” o grupos de 11 bits. Una vez enviada cada una de esas “palabras”, el emisor espera el equivalente al tiempo de envío de 2 bits para enviar la siguiente palabra codificada. Por tanto, enviar una palabra KNX conlleva el tiempo de 13 bits.

La siguiente imagen reproduce la estructura de una palabra KNX:

SB	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	PB	EB
0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1

### 5.4.3. Control del bus

¿Qué ocurre cuando dos dispositivos tratan de transmitir datos por el bus al mismo tiempo? Para evitar las *colisiones* KNX emplea un método llamado CS-MA/CA (*Carrier Sense with Multiple Collision Avoidance*, acceso múltiple por detección de portadora con evasión de colisiones). Se trata de un método en el que el dispositivo que desea transmitir “escucha” el canal (el bus) para ver si se encuentra libre u ocupado. Si el dispositivo percibe que no se han enviado bits durante el lapso correspondiente a 50 períodos de bit, considera que el canal está libre. En caso contrario, espera un tiempo *aleatorio* y luego vuelve a escuchar el canal para tratar de enviar su propia información.

### 5.4.4. Control de errores

El protocolo emplea un *control de paridad* para detectar posibles errores en las transmisiones. Mediante este sistema se pueden detectar errores en uno, dos y hasta tres bits, un número suficiente para los datos que se comunican en las instalaciones domóticas. Cuando se detecta un error, el receptor solicita al emisor que reenvíe toda la trama de datos.

## Caso práctico 5.1

Veamos cómo funciona la detección y corrección de errores mediante control de paridad.

### Solución:

Imaginemos que se transmite un grupo de tres bytes de información. El control de paridad se efectúa disponiéndolos en una tabla y enviando, junto con la información, unos bits de paridad que indican si el número de unos es par o impar. Cuando la información llega al destinatario, este vuelve a contar el número de unos de cada byte y comprueba su resultado con los bits de paridad de la fila y la columna. Si coinciden, no ha habido errores. Si no coinciden detectaremos el error y, conociendo la fila y la columna con error de paridad sabremos el bit en el que se ha producido el error; bastará cambiar ese bit (de cero a uno o de uno a cero) para *corregirlo*.

1	0	1	0	1	1	1	0	→	1
0	1	0	1	1	1	0	1	→	1
1	1	0	0	0	0	0	0	→	0
0	1	1	0	1	0	0	0	→	1
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
0	1	0	1	1	0	1	1	→	1

KNX emplea control de paridad impar en las “filas” y de paridad “par” en las columnas. Por ello, cuando el número de unos en una fila es impar el bit de paridad de fila es 1 y cuando el número de unos en las columnas es par, el bit de paridad de columna vale 1. ¿Qué ocurre si hay un error, por ejemplo, en el bit de la tercera fila y cuarta columna? ¿Cómo se modificarían los bits de paridad? ¿Podríamos con ello corregir el error?

### 5.4.5. Tramas de reconocimiento

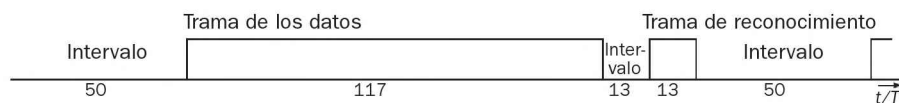
Cuando se recibe una trama de datos, todos los nodos del grupo destino esperan el equivalente a 13 períodos de bit y envían a continuación una trama de reconocimiento. Estas tramas pueden contener la siguiente secuencia de bits, que indicará una u otra respuesta del destinatario de la información:

	D7,N1	D6,N0	D5	D4	D3,B1	D2,B0	D1	D0	
<b>Caso 1</b>	1	1	0	0	1	1	0	0	ACK
<b>Caso 2</b>	1	1	0	0	0	0	0	0	BUSY
<b>Caso 3</b>	0	0	0	0	1	1	0	0	NACK

Fuente: Merz et al.: *Building Automation*

Cuando los bits B1 (D3) y B0 (D2) son cero, la trama indica que el receptor no puede procesar correctamente la trama de datos (BUSY). Si, por el contrario, los bits N1 (D7) y N0 (D6) son cero, la trama de reconocimiento indica que el receptor no ha recibido correctamente la trama de datos (NACK). Si el remitente recibe la trama de reconocimiento BUSY o NACK, reenvía los datos un máximo de tres veces.

En total, el proceso de comunicación entre el emisor y el receptor, si la trama de datos contiene dos bytes de datos de usuario, dura un lapso de 20,072 milisegundos. Si el receptor está situado en otra línea u otro área, el tiempo será mayor, puesto que las tramas (tanto de datos como de reconocimiento) deberán ser procesadas y reenviadas por repetidores y acopladores. El proceso se representa en la línea de tiempo de la **Figura 5.31**, en la que los números indican períodos de bit.



**Figura 5.31.** Tiempo consumido en la comunicación de datos.

### Actividad propuesta 5.7

Expresa con tus palabras lo que hayas entendido de los siguientes conceptos: trama de reconocimiento, control de acceso al bus, control de paridad.



#### RECUERDA:

Los aspectos más importantes de la comunicación en KNX son los siguientes: **1.** Para que un nodo pueda emitir, el bus debe estar libre. **2.** Un telegrama es visto por todos los componentes del bus, pero captado solo por aquellos a quienes ha sido enviado. **3.** Existe un mecanismo de control de errores.



#### RECUERDA:

El protocolo KNX emplea un control de paridad para la detección y corrección de errores.

#### Para saber más:

Siemens tiene publicada una serie de vídeos en castellano sumamente interesantes y didácticos sobre el sistema KNX. Puedes verlos en su sitio web (apartado "Formación" y "Zona Multimedia").

<http://www.siemens.com/entry/es/es>



## Amplía tus conocimientos



**Figura 5.32.** Controlador EC-RTU-L. Cortesía de Jackson Systems.



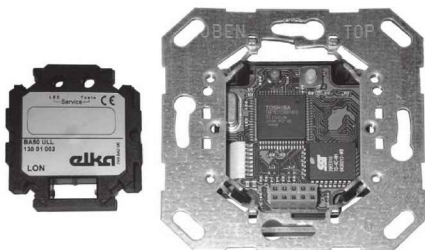
**Figura 5.33.** Controlador VS-CFG-1300. Cortesía de Voyant Solutions.



**Figura 5.34.** iLON SmartServer, dispositivo de control energético capaz de integrarse con redes Ethernet. Cortesía de Echelon.



**Figura 5.35.** Logotipo de la Asociación LONmark.



**Figura 5.36.** Unidad de acoplamiento al bus, con el chip Neuron y el botón y LED de servicio. Cortesía de ELKA.

### Introducción al sistema LONWorks

LONWorks es un sistema abierto para domótica desarrollado por la empresa estadounidense Echelon. Su diseño permite usarlo tanto en sistemas centralizados como en sistemas descentralizados. Se trata, al igual que KNX, de un sistema estándar, recogido en las normativas ANSI e ISO. LONWorks es líder en el control domótico en el mercado estadounidense.

Al igual que ocurre con KNX, el hecho de ser un sistema descentralizado proporciona a LONWorks una gran flexibilidad. La clave del sistema LON es un microcontrolador, denominado *Neuron Chip*, introducido en 1990 y fabricado inicialmente por Toshiba y Motorola.

La tecnología LON consta de varios componentes:

- El *Neuron Chip* constituye el corazón del sistema LON.
- El protocolo LON define el modo de programar los *Neuron Chips* para diversas aplicaciones y la forma como se comunicarán como nodos de la red.
- Los transceptores proporcionan una comunicación física entre el dispositivo y la red LON. Cada medio de transmisión (par trenzado, red eléctrica, radiofrecuencia y fibra óptica) posee sus propios transceptores.
- Los diversos proveedores de sistemas LON ofrecen una amplia variedad de herramientas para configurar y programar la red de control. Entre ellas, Echelon proporciona las *LONBuilder* y *NodeBuilder* para programar las aplicaciones de los chips Neuron. Además, existen también utilidades de red como *LONMaker*, que permiten personalizar los dispositivos y organizarlos en una red funcional.
- La Asociación de Interoperatividad *LONMark* es la responsable de la definición de las funcionalidades que deben cumplir los dispositivos y sus requisitos mínimos. Cuando un dispositivo ha sido certificado por la *LONMark*, queda garantizado que se podrá comunicar con otros dispositivos certificados, aunque pertenezcan a otros fabricantes.

#### Para saber más:

En la página web de LONMark puede encontrarse una lista de los dispositivos certificados:

<http://www.lonmark.org>



### Funcionamiento de una instalación LON

Todos los dispositivos LON vienen equipados con el chip *Neuron*, que contiene el protocolo *LONTalk*. En su memoria EEPROM, al igual que en los microcontroladores de los dispositivos KNX, están almacenados los programas que proporcionan al nodo domótico sus funcionalidades y parámetros básicos. El módulo de aplicación permite conectar el chip con las unidades de entrada y salida.

El botón de servicio y el LED de servicio son dos componentes importantes de cualquier dispositivo LON. El botón de servicio envía a través del bus el identificador del chip Neuron, un identificador único de 48 bits asignado por el fabricante y que permite, a través de las herramientas de programación, su identificación e integración en la red LON. El LED de servicio, por su parte, muestra el estado actual del dispositivo durante la programación.

## Amplía tus conocimientos

La alimentación de los dispositivos de la red se hace habitualmente —al igual que en las redes KNX— mediante el propio bus de datos, *sumando* una señal en corriente continua de 42 V a la señal de datos de corriente alterna. Para alimentar los dispositivos se precisa en ese caso un transceptor que debe ser capaz de separar la señal de datos y la señal de alimentación.

La red LON admite diversas topologías: bus, estrella y anillo. En la topología en *bus* pueden alcanzarse distancias de hasta 2.700 metros. Para evitar que la señal sea reflejada al final del cable deben instalarse en sus extremos resistencias de  $107 \Omega$ . En la topología en *estrella* o en *anillo* se alcanzan distancias de hasta 500 metros y se deben instalar terminadores con una resistencia de  $52,3 \Omega$ . Los adaptadores para la alimentación a través del cable bus llevan ya integrados los correspondientes terminadores.

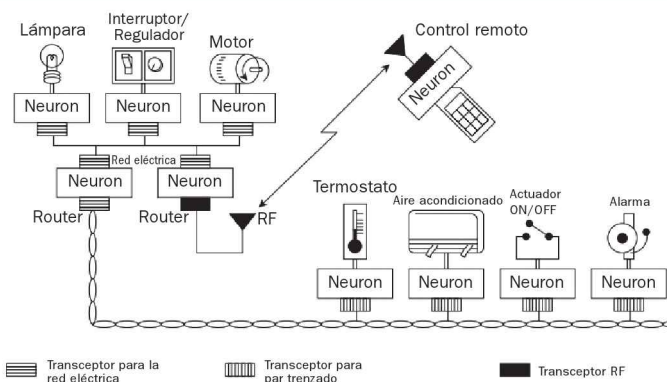
En la red se pueden configurar diferentes *subredes*, que desempeñan un papel similar a las áreas de la red KNX. Cada subred puede contar, como máximo, con 128 nodos direccionables. Si se precisan más dispositivos o si la longitud del segmento de línea es superior a la permitida se debe instalar un repetidor. Además de los repetidores pueden instalarse *routers* para comunicar dispositivos conectados a diversos medios de transmisión; estos *routers* pueden, además de retransmitir los datagramas que les llegan, actuar como *filtros*, incrementando así la flexibilidad de la red.

### Transmisión de los datos

En la mayor parte de dispositivos LON, es indiferente conectarlos con una u otra polaridad. El modo de codificación de los datos que emplea el protocolo no emplea el nivel de señal (una tensión más o menos elevada) para codificar los “0” y los “1”, sino que utiliza las transiciones o cambios en el nivel de tensión para representar los dígitos binarios.

### Integración en una red

Una vez conectados físicamente, los dispositivos envían y reciben tramas de datos a través de variables de red. Estas variables están vinculadas unas a otras formando enlaces lógicos independientes de la ubicación física que los dispositivos poseen en la topología de la red LON; posteriormente, será necesario establecer los parámetros de cada nodo e integrar las variables del dispositivo en la red. Estos procesos se efectúan a través de diversas aplicaciones informáticas.



**Figura 5.37.** La figura muestra el esquema de funcionamiento de una red LON, en la que cada dispositivo viene provisto de su chip Neuron y de un transceptor para comunicarse con el bus de par trenzado, a través de la línea eléctrica de potencia o mediante radiofrecuencia. Fuente Merz et al.: *Building automatic*.

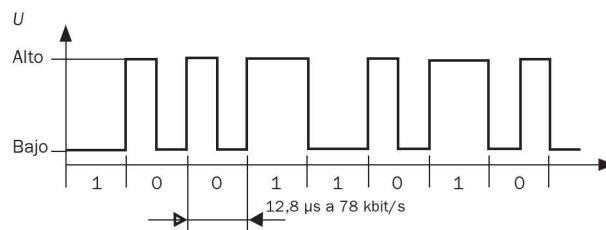


#### RECUERDA:

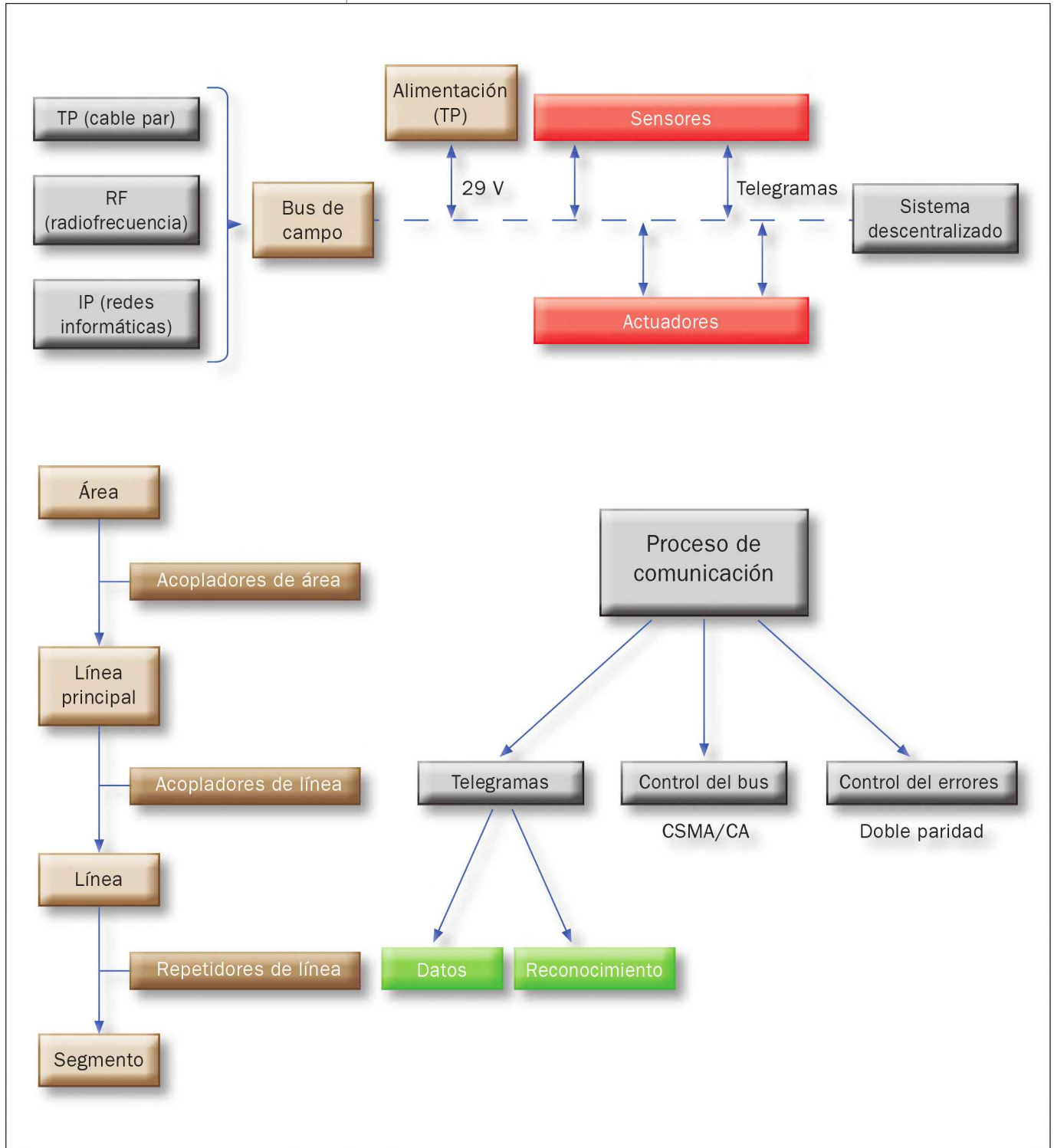
Debido al tipo de codificación del sistema LON, es indiferente conectar los dispositivos con una u otra polaridad.

#### SABÍAS QUE...

La codificación que emplea el protocolo LON se denomina *Manchester Diferencial*. Para cada bit transmitido hay un cambio en el nivel de tensión de la señal, lo que presenta la ventaja de incluir en la propia codificación de los datos la señal de sincronización o señal de reloj. Cuando se codifica un cero, existe un cambio adicional en el nivel de tensión; cuando se codifica un uno, no existe tal cambio. En la figura podemos observar los niveles de señal para una secuencia de bits.



## Mapa conceptual





## Cuestiones

**5.1.** Los dispositivos KNX intercambian información atendiendo a su:

- a) Dirección física.
- b) Dirección de grupo.
- c) Ambas direcciones.
- d) Ninguna de las anteriores.

**5.2.** ¿Cuál de los siguientes sistemas no usa cables para la comunicación entre dispositivos?

- a) KNX.TP.
- b) KNX.RF.
- c) KNX.PL.
- d) KNX.IP.

**5.3.** ¿Cómo podemos accionar varios dispositivos (por ejemplo, varias luminarias) desde un mismo pulsador?

- a) Estableciendo en todas ellas la misma dirección física.
- b) No es posible realizar este tipo de operaciones en sistemas con bus de campo.
- c) Asignando la misma dirección de grupo a los dispositivos que deben responder conjuntamente.
- d) Todas las opciones anteriores son falsas.

**5.4.** ¿Qué es un repetidor de línea?

- a) Un dispositivo que permite conectar varias áreas entre sí.
- b) Un dispositivo que se emplea para conectar el bus al perfil de datos.
- c) Un dispositivo que hay que emplear siempre que se quieran incluir más de 128 nodos en una línea.
- d) Un dispositivo que se emplea para extender una línea, haciendo que esta tenga varios segmentos.

**5.5.** ¿Qué topología no se puede emplear en una instalación KNX?

- a) Anillo.
- b) Estrella.
- c) Bus.
- d) Árbol.

**5.6.** El sistema KNX es:

- a) Un sistema descentralizado.
- b) Un sistema en el que siempre se usa un bus de comunicación cableado.
- c) Un sistema que emplea radiofrecuencia para la comunicación entre los dispositivos.
- d) Un sistema de control centralizado.

**5.7.** El símbolo de la figura representa:

- a) Sistema de control centralizado.
- b) Alarma anti-intrusión.
- c) Vigilancia doméstica.
- d) Ninguna de las anteriores. No se trata de un símbolo normalizado.



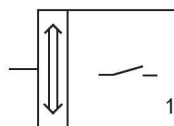
**5.8.** ¿Cómo se alimentan los dispositivos KNX?

- a) Mediante una pila.
- b) La alimentación se la proporciona el bus.
- c) La alimentación se efectúa a través de la red de potencia.
- d) Todas las opciones anteriores corresponden a posibles modos de alimentación eléctrica, aunque la más común es la b.

**5.9.** ¿Qué utilidad tiene la bobina en una red de control KNX?

- a) Actúa como una reserva de energía.
- b) Sirve para evitar que la señal de datos cause perturbaciones en la fuente.
- c) Evita que la tensión de alimentación experimente oscilaciones que falseen la componente de datos.
- d) Las opciones b y c son ambas correctas.

**5.10.** El símbolo de la figura representa:

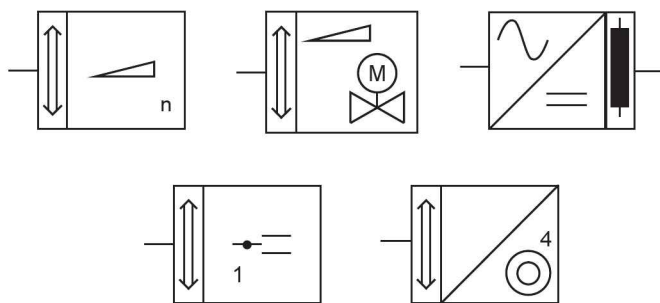


- a) Una pasarela KNX-PLC.
- b) Un actuador de persianas.
- c) Una entrada analógica.
- d) Una salida binaria.



## Actividades de aplicación

- 5.1.** ¿Qué diferencia o diferencias existen entre un sistema centralizado y otro descentralizado?
- 5.2.** ¿Qué ventajas crees que presenta el sistema KNX frente a los sistemas convencionales (cableados)? ¿Y frente al sistema X10?
- 5.3.** ¿Crees que existen aplicaciones en las que los sistemas cableados son más convenientes? ¿Cuáles? ¿Por qué?
- 5.4.** ¿Qué dispositivos KNX representan los siguientes símbolos? Describe brevemente las funciones y características de cada uno de ellos.



- 5.5.** ¿Cuál es el número máximo de líneas y líneas principales que puede tener un sistema KNX sin emplear repetidores?

- 5.6.** Un sistema KNX posee una línea con 40 dispositivos. La longitud total del cable es de 790 metros. La mayor distancia entre un dispositivo y la fuente de alimentación es de 190 metros. ¿Cumple el sistema con los requisitos de instalación?
- 5.7.** Imagina que tenemos un componente de un sistema con una dirección física 3.5.24. ¿Cuál es la ubicación del dispositivo en la instalación?
- 5.8.** Si el sensor 1.1.23 envía un telegrama al actuador 6.4.12, ¿qué acopladores (tipo y dirección física) reciben y retransmiten este paquete de datos? Representalo en un diagrama.
- 5.9.** Fíjate en el catálogo de Jung (que puedes encontrar en el CD que acompaña a este libro). ¿Qué tipo de sensores encontramos en él? Resume los aspectos más relevantes de los detectores de movimiento y presencia KNX de Jung (alcance, campo de detección, etc.).
- 5.10.** El sistema KNX emplea control de doble paridad para la detección y corrección de errores. ¿En qué consiste este mecanismo? Trata de explicarlo con un ejemplo.

# Montaje y configuración de instalaciones KNX

## 6

### Contenidos

- 6.1. Introducción.
- 6.2. Instalación de la capa física en KNX.TP.
- 6.3. Protección de la instalación bus.
- 6.4. Configuración de la instalación.
- 6.5. Ejemplo de instalación.

### Objetivos

- Conocer los pasos necesarios para la instalación y la configuración de una red domótica KNX.
- Comprender los diversos aspectos de la instalación física de una red KNX, tales como el cableado, la ubicación de los actuadores, el conexionado del cable bus, prestando especial atención al cumplimiento de la normativa vigente.
- Conocer las protecciones que se deben observar en aras de la seguridad de la instalación KNX.
- Comprender y seguir los pasos necesarios para la configuración de la red domótica, especialmente en lo que respecta a la asignación de direcciones de grupo y al uso del software ETS.

KNX es un sistema que se adapta a todo tipo de instalaciones, grandes y pequeñas, sencillas y complejas. Se puede emplear para el control de un simple circuito de iluminación o para la gestión inmótica de un gran edificio de oficinas. En el capítulo precedente estudiamos los fundamentos del sistema; en este veremos cómo se instala y se configura una instalación domótica con bus de campo KNX.

**RECUERDA:**

KNX es un sistema descentralizado y abierto cuyos nodos poseen “inteligencia propia”.

**RECUERDA:**

El precableado consiste en la instalación de cables bus allí donde no se haya definido completamente la extensión de la red KNX.

## 6.1. Introducción

Tal como hemos estudiado en el Capítulo 5, KNX es un sistema *descentralizado*, en el que los dispositivos cuentan con una inteligencia propia y se transmiten información a través de un bus dedicado. Su carácter descentralizado, la enorme variedad de dispositivos disponibles en el mercado, la naturaleza abierta, estándar y robusta de su protocolo, lo convierten en el fruto más granado de la domótica actual. El sistema es flexible, ampliable y apto para aplicaciones sencillas y complejas (desde la automatización de una vivienda unifamiliar hasta la de un gran estadio olímpico, como en el caso de los Juegos Olímpicos de Pekín de 2008).

En el estudio de cómo se planifica y se lleva a cabo una instalación KNX distinguiremos, por un lado, su montaje *físico* (cableado, conexiones, ubicación de los dispositivos, conexiones) y, por otro, su configuración *lógica*, su programación. La asignación de direcciones de grupo y el establecimiento de parámetros dota al sistema de una gran potencia, como veremos más adelante con ejemplos de diversas instalaciones reales.

Los pasos que se deben seguir para llevar a cabo una instalación KNX son los siguientes:

1. Elección del medio de transmisión.
2. Elección de los dispositivos o nodos que es preciso utilizar.
3. Diseño de la topología de la instalación.
4. Elección de las aplicaciones que se desean programar o asignar a cada uno de los aparatos, junto con la parametrización y la configuración de los componentes.
5. Programación, puesta en marcha y configuración de la instalación.

## 6.2. Instalación de la capa física en KNX.TP

¿Cómo se cablea una red KNX? ¿Dónde se instalan los dispositivos? ¿Cuáles son las distancias máximas de separación entre ellos? ¿Cómo se conectan al bus, la alimentación y las cargas? ¿Qué clase de comprobaciones es necesario realizar una vez efectuada la instalación? Todos estos elementos, que pertenecen a la *capa física* de la instalación domótica con bus de campo, serán el objeto de este epígrafe.

### 6.2.1. Precableado

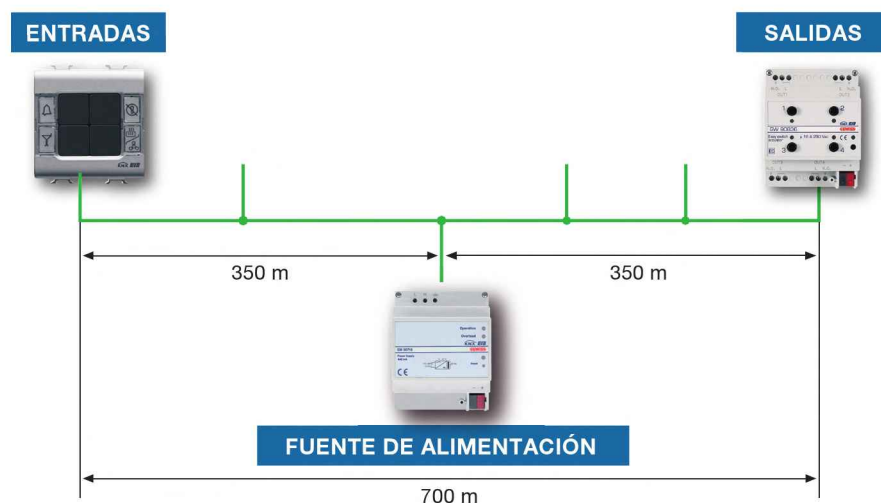
El precableado consiste en la instalación de cables bus en aquellos casos en los que no se haya definido completamente la extensión del sistema KNX. En función del grado de precableado necesario se definen tres niveles de complejidad diferentes: en el primero de ellos, *precableado tipo 1* cada habitación dispone de un único punto de acceso al cable bus; en el *precableado tipo 2* la línea bus debe estar disponible en cada pared, especialmente en las áreas próximas a puertas y ventanas; por último, en el *precableado tipo 3* la línea está disponible en todos los puntos importantes de la habitación.

### 6.2.2. Pautas de instalación

En la disposición de los nodos de una instalación KNX deben seguirse una serie de guías de instalación. Con ello aseguramos que los dispositivos re-

ciben al menos la tensión mínima necesaria para operar, aun cuando estén situados lejos de la fuente de alimentación, teniendo en cuenta las caídas de tensión en el cableado). Además, deberán tratarse de minimizar los errores en la transmisión de datos, detectando las colisiones que pueden ocurrir como resultado del retardo en la propagación de la señal que se produce al aumentar la longitud de cableado. En particular, para cada línea o segmento de línea deben seguirse las siguientes pautas:

- La línea no debe tener una longitud superior a **1.000 metros**.
- La longitud del cable entre los dos dispositivos de bus más alejados no debe ser superior a **700 metros**. La resistencia del conductor produce una atenuación de la señal de tensión emitida, y por otro lado la capacidad parásita entre los dos hilos paralelos puede producir un retardo en la señal, haciendo ilegible la información transmitida.
- La longitud de cable entre una fuente de alimentación y un dispositivo no debe ser superior a **350 metros**, por lo que la fuente se suele colocar en medio de una tirada de 700 metros.
- Dos fuentes de alimentación cualesquiera en un segmento deben estar situadas, *como mínimo* a una distancia de **200 metros**.



#### RECUERDA:

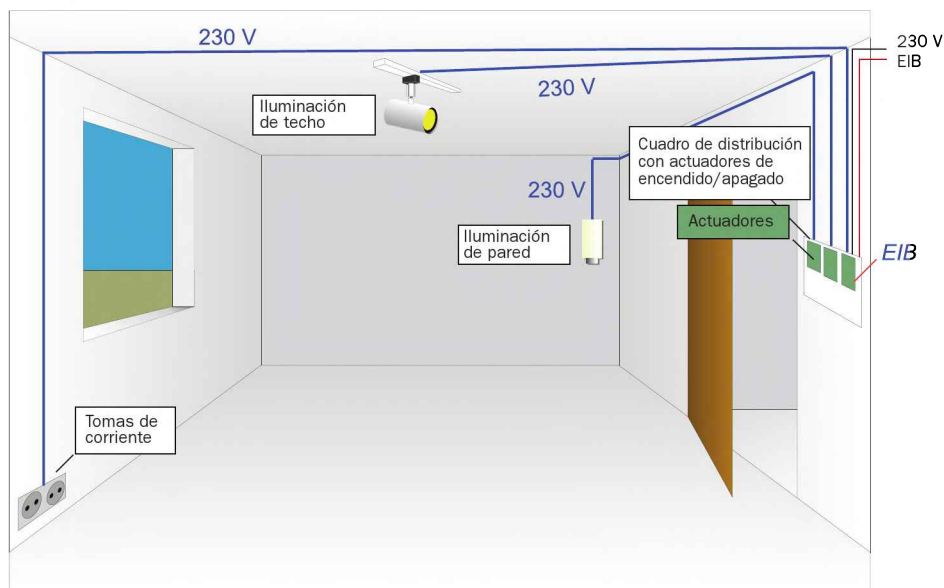
La combinación de los efectos de resistencia y capacitancia de los conductores del cable bus producen un tiempo de retardo en la señal emitida entre emisor y receptor.

**Figura 6.1.** Distancia entre dispositivos. Cortesía de Gewiss.

### 6.2.3. Situación de actuadores

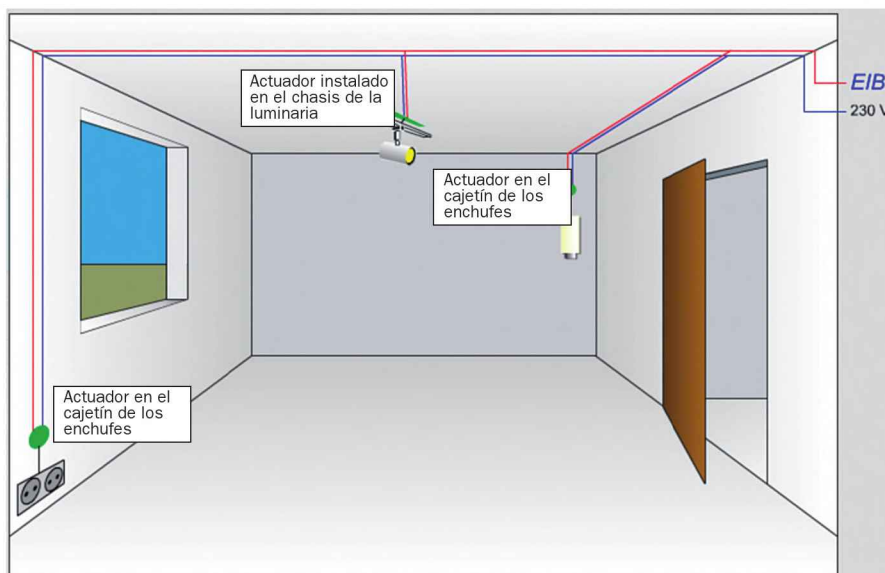
Una de las primeras consideraciones que debemos efectuar en la planificación de una instalación de control domótico es si los actuadores se instalarán organizándolos por zonas o por elementos.

- En apartamentos, edificios de viviendas, etc., se pueden cablear todas las cargas hasta una única ubicación por cada habitación o zona (no por edificio: recordemos que KNX es un sistema *descentralizado*). Este tipo de **instalación por zonas** es más transparente, los dispositivos están más accesibles, se necesitan menos componentes KNX y el coste por canal es menor, aunque se requiere mucho más cableado. En este esquema, los actuadores suelen instalarse en carril DIN.



**Figura 6.2.** Esquema de instalación centralizada de actuadores (por claridad, no se han dibujado pulsadores para el comando de las luminarias). Cortesía de la Asociación KNX.

- En una **instalación descentralizada**, los dispositivos se instalan *junto a las cargas*. La instalación distribuida aumenta considerablemente el coste por canal (pueden necesitarse más dispositivos de acoplamiento, la cantidad de programación puede aumentar, etc.).



**Figura 6.3.** Esquema de instalación descentralizada de actuadores (por claridad, no se han dibujado pulsadores para el comando de las luminarias). Cortesía de la Asociación KNX.

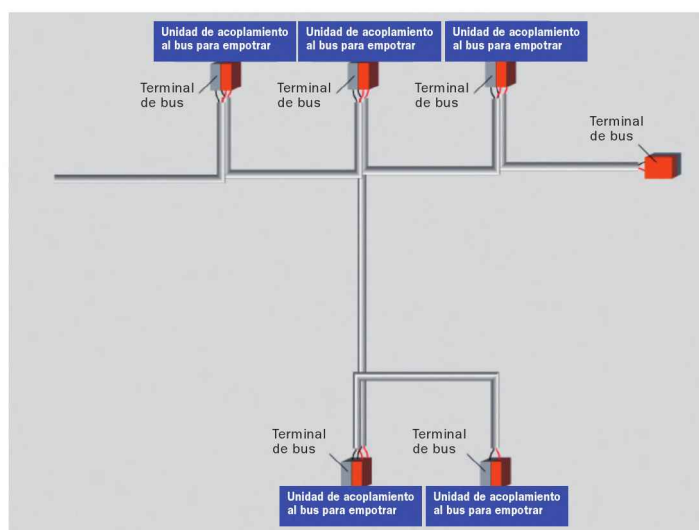
#### 6.2.4. Conexiones

La conexión del cable bus con los dispositivos se efectúa a través de unos terminales de conexión, que además facilitan la ramificación de la línea. El terminal proporciona también protección mecánica contra una eventual conexión con polaridad incorrecta.



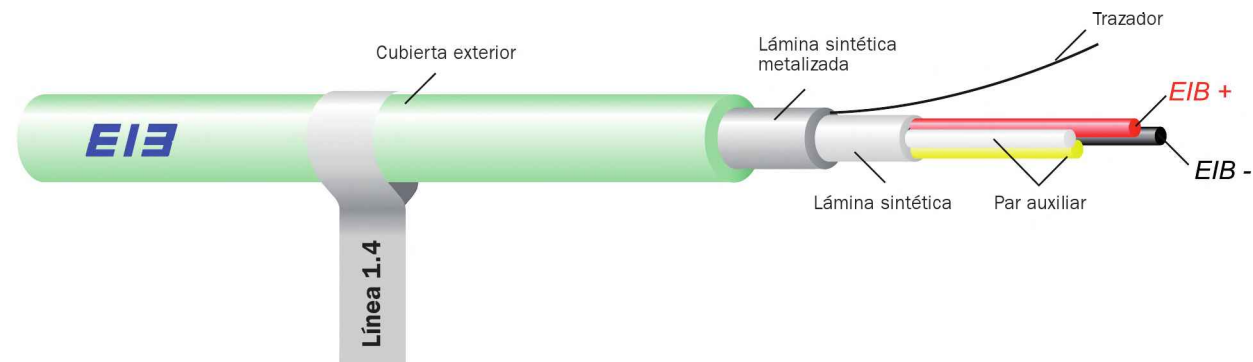
**Figura 6.4.** Terminal de conexión y ejemplo de conexión a cable bus. Cortesía de la Asociación KNX.

El terminal de conexión permite mantener la continuidad del bus aunque se tenga que desconectar un dispositivo de la red. Se pueden conectar hasta cuatro hilos por cada bloque, debiéndose antes pelar 6 milímetros de cable.



**Figura 6.5.** Instalación de los terminales de conexión de bus. Cortesía de la Asociación KNX.

Recordemos que el tipo de cable más común consta de dos pares, el principal y el secundario o auxiliar; junto con ello, una armadura o lámina metálica proporciona apantallamiento contra interferencias y una cubierta exterior lo protege eléctrica y mecánicamente. El trazador, por su parte, tiene la función de dotar al cable de cierta rigidez, para poder pasarlo por los tubos con mayor facilidad. En la **Figura 6.6** se detalla la composición del cable par; observemos que la línea va convenientemente etiquetada.

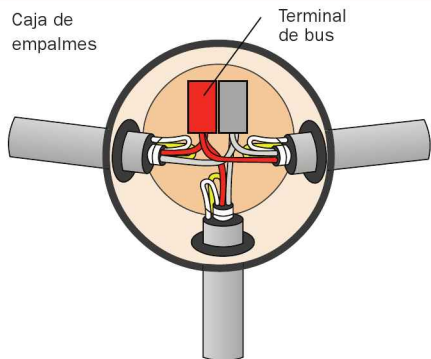


**Figura 6.6.** Cable bus EIB/KNX. Cortesía de la Asociación KNX.



#### RECUERDA:

En la instalación de bus KNX deben utilizarse terminales de conexión para cada dispositivo de la red, pero no son necesarios terminadores al final del cable.



**Figura 6.7.** Empalmes del cable bus en una caja de conexiones. Observa que el par auxiliar del cable, en los casos en los que no se usa, se retira hacia atrás y se recoge con cinta aislante. Cortesía de la Asociación KNX.

### Actividad propuesta 6.1

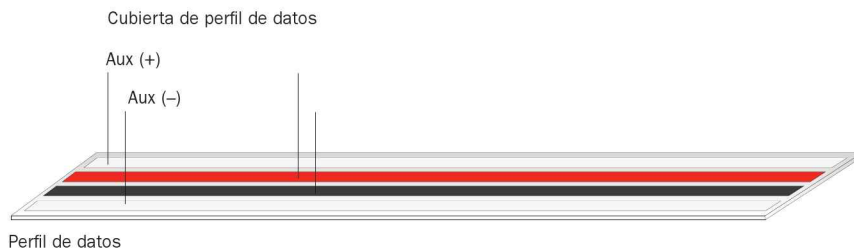
Identifica todos los elementos de la instalación de la **Figura 6.9**. ¿Qué función desempeñan? Dibuja el esquema unifilar de la instalación utilizando los símbolos normalizados que hemos estudiado en el Capítulo 5.

Para garantizar el aislamiento eléctrico entre la instalación de 230 V y el cable bus, no está permitido mezclar en las cajas de distribución conexiones (empalmes) de una y otra red. Cada instalación debe contar con sus propias cajas de distribución.

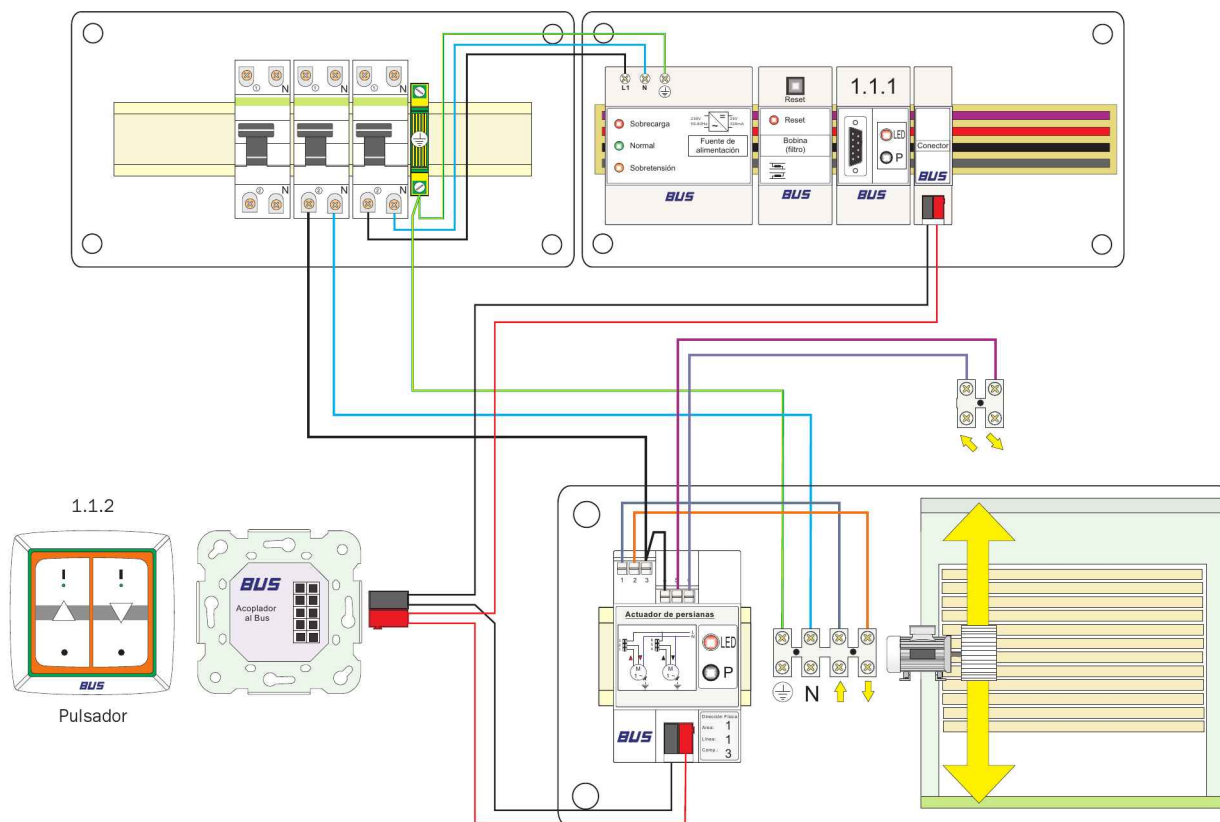
### 6.2.5. Perfil de datos

Tal como hemos señalado en el Capítulo 5, los dispositivos que se instalan en carril DIN intercambian información a través del *perfil de datos* o *carril de datos*. El perfil no se debe nunca cortar ni soldar.

Recordemos que el cable bus de KNX opera a una tensión clasificada como Muy Baja Tensión de Seguridad. Así, debe asegurarse el aislamiento del cable bus con respecto a la instalación eléctrica de 230 V. Entre otros mecanismos de protección, se debe cubrir las áreas no utilizadas del perfil de datos con un protector de carril, tal como indican las figuras. Además, la cubierta del perfil de datos previene que se ensucie.



**Figura 6.8.** Cubierta del perfil de datos. Cortesía de la Asociación KNX.



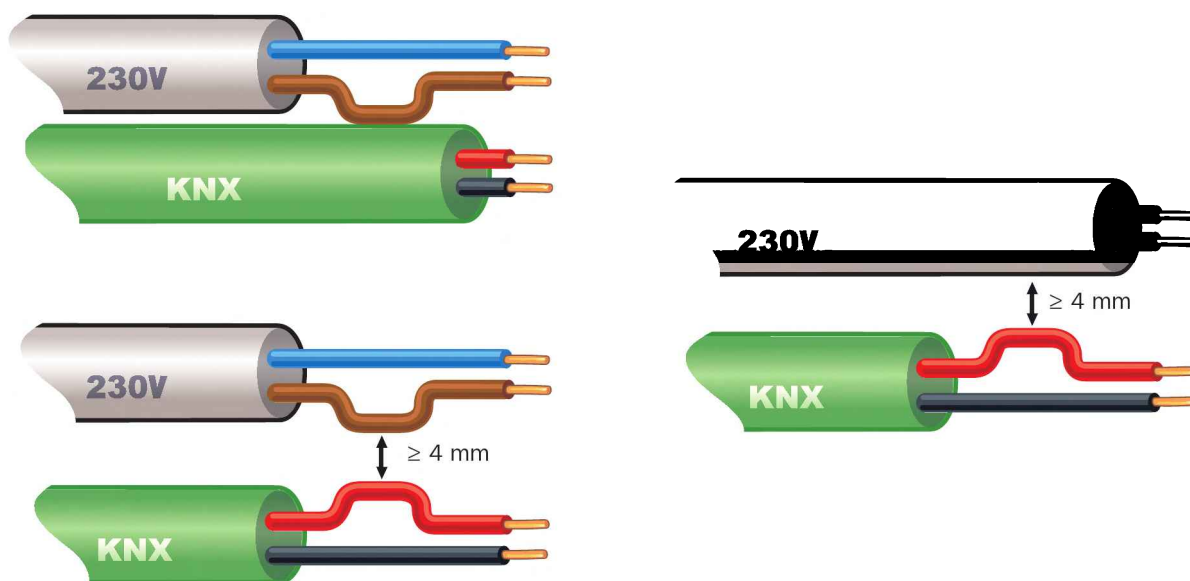
**Figura 6.9.** Esquema de instalación para el control de persianas desde un pulsador. Téngase en cuenta que, en las instalaciones actuales, la fuente de alimentación, la bobina y la “pasarela” de carril DIN a bus suelen estar en el mismo dispositivo, aunque aquí se dibujan separadas con fines didácticos. Cortesía de Rafael Arjona. [www.aulaelectrica.es](http://www.aulaelectrica.es).

En la **Figura 6.9** se muestra un ejemplo de instalación de un pulsador y actuador de persianas, con el cuadro de protecciones, alimentación, conexión a PC, pulsador y actuador.

### 6.2.6. Guías de instalación

Los requisitos para la instalación de cables bus son, en líneas generales, idénticos a los que se emplean para el tendido de los cables de la red de alimentación de corriente alterna a 230 V/400 V. Deben tenerse en cuenta, no obstante, algunas especificidades:

- Los cables KNX con cubierta exterior pueden instalarse junto a los cables de red de potencia sin necesidad de respetar ningún espacio libre.
- Si los cables KNX poseen solo aislamiento simple, es preciso respetar una distancia mínima de 4 milímetros con respecto a la red de potencia, tanto si estos últimos disponen de aislamiento simple como si tienen aislamiento doble.



**Figura 6.10.** Separación entre los cables de potencia y bus de campo. Cortesía de Gewiss.

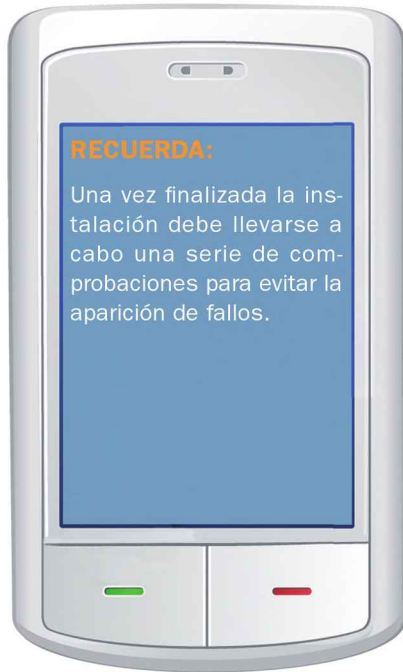
- Entre los cables bus y cables planos debe respetarse una distancia de al menos 10 milímetros.
- Los cables KNX no pueden nunca compartir la misma canalización con conductores de potencia sin cubierta exterior (si bien en la práctica esta situación muy raramente se da).
- Todos los cables bus deben ser convenientemente marcados con la etiqueta “BUS” o “KNX” o “KNX/EIB TP1”.

### 6.2.7. Marcado de dispositivos

En cada dispositivo (para carril DIN, de empotrar, etc., incluidos acopladores y repetidores) debe indicarse claramente su *dirección física*. Ello facilitará la identificación y programación de la instalación, así como el mantenimiento y la corrección de fallos.



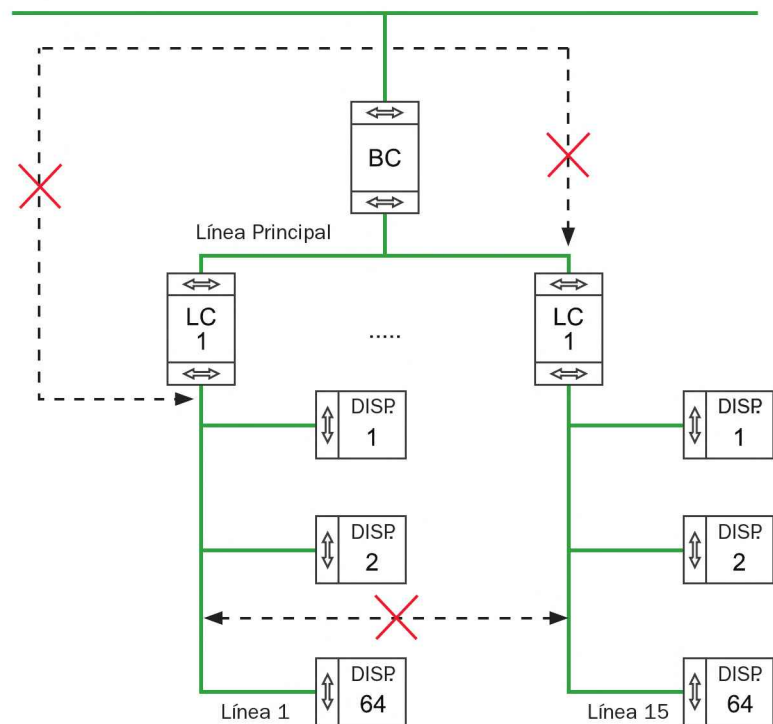
**Figura 6.11.** Acoplador de bus para un elemento instalado en cajetín (caja de empotrar), sobre el que se ha marcado su dirección física. Cortesía de la Asociación KNX.



### 6.2.8. Comprobación de la instalación

Una vez finalizada la instalación, es preciso llevar a cabo una serie de comprobaciones. La siguiente *checklist* resume las principales pruebas de comprobación que es necesario efectuar.

1. Comprobar si se han respetado las **longitudes de cable permitidas**. Recordemos que debido a las caídas de tensión, la capacidad del cable bus y el tiempo de tránsito de los telegramas en el bus, las longitudes de cable no deben superar los valores que se han mencionado anteriormente. En realidad, durante el propio proceso de instalación deberemos cerciorarnos de que se respetan las longitudes permitidas, para evitar innecesarias modificaciones posteriores en la red.
2. Comprobar el **marcado de los extremos del cable bus**. Los cables deben ir marcados con las palabras *KNX* o *BUS*. La identificación del área y la línea facilitan la localización de un cable en concreto si hay que realizar labores de mantenimiento o comprobación.
3. Comprobar la instalación buscando **conexiones de cable no permitidas**. Recordemos que las líneas se deben conectar por medio de acopladores. La comprobación puede realizarse desconectando la fuente de alimentación de la línea que se está examinando y asegurándonos que todos los dispositivos conectados a ella dejan de funcionar.



**Figura 6.12.** Conexiones permitidas y no permitidas en una instalación KNX. Cortesía de la Asociación KNX.

4. Comprobar la **polaridad de todos los dispositivos conectados al bus**. La comprobación puede efectuarse pulsando el botón de programación del dispositivo y comprobando que se enciende el LED correspondiente.
5. Comprobar la **resistencia de aislamiento**. La medición de la resistencia de aislamiento debe realizarse como mínimo a 500 V CC. Dicha resis-

tencia debe alcanzar al menos los 500 k $\Omega$ . Los terminales de protección contra sobretensiones deben quitarse antes de llevar a cabo la comprobación, para no desvirtuar los resultados y no dañar esos componentes.

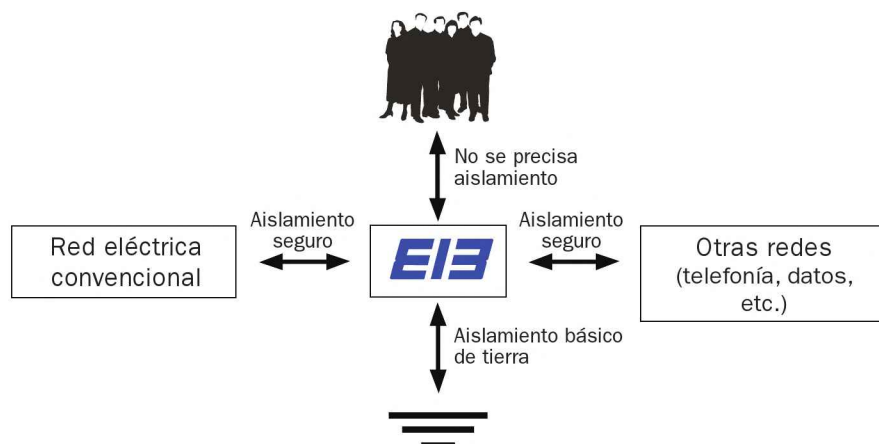


**Figura 6.13.** Resistencia de aislamiento del cable bus. Cortesía de la Asociación KNX.

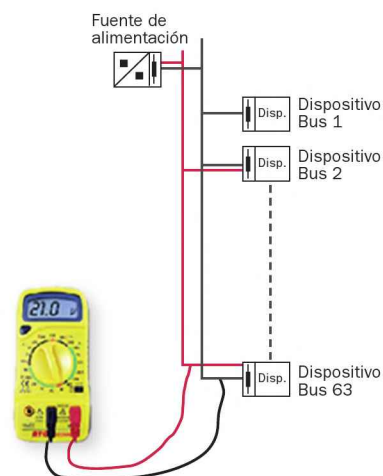
6. Medir la **tensión en cada extremo del cable**, que debe proporcionar un valor mínimo de 21 V. El número de dispositivos por línea debe ser siempre menor o igual a 64; algunos de ellos, como las electroválvulas, cuentan por dos debido a su superior consumo de corriente del bus.
7. Guardar un **registro de los datos** obtenidos en la comprobación. Los resultados de las comprobaciones deben añadirse a la documentación de la instalación KNX.

### 6.3. Protección de la instalación bus

El sistema KNX emplea una tensión que se encuentra en el rango clasificado como Muy Baja Tensión de Seguridad, al no superar los 50 V en alterna ni los 120 V en continua. Además, puesto que las tensiones tampoco exceden los 25 V en alterna ni los 60 V en continua, no se precisan protecciones contra los contactos directos.



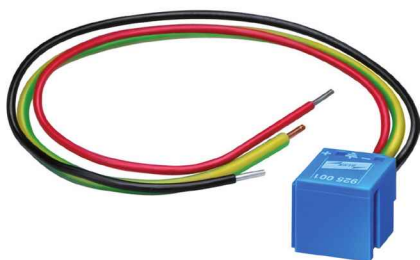
**Figura 6.15.** Aislamiento de la red KNX/EIB con respecto a personas, tierra y otras redes (potencia, datos, etc.). Cortesía de la Asociación KNX.



**Figura 6.14.** Comprobación de la tensión en el extremo del cable bus más alejado de la fuente de alimentación. Cortesía de la Asociación KNX.

## SABÍAS QUE...

En realidad, el interruptor magneto-térmico de un circuito no protege al circuito en sí, sino al resto de la instalación a la cual está conectado un circuito específico. En otras palabras, protegen “aguas arriba”.



**Figura 6.16.** Limitadores de sobretensiones, con conexión para el cable bus y PE. Cortesía de Siemens.

La fuente de alimentación debe conectarse a tierra mediante el correspondiente cable PE para evitar cargas estáticas en el bus.

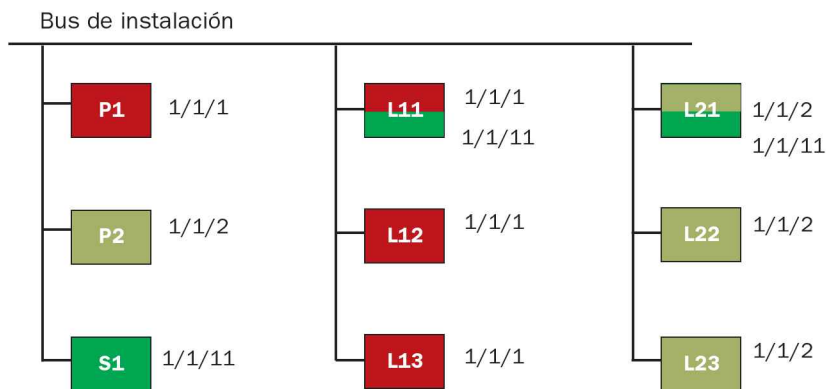
Los equipos también deben estar protegidos contra sobretensiones transitorias. Los dispositivos comunes para la protección de las instalaciones eléctricas (interruptores diferenciales y magneto-térmicos) resultan ineficaces para la protección de los dispositivos de bus, puesto que su funcionamiento es excesivamente lento. En general, los aparatos cuentan con una protección intrínseca contra sobretensiones que suele ser suficiente, si bien en algunos casos (por ejemplo, cuando los cables de luz y potencia están instalados en paralelo a lo largo de grandes distancias, o cuando los dispositivos están situados al final de cables bus, en el límite de edificios, para acopladores de línea...) es necesaria una protección secundaria adicional. Para ello se emplea un *terminal de protección contra sobretensiones*.

## 6.4. Configuración de la instalación

Recordemos que la topología de un sistema KNX está formada por una línea de comunicación que comparten todos los elementos o componentes bus. La topología presenta una estructura jerárquica en la que los nodos del sistema (sensores, actuadores, etc.) se asignan a una *línea*. Las diversas líneas se conectan a una *línea principal* para formar un área. Por último, las áreas se conectan entre sí mediante una *línea troncal*.

### 6.4.1. Direcciones de grupo

Tal como hemos visto en el capítulo precedente, en el funcionamiento normal de la instalación se emplean las denominadas *direcciones de grupo*, un nivel de direccionamiento independiente de la dirección física de los dispositivos. ¿Cómo se configuran estas direcciones? Lo ilustraremos con varios ejemplos.



**Figura 6.17.** Direcciones de grupo: ejemplo 1.

1. Al presionar el pulsador P1 se envía un telegrama con la dirección de grupo 1/1/1. Aunque todos los dispositivos escuchan el bus cuando se transmite el telegrama, solo los actuadores de las lámparas L11, L12 y L13 ejecutan la orden. Cuando el sensor de luminosidad envía la dirección de grupo 1/1/11, solo los actuadores de las lámparas L11 y L21 ejecutarán la orden.

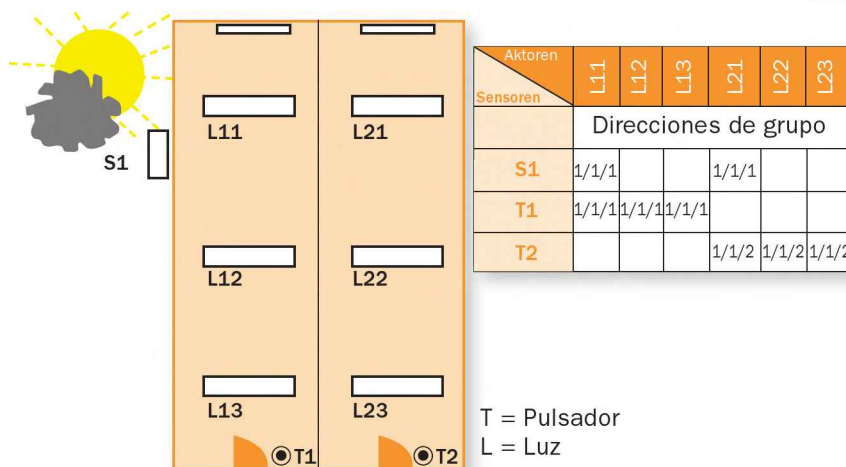


Figura 6.18. Direcciones de grupo: ejemplo 2.

2. En este caso, el pulsador T1 debe conmutar las luces L11, L12 y L13. En la configuración se le asigna la dirección de grupo 1/1/1 y también a los actuadores de las luces se les asigna dicha dirección de grupo. El pulsador T2 debe conmutar las luces L21, L22 y L23, asignándose dicha dirección tanto a los pulsadores como a los actuadores de las luces. Por último, el sensor de luminosidad S1 debe también conmutar las luces de las ventanas; se configura el sensor y los actuadores de dichas luces con la dirección de grupo 1/1/11.

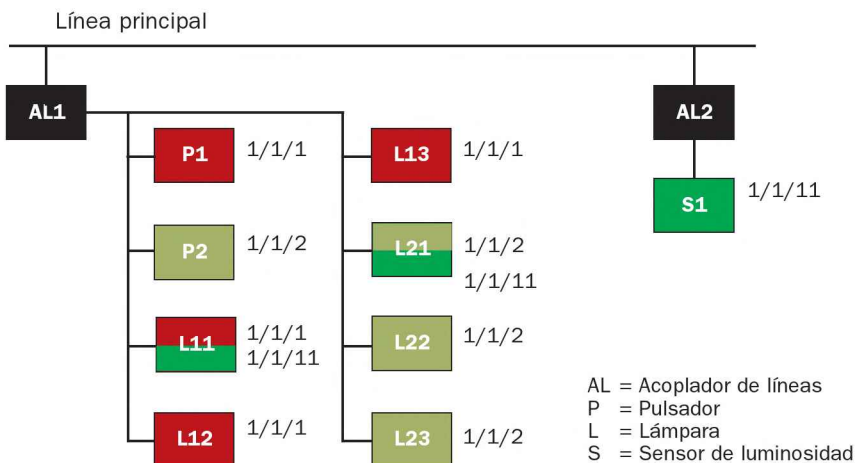


Figura 6.19. Direcciones de grupo: ejemplo 3.

3. En este ejemplo, el sensor de luminosidad S1 no está conectado a la misma línea que la lámpara que debe controlar. Por ello, será preciso transmitir sus telegramas a través de la línea principal. En este caso, los parámetros de los acopladores de línea AL1 y AL2 deben indicar a estos dispositivos que existen componentes con la misma dirección de grupo fuera de la línea en la que se encuentran. AL2 deberá transmitir el telegrama con la dirección 1/1/11 a la línea principal y AL1 deberá retransmitirlo a su propia línea cuando "escucha" dicho telegrama en la línea principal.

## Caso práctico 6.1

¿Cómo asignaríamos direcciones de grupo a una instalación para el control motorizado de persianas?

## Solución:

Cada persiana se controlará mediante un pulsador individual y existirá también un pulsador centralizado que permitirá subir y bajar todas las persianas al unísono. Además, cuando la velocidad del viento sea muy elevada se bajarán todas las persianas como medida de seguridad, para proteger las ventanas de la vivienda. Este control se efectuará mediante un anemómetro conectado a un módulo de entradas binarias. La instalación constará de los siguientes elementos:

- Los **pulsadores** (pulsador central y pulsadores locales) permitirán subir y bajar las persianas. Además, pueden programarse para que mediante una pulsación corta se ajusten las lamas de las persianas (ver figura) y mediante una pulsación larga se suba o baje la persiana.

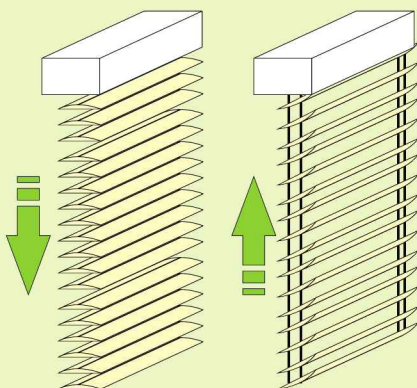


Imagen cortesía de Rafael Arjona, www.aulaelectronica.es.

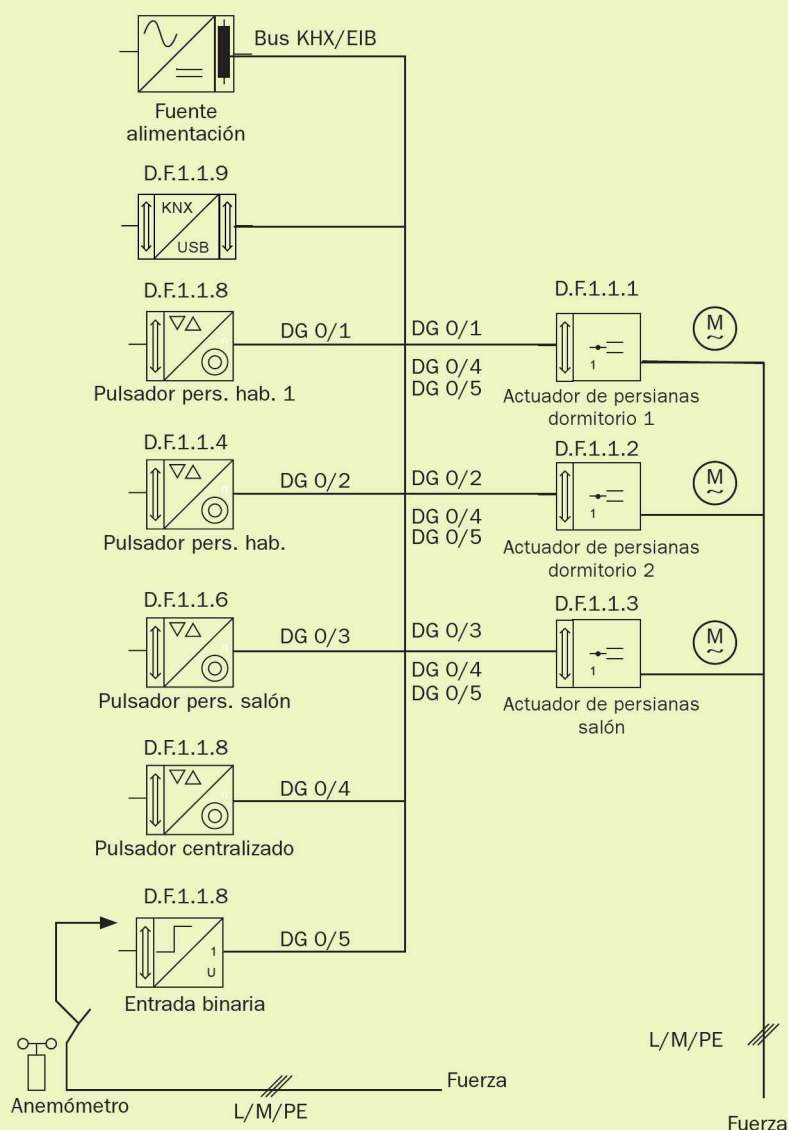
- Los **actuadores de persianas** controlan los motores de las persianas. Se instalan a razón de uno por persiana y recibirán las órdenes de los sensores (anemómetro, pulsadores...) para su operación.
- Desde el **pulsador centralizado** se podrá enviar una orden de subida y bajada de todas las persianas de la vivienda.
- A la **entrada binaria** se conectará un anemómetro, de modo que, cuando se supere una cierta velocidad del viento, se enviará una señal de bajada a todas las persianas.

Para la configuración de esta instalación emplearemos las siguientes direcciones de grupo. Fijémonos en que, a diferencia de los ejemplos anteriores, aquí empleamos dos niveles de direcciones de grupo en vez de tres.

0/1	Subir/bajar	Persiana dormitorio
0/2	Subir/bajar	Lamas dormitorio
0/3	Subir/bajar	Persianas salón
0/4	Subir/bajar	Lamas salón
0/5	Bajar	Todas las persianas
0/6	Bajar	Todas las persianas

El esquema de la instalación sería el que observamos en la figura de la izquierda.

Fijémonos en que, a diferencia de los ejemplos anteriores, aquí empleamos dos niveles de direcciones de grupo en vez de tres.



### 6.4.2. Modos de funcionamiento

El protocolo KNX ofrece tres modos de configuración, que pueden seleccionarse según el nivel de competencia del instalador y según la complejidad de la instalación:

- **Modo E** (modo elemental o *easy*): es el modo recomendado para instalaciones de escasa dificultad o para instaladores sin una elevada cualificación. Los dispositivos tienen varias configuraciones establecidas por defecto, y la configuración no requiere un ordenador personal ni una base de datos del programa, sino que la configuración se efectúa desde un controlador central o mediante microinterruptores ubicados en el propio dispositivo.
- **Modo S** (modo sistema o *system*). Este modo está destinado a los instaladores con conocimientos más avanzados o al diseño de instalaciones sofisticadas. En este caso, la planificación de la instalación y su configuración se efectúan mediante un ordenador personal dotado del software apropiado (ETS, *Engineering Tool Software*).
- Además de estos dos, existe también un **Modo A** (modo automático) destinado a que los dispositivos se configuren automáticamente, para que los propios usuarios finales los instalen después de adquirirlos.

### 6.4.3. Software en KNX

Existen diferentes clases de aplicaciones informáticas que se pueden usar con KNX: el software de sistemas, el software de aplicación y el software de diseño. Al tratarse de un sistema descentralizado, el software de sistema y el de aplicación vienen incorporados en el dispositivo. El software de sistema viene grabado por el fabricante en el dispositivo (en la memoria ROM de su módulo de comunicaciones). El software de aplicación (“base de datos”), por su parte, permite al usuario o al instalador seleccionar los parámetros de cada uno de los dispositivos y grabarlos en él.

### 6.4.4. ETS

ETS (*Engineering Tool Software*) es una herramienta destinada a la proyección y configuración de una red domótica mediante KNX. La preparación de un proyecto domótico con esta herramienta comprende habitualmente los siguientes pasos: en primer lugar, se importan los datos del fabricante en el proyecto; en segundo lugar, se determina la topología del sistema y se define el tipo de comunicaciones entre sensores y actuadores para establecer grupos de direcciones; por último, se grabarán las direcciones físicas, los programas de aplicación y sus parámetros en los dispositivos conectados al bus. De este modo el sistema está listo para usarse.

### 6.4.5. Instalación de ETS Software

ETS es un software propietario que requiere una clave o una “mochila” (*dongle*) para su activación, dependiendo de que se adquiera la versión para un solo ordenador o para varios. El software se puede descargar desde el sitio oficial de la Asociación KNX:

<https://onlineshop.knx.org/>

Previamente deberemos crear un usuario para poder descargarlo.

### Actividad propuesta 6.2

Consulta el catálogo de precios de dispositivos KNX de Jung, que encontrarás en el CD que acompaña a este libro. ¿Cuál sería el presupuesto de todos los dispositivos necesarios para efectuar la instalación que hemos presentado en el **Caso práctico 6.1**?

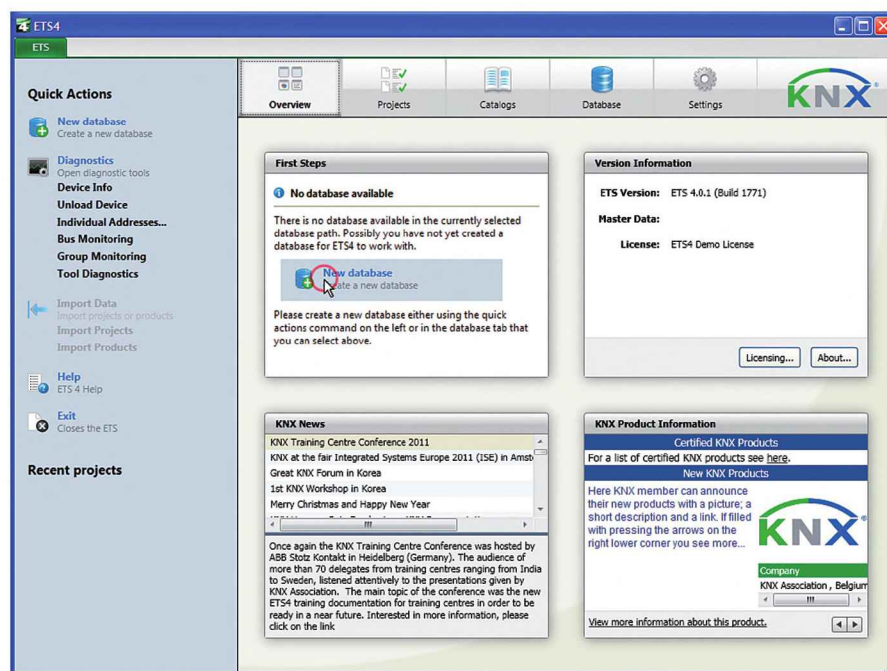


**Figura 6.20.** Ventana de la utilidad de instalación de ETS 4.

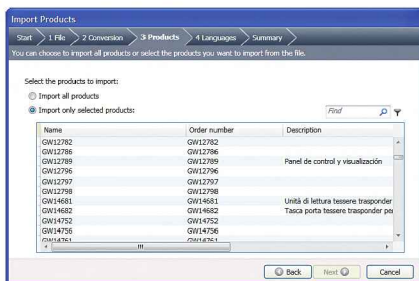
Existen varias versiones de pago del *software*: la *ETS Lite*, que permite hasta 20 dispositivos por proyecto, y la *ETS Professional*, sin limitaciones técnicas. Además, se pueden adquirir licencias *ETS Supplementary* para el uso en otros equipos informáticos, en paralelo con la adquisición de la *ETS Professional*. Sin clave, el programa funcionará en versión *demo*, con limitaciones muy estrictas (3 dispositivos KNX por proyecto). La misma versión que descarguemos desde el sitio web de KNX, una vez adquirida la licencia, desactivará sus limitaciones para transformarse en *ETS Lite*, *ETS Professional*, etc.

La versión más reciente que se ha publicado (2010) es ETS 4. Por ahora, el software está disponible solamente en inglés y en alemán.

La primera vez que ejecutamos ETS deberemos crear una nueva base de datos, en la que se almacenarán los datos de proyectos, dispositivos, líneas, grupos, etc. La propia aplicación nos lo indicará mediante un mensaje de aviso.



**Figura 6.21.** Creación de una nueva base de datos.



**Figura 6.22.** Selección de los productos de la base de datos que deseamos importar.

#### 6.4.6. Importación de dispositivos

Una vez creada la base de datos, deberemos *importar* productos de fabricantes KNX con los que podremos diseñar y configurar nuestra instalación domótica. Las bases de datos para ETS son archivos con extensión *knx-prod*, *vd2*, *vd5*, *vd5...*

La importación de una base de datos de productos se realiza mediante un asistente al que accedemos haciendo clic sobre la opción *Import Products*, en el menú izquierdo del programa. Se seleccionará el fichero con la información de producto, se efectuará una conversión si es necesario y se seleccionará la opción de importar toda la base de datos o solo los produc-

tos de la misma que se seleccionen. Si los productos de la base de datos vienen configurados en varios idiomas, se puede seleccionar el o los idiomas que deseamos importar.

### 6.4.7. Creación de un proyecto

Una vez que disponemos de los datos de los dispositivos podemos crear un *proyecto* con ETS. El proyecto es la representación, dispositivos, parámetros y enlaces de una instalación domótica. El proyecto se puede crear directamente o bien con la ayuda de un asistente en el que podremos especificar —además de su nombre y descripción— las funciones y los grupos de la instalación. Para crear un proyecto con la ayuda del asistente, haremos clic sobre la opción *New Project (Assistant)*.

En la creación de un proyecto sin ayuda del asistente (opción *New Project* del menú izquierdo de ETS), el nivel de flexibilidad es mucho mayor. El programa nos solicitará el nombre del proyecto y los niveles de las direcciones físicas de los dispositivos.

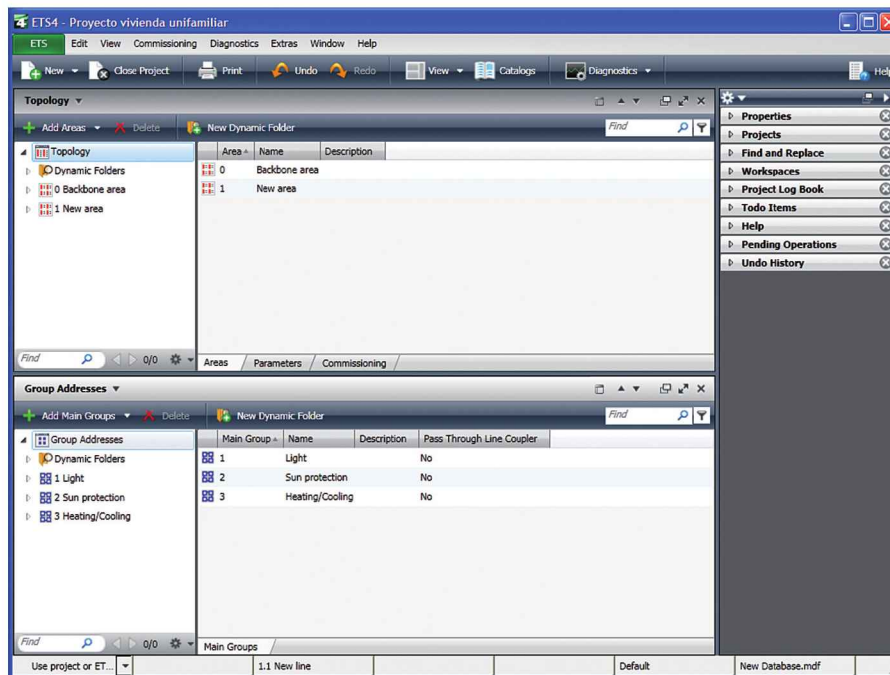


Figura 6.26. Ventana de proyecto en ETS.

La ventana del proyecto se divide en tres grandes áreas: el listado de los dispositivos que hemos importado en el programa, la topología de la instalación y las direcciones de grupo de la misma.

En el panel *Topología* (*Topology*), podemos añadir nuevas áreas y líneas haciendo clic sobre los botones *Add Areas* y *Add Lines*. De este modo crearemos la estructura de la instalación del edificio y asignaremos dispositivos a cada una de las líneas arrastrándolos desde el panel de dispositivos hasta la línea correspondiente.

### Actividad propuesta 6.3

En el CD que acompaña a este libro encontrarás la base de datos para ETS de productos domóticos de Gewiss (*gewiss.vd3*). Impórtala en ETS; trabajaremos con los productos más adelante, en las prácticas profesionales de este capítulo.

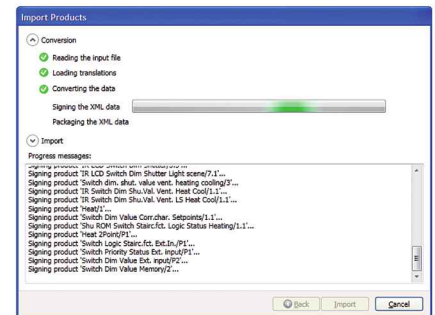


Figura 6.23. Proceso de importación de productos en ETS.

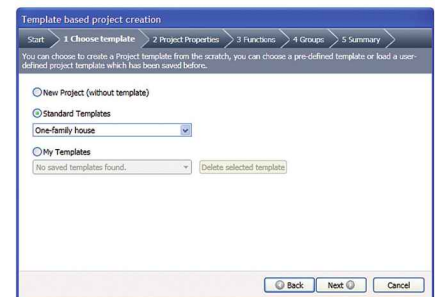


Figura 6.24. Creación de un proyecto para una instalación en vivienda unifamiliar mediante plantilla.

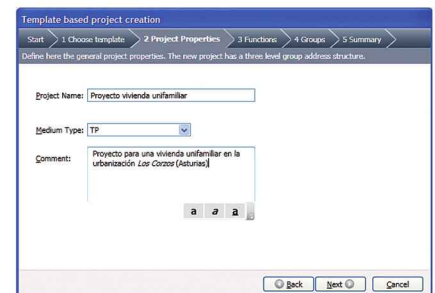


Figura 6.25. Especificación de las funciones de la vivienda mediante el asistente.



Figura 6.27. Ventana para añadir áreas a la topología existente en el edificio.

En el panel Topología podemos asimismo definir los *parámetros* de los dispositivos, como observamos en la **Figura 6.28**; en el dispositivo de entradas binarias especificamos parámetros tales como la longitud que debe tener una pulsación para interpretarse como “larga”, el tipo de contacto (NO o NC).

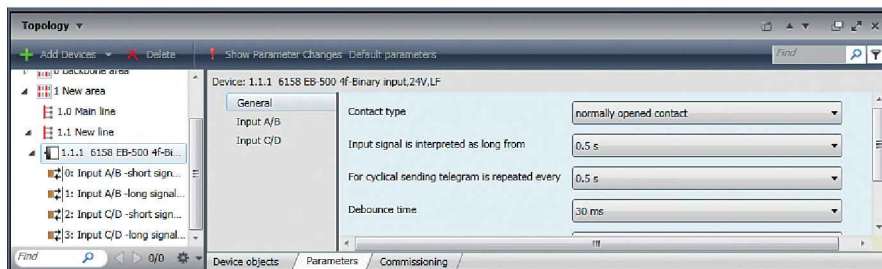


Figura 6.28. Establecimiento de los parámetros de un dispositivo de entradas binarias.

### 6.4.8. Fases de la programación

Los pasos de configuración que deben llevarse a cabo mediante ETS son los siguientes:

1. Asignación de las direcciones físicas a cada componente. En este paso se le comunica a cada aparato la dirección física que lo identificará de manera única.
2. Selección y programación de la aplicación. En este paso se comunica al dispositivo cómo va a actuar y se le proporcionan los parámetros necesarios para dicha actuación.
3. Asignación de las direcciones de grupo, lo que permite unir de manera lógica un grupo de aparatos relacionados entre sí.

## 6.5. Ejemplo de instalación

El **control de iluminación** constituye una de las funciones básicas KNX. Una de las grandes ventajas de implementar este control mediante KNX es su elevado nivel de flexibilidad.

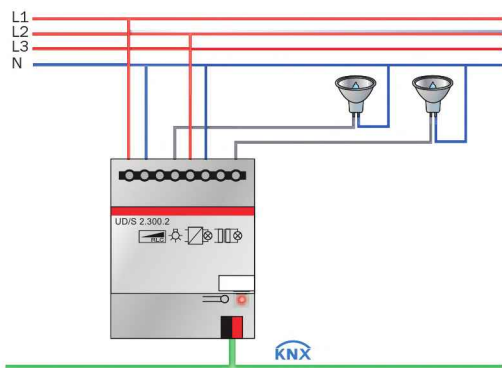


Figura 6.29. Control de iluminación: cableado de luces incandescentes. Cortesía de ABB.

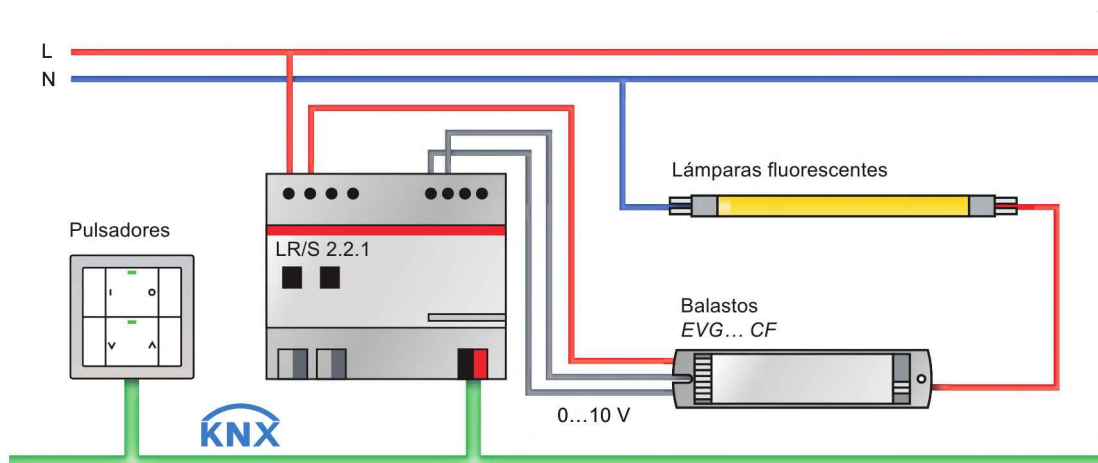
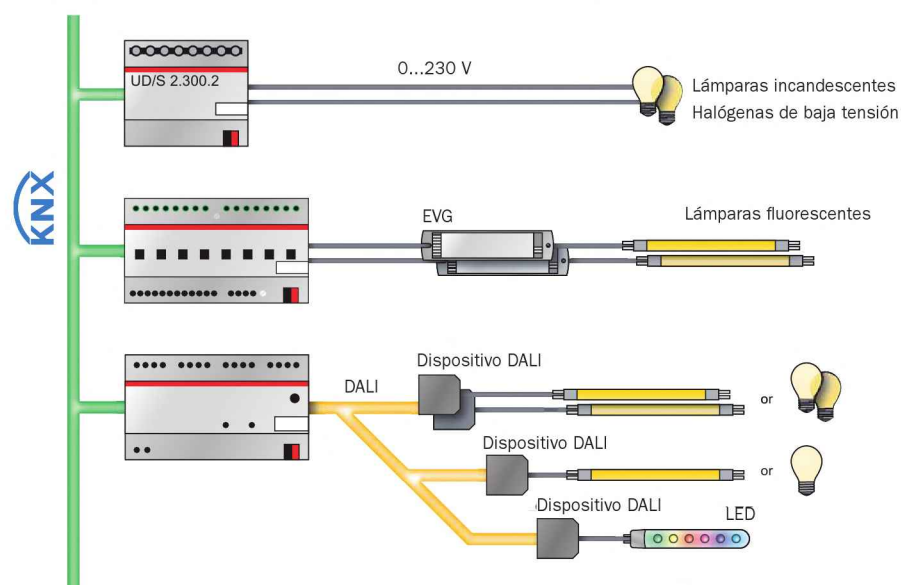


Figura 6.30. Control de iluminación: cableado de luces fluorescentes. Cortesía de ABB.

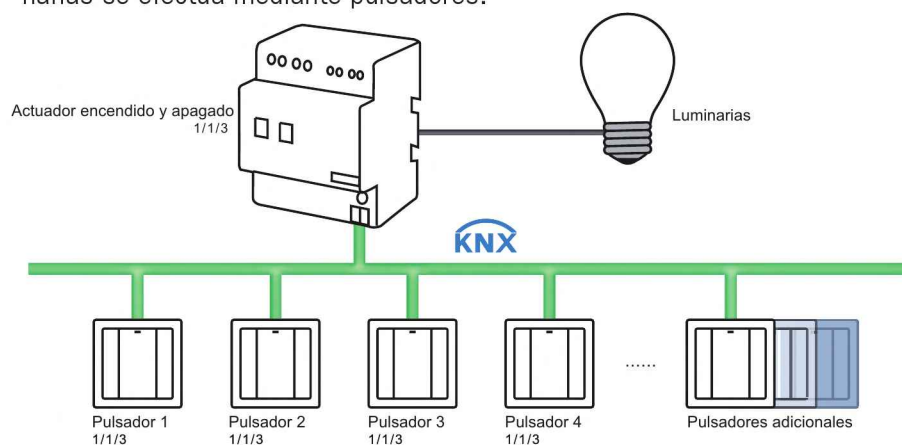
**Funciones posibles.** En la siguiente tabla resumimos algunas de las funciones que se podrían llevar a cabo con una instalación de iluminación mediante KNX.

<b>Diseño del circuito</b>	Encendido/apagado desde varias ubicaciones Control central o por grupos
<b>Funciones de control</b>	Regulación Alumbrado de escalera Retardo al encendido y apagado Control temporizado Control en función de la ocupación
<b>Control y regulación en función de la luz del día</b>	Control de iluminación en función de la luz del día Control de iluminación constante
<b>Mensajes de estado</b>	
<b>Tipos especiales de control</b>	Escenas de luz Alarmas de pánico Control mediante DALI



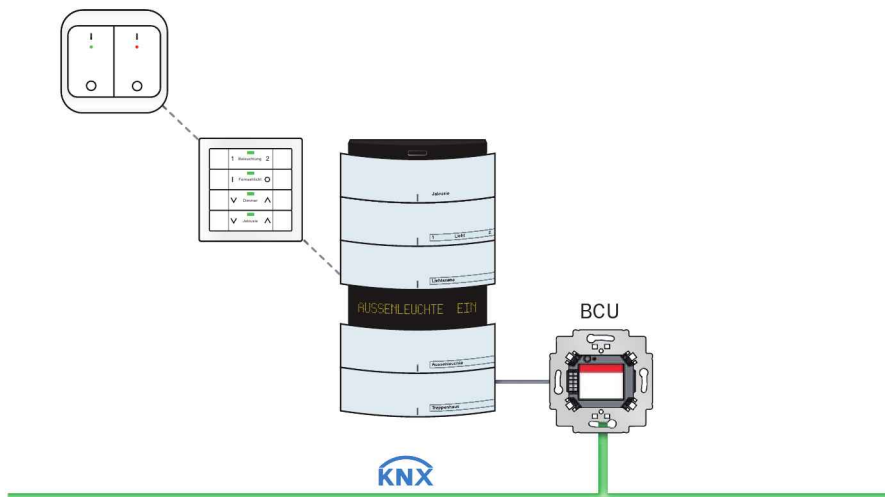
**Figura 6.31.** Control DALI mediante pasarelas KNX. Cortesía de la Asociación ABB.

**Encendido y apagado desde varias ubicaciones.** La operación de las luminarias se efectúa mediante pulsadores.



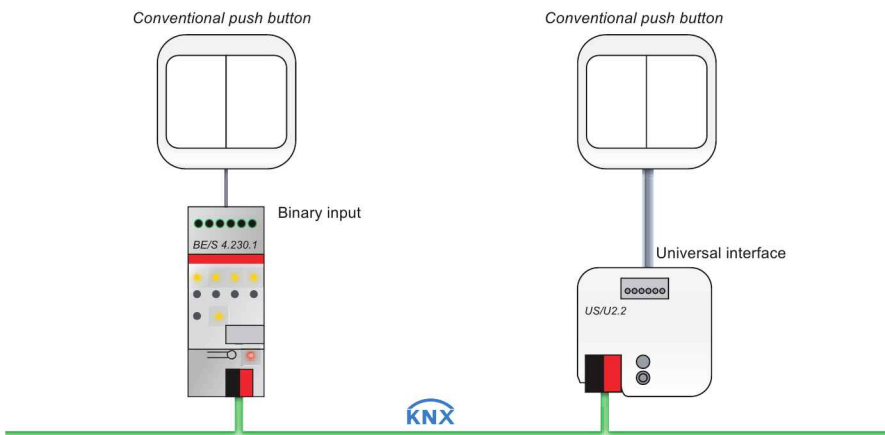
**Figura 6.32.** Control de iluminación desde varias ubicaciones (pulsadores). Cortesía de ABB.

Las unidades de aplicación pueden ser muy diversas, dependiendo de las funcionalidades que se requieran. La unidad de aplicación se comunicará con el bus a través de su correspondiente unidad de acoplamiento al bus (BCU), como ya hemos estudiado en el Capítulo 5.



**Figura 6.33.** Unidades de aplicación y unidad de acoplamiento al bus. Cortesía de ABB.

El control de la iluminación puede efectuarse también mediante pulsadores convencionales, que pueden ir conectados a un módulo para entradas binarias o bien a un interfaz universal para caja de empotrar.



**Figura 6.34.** Iluminación mediante pulsadores convencionales y módulo de entradas binarias/interfaz universal. Cortesía de ABB.

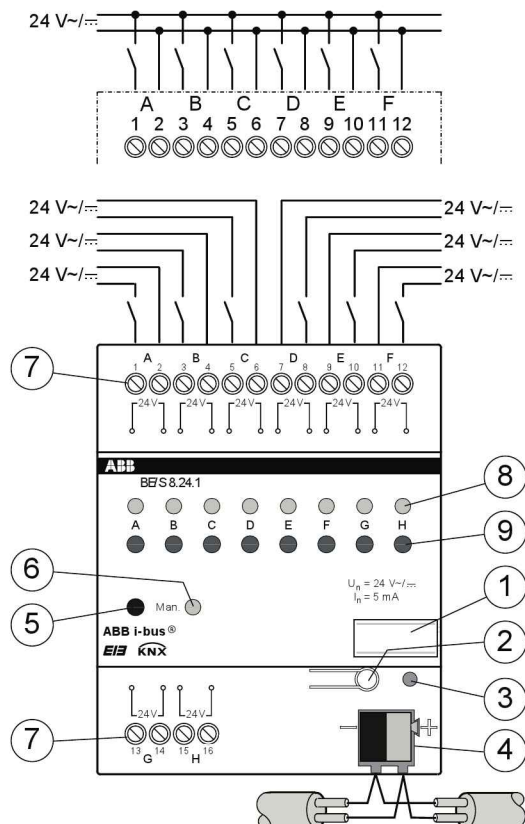
#### Para saber más:

El sitio web Aula Eléctrica es una excelente referencia donde puedes encontrar diagramas, esquemas de cableado y ejercicios resueltos de instalaciones KNX/EIB.

<http://www.aulaelectronica.es>

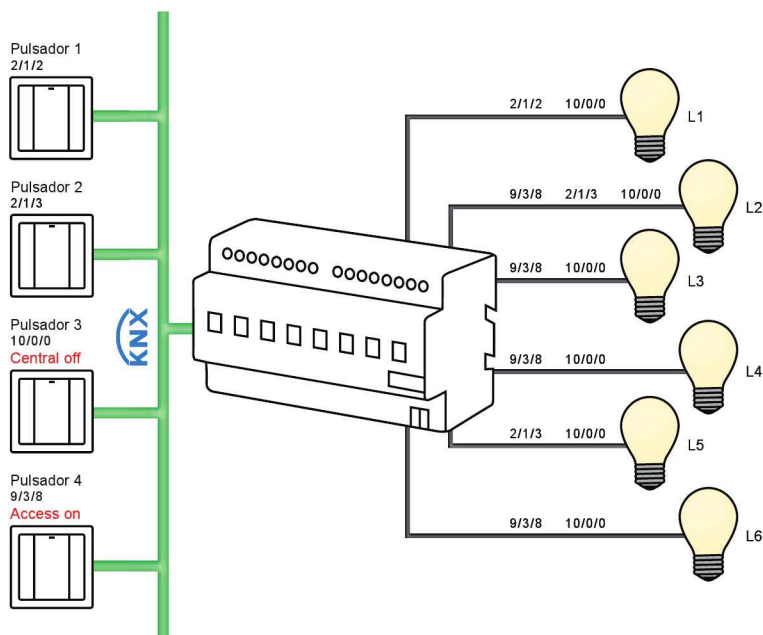


Algunos elementos (entradas) cuentan con un acoplador de bus individual y para cajetín empotrado; otros (elementos convencionales), por el contrario, se conectan al bus mediante dispositivos tales como el módulo de entradas binarias **Figura 6.35**. Habitualmente esta clase de dispositivos poseen varias entradas, con lo que se conectan a *varias* entradas convencionales. En la figura vemos las partes y el conexionado de un módulo de seis entradas binarias, dotado además de pulsadores para accionar cada una de ellas localmente.

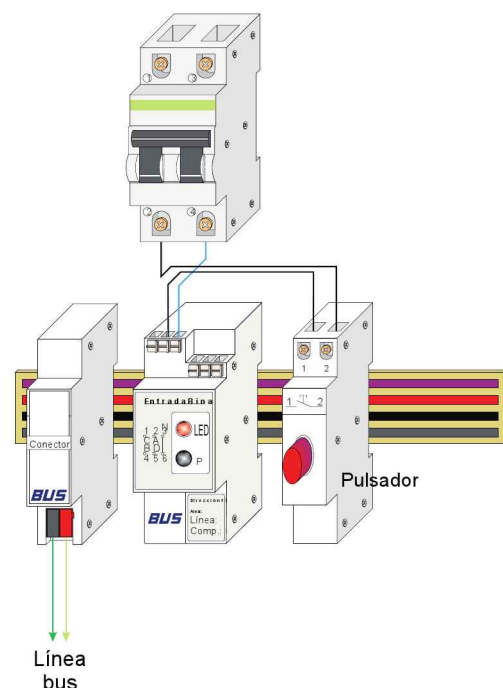


- |                         |                               |                               |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 Etiquetado            | 4 Terminal de conexión al bus | 7 Terminales de conexión      |
| 2 Botón de programación | 5 Botón manual/automático     | 8 LED de canal                |
| 3 LED de programación   | 6 LED manual/automático       | 9 Botones de operación manual |

**Figura 6.35.** Módulo de entradas binarias de 24 V. Esquema y conexiones. Cortesía de ABB.



**Figura 6.36.** Control central y grupal de iluminación. Aunque se trata de una instalación sencilla, empleamos tres niveles de dirección de grupo porque es el modo de trabajo por defecto de ETS. Cortesía de ABB.



**Figura 6.37.** Montaje en carril DIN y conexiones del módulo de entrada binaria. Cortesía de Rafael Arjona, [www.aulaelectronica.es](http://www.aulaelectronica.es).

### SABÍAS QUE...

Aunque en domótica e inmótica se emplea a menudo la función de apagado central, la función de encendido general sería más problemática por la elevada corriente que demandaría el encendido simultáneo de todas las luminarias.

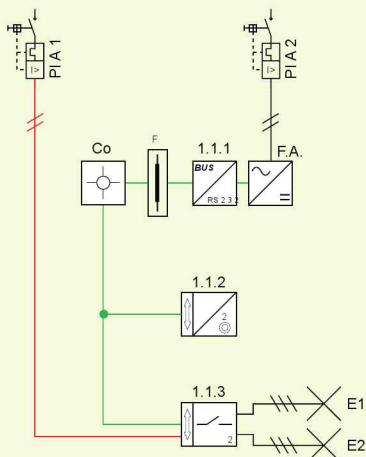
### Actividad propuesta 6.4

¿Qué pulsadores actúan sobre cada una de las lámparas en la **Figura 6.36**? Dibuja un cuadro de doble entrada pulsadores/lámparas para indicar su correspondencia.

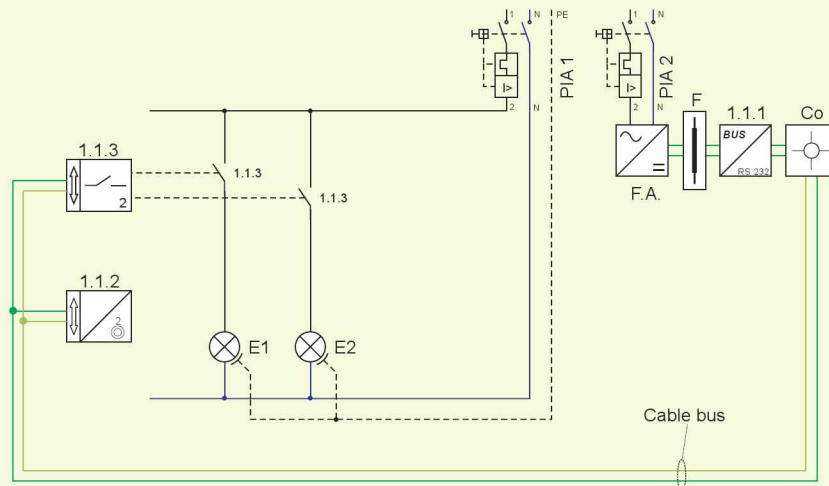
# Prácticas profesionales

## 6.1. Instalación de iluminación (I)

Veamos el diagrama unifilar y multifilar de una sencilla instalación de iluminación KNX con dos pulsadores y dos luminarias.



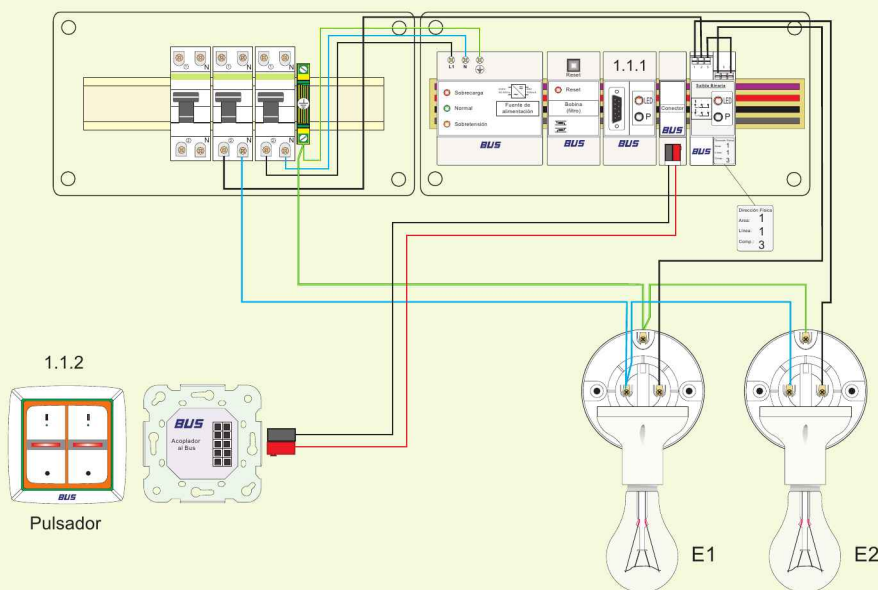
**Figura 6.38.** Circuito de iluminación KNX. Diagrama unifilar. Cortesía de Rafael Arjona, [www.aulaelectronica.es](http://www.aulaelectronica.es)



**Figura 6.39.** Circuito de iluminación KNX. Diagrama multifilar. Cortesía de Rafael Arjona, [www.aulaelectronica.es](http://www.aulaelectronica.es)

El circuito, como podemos observar, dispone de las protecciones **PIA1** (circuito eléctrico) y **PIA2** (circuito domótico). **FA** es la fuente de alimentación del circuito domótico, **F** el filtro de la línea domótica (muchas veces integrado en la propia fuente), **Co** el conector del bus con el carril de datos. El interfaz **KNX/RS232** tiene asignada la dirección física 1.1.1, la **unidad de dos pulsadores** la 1.1.2 y, por último, el **módulo de dos salidas binarias** posee la dirección 1.1.3. Las cargas **E1** y **E2** son luminarias incandescentes.

El circuito, con todos sus elementos (incluido el cuadro eléctrico de protecciones y el cuadro o caja para KNX) y cableado (bus y 230 V) está representado en la **Figura 6.40**.

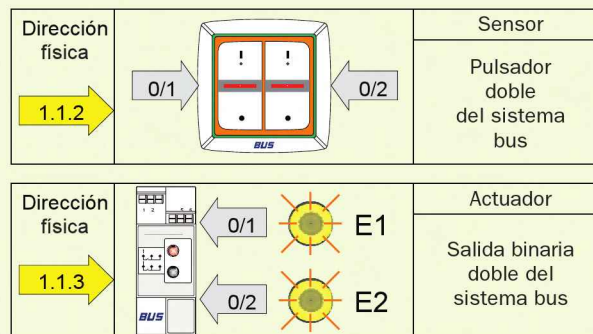


**Figura 6.40.** Elementos de la instalación de iluminación KNX y conexiones (eléctricas y bus) entre ellos. Al igual que en la figura 6.9, se representan por separado la fuente, la bobina y el conector con el carril DIN, que normalmente encontraremos en un único dispositivo. Cortesía de Rafael Arjona, [www.aulaelectronica.es](http://www.aulaelectronica.es).

**Programación.** Imaginemos que la instalación que se ha efectuado se integra físicamente en una red KNX de un edificio, concretamente en el área 1 y la línea 1 (de ahí la dirección física que se ha asignado a los elementos). ¿Qué direcciones de grupo emplearíamos? O, en otras palabras, ¿cómo programaríamos la instalación?

Funcionalmente, la instalación pertenece al grupo *iluminación*, al que asignaremos el número 0. Especificaremos dos subgrupos dentro de él, el encendido/apagado de la lámpara E1 y el encendido/apagado de la lámpara E2. Les asignaremos las direcciones de grupo 0/1 y 0/2, respectivamente.

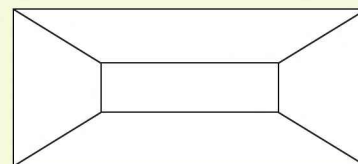
El pulsador doble (1.1.2) actuará sobre el encendido y apagado de la lámpara E1 mediante la tecla izquierda (canal A) y sobre el encendido y apagado de la lámpara E2 mediante la tecla derecha (canal B). En cuanto a la salida binaria (1.1.3), su canal A conectará y desconectará la E1 y su canal B, la E2. En el diagrama de la **Figura 6.41** se esquematiza este funcionamiento.



**Figura 6.41.** Direcciones de grupo del circuito de iluminación KNX. Cortesía de Rafael Arjona, www.aulaelectronica.es.

### Cuestiones y actividades

- Indica las direcciones de grupo en el diagrama unifilar de la instalación.
- Dibuja la ubicación de los elementos de la instalación y su cableado en una habitación en perspectiva como la del dibujo (dibujándola en un folio aparte por mayor claridad). El cableado debe ir dibujado con los colores que le correspondan. Dibuja también todos los empalmes que sean necesarios. Supondremos que el cuadro de protecciones está situado fuera de la habitación y a ella llegan los cables L, N y PE.



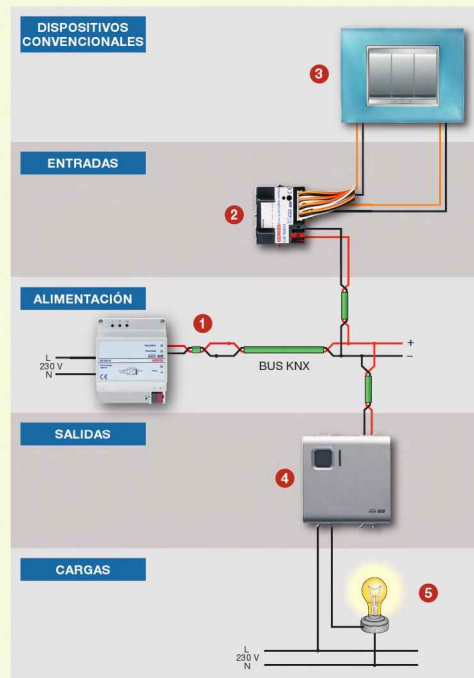
## 6.2. Instalación de iluminación (II)

Veremos a partir de aquí una serie de prácticas con instalaciones *tipo*. Para cada una de ellas se plantearán algunos *consejos de instalación*, se proporcionará un esquema con sus elementos y el conexionado de los mismos y se propondrán una serie de cuestiones y actividades.

**Consejos de instalación.** Una instalación domótica básica estará compuesta por los puntos de luz de la vivienda y los dispositivos de mando que se deseen instalar. El módulo de entradas (en la imagen marcado como **2**) tiene capacidad para cuatro entradas o canales binarios. (Si tuviéramos más de cuatro entradas podemos emplear dos módulos o un modelo con más canales). Estos módulos se comercializan tanto para montaje sobre carril DIN como para caja de derivación.

Los módulos de salidas (en la imagen marcados como **4**) tienen la función de transformar el telegrama emitido por el módulo de entrada en el cierre de uno de sus relés (canales) de salida.

Es aconsejable instalar una caja de derivación inspeccionable en cada estancia de la vivienda de cara a futuras ampliaciones. Debemos tener también en cuenta que entre los dispositivos de mando (sensores, interruptores, pulsadores) y la interfaz debe haber *como máximo* una distancia de 10 metros.



**Figura 6.42.** Instalación de iluminación (práctica 2). **1.** Fuente de alimentación. **2.** Interfaz de cuatro canales. **3.** Pulsador de iluminación. **4.** Actuador. **5.** Punto de luz.

### Cuestiones y actividades

1. Comenta todas las diferencias que encuentres entre esta instalación de iluminación y la que se ha introducido en la práctica 1.
2. Dibuja el diagrama unifilar de la instalación, incluyendo todos los elementos de comunicación y protecciones que creas convenientes.
3. Dibuja el diagrama multifilar de la instalación, incluyendo todos los elementos de comunicación y protecciones que creas convenientes.
4. Haz un dibujo como el de la práctica 1 en el que aparezcan representados todos los elementos de la instalación y sus conexiones eléctricas y de bus, junto con las protecciones necesarias.

### 6.3. Alarma de gas

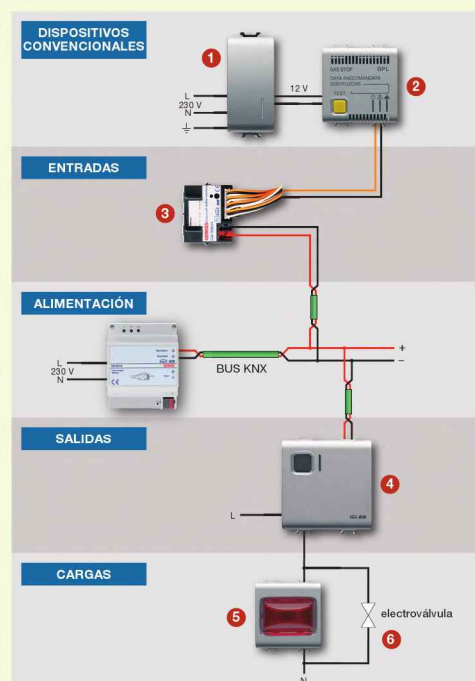
**Consejos de instalación.** El detector de gas deberá instalarse en el lugar o lugares en los que puedan aparecer fugas de gas, para prevenir situaciones de peligro. Recordemos que el detector debe instalarse en la parte superior de la estancia si se trata de gas natural (metano) o en la parte inferior si se trata de butano o propano (gases licuados del petróleo o GLP).

La activación de la alarma se producirá cuando el detector comprueba que el nivel de gas en el ambiente ha sobrepasado el nivel de seguridad; en este caso, activará la interfaz, que transmitirá una señal al actuador a través del bus. El actuador, por su parte, cerrará el conducto de gas mediante la electroválvula y encenderá la señal luminosa de alarma.

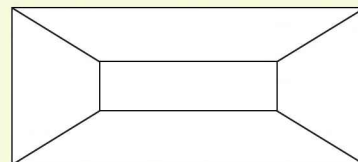
Cada cierto tiempo será necesario verificar la fecha de instalación del detector y su estado de funcionamiento para considerar si es preciso sustituirlo.

### Cuestiones y actividades

1. Dibuja el diagrama multifilar de la instalación, incluyendo todos los elementos de comunicación y protecciones que creas convenientes.
2. Haz un dibujo como el de la práctica 1 en el que aparezcan representados todos los elementos de la instalación y sus conexiones eléctricas y de bus, junto con las protecciones necesarias.
3. Dibuja la ubicación de los elementos de la instalación y su cableado en una habitación en perspectiva como la del dibujo (dibujándola en un folio aparte por mayor claridad). El cableado debe ir dibujado con los colores que le correspondan. Dibuja también todos los empalmes que sean necesarios. Supondremos que el cuadro de protecciones está situado fuera de la habitación y llegan a ella los cables L, N y PE.
4. Asigna direcciones físicas y direcciones de grupo a los diversos elementos de la instalación, explicando y justificando tu elección. ¿En qué área y línea de la topología del edificio se integraría esta instalación? ¿A qué grupo funcional pertenecería?
5. Busca en el catálogo de Gewiss los elementos necesarios para efectuar esta instalación y haz un cuadro-resumen con las características de cada uno de ellos que te parezcan más destacables. Haz lo mismo con el catálogo de precios de Jung y efectúa un presupuesto de los elementos necesarios para efectuar la instalación. Puedes encontrar ambos catálogos en el CD que acompaña a este libro.



**Figura 6.43.** Instalación para una alarma de gas. 1. Detector de gas. 2. Interfaz de cuatro canales. 3. Interfaz de un canal. 4. Piloto de señalización de alarma. 5. Electroválvula. Cortesía de Gewiss.



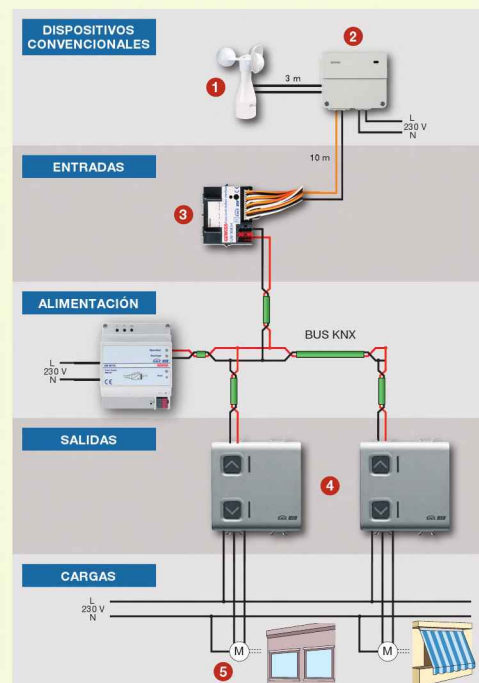
## 6.4. Protección contra el viento para toldos y persianas

**Consejos de instalación.** Esta instalación permitirá evitar los daños causados por el viento en toldos y otras instalaciones exteriores.

El detector de viento debe instalarse en el exterior de la vivienda, en una zona expuesta al viento para que su detección no se vea falseada. El interfaz (módulo de entradas), además, deberá situarse cerca del detector, a una distancia de 10 metros como máximo.

## Cuestiones y actividades

1. Dibuja el diagrama multifilar de la instalación, incluyendo todos los elementos de comunicación y protecciones que creas convenientes.
2. Haz un dibujo como el de la práctica 1 en el que aparezcan representados todos los elementos de la instalación y sus conexiones eléctricas y de bus, junto con las protecciones necesarias.
3. El sensor de viento de la instalación es un dispositivo convencional. ¿Qué quiere decir eso? ¿Cómo se comunica el dispositivo con el bus KNX?



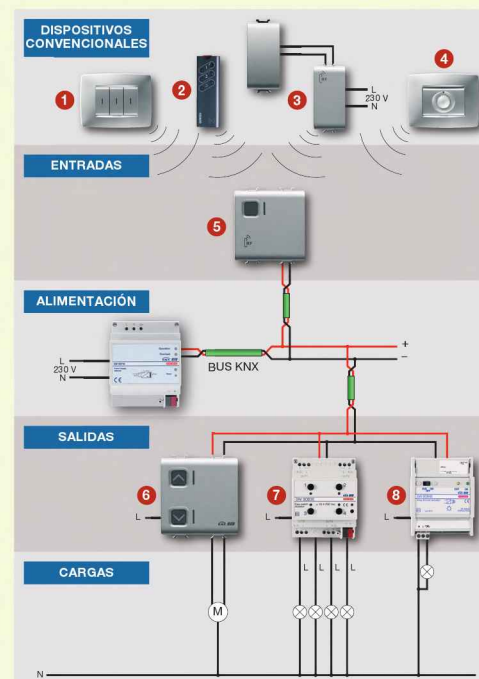
**Figura 6.44.** Instalación para la protección contra el viento de toldos y persianas. 1. Sensor de viento (anemómetro). 2. Interfaz del sensor. 3. Interfaz de cuatro canales. 4. Actuador de motores (con accionamiento local). 5. Motor. Cortesía de Gewiss.

## 6.5. Mando y control por radiofrecuencia

**Consejos de instalación.** El uso de dispositivos por radiofrecuencia incrementa la flexibilidad de una instalación domótica; los sensores pueden colocarse en cualquier lugar de la vivienda y la instalación puede modificarse de un modo muy sencillo, sin necesidad de cambios en el cableado y, sobre todo, sin que se precise efectuar rozas u otras obras de albañilería. Está especialmente indicada en viviendas que no cuentan con preinstalación para el cableado domótico.

Los dispositivos de mando por radiofrecuencia funcionan de manera autónoma; disponemos de una variedad considerable de dispositivos: pulsadores, temporizadores, detectores crepusculares, detectores de presencia... La instalación de estos dispositivos puede efectuarse en cualquier tipo de superficie mediante tornillos.

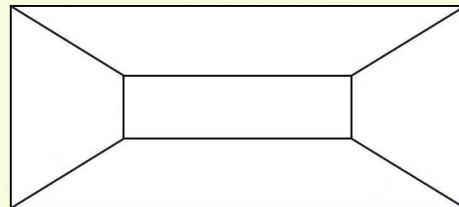
Como en cualquier otro dispositivo por RF, deben respetarse las distancias máximas entre los sensores inalámbricos y el interfaz, considerando además la presencia de posibles obstáculos para la transmisión de las ondas y, en su caso, el uso de repetidores. Cada interfaz puede gestionar un máximo de ocho canales RF.



**Figura 6.45.** Instalación para mando y control por RF. 1. Botonera/Pulsadores RF. 2. Mando a distancia RF. 3. Módulo de entrada de dos canales RF. 4. Detector crepuscular y de presencia RF. 5. Interfaz de 8 canales para empotrar. 6. Actuador para mando de motores de empotrar. 7. Actuador de 4 canales. 8. Actuador dimmer. Cortesía de Gewiss.

## Cuestiones y actividades

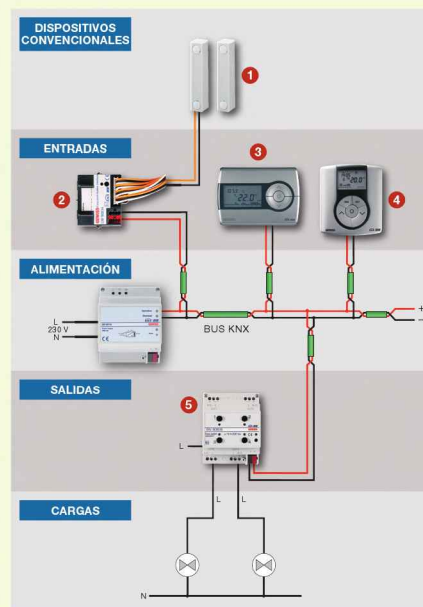
1. Dibuja el diagrama multifilar de la instalación, incluyendo todos los elementos de comunicación y protecciones que creas convenientes.
2. Haz un dibujo como el de la práctica 1 en el que aparezcan representados todos los elementos de la instalación y sus conexiones eléctricas y de bus, junto con las protecciones necesarias.
3. Dibuja la ubicación de los elementos de la instalación y su cableado en una habitación en perspectiva como la del dibujo (dibujándola en un folio aparte por mayor claridad). El cableado debe ir dibujado con los colores que le correspondan. Dibuja también todos los empalmes que sean necesarios. Supondremos que el cuadro de protecciones está situado fuera de la habitación y llegan a ella los cables L, N y PE.



## 6.6. Otras instalaciones

**Desactivación de la climatización con “ventana abierta”.** La apertura de las ventanas en invierno, cuando existe una importante diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la casa, produce una considerable pérdida de calor, que hace disminuir la eficiencia energética del sistema de calefacción.

**Figura 6.46.** Desactivación de la calefacción con ventana abierta. **1.** Contacto magnético para ventana. **2.** Interfaz de cuatro canales. **3.** Cronotermostato. **4.** Termostato ambiente. **5.** Actuador de cuatro canales. Los módulos 3 y 4 cuentan con su propio BCU. Cortesía de Gewiss.

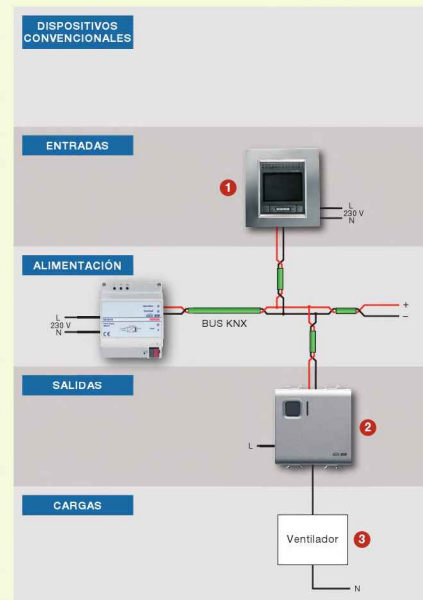


**Ventilación automática.** La ventilación automática, accionada mediante un temporizador, garantiza una buena calidad del aire en cada ambiente, sin crear la variación de temperatura que causaría la apertura de ventanas y mejorando, por tanto, la eficiencia energética de la vivienda o inmueble.

## Cuestiones y actividades

1. Explica el funcionamiento de cada una de las instalaciones.
2. Dibuja su diagrama unifilar.
3. Busca en la base de datos de dispositivos Gewiss que has cargado en el software ETS las características de cada uno de los dispositivos de la instalación. ¿Qué parámetros se pueden controlar y definir en cada uno de dichos dispositivos?

**Figura 6.47.** Instalación para ventilación automática. **1.** Panel de control (pantalla digital). **2.** Actuador de empotrar de un canal. **3.** Ventilador/Aspirador. Cortesía de Gewiss.





## Cuestiones

**6.1.** Para evitar sobretensiones en instalaciones KNX se emplea:

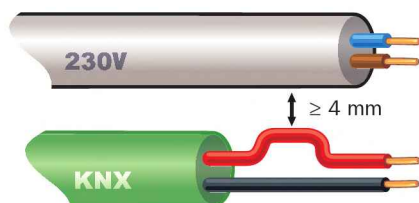
- a) Un interruptor magnetotérmico.
- b) No se emplea ningún elemento especial puesto que los dispositivos ya llevan instalada una protección contra sobretensiones.
- c) Para la mayor parte de los dispositivos es suficiente la protección contra sobretensiones que llevan instalada, pero en algunos casos (por ejemplo en el límite de edificios) se emplean terminales de protección contra sobretensiones específicos.
- d) En las instalaciones KNX no existen sobretensiones, pues trabajan en el rango de la “Muy Baja Tensión de Seguridad”.

**6.2.** Señala qué opciones son válidas con respecto al perfil de datos para carril DIN.

- a) Existen unas medidas normalizadas para el perfil; si estas medidas no se adaptan, el perfil se puede cortar o soldar.
- b) Las áreas del perfil que queden libres deben cubrirse con un protector para evitar contactos accidentales con la red de 230 V y para protegerlo de la suciedad.
- c) El perfil consta de cuatro hilos, los dos del cable bus y otros dos para la alimentación eléctrica a 230 V.
- d) Las opciones b y c son ciertas.

**6.3.** La conexión de los dispositivos de la instalación al bus se efectúa:

- a) Realizando empalmes que irán ubicados en las cajas de distribución de la red de 230 V.
- b) Directamente al cable bus, conectando los cables positivo y negativo a los terminales correspondientes del dispositivo, respetando siempre la polaridad.
- c) A través de terminales de conexión.
- d) Todas las opciones son ciertas.



**6.4.** Fíjate en la figura anterior. ¿Es correcta esta distancia de separación entre el cable de la red de 230 V y el cable bus?

- a) No, porque la distancia entre el cable bus y el cable de la red eléctrica de 230 V debe ser al menos de 4 mm.
- b) Sí, porque no está contraindicado que los cables de bus y de la red eléctrica se instalen juntos.

- c) Sí, porque cuando el cable KNX posee cubierta exterior (doble aislamiento), este puede instalarse junto a los cables de 230 V sin necesidad de respetar ningún espacio libre.

**6.5.** ¿Qué medidas de aislamiento precisa la red KNX?

- a) Para las personas no es necesario ningún aislamiento especial, puesto que la tensión de trabajo pertenece al rango de la Muy Baja Tensión de Seguridad.
- b) Debe existir un aislamiento seguro con respecto a la red o redes de potencia.
- c) Debe existir un aislamiento seguro con respecto a redes de datos y telefonía.
- d) Todas las opciones anteriores son ciertas.

**6.6.** En los dispositivos de la instalación debe marcarse:

- a) Su dirección física.
- b) Su dirección de grupo.
- c) Su dirección física y su dirección de grupo.
- d) No se necesita marcar ninguna dirección, pues estas cambian al reconfigurar la red.

**6.7.** Al efectuar la comprobación de la instalación, es importante asegurarse de que:

- a) En cada línea hay instalados 64 dispositivos.
- b) Al final de cada línea hay un terminador.
- c) La tensión en cada extremo del cable debe ser como mínimo de 21 V.
- d) En los dispositivos se ha marcado su dirección lógica.

**6.8.** Si queremos que un actuador controle el encendido y apagado de varias luminarias:

- a) El actuador y las luminarias deben tener la misma dirección física.
- b) El actuador y las luminarias deben estar situadas en la misma línea.
- c) No es posible controlar varios dispositivos de la red KNX a la vez.
- d) Todas las opciones anteriores son falsas.

**6.9.** El modo sistema:

- a) Está destinado a instalaciones pequeñas y básicas.
- b) Está orientado a dispositivos *plug and play*, en los que no se necesite ningún tipo de configuración específica (por eso se denomina *modo sistema*).
- c) Necesita configurarse mediante un ordenador personal y el software ETS.
- d) Está orientado a instaladores con baja cualificación.

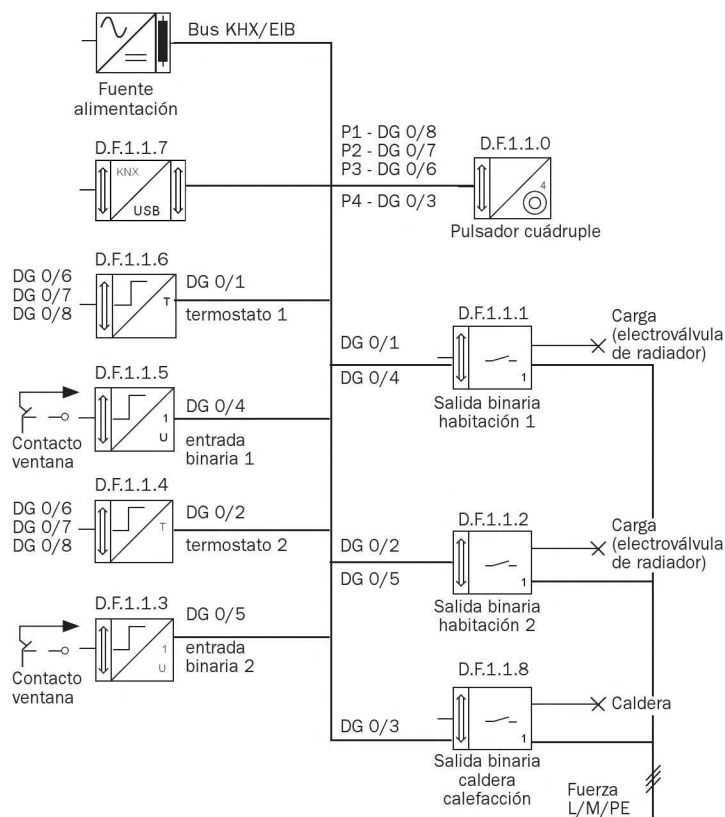
**6.10.** ¿Para qué sirve un módulo de entradas binarias?

- a) Este tipo de módulos no se emplean en instalaciones KNX.
- b) Para conectarlo al BCU de un módulo sensor.
- c) Para emplearlo en combinación con mecanismos convencionales (por ejemplo pulsadores).
- d) Todas las opciones anteriores son falsas.

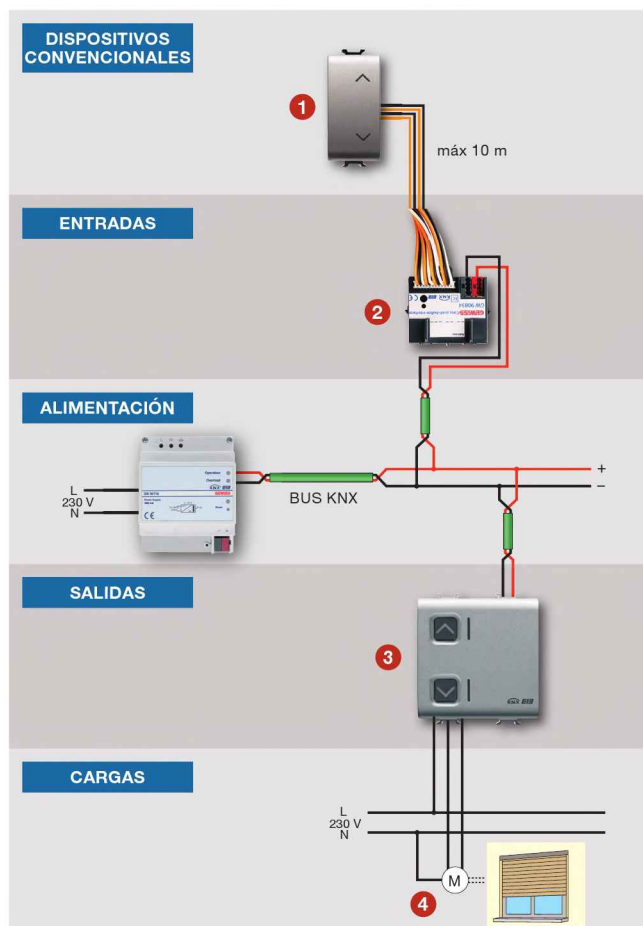


## Actividades de aplicación

Fíjate en el siguiente esquema. Las actividades 6.1 a 6.4 se refieren a él:



- 6.1.** Explica brevemente cómo funciona el esquema de la figura. ¿Qué función desempeña cada uno de los elementos?
- 6.2.** Explica qué direcciones de grupo se emplean en la instalación. ¿Qué función crees que está asignada a cada una de dichas direcciones?
- 6.3.** ¿A través de qué módulo se efectuaría la programación y el establecimiento de los parámetros de la instalación? ¿Qué puerto de comunicaciones se emplearía?
- 6.4.** Identifica en el catálogo KNX de Jung los elementos que se podrían emplear para efectuar la instalación.
- 6.5.** Consulta el catálogo de precios de Jung y prepara un presupuesto de los dispositivos necesarios para efectuar esta instalación.



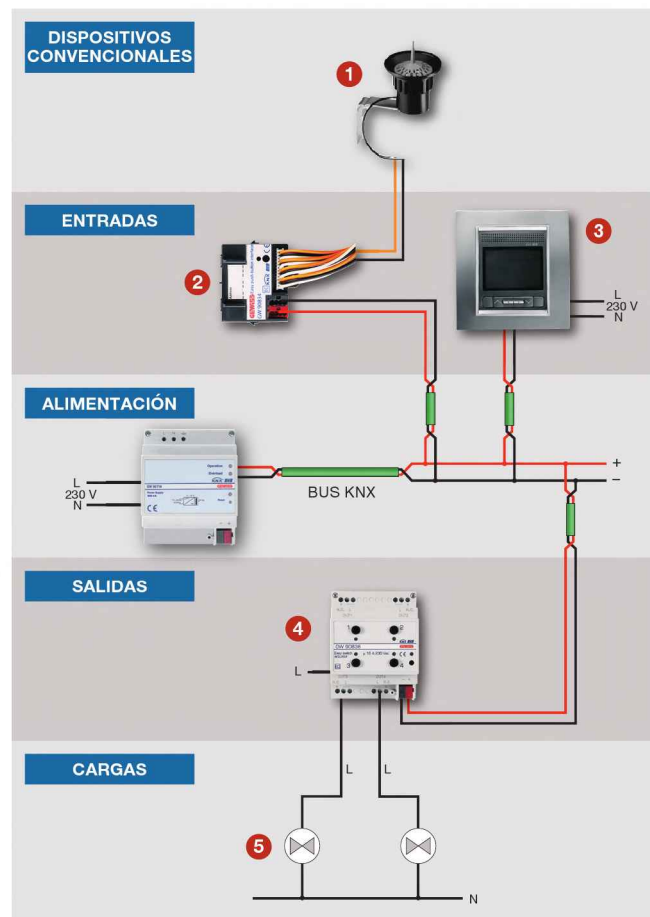
**Figura 6.48.** Esquema de instalación domótica. Referencias. **1.** Pulsador convencional (arriba/abajo). **2.** Interfaz de cuatro canales. **3.** Actuador de motores para empotrar. **4.** Motor para cortinas o toldos. Cortesía de Gewiss.

- 6.6.** Fíjate en el diagrama de la **Figura 6.48**.
  - a) Explica el funcionamiento de la instalación.
  - b) Dibuja su diagrama multifilar.
- 6.7.** Modifica el diagrama de la **Figura 6.48** para que, en lugar del pulsador de la figura, se empleen tres pulsadores con unidad de acoplamiento al bus. Haz el diagrama unifilar de la instalación y dibuja todos los elementos de la instalación que creas convenientes para el correcto funcionamiento de la misma (incluidas las protecciones necesarias y el cableado eléctrico y de bus).



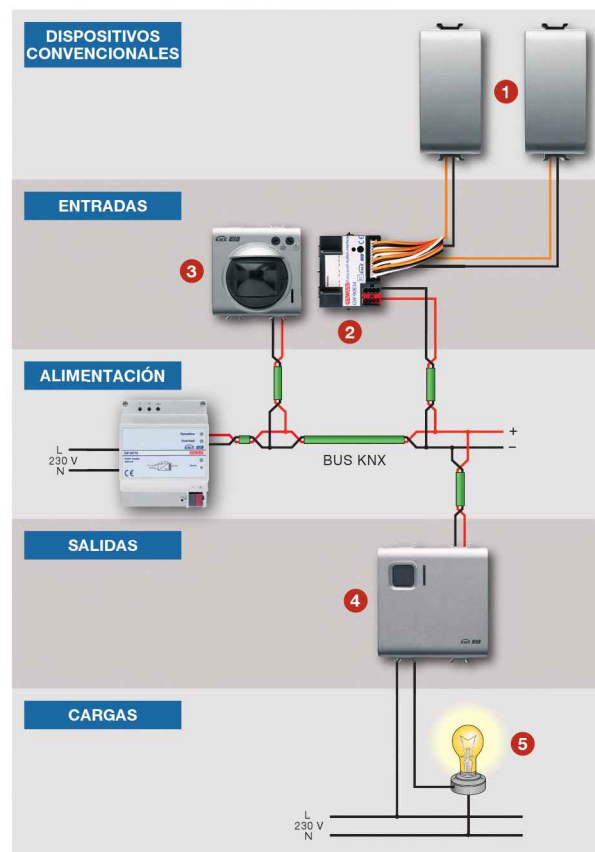
## Actividades de aplicación

Fíjate en las **Figuras 6.49 y 6.50**, que emplearemos para los ejercicios 6.8 a 6.10.



**Figura 6.49.** Esquema de instalación domótica. Referencias: **1.** Sensor pluviométrico. **2.** Interfaz de cuatro canales. **3.** Panel de mando y visualización. **4.** Actuador de cuatro canales. **5.** Electroválvula. Cortesía de Gewiss.

- 6.8.** Explica el funcionamiento de los circuitos de las **Figuras 6.49 y 6.50**. ¿Qué función desempeñan? Dibuja el esquema multifilar de cada uno de ellos.
- 6.9.** ¿Qué dispositivos de entrada emplean los circuitos de las **Figuras 6.49 y 6.50**? ¿Cómo se comunican esos dispositivos con el bus?
- 6.10.** Asigna direcciones físicas y de grupo a todos los dispositivos de ambos circuitos, justificando y explicando tu elección.

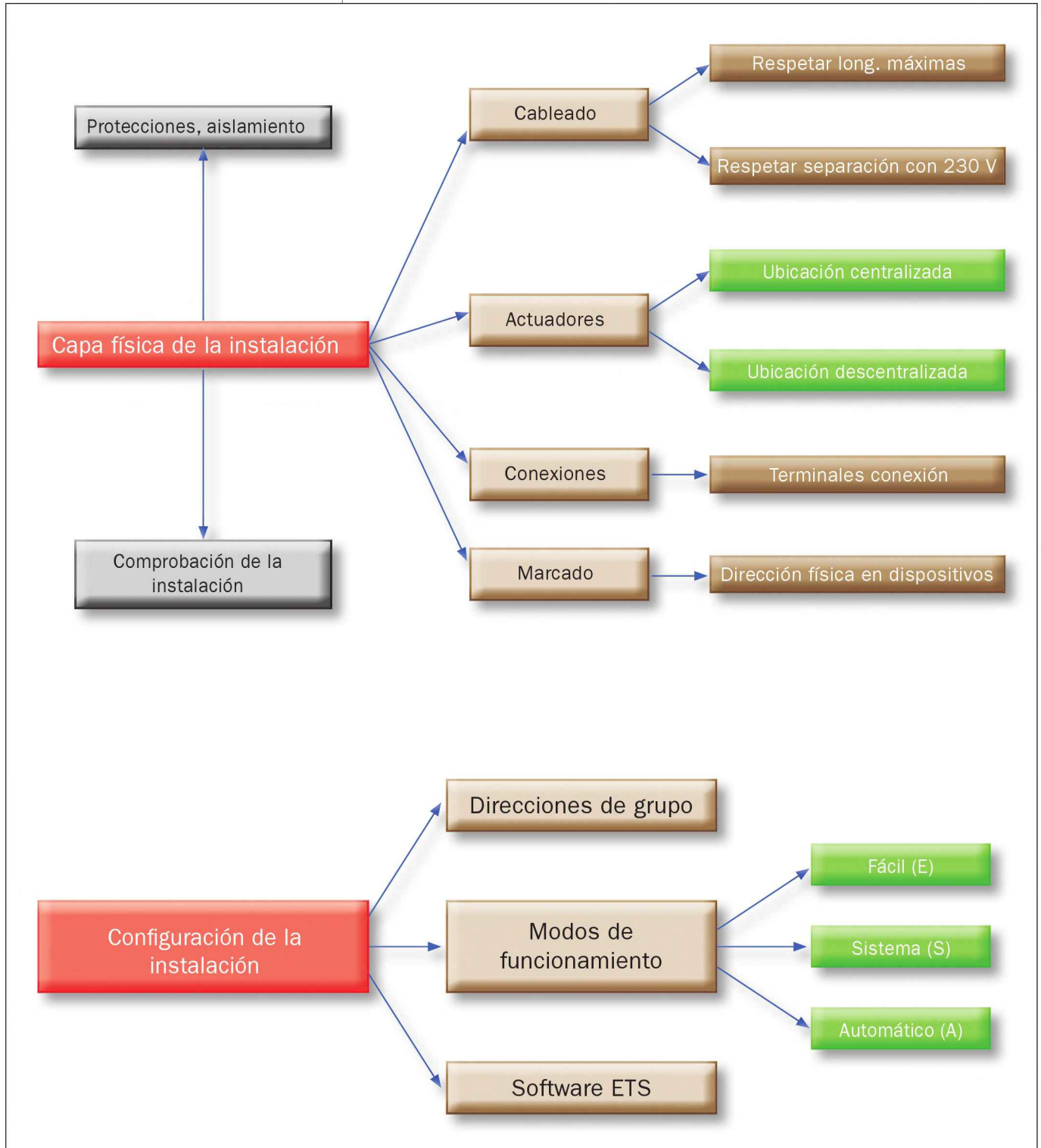


**Figura 6.50.** Esquema de instalación domótica. Referencias: **1.** Pulsadores. **2.** Interfaz de cuatro canales. **3.** Detectores de movimiento. **4.** Actuador. **5.** Puntos de luz. Cortesía de Gewiss.

**6.11.** (\*) Dibuja un diagrama unifilar similar al del ejercicio 1 para la instalación domótica de una vivienda unifamiliar. La instalación debe tener los siguientes componentes:

- 8 puntos de luz.
- 5 puntos de luz regulables.
- Persianas y toldos automatizados en todas las ventanas.
- 6 puntos de iluminación exterior automatizada.
- 2 detectores de intrusión con adaptador de bus.
- Calefacción.
- Calefacción a gas gobernada independientemente en cada habitación (electroválvulas convencionales y termostatos).
- Los componentes que creas necesario incluir.
- 15 pulsadores con acoplador de línea.
- 4 pulsadores convencionales.
- Todo el sistema estará gobernado tanto localmente como desde una pantalla táctil.

## Mapa conceptual



# Domótica con relés programables



7

## Contenidos

- 7.1. Introducción.
- 7.2. Zelio Logic.
- 7.3. LOGO!
- 7.4. Programación de LOGO!

## Objetivos

- Comprender los fundamentos de los relés programables (autómatas), sus componentes y su forma de programación, así como su empleo en los sistemas de control domótico.
- Comprender cómo se programa LOGO!, tanto a través de la pantalla de visualización como del software de PC disponible para ello, captando el significado de los bloques en el esquema de funciones con el que se programa el relé.
- Comprender esquemas de automatismos dados, identificando la función de cada uno de sus bloques y abordar la resolución de problemas, identificando en ellos componentes, entradas y salidas y elaborando el diagrama de bloques que corresponda.

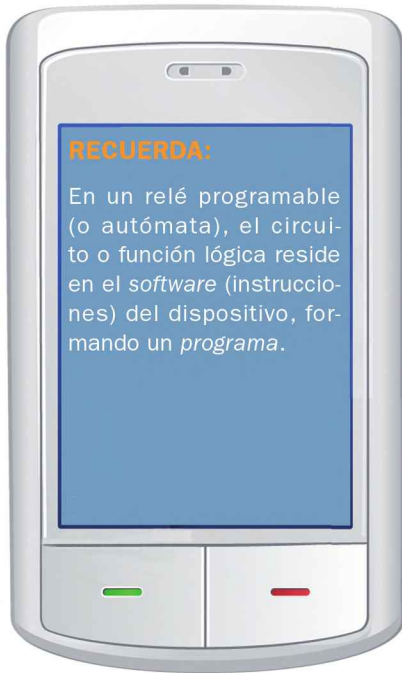
En los Capítulos 4, 5 y 6 hemos estudiado dos tipos de sistemas domóticos descentralizados: el X10 y el KNX. Abordaremos aquí otro concepto distinto de instalación: los sistemas centralizados basados en el uso de un elemento de control que actúa, básicamente, activando y desactivando sus salidas en función de las características de las entradas, como si se tratase de un relé. A diferencia de estos dispositivos, característicos de los sistemas cableados (Capítulo 3), los que estudiaremos ahora no poseen un esquema de contactos fijo, sino que la relación entre entradas y salidas viene determinada mediante un programa. Por ello, esta clase de dispositivos se denominan genéricamente *relés programables*.

## 7.1. Introducción

Los relés programables son dispositivos sencillos y de bajo coste que pertenecen a una amplia familia denominada autómatas programables. El concepto de autómatas programables (PLC) se reserva principalmente para los dispositivos de carácter industrial, más costosos, robustos y versátiles. Para las aplicaciones domóticas se utilizará por regla general el concepto de relé programable, aunque el principio de funcionamiento de ambos es el mismo.

¿Qué es un autómata programable? En los automatismos clásicos (los que hemos tratado en el Capítulo 3, dedicado a la *lógica cableada*, la función lógica que se desea implementar se logra cableando adecuadamente los elementos de maniobra; en otras palabras, conectando en serie o en paralelo los contactos de apertura. Cuando se necesita cambiar la función del automatismo, es necesario rediseñar el circuito y modificarlo, con un coste económico y de tiempo considerable.

En el relé programable, el circuito lógico no está representado en el *hardware* sino en el *software* del dispositivo. Una serie de instrucciones, programadas en un lenguaje apropiado, especifican los contactos, contadores, etc., que deben abrirse, cerrarse, iniciarse, ponerse a cero, etc., en función de los valores lógicos de las entradas. El autómata lee señales de sensores (tanto digitales como analógicas) y envía las correspondientes salidas a actuadores de diversos tipos. Además, puede contar impulsos, almacenar señales, operar según el control de temporizadores, etc. La posibilidad de conectarlo a un ordenador personal para programarlo incrementa aún más su flexibilidad.



**Figura 7.1.** Tres ejemplos de relés programables: LOGO! (Cortesía de Siemens), Zeelio (Cortesía de Schneider Electric) y Zen (Cortesía de Omron).

### 7.1.1. Componentes de un autómata o relé programable

Los autómatas y relés programables constan, en general, de cuatro elementos diferenciados:

- **Microprocesador.** Se encarga de dirigir el funcionamiento del aparato, leyendo e interpretando las instrucciones del programa y ejecutando sus funciones.
- **Memoria.** Es el elemento en el que están almacenados los programas del dispositivo.
- **Entradas y salidas.** Son conexiones que permiten al autómata comunicarse con el exterior, recibiendo señales de sensores (entradas) y comunicando otras (salidas) a los actuadores.
- **Fuente de alimentación.** Es la encargada de alimentar el dispositivo.

### 7.1.2. Sistemas domóticos centralizados

Los sistemas domóticos efectuados con autómatas programables son sistemas centralizados.

Al relé programable se le conectan:

- **Entradas** (sensores, interruptores, etc.) que dependen de la manipulación directa del usuario, de los movimientos del automatismo a controlar o de variables del ambiente (puerta arriba, temperatura límite, etc.)
- **Salidas** (contacto a relé o a transistor) que dependen del programa que se haya introducido en el relé programable.

A diferencia de lo que ocurre en un sistema como KNX o LON, los dispositivos (nodos) del sistema no intercambian información codificada en forma de telegramas, sino que los sensores actúan como mero interruptor (ya sea NC o NA): en función de su constitución, el sensor abrirá o cerrará un contacto y, con ello, el relé programable detectará la ausencia o la presencia de tensión en su entrada.

A las salidas del relé programable, por su parte, no se sitúan elementos *inteligentes*, sino que se conectan bien las cargas directamente o bien (solución más recomendable) un relé electromecánico o de estado sólido (o un contactor en caso de potencias elevadas) que se abra o se cierre en función de que reciba o no tensión de la salida del relé.

#### Actividad propuesta 7.1

¿Qué ventajas e inconvenientes crees que tiene el uso de autómatas programables para los sistemas domóticos? Compáralo con los sistemas de corrientes portadoras (X10) y los de bus de campo (KNX) que hemos estudiado en capítulos anteriores del libro.

### 7.1.3. Programación del relé

Para especificar el programa de un relé o autómata programable se emplea un *lenguaje de programación*. Existen varios lenguajes especialmente diseñados para programar autómatas; entre ellos, se pueden distinguir *lenguajes textuales* (lista de instrucciones o texto estructurado) y *lenguajes gráficos*. Entre estos, los más utilizados en la práctica son KOP (o LD) y FUP (o FBD).

El **esquema de contactos** o **KOP** (*Kontaktplan*, *ladder diagram* o simplemente *ladder*) consiste en introducir el programa bajo la forma del esquema eléctrico del automatismo, previa transformación a un formato estándar (internacional). Este método, el más aconsejable en la mayoría de las automatizaciones, es ideal cuando se parte de un automatismo clásico ya realizado, pues con él basta transformar el esquema de dicho automatismo al esquema KOP. Existen muchos autómatas programables, por ejemplo Zelio (el relé programable de Schneider Electric, al que nos referiremos enseguida) que se programan en KOP.

El **esquema de funciones** o **FUP** (*Funktionsplan*) se realiza a partir del esquema realizado mediante puertas lógicas. Es la forma de representación del programa que emplea LOGO!. La veremos con más detalle a continuación.



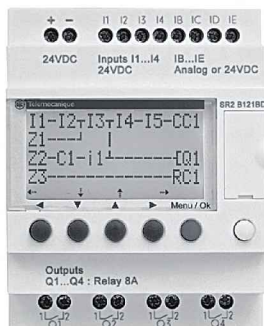
Figura 7.2. Autómata industrial Siemens Simatic S7-400.

### 7.1.4. Partes de un relé programable

Los relés programables suelen constar de un módulo principal, en el que encontramos integrados diversos componentes: la unidad de control, las entradas y salidas, la memoria y la interfaz de programación. Suelen disponer también de una pantalla de visualización y la posibilidad de ampliarse con un módulo adicional de entradas y salidas.



**Figura 7.3.** Partes de los relés programables LOGO! y Zelio Logic. Cortesía de Siemens y de Schneider Electric.



**Figura 7.4.** Base de 10 entradas/salidas de Zelio. Cortesía de Schneider Electric.

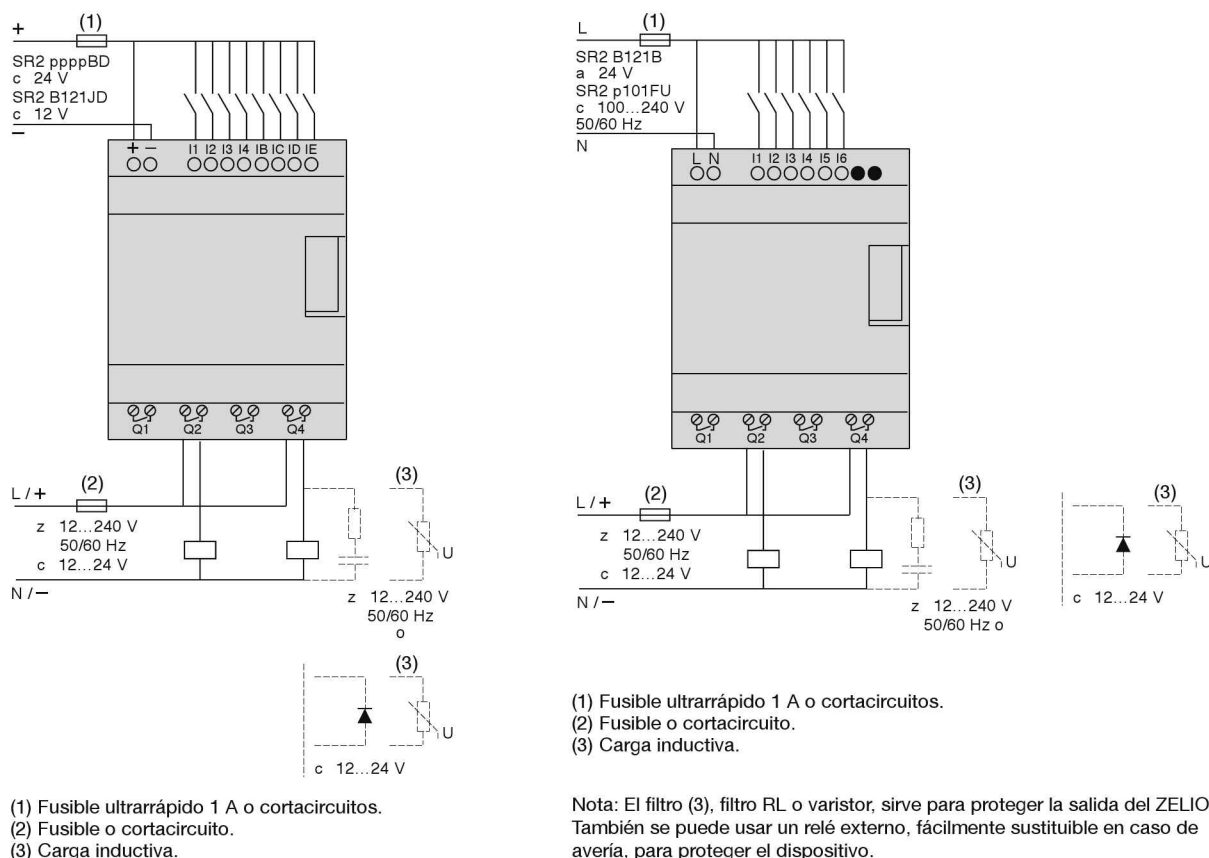
## 7.2. Zelio Logic

Zelio Logic es un relé programable fabricado por Schneider Electric ideal para el manejo de sistemas de automatización sencillos. Dispone de dos gamas de productos: la compacta y la modular, con dos bases de 10 y 26 entradas/salidas, con módulos de extensión de 6, 10 y 14 entradas/salidas. Además de los módulos de extensión, existen módulos de comunicaciones que permiten controlar remotamente alarmas, canales y variables, así como actuar sobre las salidas del relé, a través de mensajes SMS.



**Figura 7.5.** Módulos de extensión (izquierda) y de comunicación (derecha) de Zelio Logic. Cortesía de Schneider Electric.

En las figuras se representan los esquemas de entradas, salidas y alimentación para los modelos de Zelio de corriente continua (24 V) y de corriente alterna (230 V).



**Figura 7.6.** Conexión de entradas y salidas para Zelio, en su versión de 24 V CC y 230 V AC. Cortesía de Schneider Electric.

### 7.2.1. El lenguaje KOP

Los símbolos básicos del esquema de contactos son los siguientes:

Símbolo	Explicación
	Contacto normalmente abierto.
	Contacto normalmente cerrado.
	Inversión del resultado lógico.
	Salida o bobina de relé.
	Activar salida (con autoenclavamiento, equivalente a un biestable).
	Desactivar salida.

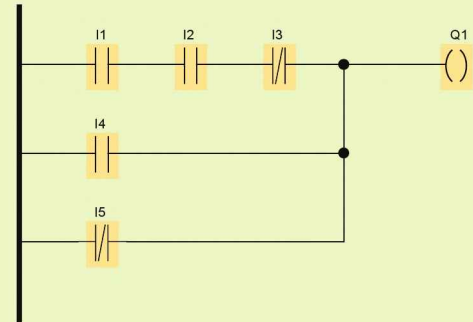
## Caso práctico 7.1

Convierte la siguiente función lógica en el esquema KOP que le corresponda:  $Q = I1 \cdot I2 \cdot \overline{I3} + I4 + \overline{I5}$

## Solución:

Veamos cómo representar mediante el esquema de contactos la ecuación lógica mencionada.

La salida está representada con Q1, salida que situaremos en el lado derecho del esquema KOP. A continuación procederemos de derecha a izquierda analizando el circuito digital. Vemos, en efecto, la presencia de un circuito OR, al que corresponderá una asociación *en paralelo* de contactos. Una de las entradas de este OR proviene de una puerta AND a la que concurren, a su vez, otras tres entradas. Representaremos esta puerta con una conexión *en serie* de dichas entradas. Por último, las entradas que aparecen *complementadas* (I3 e I5) se representarán mediante un contacto normalmente cerrado; las otras, mediante un contacto normalmente abierto.



## Para saber más:

*Zelio Soft* está disponible para ser descargado gratuitamente a través del sitio web de Schneider Electric. En el CD que acompaña a este libro encontrarás la versión 2.08 de esta aplicación para programar el relé Zelio Logic.



## 7.2.2. Programación de Zelio Logic

Zelio Logic puede programarse mediante su pantalla de visualización o, de modo más flexible, a través de la aplicación *Zelio Soft*. Para la programación a través de la pantalla se suele emplear el esquema de contactos (KOP), aunque si se emplea *Zelio Soft* es posible también programarlo en FUP. La aplicación permite asimismo efectuar simulaciones del funcionamiento del programa, mostrando los valores de entradas y salidas y el esquema de contactos equivalente.

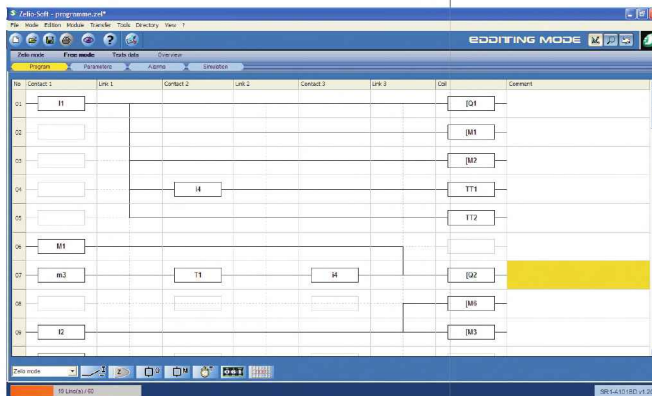


Figura 7.7. Ventana principal de Zelio Soft con un programa cargado.

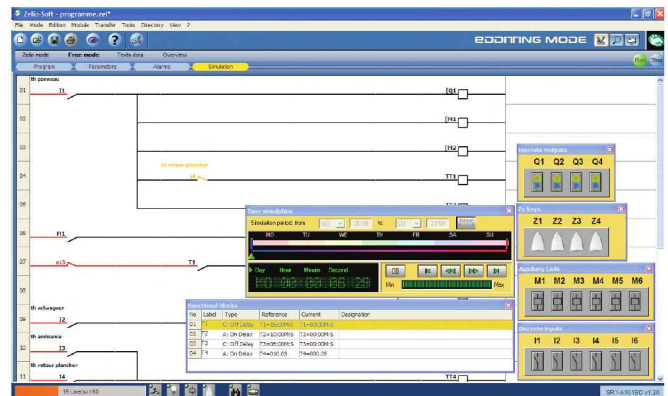
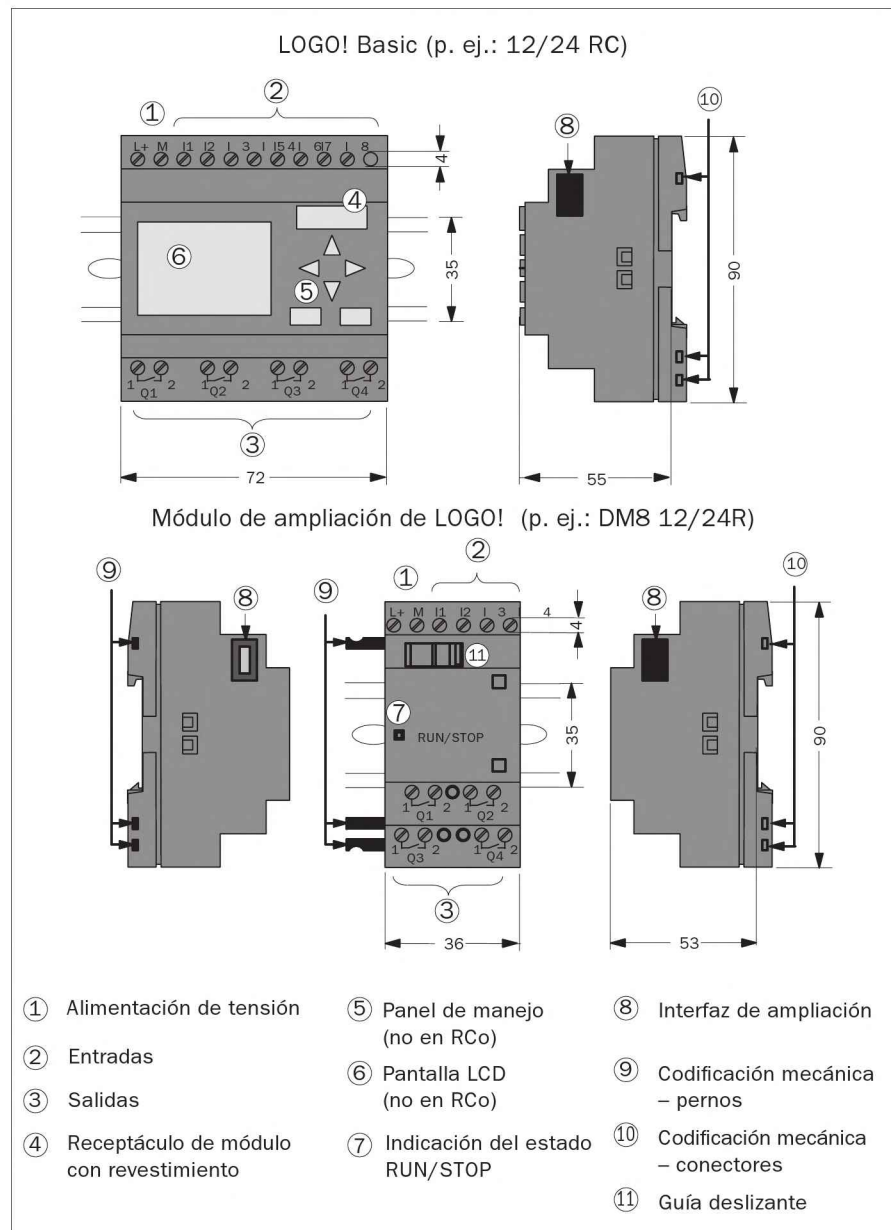


Figura 7.8. Ventana de simulación de Zelio Soft.

## 7.3. LOGO!

LOGO! es un módulo lógico universal fabricado por la empresa Siemens. En el módulo están integrados la unidad de control, la fuente de alimentación, una unidad de mando y visualización y una serie de funciones lógicas habituales ya programadas; encontraremos también en él sendos interfaces para módulos de ampliación y para la conexión con un ordenador personal. Siemens dispone de variantes con diversas entradas y salidas, con salidas analógicas y digitales y con tres rangos de tensión de alimentación, para 12, 24 y 230 voltios. En los modelos de 12 y de 24 voltios es habitual emplear una fuente de alimentación independiente.

En las figuras se muestran los esquemas y dimensiones de uno de los modelos de LOGO!, tanto del módulo básico como del módulo de ampliación.



**Figura 7.12.** Partes y dimensiones de LOGO!. Cortesía de Siemens.

### 7.3.1. Montaje de LOGO!

El montaje de LOGO! puede efectuarse sobre un carril DIN o sobre la pared. Para montar LOGO! sobre el perfil de soporte se coloca el módulo básico y el módulo de ampliación sobre el carril, tal como indica la figura. La conexión con el módulo de ampliación se realiza a través de sendos conectores que habrá que desproteger quitándoles su cubierta. Con el destornillador se empuja la guía deslizante del módulo de ampliación y se acopla el módulo de ampliación al módulo básico para que ambos queden integrados.

El proceso de desmontaje es el opuesto: se empujan los extremos inferiores de las guías deslizantes inferiores del módulo básico (parte A) y poste-



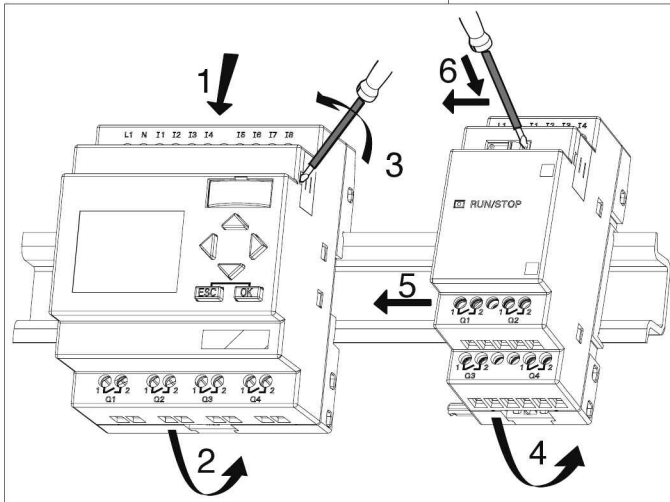
**Figura 7.9.** LOGO! 230RC. Cortesía de Siemens.



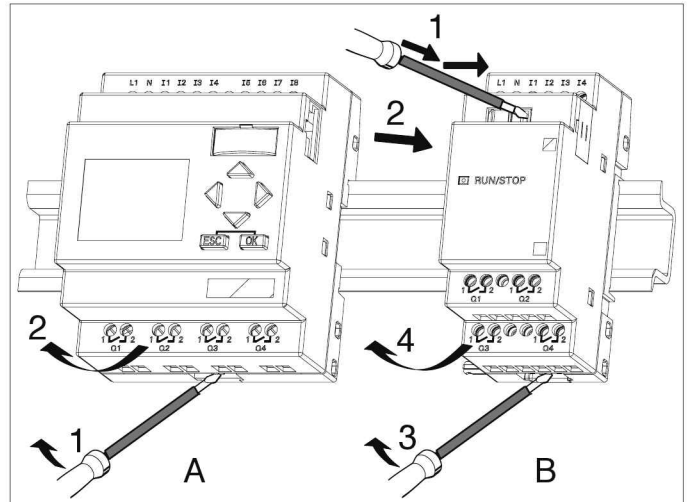
**Figura 7.10.** Fuente de alimentación de 24V/1,3 A para LOGO!. Cortesía de Siemens.



**Figura 7.11.** Módulo de ampliación de LOGO!. Cortesía de Siemens.



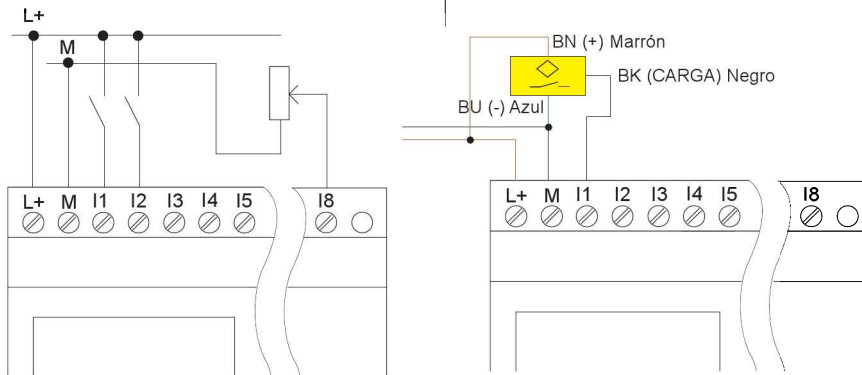
**Figura 7.13.** Proceso de montaje de LOGO!. Cortesía de Siemens.



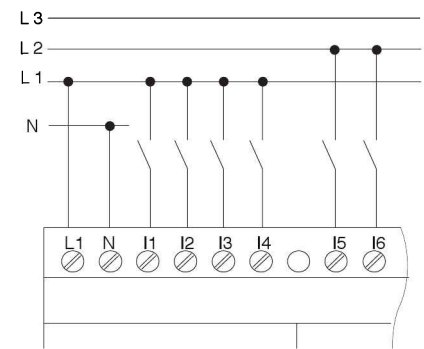
**Figura 7.14.** Proceso de desmontaje de LOGO!. Cortesía de Siemens.

riormente se desplaza con un destornillador la guía deslizante del módulo de ampliación hacia la derecha para separar ambos componentes.

A las entradas de LOGO! se conectarán *sensores* tales como pulsadores, detectores de presencia, barreras fotoeléctricas, etc. El esquema de conexiones para las versiones de LOGO! 12/24 y LOGO! 230 son las siguientes:



**Figura 7.15.** Ejemplos de conexión de LOGO! 12/24 a entradas binarias y analógica y a transistor PNP. Cortesía de Siemens.



**Figura 7.16.** Ejemplos de conexión de LOGO! 230 a entradas binarias. Cortesía de Siemens.

### 7.3.2. Entradas y salidas de LOGO!

LOGO! dispone de varias entradas y salidas. Las entradas vienen señaladas con la letra *I* y una cifra. Las salidas vienen señaladas con la letra *Q* y una cifra. En la mayor parte de los módulos de LOGO! —exceptuando los analógicos— las entradas se encuentran en la parte superior. Las salidas, por su parte, *siempre* se encuentran en la parte inferior de los módulos.

Las entradas y salidas de LOGO! son digitales: las entradas detectan el estado de los sensores mediante la presencia o ausencia de tensión y las sa-

lidas activan los actuadores actuando como si cerrasen o abriesen un circuito convencional. No obstante, las entradas 17 e 18 (aunque no en todos los modelos de LOGO!) pueden emplearse también como entradas *analógicas*; además, existen módulos de ampliación específicos si se necesitan más entradas analógicas. En esta clase de entradas, el valor de la variable analógica se representa como un valor de tensión y corriente.

### 7.3.3. Conexión con otros autómatas

LOGO! posee un módulo de comunicación (AS-Interface) que permite su integración como dispositivo *esclavo* en una red controlada por un autómata programable central. El módulo AS-Interface dispone de cuatro entradas y salidas virtuales.

### 7.3.4. Conexión con KNX

LOGO! dispone de un módulo de comunicación que permite su integración en la red KNX de una vivienda o edificio. El módulo CM EIB/KNX soporta tanto la comunicación de LOGO! con dispositivos KNX (actuando LOGO! como *master*) como también la integración de LOGO! dentro de una instalación KNX, permitiendo efectuar operaciones lógicas, modificar parámetros, etc. y aumentando así la propia potencia y flexibilidad de dicha instalación.

## 7.4. Programación de LOGO!

Un programa de LOGO! no es ni más ni menos que un esquema eléctrico (como los automatismos cableados que hemos estudiado en el Capítulo 3) con una representación diferente.

Existen dos conceptos fundamentales en la programación de LOGO!: los *bornes* y los *bloques*. Los *bornes* son todas las conexiones y estados que puede tener el dispositivo. Las entradas y las salidas pueden tener el estado “0” o el estado “1”. En el caso de las entradas, el “0” se asocia a ausencia de tensión y el “1” a presencia de tensión. En el caso de las salidas, identificamos como “1” una *salida activada* y como “0” una *salida desactivada*.

Los *bloques*, por su parte, son *funciones* que relacionan informaciones de entrada con informaciones de salida. Cada bloque lleva asociada una determinada tabla de verdad (o un cronograma en el caso de los temporizadores), del mismo modo que los circuitos lógicos que hemos estudiado en el Capítulo 3. Un ejemplo de bloque es el siguiente, que representa la función lógica OR. Obsérvese que, en este bloque, hay dos entradas que no se utilizan y que se identifican con una “x” para indicarlo.

¿Cómo representamos un determinado circuito lógico cableado en forma de bloques? Para hacerlo comenzamos en la salida del circuito, la carga o el relé en el que debe efectuarse la conmutación. Cuando programamos el dispositivo a través de su pantalla de visualización, el circuito se divide en bloques operando “aguas arriba”, es decir, partiendo de la salida y moviéndose hacia las entradas del circuito; no obstante, cuando lo hacemos mediante LOGO! Soft Comfort o dibujamos el circuito a mano, lo más cómodo es hacerlo de izquierda a derecha.



Figura 7.17. Módulo AS-Interface para LOGO!. Cortesía de Siemens.



Figura 7.18. LOGO! 230RC con un módulo de comunicación CM EIB/KNX. Cortesía de Siemens.

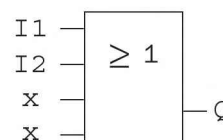
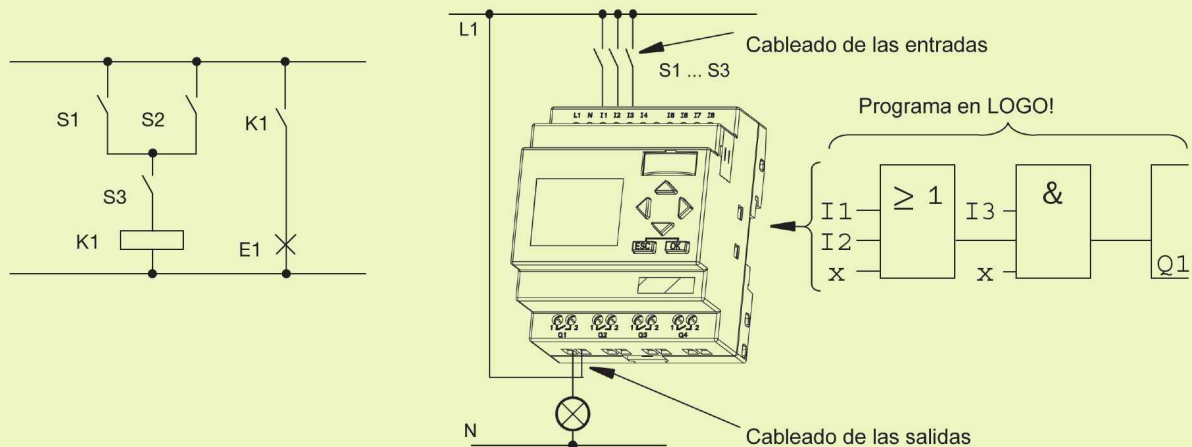


Figura 7.19. Ejemplo de bloque de LOGO!. Cortesía de Siemens.

## Caso práctico 7.2

Supongamos un circuito sencillo, en el que hay una carga E1 que se activa y desactiva mediante la combinación de interruptores ((S1 OR S2) AND S3). En la figura se representa tanto el circuito cableado como la solución equivalente en LOGO!

**Solución:**




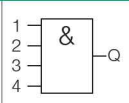
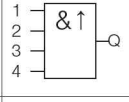
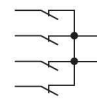
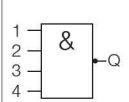
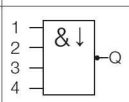
Imágenes cortesía de Siemens.

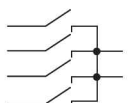
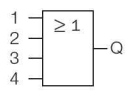

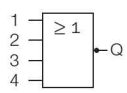
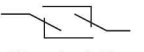
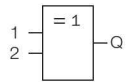

Procesaremos el circuito desde la salida hacia la entrada. En primer lugar, en la salida Q1 hay una conexión en serie con el interruptor S3, equivalente a un bloque AND. En segundo lugar, conectaremos S1 y S2 en paralelo (bloque OR). Para las entradas no utilizadas, el programa adopta el estado que garantice el correcto funcionamiento del programa. En teoría, las entradas que no se utilizan se deben marcar con una "x". En la práctica, sin embargo, en ausencia de indicación el dispositivo entiende que el bloque consta solamente de dos entradas.

## 7.4.1. Las funciones de LOGO!

En LOGO! se distinguen dos grupos de funciones: las básicas y las especiales. Las funciones básicas representan elementos sencillos del álgebra. Por su parte, las funciones especiales son bloques que contienen temporizadores, disparadores, etc.; estas funciones especiales permiten adaptar el programa a diversos requisitos.

## Funciones básicas

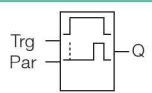
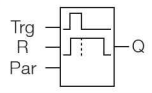
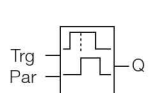
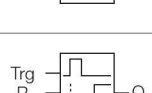
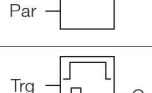
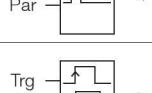
Equivalente	Símbolo	Nombre/Notas
 Circuito serie normalmente abierto		Función <b>AND</b> .
		Función <b>AND</b> con evaluación de flanco (adopta el estado 1 cuando todas las entradas valen 1 y <i>al menos</i> una de ellas tenía antes el estado 0).
 Conexión en paralelo con contacto normalmente cerrado		Función <b>NAND</b> (AND negada).
		Función <b>NAND</b> con evaluación de flanco (adopta el estado 1 cuando al menos una entrada tiene estado 0 y en el ciclo anterior tenían estado 1 <i>todas</i> las entradas).

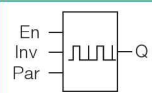

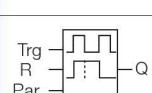
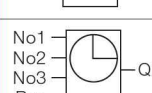
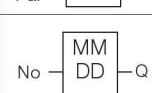
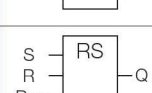
Equivalente	Símbolo	Nombre/Notas
 Conexión en paralelo con contacto normalmente abierto		Función <b>OR</b> .
 Conexión en serie con contacto normalmente cerrado		Función <b>NOR</b> (OR negada).
 Alternador doble		Función <b>XOR</b> (O exclusiva: adopta el estado 1 cuando las entradas son distintas).
 Circuito normalmente cerrado		Función <b>NOT</b> (su salida es el inverso lógico de la entrada).

Figuras de la tabla cortesía de Siemens.

## Funciones especiales

En la tabla siguiente se muestra una selección o subconjunto de las funciones especiales de LOGO!, junto con la descripción de su operación. Para ver la lista completa puede consultarse el manual del dispositivo.

Símbolo	Nombre/Notas
	Retardo a la conexión (la salida se conecta tras un tiempo parametrizable $T$ ).
	Retardo a la desconexión (la salida se desactiva tras un tiempo parametrizable $T$ ).
	Retardo a la conexión/desconexión (la salida se activa tras un tiempo parametrizable $T_H$ y se desconecta tras otro lapso de tiempo parametrizable $T_L$ ). El flanco ascendente de $Trg$ inicia la cuenta el tiempo de conexión y el descendente, la cuenta del de desconexión.
	Retardo a la conexión con memoria (tras un impulso de entrada transcurre un tiempo $T$ parametrizable, tras el cual se activa la salida). Mediante entrada $R$ se pone a cero el contador de tiempo y la salida.
	Relé de barrido: un impulso de entrada genera una señal de duración parametrizable en la salida.
	Relé de barrido disparado por flancos: un impulso de entrada genera señales de conexión y desconexión, en número y duración parametrizables. Mediante la entrada $R$ la salida se vuelve a poner a cero.

Símbolo	Nombre/Notas
	Generador de impulsos asíncrono. Se puede parametrizar la duración del impulso y de la pausa.
	Interruptor de alumbrado para escalera. Tras un impulso de entrada transcurre un tiempo parametrizable, transcurrido el cual la salida se pone a cero. Antes de que esto ocurra, puede enviarse una advertencia de desconexión.
	Interruptor confortable o de función múltiple. Puede actuar como interruptor de impulsos con retardo a la desconexión y como conmutador para el alumbrado continuo.
	Temporizador semanal. La salida se controla mediante unas fechas de activación y desactivación parametrizables.
	Temporizador anual. La salida se controla mediante una fecha de activación y desactivación parametrizable.
	Relé autoenclavador. La salida se activa mediante la entrada $S$ y permanece en ese estado. Cambia cuando se activa la entrada $R$ , y así sucesivamente.

Figuras de la tabla cortesía de Siemens.

## Actividad propuesta 7.2

Para cada una de las funciones anteriores, efectúa un programa con LOGO! Soft Comfort para controlar una lámpara. Utiliza la función de simulación de la aplicación para comprobar su funcionamiento.

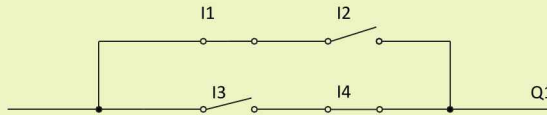
### Caso práctico 7.3

Veamos algunos ejemplos del uso de esquema de funciones FUP, estudiando su equivalente en KOP y en el esquema de contactos convencional:

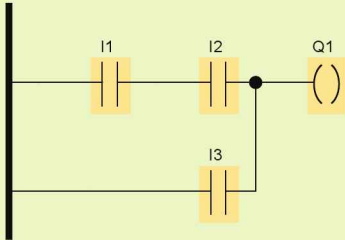
**Solución:**

1.  $Q1 = (I1 \cdot I2) + I3$

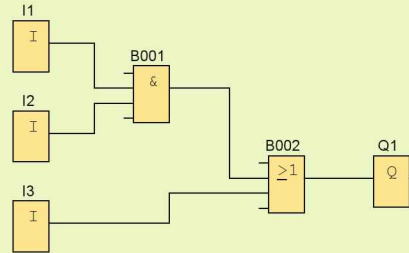
Esquema de contactos convencional:



Esquema de contactos KOP:

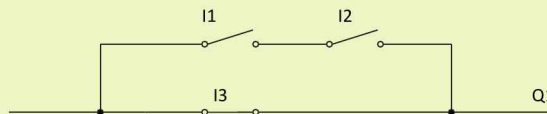


Esquema de funciones FUP:

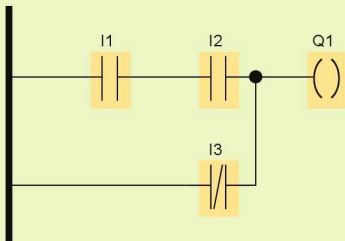


2.  $Q1 = (I1 \cdot I2) + \bar{I3}$

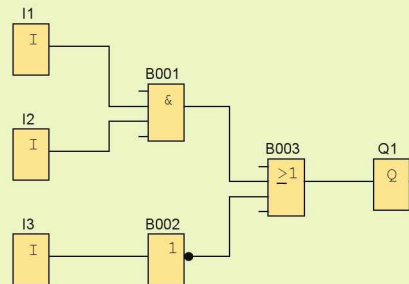
Esquema de contactos convencional:



Esquema de contactos KOP:

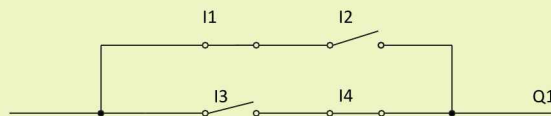


Esquema de funciones FUP:

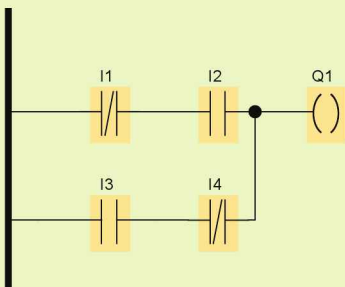


3.  $Q1 = (\bar{I1} \cdot I2) + (I3 \cdot \bar{I4})$

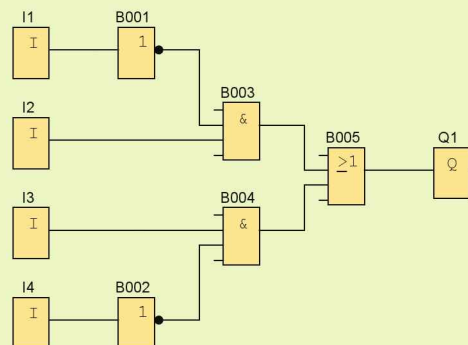
Esquema de contactos convencional:



Esquema de contactos KOP:

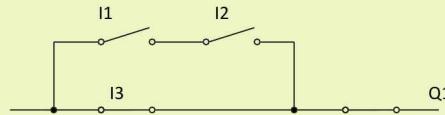


Esquema de funciones FUP:

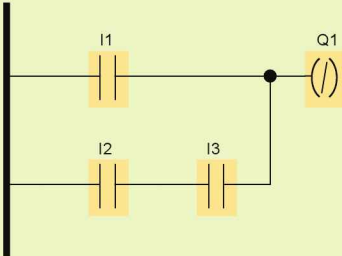


4.  $Q1 = \overline{I1} \cdot (I2 + I3)$

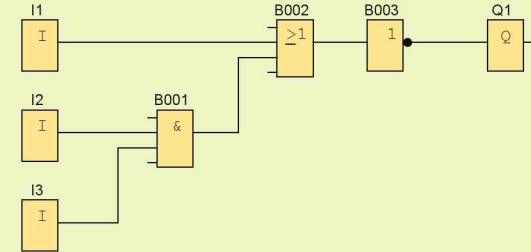
Esquema de contactos convencional:



Esquema de contactos KOP:

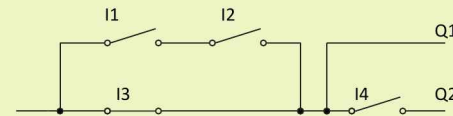


Esquema de funciones FUP:

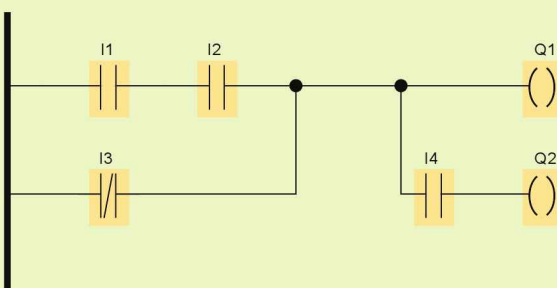


5.  $Q1 = (I1 \cdot I2) + \overline{I3}$   
 $Q2 = [(I1 \cdot I2) + \overline{I3}] + I4$

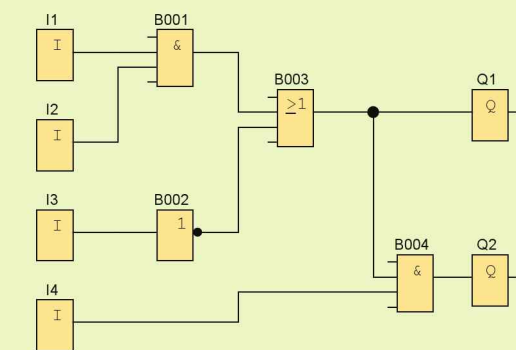
Esquema de contactos convencional:



Esquema de contactos KOP:

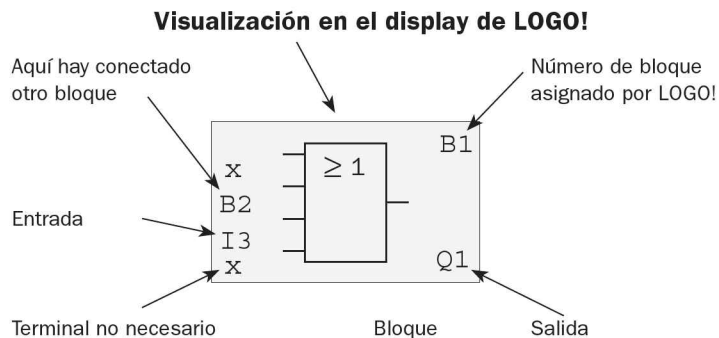


Esquema de funciones FUP:



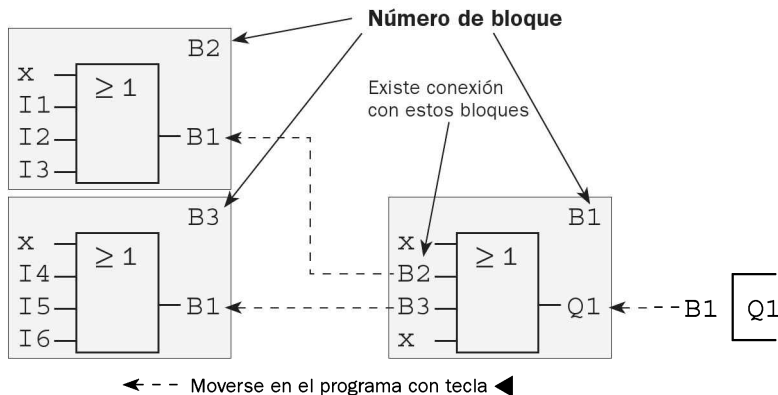
### 7.4.2. Programación del dispositivo en su pantalla de visualización

En la pantalla de visualización o *display* de LOGO! los bloques se representan como se muestra en la **Figura 7.20**. El tamaño de la pantalla hace que en ella solamente se pueda representar un bloque de cada vez.

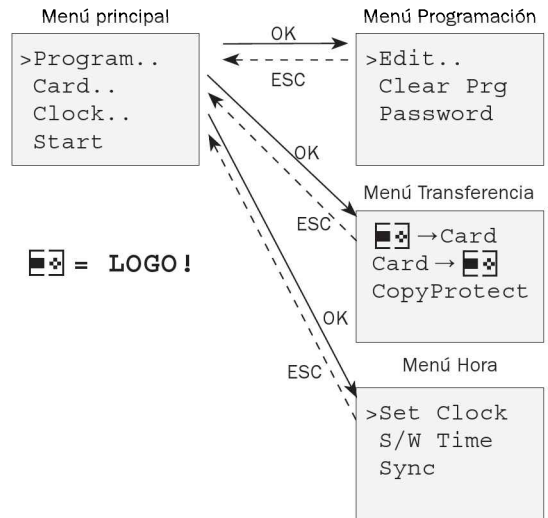


**Figura 7.20.** Visualización de un bloque en la pantalla LOGO!. Cortesía de Siemens.

Cuando insertamos un bloque en un programa, LOGO! le asigna un *número de bloque*. Este número permite *conectar* unos bloques con otros en el programa, del modo que se ilustra en la figura siguiente; obsérvese cómo la secuencia de programación del dispositivo parte de las salidas de LOGO! y procede hacia las entradas.



**Figura 7.21.** Conexión entre bloques en la programación del dispositivo. Cortesía de Siemens.

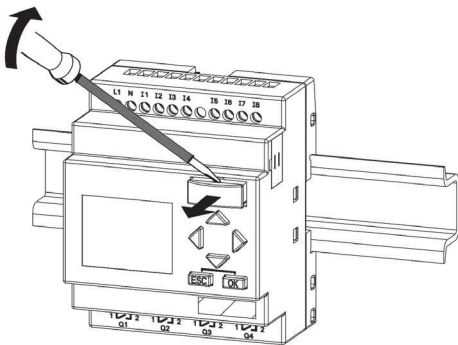


**Figura 7.22.** Estructura de menús en la pantalla de visualización de LOGO!. Cortesía de Siemens.

Los programas de LOGO! se crean en el *modo programación*, al que accedemos desde el menú principal del dispositivo. Cuando se conecta LOGO! a su alimentación eléctrica por primera vez, en la pantalla de visualización aparece el mensaje “No program, press ESC”. Al pulsar la tecla ESC accederemos al *modo programación*.

Imaginemos que hemos efectuado un sencillo programa de temporización de unas lámparas mediante LOGO! y deseamos modificar el tiempo durante el que permanecen encendidas. En LOGO! podemos ajustar esta clase de *parámetros* sin necesidad de modificar el programa, haciendo uso del *modo de operación parametrización*. Durante la parametrización, LOGO! se encuentra ejecutando el programa, con lo que si queremos volver al *modo programación* deberemos seleccionar la opción **Stop** para detenerlo. Para ejecutar el programa o poner a logo en modo RUN deberemos seleccionar la opción **Start** en el menú principal. En la **Figura 7.22** se muestra un esquema con los menús de LOGO!

LOGO! no puede archivar en su memoria más que un programa. Una vez que este se ha terminado de programar y se abandona el *modo programación*, el programa queda guardado en el dispositivo de modo permanente. Los módulos de programa o *Cards* permiten guardar los programas efectuados en un LOGO! y almacenarlos o emplearlos en otro LOGO!. En la **Figura 7.23** se representa el lugar donde se inserta el módulo de programa (LOGO! no trae ninguno por defecto y el orificio en el que se insertan está cubierto con una tapa de plástico) y cómo extraerlos.



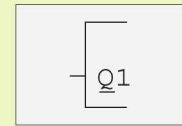
**Figura 7.23.** Extracción de la cubierta de la ranura para insertar módulos de programa (Cards). Cortesía de Siemens

## Caso práctico 7.4

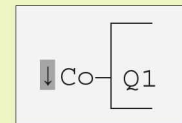
Veamos cómo introducir paso a paso un sencillo programa a través de la pantalla de visualización de LOGO!

**Solución:**

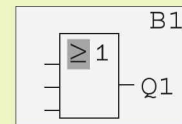
**Paso 1.** LOGO! muestra en primer lugar la primera salida. La letra **Q** aparece subrayada por el *cursor*, que indica en qué punto del programa nos encontramos en cada momento y que se puede desplazar con las teclas de movimiento.



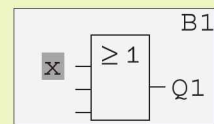
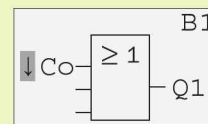
**Paso 2.** Al pulsar la tecla ◀ el cursor se desplaza hacia la izquierda. Introduciremos aquí el primer bloque, pulsando la tecla **OK** para pasar al modo de introducción. Al hacerlo el cursor ya no aparece subrayado sino enmarcado. La abreviatura **Co** significa *connector* (borne).



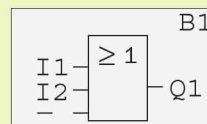
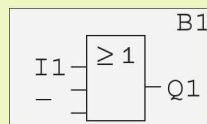
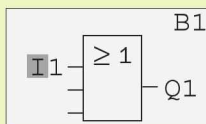
**Paso 3.** Mediante la tecla ▼ seleccionaremos **GF** (funciones básicas) y pulsaremos la tecla **OK**. La pantalla de visualización de LOGO! mostrará el primero de los bloques de funciones básicas (bloque AND). Pulsaremos de nuevo la tecla ▼ hasta que en la pantalla aparezca la función OR. Observemos también que en la esquina superior derecha de la pantalla se muestra la indicación "B1", correspondiente al número de bloque que estamos insertando.



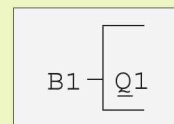
**Paso 4.** Al pulsar **OK** para confirmar la selección, habremos introducido el primer bloque. En este punto, deberemos cablear las entradas del bloque que acabamos de insertar. Al pulsar de nuevo **OK**, aparecerá de nuevo la marca **Co** junto a la primera entrada del bloque. Si pulsamos **OK**, junto a la entrada se mostrará ahora una "x".



**Paso 5.** Mediante las teclas ▲ y ▼ escogeremos la entrada **I1**. Al pulsar **OK**, el cursor pasa a situarse en la siguiente entrada del bloque. Procederemos del mismo modo con la segunda entrada (asignándole **I2**) y en la tercera y la cuarta seleccionaremos sendas "x". (Observa que en los dibujos se representan solamente tres entradas para simplificar.)



**Paso 6.** Una vez definidas todas las entradas, LOGO! regresa a la salida Q1. Ahora dicha salida aparece vinculada al bloque B1.

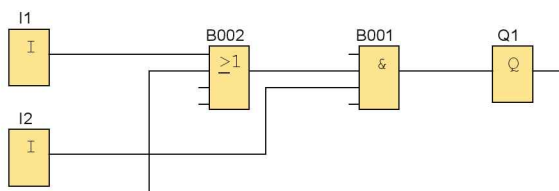


**Paso 7.** Una vez finalizada su programación, podemos asignar un nombre al programa, nombre que deberá tener una extensión máxima de 16 caracteres. Emplearemos para ello el menú **Edit** y **Edit Program**. Además, si lo deseamos, se puede asignar una contraseña al programa para impedir su modificación o borrado accidentales o no autorizados. Para ello emplearemos el menú **Password**.

Imágenes cortesía de Siemens.

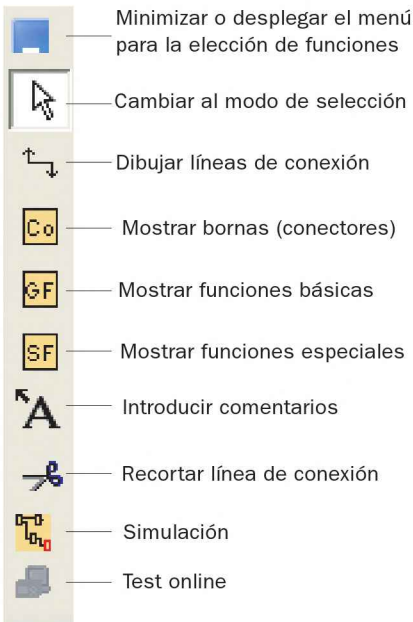
## Actividad propuesta 7.3

Dibuja un esquema con contactores que funcione igual que el siguiente programa de LOGO!. La entrada **I1** es un pulsador NA e **I2** un NC.



## SABÍAS QUE...

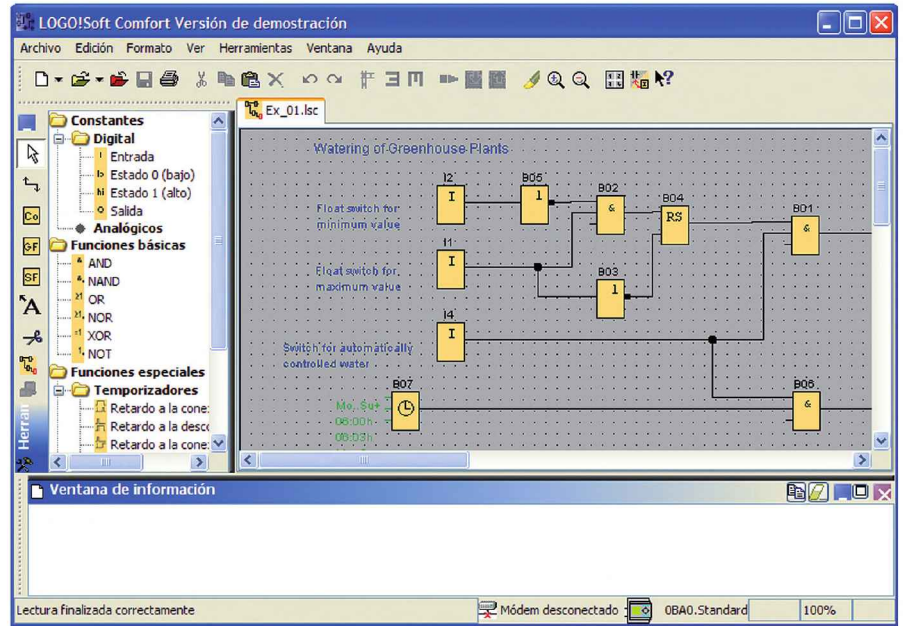
LOGO! Soft Comfort está disponible tanto para sistemas operativos Windows como GNU/Linux y Mac OS X. En la página oficial de Siemens se puede descargar una versión de demostración del software, que también encontrarás en el CD que acompaña a este libro (para sistemas Windows).



**Figura 7.25.** Funciones del menú izquierdo de LOGO! Soft Comfort.

## 7.4.3. Programación mediante PC

La programación de LOGO! a través de las teclas y la pantalla de visualización del dispositivo es un tanto ardua, haciéndose difícil hacerse una idea del funcionamiento del programa en su conjunto. Como alternativa, existe la posibilidad de programar el dispositivo mediante un ordenador personal, empleando para ello el programa LOGO! Soft Comfort.



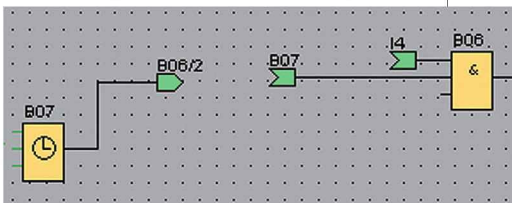
**Figura 7.24.** LOGO! Soft Comfort.

LOGO! Soft Comfort es una aplicación informática que permite programar el dispositivo de modo más cómodo, versátil y eficaz que mediante su pantalla de visualización. Con esta aplicación podemos crear y guardar programas de manera sencilla, efectuar simulaciones, exportar del PC al dispositivo y del dispositivo al PC, entre otras muchas funciones.

En la barra de herramientas de la parte superior de la ventana del software (debajo de la barra de menús) disponemos de accesos a las principales funcionalidades del programa: apertura y guardado de proyectos, impresión, etc. Especialmente interesantes son los iconos que permiten transferir el programa del PC al LOGO! y del LOGO! al PC, para lo cual deben conectarse a través de un cable de comunicación serie.

En el menú de la izquierda disponemos asimismo de varias opciones imprescindibles para la elaboración de un programa en LOGO!, funciones que señalamos en la **Figura 7.25**.

Los iconos disponibles, como vemos, permiten insertar alguno de los bloques básicos, de las funciones especiales, comentarios, líneas de conexión, etc. En ocasiones, para evitar que se acumulen demasiadas líneas en el diagrama, se puede utilizar el icono de las tijeras para insertar un "corte visual" en una línea de conexión, cuya continuidad quedará indicada con una referencia, como vemos en la **Figura 7.26**.



**Figura 7.26.** Corte visual en la conexión entre líneas.

Una de las ventajas del uso de LOGO! Soft Comfort es la posibilidad de realizar *simulaciones* del funcionamiento del sistema. Cuando ha-

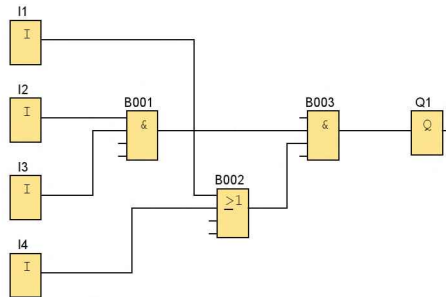
Al hacer clic sobre el botón *Simulación*, se activará bajo el esquema del automatismo una barra como la de la figura, con la representación de las entradas y las salidas, la hora del sistema, etc. La simulación permitirá también comprobar el funcionamiento de todas las funciones especiales, tales como retardos a la conexión, desconexión, etc. En las *Prácticas profesionales* explicaremos tres ejemplos de sistemas que introduciremos y simularemos en LOGO! Soft Comfort.



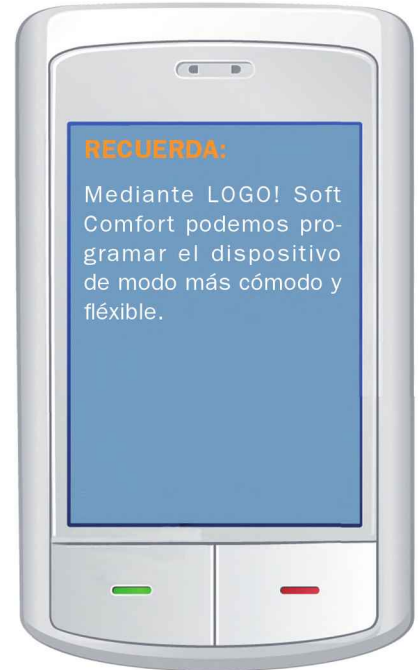
Figura 7.27. Menú del modo *Simulación* en LOGO! Soft Comfort.

### Actividad propuesta 7.4

Fíjate en el circuito de la figura. Rellena la tabla de verdad que correspondería al funcionamiento del circuito.



I1	I2	I3	I4	Q
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	



### Actividad propuesta 7.5

Introduce el anterior circuito en LOGO! Soft Comfort y efectúa su simulación, comparando sus resultados con los de la anterior actividad propuesta.

## SABÍAS QUE...



Se aplica el término de *hardware libre* a los dispositivos de hardware cuyas especificaciones, diagramas, documentación, etc. son de acceso público. Sus principios son similares a los planteamientos del software libre, aunque por el momento su desarrollo es menor y existen diversos tipos de licencias, algunas aún en desarrollo. Los diseños de hardware libre pueden ser implementados por una empresa para su posterior comercialización, con la única condición de que se mantenga el diseño libre. La filosofía del hardware libre trata de fomentar la colaboración entre comunidades de desarrolladores a nivel mundial.



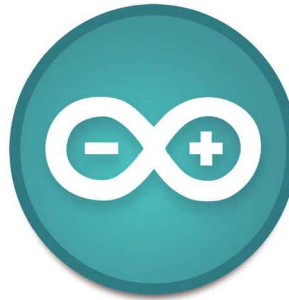
En el sitio web de Arduino podrás encontrar una gran cantidad de documentación sobre las placas disponibles y la forma de configurarlas y programarlas. Al tratarse de un proyecto libre y abierto, todas las especificaciones y la documentación es pública.

<http://www.arduino.cc>  
<http://www.arduino.cc/es> (en español)

## Un sistema de control domótico con Arduino

Arduino es una plataforma de hardware libre, con una placa sencilla dotada de entradas y salidas analógicas y digitales y un microcontrolador por una parte y, por otra, con un entorno de desarrollo para su programación. Se puede emplear tanto para diseños autónomos como para dispositivos conectados a un ordenador personal.

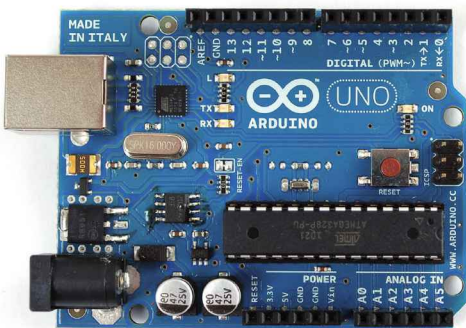
La versión original de Arduino está fabricada por la empresa italiana Smart-Projects, aunque hoy en día existen decenas de distribuidores a nivel mundial; hay disponibles diversas versiones comerciales de la placa: la placa serie, con una interfaz RS-232 que puede utilizarse para programar la placa y para comunicarla con otros elementos, la placa USB, la de prototipado, la Bluetooth... Existe también la posibilidad de acoplar a la placa básica una interfaz Ethernet para comunicarse con otros dispositivos de una red de área local (LAN).



**Figura 7.28.** Logotipos de Arduino y de su Entorno de Desarrollo Integrado. Cortesía de Arduino.

La placa Arduino UNO, por ejemplo, se basa en el microcontrolador ATmega 328. Posee 14 pines de entrada y salida digitales (de los cuales seis pueden usarse para simular salidas analógicas mediante una modulación por ancho de pulsos o PWM), seis entradas analógicas, un oscilador de 16 MHz, una conexión USB, una conexión de alimentación, un conector ICSP y un botón de reinicio (*reset*). La placa dispone de una memoria Flash de 32 KB, una memoria RAM estática de 2 KB (en la que se almacenan las variables necesarias para la ejecución de los programas) y una memoria EEPROM de 1 KB. No obstante, se puede disponer de más capacidad mediante memorias EEPROM o, en ocasiones, mediante tarjetas *flash*. Se recomienda que la alimentación eléctrica se efectúe en un rango de entre 7 y 12 voltios.

Todas las patillas digitales de la placa pueden emplearse como entradas o salidas en función de la programación que se efectúe en el microcontrolador. La comunicación serie se establece a través de los pines 0 (RX, recepción) y 1 (TX, transmisión), que a su vez están conectados con el chip de comunicación con el puerto USB. Mediante los pines A4 y A5 se pueden establecer comunicaciones empleando el protocolo I<sup>2</sup>C, que podríamos uti-



**Figura 7.29.** Placa Arduino UNO. Sus dimensiones son 2,7 por 2,1 pulgadas (aprox. 6,8 por 5,3 cm). Cortesía de Arduino.

## Amplía tus conocimientos



**Figura 7.30.** Diversos sensores I<sup>2</sup>C. Cortesía de Mind Sensors.



**Figura 7.31.** Sensores I<sup>2</sup>C barométrico, magnético en dos ejes (brújula digital) y de temperatura y humedad. Cortesía de BricooGeek.

lizar, por ejemplo, para comunicar dos placas situadas en distintos puntos de una vivienda.

Los sensores de una instalación de control domótico o inmótico se pueden conectar a las entradas analógicas o digitales de la placa, o bien comunicarse a través del propio protocolo I<sup>2</sup>C.

Además de las comunicaciones por cable, las placas admiten comunicación por radiofrecuencia, tanto mediante el estándar *Bluetooth* como mediante el estándar *Zigbee*. Existen modelos de placas con la circuitería de comunicación inalámbrica ya integrada (por ejemplo, la Arduino Fio para la comunicación por ZigBee).

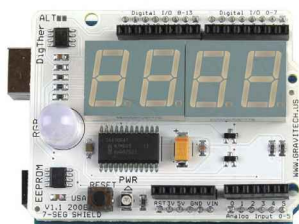
Junto con las características que ofrecen las versiones estándar de las placas, existen diversos complementos, acoples o *shields* disponibles con muy variadas características: pantallas de visualización, interfaz de comunicación Ethernet, interfaz de comunicación por radiofrecuencia, placas de relés...

### SABÍAS QUE...?

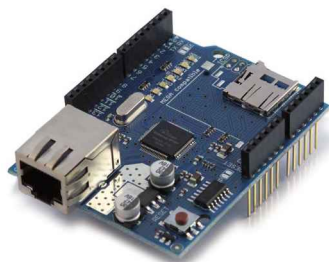
I<sup>2</sup>C (*Inter-Integrated Circuit*) es un bus de comunicaciones desarrollado por Philips en 1982 y muy usado en comunicaciones industriales. Emplea dos líneas para la comunicación, una de datos y otra para la señal de reloj, aunque normalmente se añade una tercera línea de referencia o masa. Permite 128 direcciones, aunque hay 16 de ellas reservadas, con lo que se pueden direccionar 112 dispositivos. Las velocidades de transmisión oscilan entre los 100 kbits/s y los 3,4 Mbits/s. El estándar I<sup>2</sup>C incluye mecanismos de arbitraje para el uso del bus que previenen que varios dispositivos transmitan datos al mismo tiempo. Para más información puede consultarse la página oficial: <http://www.i2c-bus.org>



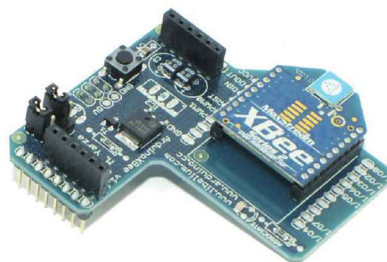
En la página web <http://listshield.org> encontrarás la lista completa de fabricantes de *shields* y los productos disponibles, con todas sus especificaciones y características.



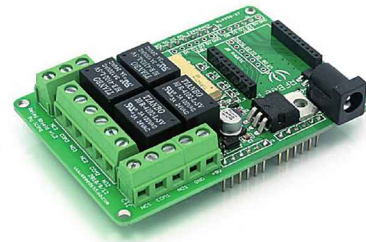
**Figura 7.32.** Shield de visualización de 7 segmentos. Cortesía de Gravitech.



**Figura 7.33.** Shield para Ethernet. Cortesía de Arduino.



**Figura 7.34.** Shield XBee para la comunicación inalámbrica a través de ZigBee. Cortesía de LiquidWare.



**Figura 7.35.** Shield de relés para Arduino. Cortesía de BricooGeek.

# Amplía tus conocimientos

Las salidas operan a 5 voltios y pueden proporcionar una corriente de 40 mA como máximo. Para conectar dispositivos de cierta potencia será necesario emplear relés actuadores; para ello existen *shields* específicos que se acoplan a las placas Arduino básicas.

El Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) de Arduino es una aplicación multiplataforma escrita en Java, derivada del lenguaje de programación *Processing* y del proyecto *Wiring*.

## Para saber más:

En el CD que acompaña a este libro encontrarás el Entorno de Desarrollo Integrado de Arduino (versión 0022) para Microsoft Windows, aunque también hay disponibles versiones para Mac OS X y para GNU/Linux, que están disponibles en la página web del proyecto.

La programación de Arduino se efectúa en C/C++, aunque la biblioteca “Wiring” viene provista de una serie de métodos (funciones) que hacen las operaciones de entrada y salida bastante sencillas. Para que un programa básico de Arduino funcione se requieren solamente dos funciones:

- **setup()** se ejecuta cuando se enciende la placa y se emplea para la definición de las configuraciones iniciales.
- **loop()** se ejecuta repetidamente hasta que la placa se apaga.

## Para saber más:

En el CD que acompaña a este libro hemos incluido cuatro videotutoriales introductorios (preparados por BricoGeek.com) que muestran el uso de Arduino. Puedes también verlos en YouTube en los siguientes enlaces:

<http://www.youtube.com/watch?v=qhy5UtlzZfo>  
<http://www.youtube.com/watch?v=-KXBZZ06lgQ>  
<http://www.youtube.com/watch?v=2H0Jt19-sE>  
<http://www.youtube.com/watch?v=WdQBqysZZg>

Para más información sobre BricoGeek.com, puedes entrar en [www.bricogeek.com](http://www.bricogeek.com).

Arduino ofrece una serie de bibliotecas (*libraries*) estándar con las que podremos manejar diversos dispositivos; entre ellas se cuentan las siguientes: Serial (lectura y escritura por puerto serie), EEPROM (para la lectura y escritura en la memoria permanente), Ethernet, LiquidCrystal (para el control de LCD), Servo (para el control de servomotores), Wire (para la comunicación con sensores y otros dispositivos I<sup>2</sup>C).

## Para saber más:

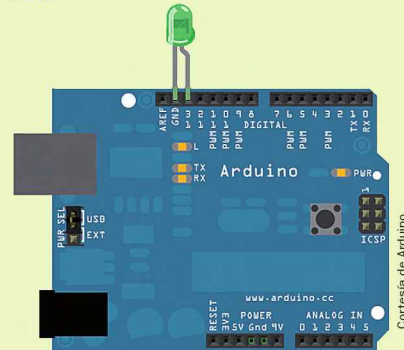
Mediante la biblioteca Ethernet podemos convertir nuestra placa Arduino en un mini-servidor web que nos informe, desde dentro o fuera de nuestra red de área local, del estado de las variables domóticas que queramos controlar. En Internet disponemos de abundante documentación sobre cómo “hacer hablar” a nuestro entorno para que nos informe de su estado, por ejemplo para saber si las plantas necesitan agua a través de... ¡Twitter! Véase, por ejemplo (en inglés):

<http://www.botanicalls.com/>

En el CD que acompaña a este libro encontrarás el código necesario para efectuar la programación.

## Ejemplo

El siguiente programa hace que la luz de un LED conectado a la patilla 13 y a masa parpadee de forma ininterrumpida, iluminándose durante un lapso de segundo y apagándose durante otro segundo. Obsérvese la sintaxis del código y la presencia de comentarios para facilitar su comprensión y posterior modificación.



```
/*
Parpadeo
Enciende un LED durante un Segundo y luego lo
apaga, y así reiteradamente.
Este código de ejemplo es de dominio público.
*/
void setup () {
  // inicializa la patilla digital como salida.
  // La patilla 13, en la mayor parte de placas
  // Arduino, tiene conectado un LED:
  pinMode(13, OUTPUT);
}


void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // enciende el LED
  delay(1000); // espera un segundo
  digitalWrite(13, LOW); // apaga el LED
  delay(1000); // espera un segundo
}
```

# Prácticas profesionales

### 7.1. Control de persianas

En esta aplicación, LOGO! debe gestionar la apertura y el cierre de las persianas de una casa. La instalación dispondrá de un selector que permitirá elegir entre el modo manual y el automático. Las persianas se abren y cierran regidas por un temporizador siempre y cuando esté activado el modo automático. Si está desactivado, se pueden subir y bajar manualmente. En el modo automático, si el temporizador ordena bajarlas pero aún hay luz, las ventanas permanecen abiertas.



 En el sitio web oficial de Siemens podrás encontrar estos y otros muchos ejemplos de aplicaciones con LOGO!, que incluyen su descripción, resolución y esquema para LOGO! Soft Comfort.

## SABÍAS QUE...

Aunque en esta práctica empleamos finales de carrera específicos, los motores para persianas normalmente no se instalan con finales de carrera sino que los llevan incorporados. Es decir, llevan tres cables: uno común, uno para tensión de subida y un tercero para tensión de bajada. Asimismo, los pulsadores para persianas también son específicos y tienen los mismos tres cables: alimentación, hacia un lado y hacia otro.

El planteamiento general del problema es el siguiente:

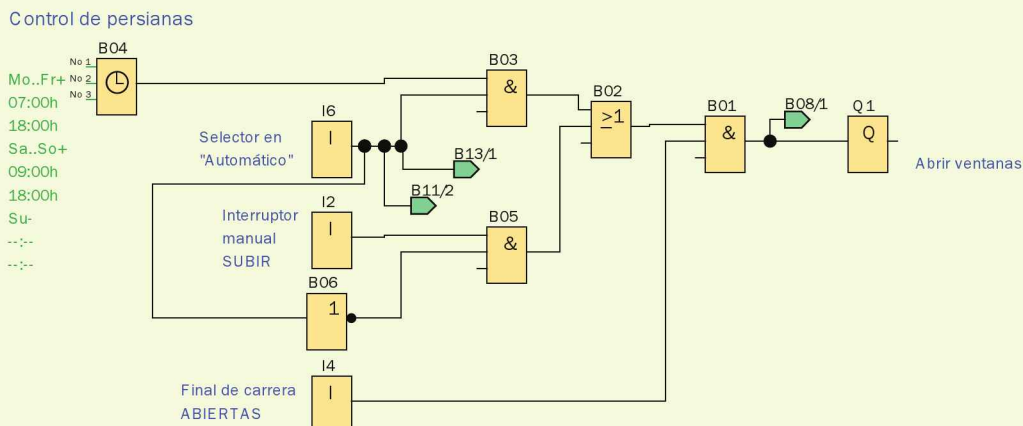
En el **modo manual**, los interruptores I2 (Abrir) e I3 (Cerrar) permitirán abrir y cerrar las persianas de forma manual, siempre y cuando el selector I6 no esté situado en *modo automático*.

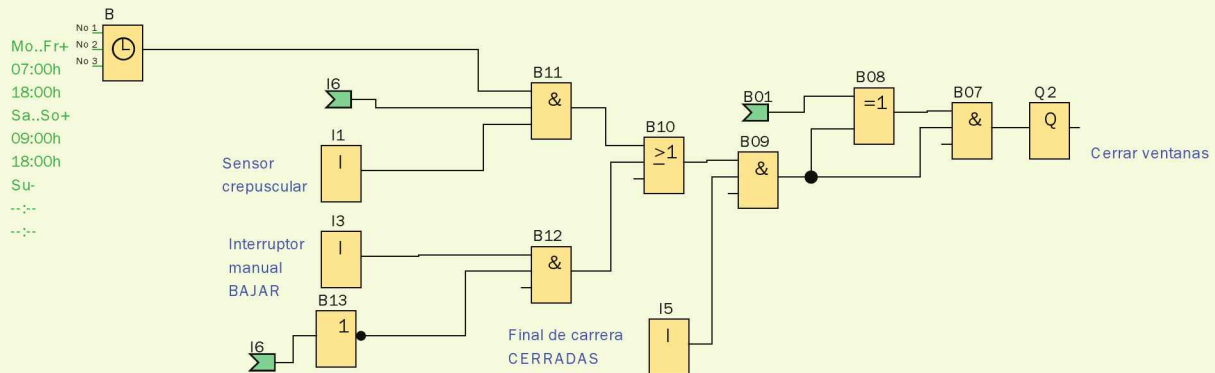
En el **modo automático** (selector I6 convenientemente posicionado), las persianas se cerrarán de 18.00 a 7.00 horas si interviene el sensor crepuscular. Se abrirán entre las 7.00 y las 18.00. Los finales de carrera conectados a las entradas I4 e I5 permitirán detectar el estado (abierto o cerrado) de las ventanas.

Los **componentes que se emplearán** para resolver este ejemplo son los siguientes:

- **LOGO!** 230RC.
- **I1:** Interruptor crepuscular (contacto NO).
- **I2:** Interruptor de apertura manual (contacto NO).
- **I3:** Interruptor de cierre manual (contacto NO).
- **I4:** Fin de carrera de persiana abierta (contacto NC).
- **I5:** Fin de carrera persiana cerrada (contacto NC).
- **I6:** Selector en posición “automático”.
- **Q1:** Abrir persianas.
- **Q2:** Cerrar persianas.

El **esquema de bloques** del sistema sería el siguiente:





### Cuestiones y actividades

1. Explica para qué sirven los sensores de final de carrera. ¿Qué señales envían en cada uno de los estados en los que puede encontrarse la ventana (abriendo, cerrando, fin de carrera de apertura, fin de carrera de cierre)?
2. ¿Qué clase de conector es el **B08**? ¿Por qué está conectado al **B01**?
3. Replantea el esquema de bloques del sistema si en lugar de finales de carrera NC se emplean finales de carrera NO.
4. ¿Qué tipo de protección deberíamos insertar a la salida del relé?
5. Introduce el programa en LOGO! Soft Comfort. Efectúa la simulación del sistema. ¿Dispone este automatismo de algún mecanismo de enclavamiento?
6. Replantea el ejercicio suponiendo que los motores llevan incorporados finales de carrera.
7. ¿Cómo plantearías este problema con Zelio? Dibuja el esquema mediante el lenguaje KOP, introdúcelo en ZelioSoft y simúlalo.

## 7.2. Riego de las plantas de un invernadero

En esta aplicación, LOGO! debe gestionar el riego de las plantas de un invernadero, distinguiendo entre tres clases de plantas con necesidades hídricas diferentes:

- La **clase 1** está formada por plantas acuáticas situadas en una piscina en la que el nivel de agua debe situarse siempre entre dos determinados niveles, sin subir por encima del máximo ni descender por debajo del mínimo.
- La **clase 2** está compuesta por especies que han de regarse durante tres minutos por la mañana y otros tres minutos por la tarde, a horas fijas (las seis de la mañana y las ocho de la tarde).
- A la **clase 3** pertenecen una serie de especies con necesidades de riego reducidas, que se regarán durante dos minutos en días alternos (una tarde sí y otra tarde no). El riego debe efectuarse a la caída del sol.

En todo momento se debe poder desactivar el riego automático de las *tres clases* mediante un interruptor.

El **planteamiento general** del sistema de riego sería el siguiente:

- Para las plantas de la primera clase, se conectarán dos interruptores de flotador a las entradas I1 e I2, para asegurar que el nivel del agua se mantiene entre los márgenes indicados.
- Un temporizador controlará el riego de las plantas de la segunda clase, efectuando el riego entre las 6:00 y las 6:03 y entre las 20:00 y las 20:03 horas.
- Mediante la función “retardo a la conexión” se podrán regar las plantas del tipo 3 en días alternos: la señal del detector crepuscular (NO) activará el retardo a la conexión, cuya salida, una vez negada, generará una señal “1” durante dos minutos. Cuando el sensor crepuscular se cierra (a la caída de la tarde), el bloque “interruptor confortable” se activará y pondrá su salida a 1. Cuando se haga de día y el sensor se abra, la salida

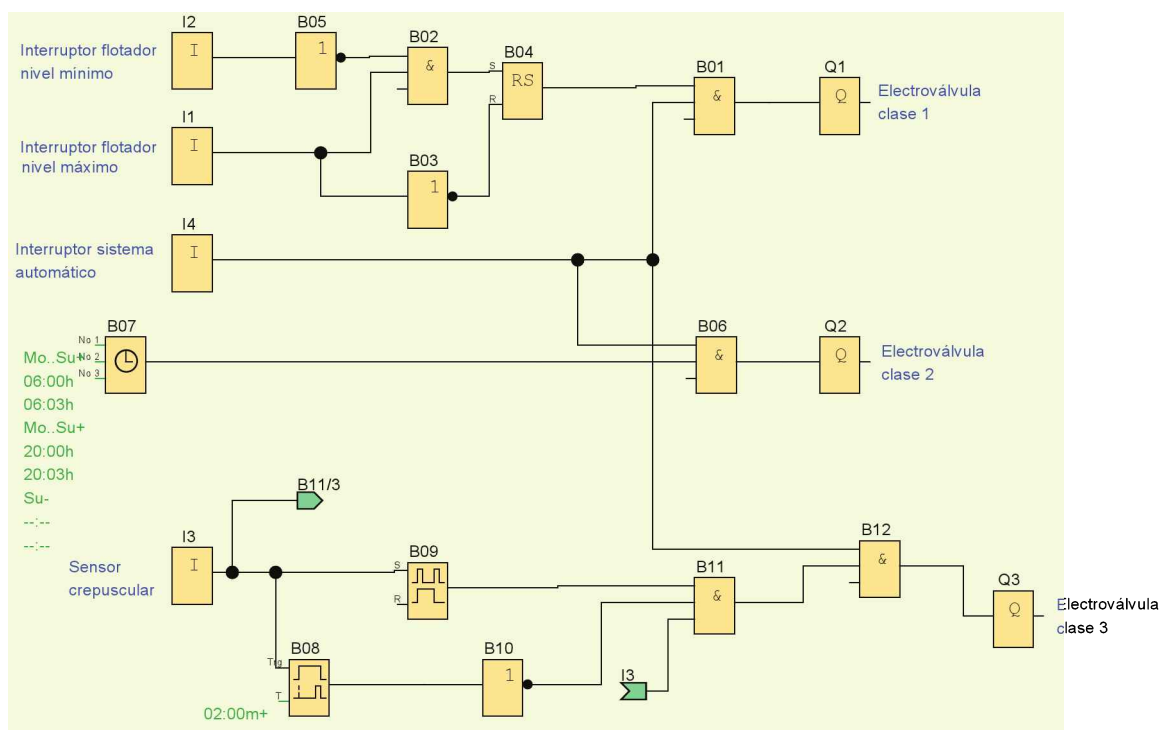
del bloque seguirá situada en 1. Cuando vuelva a caer la tarde (al día siguiente), el “1” del sensor hará ahora que el bloque “interruptor confortable” *desactive* su salida, con lo que la electroválvula 3 no se abrirá. En la tarde siguiente comenzará de nuevo la secuencia.

Los **componentes** que se utilizarán en esta aplicación son:

- LOGO! 230RC.
- **I1:** Interruptor de flotador para valor máximo (contacto NC).
- **I2:** Interruptor de flotador para valor mínimo (contacto NO).
- **I3:** Interruptor crepuscular (contacto NO).
- **I4:** Interruptor para el mando automático para el riego (contacto NO).
- **Q1:** Electroválvula para el riego de las plantas de clase 1.
- **Q2:** Electroválvula para el riego de las plantas de clase 2.
- **Q3:** Electroválvula para el riego de las plantas de clase 3.

El esquema de bloques de este automatismo sería el siguiente:

Riego de plantas de invernadero



#### RECUERDA:

Tal como hemos visto en el Capítulo 1, el consumo de agua disminuye considerablemente cuando se diferencia o zonifica el jardín o la huerta en función de las necesidades de agua de las diversas especies vegetales.

### Cuestiones y actividades

1. ¿Por qué en el caso del interruptor de nivel mínimo se niega la salida y en el de nivel máximo no?
2. Explica cómo se logra que el sensor crepuscular active el riego durante dos minutos. ¿Qué funciones se emplean para ello? ¿Cómo se consigue que se riegue un día sí y otro no?
3. Introduce el programa en LOGO! Soft Comfort. Efectúa la simulación del sistema.
4. En el CD que acompaña a este libro encontrarás una ficha técnica de sensores para la medición del nivel de líquido. Fíjate en ella y especifica qué sensores podríamos utilizar para esta aplicación. Busca también en el sitio web [www.endress.com](http://www.endress.com) qué soluciones técnicas hay disponibles para medir el nivel de líquidos.

### 7.3. Control de las alarmas de gas e inundación

En esta aplicación, LOGO! debe controlar un sistema de alarmas técnicas para detectar posibles fugas de gas o agua y efectuar las acciones correspondientes. Si se detecta un escape de gas, una electroválvula se encargará de cerrar la llave de paso de la instalación. Si se detecta una inundación en ciertos lugares estratégicos, se desconecta la red de agua mediante otra electroválvula.

El **funcionamiento del sistema es el siguiente**:

- El detector de gas, conectado a la entrada **I1**, controlará la electroválvula para el cierre de la instalación de gas, conectada a **Q1**. Si se produce un escape, se generará la señal de cierre de la electroválvula y de activación de una señal de aviso (conectada a **Q2**).
- Habrá dos sondas de inundación que estarán conectadas a las entradas **I3** (cocina) e **I4** (baño). Si se detecta una inundación, se enviará la señal para el cierre de la electroválvula de suministro de agua (conectada a la salida **Q3**), activando asimismo una alarma por fuga de agua (salida **Q4**).
- Dos pulsadores, conectados a las entradas **I2** (gas) e **I6** (agua), permitirán anular las alarmas respectivas y *rearmar las electroválvulas, conectando de nuevo el suministro*.

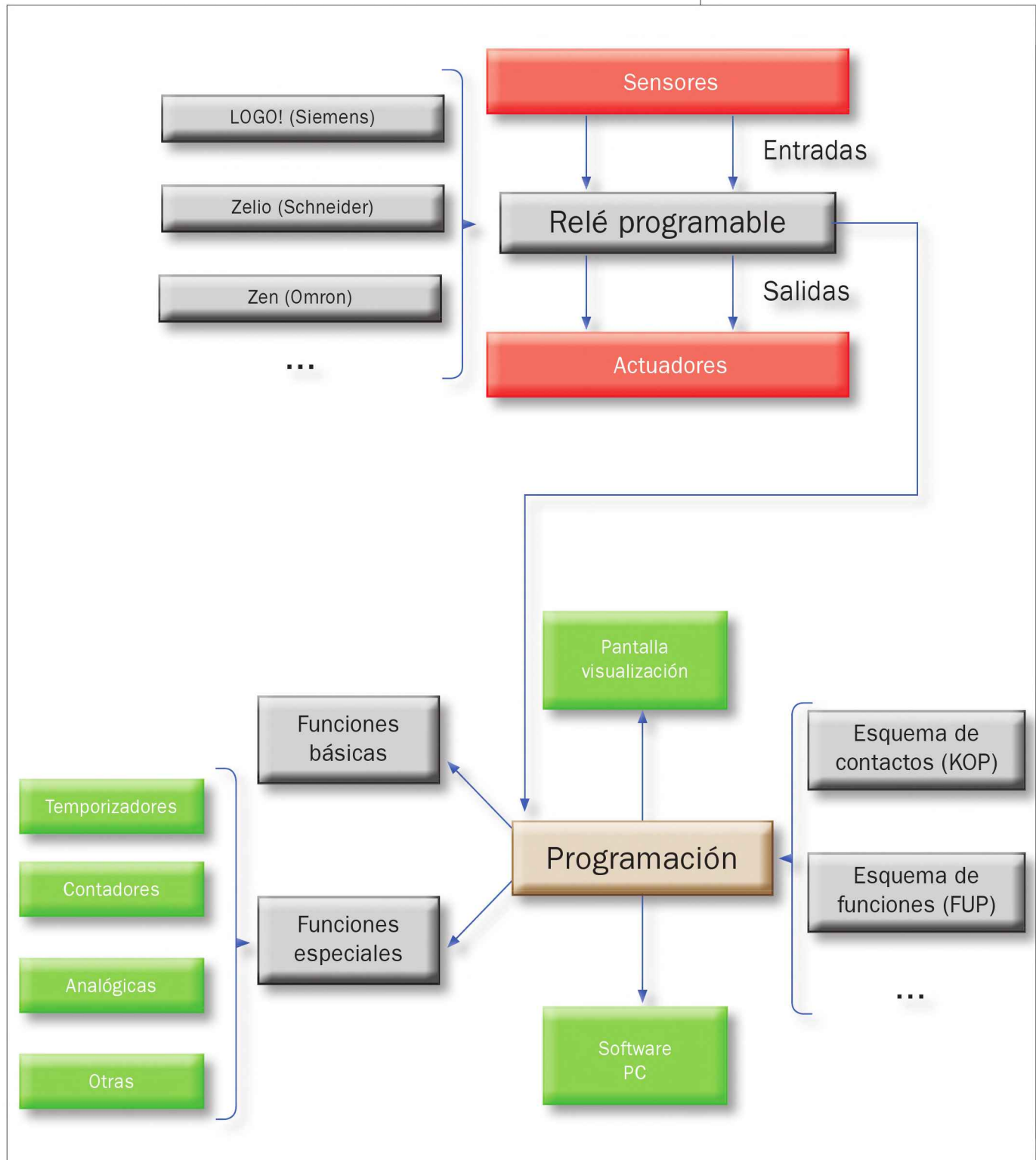
Los **componentes** que se utilizarán para llevar a cabo este automatismo serán los siguientes:

- LOGO! 24.
- Fuente de alimentación para LOGO! de 24 V.
- **I1**: Detector de gas.
- **I2**: Pulsador para desactivar la alarma y rearmar la electroválvula de cierre del gas.
- **I3**: Sonda de inundación cocina (contacto NO).
- **I4**: Sonda de inundación baño (contacto NO).
- **I5**: Pulsador para desactivar la alarma y rearmar la electroválvula de cierre del agua.

#### Cuestiones y actividades

1. Dibuja el **esquema de bloques** necesario para llevar a cabo este automatismo. Indicación: los sensores se conectan a la entrada S (set) de un relé de impulsos, que pondrá su salida a 1 hasta que se ponga a "1" su entrada R (reset) mediante el pulsador de desactivación de la alarma.
2. Explica, en función del esquema que hayas dibujado, si las electroválvulas conectadas a las salidas son NO o NC.
3. ¿Cómo has conectado las dos sondas de inundación? ¿Por qué? ¿Cuántas entradas has ocupado en esa conexión? ¿Habría otra forma de conectarlas para que cumpliesen la misma función?
4. Introduce el programa en LOGO! Soft Comfort. Efectúa la simulación del sistema.
5. ¿Cómo planterías este mismo problema con Zelio? Dibuja el esquema de contactos KOP, introdúcelo en ZelioSoft y simúlalo.

## Mapa conceptual





## Cuestiones

**7.1.** En un relé programable, los actuadores se conectan a:

- a) Las entradas del relé.
- b) Las salidas del relé.
- c) La interfaz de conexión RS-232.
- d) La interfaz de conexión RS-485.

**7.2.** ¿Qué elemento no forma parte de un relé programable?

- a) Memoria.
- b) Unidad de control.
- c) Periféricos.
- d) Entradas y salidas.

**7.3.** ¿Cuál de los siguientes lenguajes no se utiliza en la práctica en los relés programables destinados a aplicaciones domóticas?

- a) KOP.
- b) FUP.
- c) Los dos sistemas anteriores son los más usados y muchos relés admiten ser programados en cualquiera de ellos.
- d) Todas las opciones son falsas.

**7.4.** En un sistema domótico con relés programables, se puede afirmar que:

- a) Los diversos nodos del sistema cuentan con cierta “inteligencia”.
- b) El sistema permanece funcionando aunque el relé se estropee.
- c) Se trata de un sistema centralizado.
- d) Todas las afirmaciones anteriores son falsas.

**7.5.** En la función  $Q2 = I1 \cdot \overline{Q1}$ :

- a) La salida Q1 se conecta, negada, a la entrada de Q2.
- b) Se logra una función de *enclavamiento*, puesto que Q2 siempre será “0” cuando Q1 sea “1”.
- c) Las dos entradas de Q2 se combinan mediante un operador AND.
- d) Todas las afirmaciones anteriores son correctas.

**7.6.** Las entradas analógicas de LOGO! se designan como:

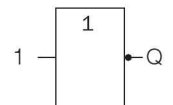
- a) AI.
- b) A.
- c) RS.
- d) I.

**7.7.** Si queremos disponer de más de ocho entradas digitales en LOGO!, debemos:

- a) Emplear una fuente de alimentación de mayor potencia.
- b) Conectarle el módulo de ampliación AS-Interface.
- c) Conectarle el módulo de ampliación analógico.
- d) Todas las respuestas anteriores son falsas.

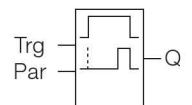
**7.8.** Del símbolo siguiente podemos afirmar que:

- a) Pertenece al grupo de funciones especiales de LOGO!
- b) Equivale a un interruptor NA.
- c) Efectúa una negación lógica.
- d) Todas las respuestas anteriores son ciertas.



**7.9.** Del bloque que representamos en el símbolo siguiente podemos afirmar que:

- a) Pertenece al grupo de funciones básicas de LOGO!
- b) La salida se conecta tras un tiempo parametrizable.
- c) La salida permanece en “1” aunque la entrada vuelva a estar en “0”.
- d) Todas las afirmaciones anteriores son ciertas.



**7.10.** ¿Qué opciones no están disponibles para la programación de LOGO!?

- a) La programación a través de PC mediante una conexión por puerto serie.
- b) La programación a través de la pantalla de visualización del relé.
- c) La programación a través de un PC mediante una conexión Ethernet o Wi-Fi.
- d) Todas las opciones anteriores son formas válidas para la programación del dispositivo.



# Actividades de aplicación

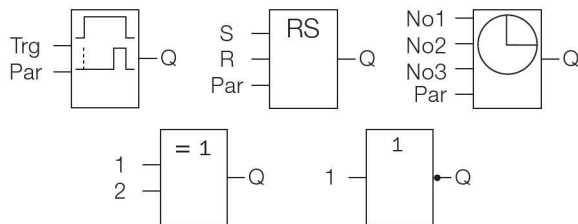
**7.1.** A continuación se enuncian una serie de ideas y características. ¿Cuáles se pueden asociar a los circuitos programados? ¿Cuáles a los cableados o convencionales?

- Robustez.
- Aplicaciones industriales complejas.
- Coste óptimo para aplicaciones sencillas.
- Carestía de reconfiguración del circuito.
- Posibilidad de parametrizar las funciones que realiza el automatismo.

¿En qué aplicaciones crees que son preferibles uno y otros tipos de circuito?

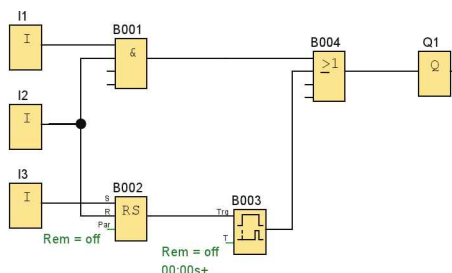
**7.2.** Efectúa mediante LOGO! un circuito de arranque temporizado de un motor. Al pulsar el pulsador de Marcha, sonará una sirena y pasado un tiempo dejará de sonar y arrancará el motor. Dibuja el esquema FUP del circuito y el esquema de potencia.

**7.3.** Describe brevemente para qué sirve cada uno de los bloques siguientes y la relación entre entradas y salidas de cada uno de ellos (en el caso de los bloques de funciones básicas, escribe su tabla de verdad; en el de las especiales, dibuja un cronograma de operación).



**7.4.** ¿Qué elementos se pueden conectar en las entradas de un relé programable? ¿Y en sus salidas? ¿Qué clase de protecciones habría que incluir para evitar posibles averías?

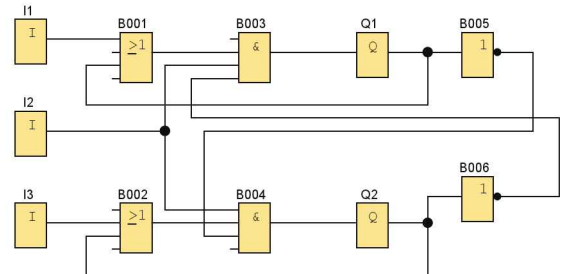
**7.5** Fíjate en el siguiente esquema y contesta las preguntas:



- ¿Qué efecto tiene sobre la salida Q1 que pongamos un 1 en la entrada I1?
- ¿Qué efecto tiene sobre la salida Q1 que pongamos un 1 en la entrada I2?
- ¿Qué efecto tiene sobre la salida Q1 que pongamos un 1 en la entrada I3?
- ¿Qué efecto tiene sobre la salida Q1 que pongamos un 1 en las entradas I1 e I2?
- ¿Qué efecto tiene sobre la salida Q1 que pongamos un 1 en las entradas I1 e I3?
- ¿Qué efecto tiene sobre la salida Q1 que pongamos un 1 en las entradas I2 e I3?

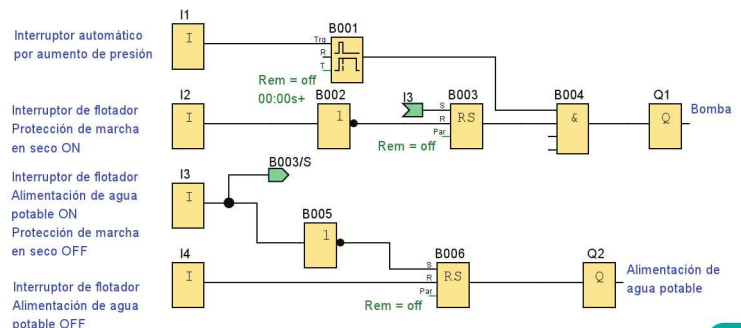
**7.6** Introduce el programa anterior en LOGO! Soft Comfort y simúlalo. ¿Coincide la simulación con tus respuestas al ejercicio anterior?

**7.7** Dibuja un esquema de contactos (sin bobinas) que funcione igual que el programa de LOGO! siguiente. Ten en cuenta que I1 es un pulsador NA e I2 un NC. Introdúcelo en ZelioSoft.



**7.8** ¿Qué función desempeña el anterior circuito? Efectúa su simulación en LOGO! Soft Comfort.

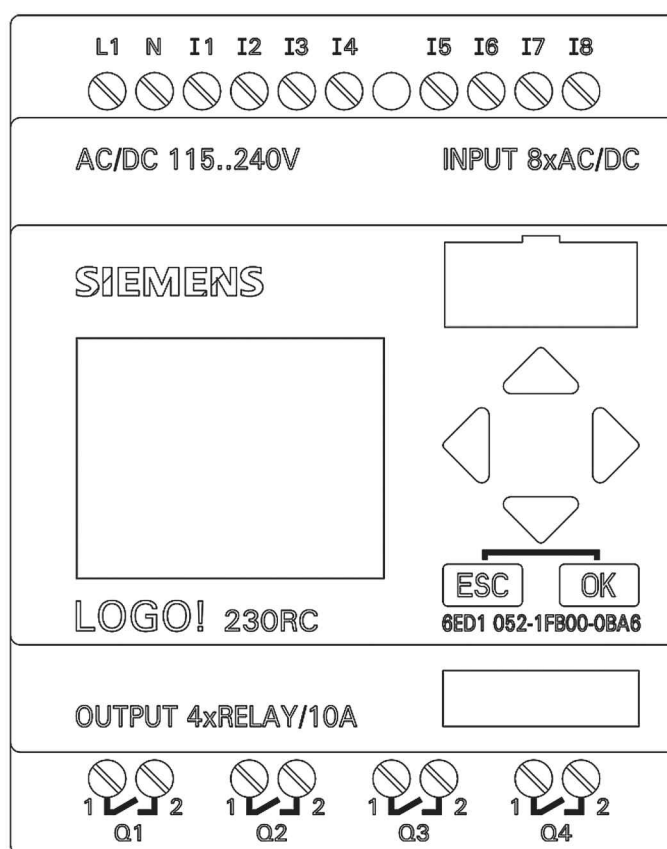
**7.9** Fíjate en el diagrama de la figura. En la página siguiente, dibuja el cableado en LOGO! de la entrada y salida para este automatismo. ¿Qué es lo que hace?



**7.10** Dibuja el circuito cableado (con relés y temporizadores) equivalente al anterior diagrama.



## Actividades de aplicación



# Normativa y seguridad

# 8



## Contenidos

- 8.1.** El marco normativo de las instalaciones domóticas.
- 8.2.** Domótica y eficiencia energética.
- 8.3.** El proyecto de instalación domótica.
- 8.4.** Los riesgos laborales y su prevención.
- 8.5.** Protección y gestión ambiental.

## Objetivos

- Conocer la normativa legal de obligado cumplimiento que afecta a las instalaciones domóticas, comprendiendo las instalaciones que se recomiendan implantar para los diversos grados de domotización de la vivienda.
- Adquirir conciencia de la importancia que las instalaciones domóticas desempeñan en la eficiencia energética de las viviendas, conociendo la legislación publicada al respecto.
- Saber distinguir las diversas fases y elementos del proyecto de instalación domótica y conocer ejemplos de instalación y cotas aproximadas de colocación de los elementos que la componen.
- Comprender los principales riesgos laborales asociados a la instalación domótica y la importancia de prevenirlos.
- Valorar y comprender la legislación ambiental destinada a limitar los efectos sobre el medio ambiente de residuos potencialmente peligrosos como pilas o acumuladores y aparatos eléctricos o electrónicos.

En los capítulos precedentes hemos tratado diversos aspectos técnicos de las instalaciones domóticas y hemos estudiado los fundamentos de diversas alternativas para su implementación. En este capítulo complementaremos estos contenidos con el estudio de varias cuestiones adicionales. En primer lugar, abordaremos el marco normativo de las instalaciones domóticas. En seguida se explicarán las fases de las que consta el proceso de instalación de la red domótica y se proporcionarán algunas indicaciones al respecto. A continuación estudiaremos los principales aspectos de la seguridad laboral en esta clase de instalaciones. Finalmente, se tratarán algunas cuestiones relativas a la normativa de protección ambiental.

## 8.1. El marco normativo de las instalaciones domóticas

Existe un considerable cuerpo legislativo que regula las características que deben tener las instalaciones de control domésticas. Fundamentalmente, estas se concretan en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, particularmente en su Instrucción Técnica ITC-BT-51. Consideraremos extensamente los planteamientos del Reglamento, y prestaremos también atención a algunos aspectos adicionales, ligados a las infraestructuras comunes de telecomunicaciones en los edificios de viviendas y a las *normas* publicadas por AENOR sobre instalaciones domóticas.

### Para saber más:

En el CD que acompaña a este libro encontrarás un documento con el contenido de la ITC-BT-51.

### 8.1.1. El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

En la legislación española, la normativa más importante para las instalaciones domóticas es la Instrucción Técnica ITC-BT-51, denominada “Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios”. En este documento se establecen los requisitos específicos de la instalación de los sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.

Los principales aspectos que define la mencionada Instrucción Técnica son los siguientes:

1. Como en toda legislación, la ITC comienza estableciendo y delimitando su propio *ámbito de aplicación*. Así, por ejemplo, de su ámbito quedan excluidas las instalaciones de redes comunes de telecomunicaciones en el interior de edificios, a los que se refiere el Reglamento de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (RD 279/1999).
2. La ITC establece también la *terminología* que se empleará en su articulación: sistemas de automatización, nodo, actuador, sensor, sistemas centralizados y descentralizados...
3. En el apartado *tipos de sistemas*, la Instrucción distingue los sistemas mediante corrientes portadoras, los sistemas de radiofrecuencia y los de bus de campo.
4. En cuanto a los *requisitos generales de la instalación*, se establece que todos los nodos, actuadores y dispositivos deben cumplir los requisitos de seguridad y compatibilidad electromagnética establecidos en la Directiva de Baja Tensión (73/23/CEE) y en la Directiva de Compatibilidad Electromagnética (89/336/CEE). Todos los nodos y dispositivos deben incorporar instrucciones al respecto: tipos de cable a emplear, aislamientos mínimos, apantallamientos, filtros, etc. Dichas instrucciones deberán incorporarse en el proyecto o memoria técnica de diseño.
5. Se mencionan, por último, algunas *condiciones particulares* que deberán cumplir cada uno de los tipos de sistemas antes mencionados.

La *propuesta de guía de aplicación* de la ITC plantea, entre sus puntos más importantes, las siguientes cuestiones.

1. La realización, el mantenimiento y la reparación de estas instalaciones deben ser llevadas a cabo por personas que cuenten con el título de especialistas en sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas en edificios según la ITC-BT-03.

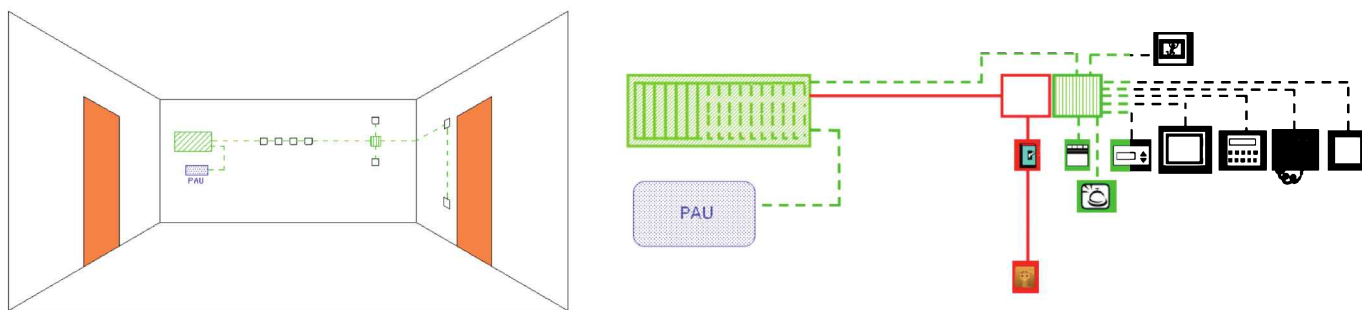
### SABÍAS QUE...

La compatibilidad electromagnética es una rama de la electrónica y las telecomunicaciones que trata de estudiar y limitar los acoplamientos entre un equipo eléctrico o electrónico y el entorno electromagnético que lo rodea, evitando interferencias y perturbaciones.

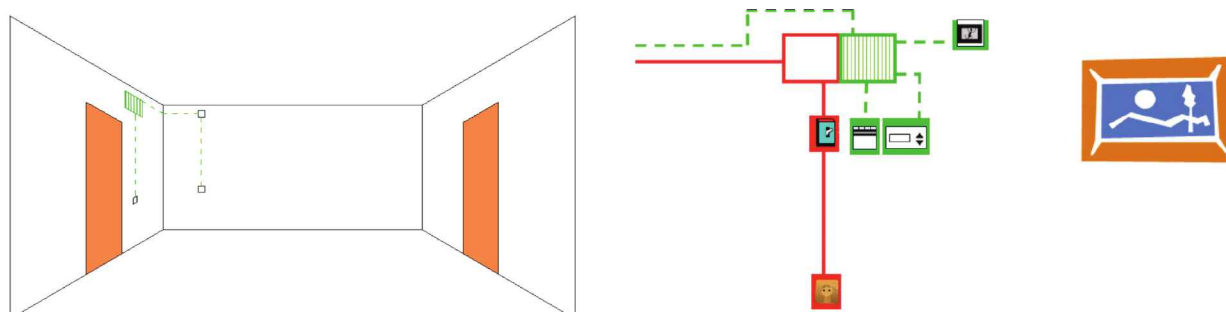
2. Se recomienda efectuar esta clase de instalaciones en viviendas de personas discapacitadas, viviendas destinadas a la tercera edad e inmuebles de nueva planta.
3. Existen una serie de recomendaciones de cara a la preinstalación, como que exista una caja de distribución para domótica con 24 módulos DIN cada 100 metros cuadrados y planta o que las cajas de registro para las aplicaciones domóticas se sitúen al lado de las existentes para la red eléctrica general. En la actualidad, no obstante, en muchas de las instalaciones domésticas las características de la preinstalación se sitúan por debajo de estas recomendaciones.

Se reproducen a continuación las figuras de la propuesta de Guía BT-051, con ejemplos del trazado de la preinstalación del sistema domótico en cada estancia de la vivienda y con el número mínimo de elementos de cada tipo que se deben preinstalar. En las figuras siguientes se muestran los ejemplos de preinstalación de un sistema domótico y el esquema de un sistema de normal para cada estancia de la vivienda, según la Guía BT-51.

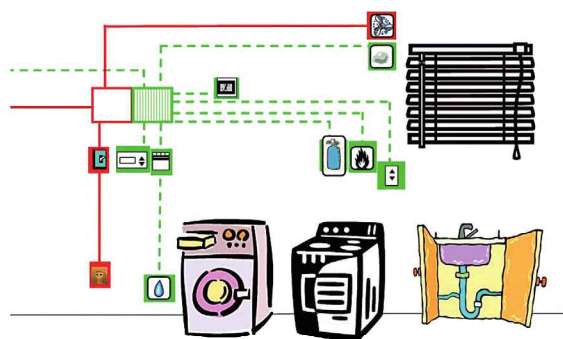
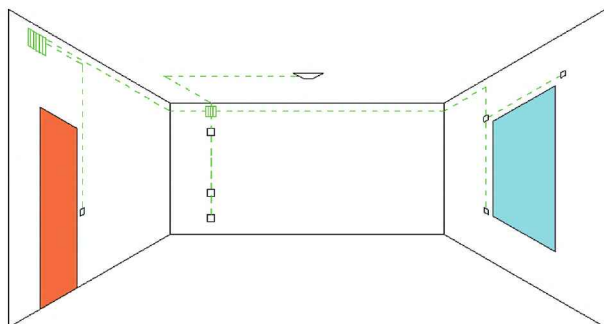
**Nota:** Las figuras siguientes se reproducen según la simbología empleada en la Guía, que en algunos casos difiere de la empleada en otros lugares del libro (por ejemplo en el Capítulo 2). La ausencia de una simbología realmente estándar y normalizada hace preferible, a nuestro entender, que el alumnado se familiarice con diversos símbolos que se emplean indistintamente para referirse a sensores y actuadores en la instalación domótica.



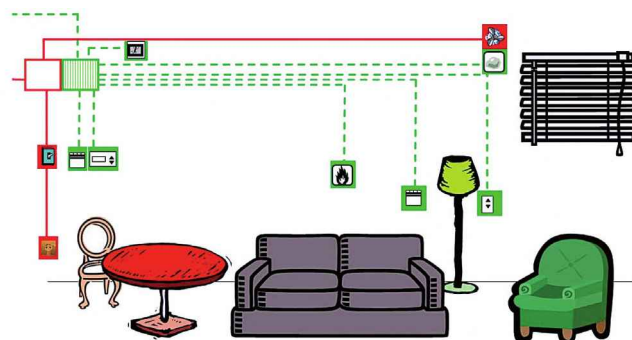
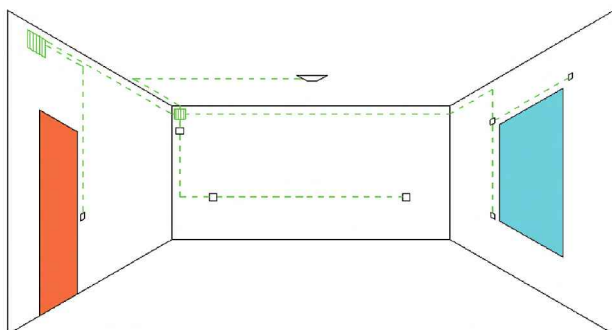
**Figura 8.1.** Instalación en el vestíbulo. Fuente: Guía BT-51 (REBT).



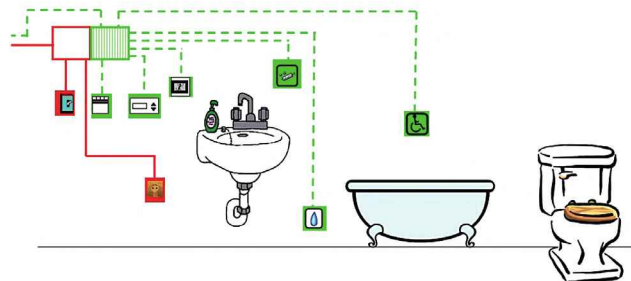
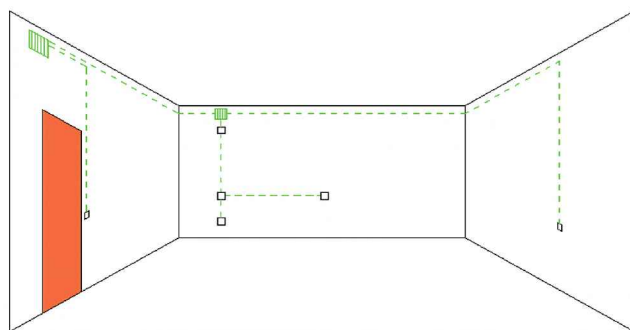
**Figura 8.2.** Instalación en el pasillo. Fuente: Guía BT-51 (REBT).



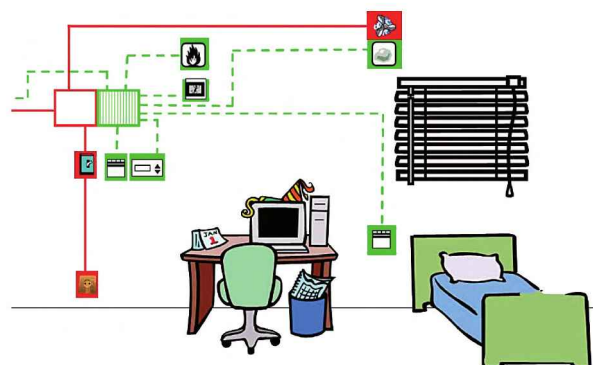
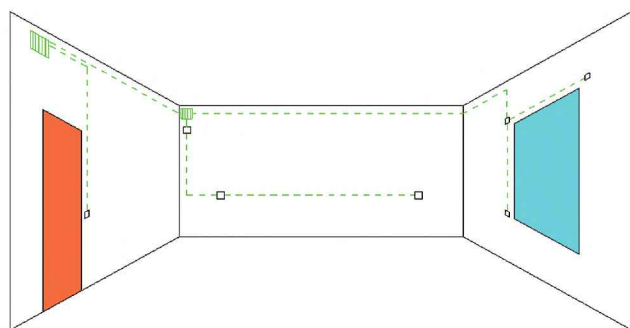
**Figura 8.3.** Instalación en la cocina. Fuente: Guía BT-51 (REBT).



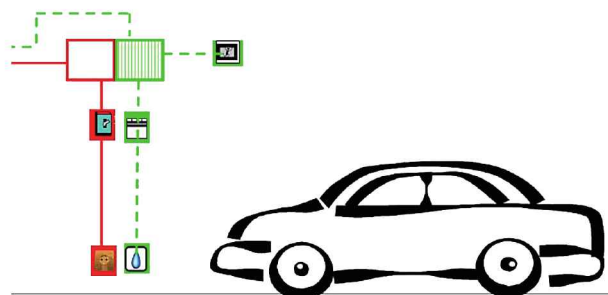
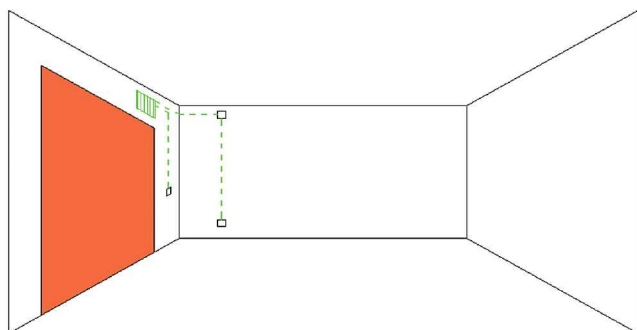
**Figura 8.4.** Instalación en el comedor. Fuente: Guía BT-51 (REBT).



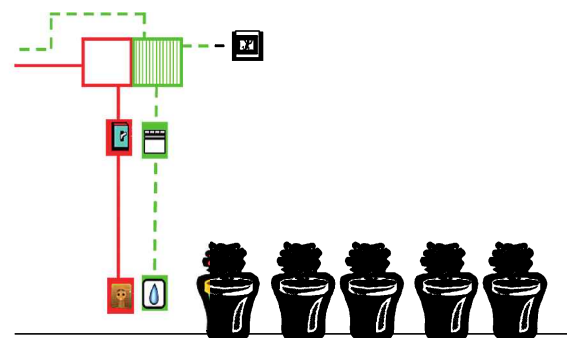
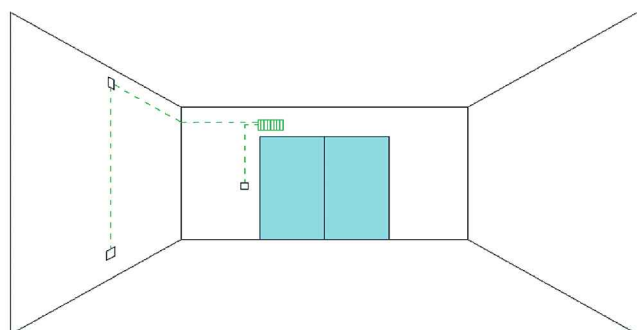
**Figura 8.5.** Instalación en el baño o aseo. Fuente: Guía BT-51 (REBT).



**Figura 8.6.** Instalación en el dormitorio. Fuente: Guía BT-51 (REBT).



**Figura 8.7.** Instalación en el garaje. Fuente: Guía BT-51 (REBT).



**Figura 8.8.** Instalación en la terraza. Fuente: Guía BT-51 (REBT).

### 8.1.2. Infraestructuras comunes de telecomunicación

El Reglamento de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (RD 401/2003) pretende que las redes que se instalen en el interior de los edificios sean una prolongación de las redes de los operadores de telecomunicaciones; mediante el cumplimiento de unas especificaciones técnicas mínimas, estas redes deberán facilitar a los usuarios de estos inmuebles el acceso a los diversos servicios de telecomunicaciones disponibles (telefonía, acceso a Internet, servicios de banda ancha por cable, radio y televisión, etc.). Solo se concederá autorización para la construcción o rehabilitación integral de un edificio si su proyecto arquitectónico va acompañado del correspondiente proyecto sobre Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT).

### 8.1.3. Normas

Existe un conjunto importante de *normas* sobre instalaciones domóticas, elaboradas por diversos organismos nacionales o internacionales. En España, AENOR (Asociación Española de Certificación y Normalización) es responsable de la preparación de las normas UNE. La mayoría de las normas relacionadas con las instalaciones eléctricas son adaptaciones de normas internacionales (de la IEC, *International Electrotechnical Commission*) y europeas (CENELEC, *Comité Européen de Normalisation Électrotechnique*) que en España edita AENOR.

El documento EA 26:2006 de AENOR, titulado “Instalaciones de sistemas domóticos en viviendas. Prescripciones generales de instalación y evalua-



La Asociación Española de Domótica (CEDOM) posee en su sitio web una sencilla aplicación que permite conocer el nivel de domotización de una vivienda en función de una serie de elementos de cálculo (número de detectores de presencia, detectores de inundación e incendios, control de persianas, cronotermostato... Puedes verlo en:

<http://cedom.es/tablas-niveles.php>

ción” establece los *requisitos mínimos* que deben cumplir los sistemas domóticos para su correcto funcionamiento y los requisitos generales para evaluar su aptitud en las viviendas.

Se aplica a las instalaciones de sistemas domóticos en las viviendas desde el acceso a la red exterior, sea cual sea el medio de transmisión utilizado en sus comunicaciones. Se aplica tanto a instalaciones nuevas como a reformas y ampliaciones de las existentes. Igualmente, la especificación abarca aquellas instalaciones de sistemas domóticos que incluyen aplicaciones de automatización y control integrado de dispositivos eléctricos y/o electrónicos; y a las redes utilizadas para la interconexión del propio sistema.

El documento permite evaluar el nivel de domotización de una instalación mediante una tabla que establece tres niveles en función de los dispositivos instalados en la vivienda. La certificación resulta de suma importancia para los agentes implicados en la *domotización* del hogar (promotores, constructores, instaladores y, por supuesto, compradores y usuarios), pues asegura que la vivienda dispone de un sistema domótico acorde con lo especificado en la memoria de calidades y con una serie de servicios que garanticen la correcta instalación, el buen funcionamiento y un mantenimiento adecuado del sistema.

## 8.2. Domótica y eficiencia energética

Tal y como tratamos en el primer capítulo del libro, el progresivo agotamiento de las energías fósiles y la constatación científica del cambio climático han ido generando en nuestras sociedades una importante *conciencia ambiental*, que poco a poco se va traduciendo en una legislación cada vez más exigente en materia de eficiencia energética. Los edificios de viviendas, grandes consumidores de energía, son una pieza clave en las políticas de ahorro energético; y las instalaciones domóticas, como hemos tratado en varios capítulos del libro, contribuyen a lograr un mejor aprovechamiento de la energía y un uso más *racional* de la misma. En este epígrafe se presenta la normativa relacionada con la eficiencia energética y las instalaciones térmicas (calefacción y climatización) y se presentan algunos puntos en los que dicha normativa alude al uso de instalaciones de control domótico.

### 8.2.1. Código Técnico de la Edificación

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos por la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación. El CTE pretende dar respuesta a la demanda de la sociedad en cuanto a la mejora de la calidad de la edificación, mejorando la protección del usuario y fomentando el desarrollo sostenible. Sus regulaciones se aplican a edificios de nueva construcción, a obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación y a determinadas construcciones protegidas desde el punto de vista ambiental, histórico o artístico.

Su Documento Básico HE sobre el ahorro de energía, junto con el Real Decreto 47/2007, por el que se establece la calificación de eficiencia energética para edificios y viviendas, son dos elementos normativos que han adquirido una gran importancia en las viviendas de nueva construcción. La



necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para frenar el cambio climático (Capítulo 1) y la creciente sensibilidad hacia la arquitectura bioclimática, han llevado a establecer en el Código una serie de requisitos de ahorro y eficiencia energética para las viviendas. Los contenidos del documento HE son, básicamente, los siguientes:

- **HE 1:** Limitación de la demanda energética, mediante una orientación adecuada del edificio y sus aberturas exteriores (hacia el norte en lugares calurosos y hacia el sur en climas más fríos), aislamientos, etc., para fomentar el *ahorro pasivo* de energía.
- **HE 2:** Rendimiento de las instalaciones térmicas. El documento señala que los edificios deben disponer de instalaciones térmicas adecuadas destinadas a proporcionar *bienestar térmico* a sus ocupantes. Se remite al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- **HE 3:** Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación. Los edificios deben disponer de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de los usuarios y eficaces energéticamente. Deben disponer de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación de la zona, junto con un sistema de aprovechamiento de la luz natural. En concreto, este apartado establece una serie de requisitos que pueden cubrirse adecuadamente mediante instalaciones domóticas:
  1. Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control.
  2. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.
  3. Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación
- **HE 4:** Contribución mínima de agua caliente sanitaria. Todos los edificios nuevos de viviendas deben cubrir un porcentaje de su demanda de ACS mediante energías renovables (energía solar, calderas de biomasa, etc.). Ese porcentaje depende de la ubicación del edificio, siendo superior en las zonas con mayor insolación, por ejemplo, en Asturias es del 30%, mientras que en Andalucía es del 70%. En muchos Ayuntamientos, la legislación municipal adapta y desarrolla estos requisitos.
- **HE 5:** Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica. los edificios de uso público (hospitales, edificios administrativos, hipermercados, etc.) deben contar con instalaciones fotovoltaicas que cubran una porción de su demanda eléctrica, un porcentaje determinado por la superficie del edificio y el tipo de uso que se hace de él.

### 8.2.2. Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE)

El Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria con el objetivo de lograr un

#### SABÍAS QUE... ?

LIDER es una aplicación informática diseñada para cumplir con la opción general de verificación de la exigencia de Limitación de Demanda Energética establecida en el Documento Básico de la Habitabilidad y Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE-HE1). Está patrocinada por el Ministerio de Vivienda y por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). En el CD que acompaña a este libro puedes descargar tanto la aplicación como el manual de uso de la misma.

#### Para saber más:

En el CD que acompaña a este libro puedes consultar la normativa del Código Técnico de la Edificación relativa a Ahorro de Energía (Capítulo HE). Puedes también consultar la página web oficial sobre el Código:

<http://www.codigotecnico.org>





El Código Técnico de la Edificación, el Reglamento de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios han sido publicados por Ediciones Paraninfo:

<http://cedom.es/tablas-niveles.php>

#### Para saber más:

En el CD que acompaña a este libro puedes encontrar el Real Decreto en el que se aprueba el RITE y otros documentos explicativos sobre dicha normativa.



uso eficiente de la energía. La versión actual del RITE ha sido aprobada en el Real Decreto 1027/2007.

En varios de sus apartados el documento indica la necesidad de implantar en los edificios un *sistema de control* de las instalaciones térmicas:

- Las instalaciones deben estar dotadas de los sistemas de regulación y control necesarios para que se puedan mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados, ajustando al mismo tiempo los consumos de energía a las variaciones de la demanda térmica.
- Los sistemas de climatización —tanto centralizados como individuales— deberán estar preparados para controlar la temperatura y la humedad relativa de los locales.

### 8.3. El proyecto de instalación domótica

La concepción, diseño, instalación y configuración de una red domótica es un proceso complejo en el que es necesario obrar de modo metódico y riguroso, respetando la normativa y estableciendo claramente las características y funcionalidades de la instalación. En este epígrafe se detallan las fases y características del *proceso* de instalación de una red domótica y se proporcionan algunos ejemplos de instalación en diversas estancias de la vivienda, con indicaciones de las cotas aproximadas que deben respetarse para la ubicación de los diversos nodos de la instalación.

#### 8.3.1. Proyecto de la instalación

Para llevar a cabo la domotización de una vivienda o edificio, es fundamental seguir una metodología rigurosa y sistemática, un proceso de gestión de proyectos. Normalmente, este proceso se divide en las fases de estudio, definición, instalación y entrega.

- En la fase de *estudio* se determina qué aplicaciones se ofrecerán a los usuarios. Para ello hay que conocer sus necesidades, expectativas y deseos en los ámbitos de implantación de la instalación domótica. Esta fase requiere un conocimiento exhaustivo de la oferta presente en el mercado. En esta fase se elegirá la *tecnología* a emplear. Debe establecerse un conjunto de aplicaciones fáciles de usar y mantener, con un coste acorde a las prestaciones y a la capacidad económica de los futuros usuarios (no se empleará el mismo grado de domotización en una vivienda de protección oficial que en un piso o en un chalet de lujo). En todo caso, la instalación debe ser lo más *escalable* posible.

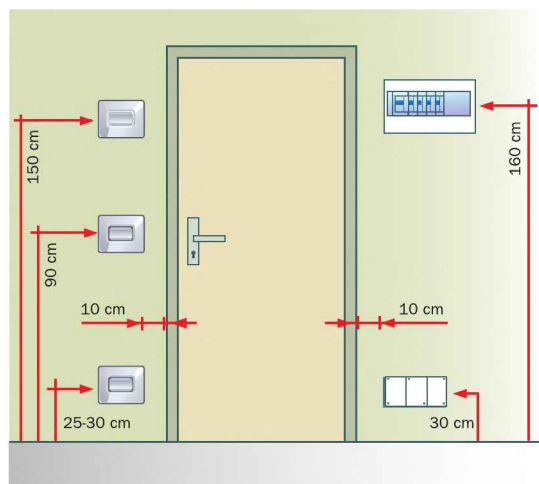
El objetivo de la fase de definición es *planificar* la instalación domótica, teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios y ateniéndose a las limitaciones de presupuesto establecidas. En esta fase se define propiamente el *proyecto* de la instalación, empleando herramientas informáticas como las que hemos visto a lo largo de este libro. En el proyecto deben definirse: las aplicaciones implementadas, los dispositivos y elementos, su ubicación, el cronograma de la instalación, las pruebas a efectuar antes de la entrega y la documentación que se entregará al cliente o usuario de la instalación. El proyecto domótico comprende una memoria funcional, un pliego de condiciones y una serie de planos de instalación.

- La *memoria funcional* será una descripción de los requisitos funcionales del cliente y de las posibles ampliaciones.

- En el *pliego de condiciones* se plasmarán los requisitos técnicos para poder realizar la memoria funcional. El pliego suele comprender cinco partes: sistema, preinstalación, instalación, entrega y postventa. En el apartado del **sistema** deben especificarse el tipo de tecnología y la arquitectura del sistema. En el de **preinstalación**, se dimensionan las canalizaciones y cajas de registro necesarias para albergar el sistema de control.
- En la fase de *instalación* propiamente dicha, debe procederse de acuerdo a lo definido en el proyecto de la instalación, asegurando la adecuación de la instalación y la observancia de los parámetros de calidad que se hayan establecido en el proyecto. La instalación comprende la preinstalación física, la conexión y configuración de los nodos domóticos (X10, KNX, etc.) o del dispositivo de control central (relé programable como LOGO! o Zelio) para su puesta en marcha. La preinstalación es una operación de bajo coste que aporta mucha flexibilidad; debe ser lo más completa posible para que si se precisa ampliar la instalación en el futuro no se requiera obra alguna.
- En la fase de *entrega* es fundamental proporcionar una adecuada formación al usuario y entregarle una documentación acorde con sus características: no se entrega la misma documentación a una persona mayor que necesita de un dispositivo para llamar a los servicios de asistencia a domicilio que a una pareja joven con formación técnica y una vivienda completamente automatizada. Por eso es fundamental que en la fase de estudio se haya recopilado la información necesaria sobre los usuarios de la futura instalación.

### 8.3.2. Ejemplos de instalación

En los siguientes ejemplos de instalación se señalan las ubicaciones de los dispositivos domóticos más habituales en las principales estancias de la vivienda, junto con las cotas aproximadas que deben seguirse en cada caso.

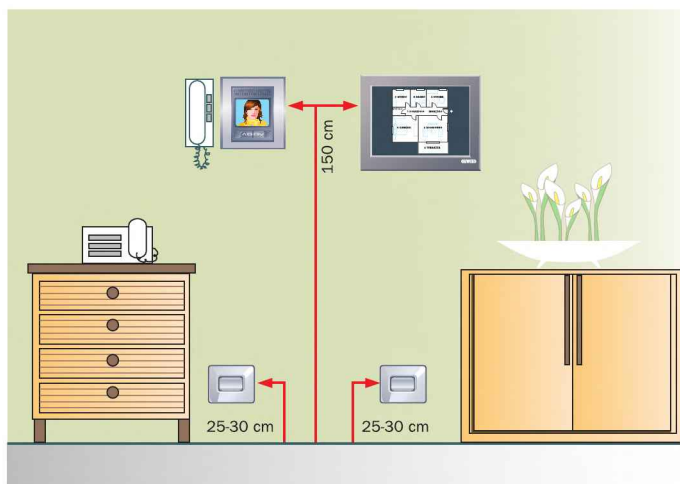


**Figura 8.9.** Esquema y cotas para aparatos de mando, tomas de corriente, termostato, cuadro eléctrico y cajas de iluminación. Cortesía de Gewiss.

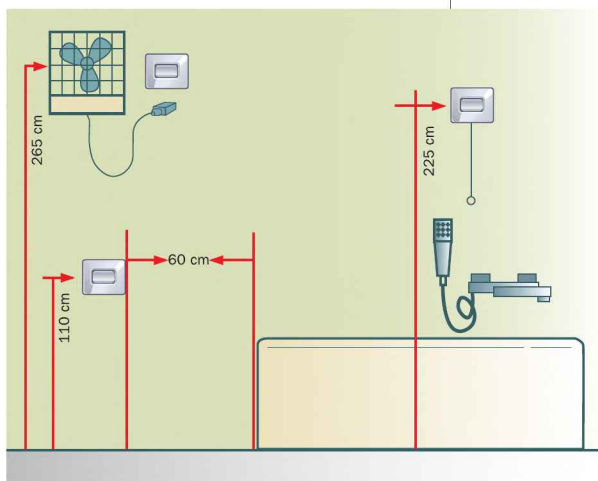


#### RECUERDA:

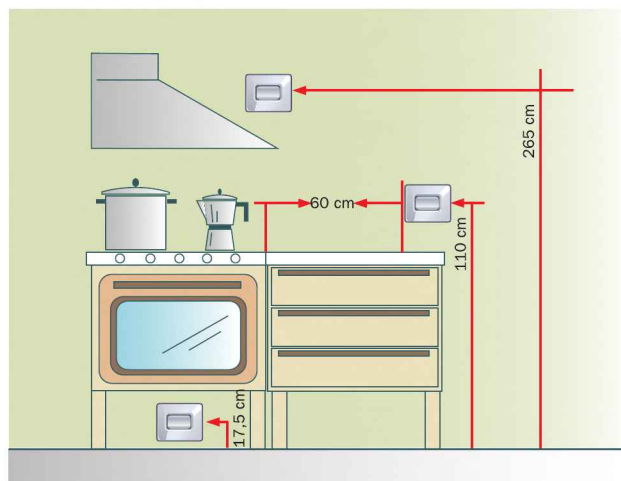
En la fase de instalación, son frecuentes los olvidos de contactores para circuitos que superan la potencia de salida de los nodos o la instalación de interruptores en lugar de pulsadores. En autómatas programables, se recomienda colocar siempre a la salida un contactor para evitar posibles daños al dispositivo. Para instalaciones domésticas, una solución más barata es instalar un fusible a la salida del PLC.



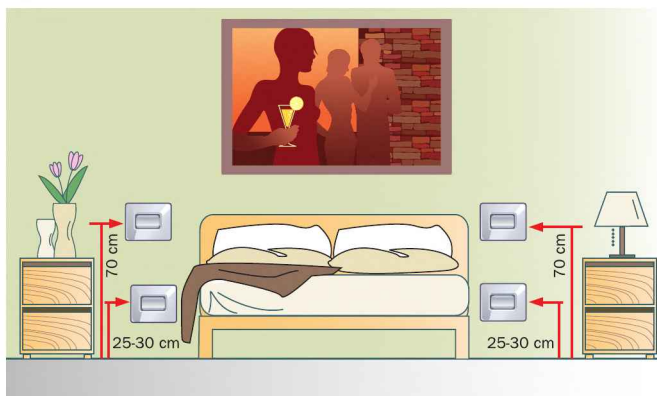
**Figura 8.10.** Esquema y cotas para videoportero, tomas telefónicas y de televisión. Cortesía de Gewiss.



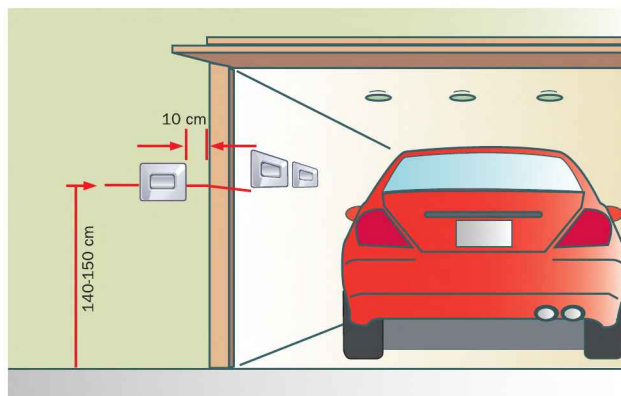
**Figura 8.11.** Esquema y cotas para pulsador de tirante (bañera y ducha), toma para secador y tomas de corriente. Cortesía de Gewiss.



**Figura 8.12.** Esquema y cotas para tomas de corriente, toma para campana extractora y tomas de encimera. Cortesía de Gewiss.



**Figura 8.13.** Esquema y cotas para tomas de corriente y elementos de mando e iluminación sobre las mesillas de noche. Cortesía de Gewiss.



**Figura 8.14.** Esquema y cotas para tomas y elementos de mando de iluminación del garaje. Cortesía de Gewiss.

## 8.4. Los riesgos laborales y su prevención

El artículo 40.2 de la Constitución Española encomienda a los poderes públicos velar por la seguridad e higiene en el trabajo. Este mandato constitucional obliga a desarrollar una política de protección de la salud de los trabajadores mediante la prevención de los riesgos derivados de su trabajo. Por su parte, la Directiva 89/391/CEE, hace referencia a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y la salud de los trabajadores en su trabajo. Esta directiva indica que el empresario debe aplicar medidas como evitar los riesgos, evaluar aquellos que no se puedan evitar, adaptar el trabajo a las personas, combatir los riesgos en su origen, planificar la protección, proporcionar las instrucciones necesarias a los trabajadores y trabajadoras...

En España, la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales aplica la directiva europea a la legislación española. El objetivo prioritario de esta Ley es garantizar la seguridad e higiene en el trabajo frente a los riesgos derivados de las condiciones del mismo.

### 8.4.1. Reglamento de los servicios de prevención

El Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, plantea que la prevención de riesgos laborales —como actuación a desarrollar en el seno de la empresa— debe integrarse en su sistema general de gestión, comprendiendo tanto el conjunto de las actividades como todos sus niveles jerárquicos, a través de la implantación y aplicación de un plan de prevención de riesgos laborales.

La integración de la prevención en el conjunto de las actividades de la empresa implica que debe proyectarse en los procesos técnicos, en la organización del trabajo y en las condiciones en que este se preste.

Los trabajadores y sus representantes deberán contribuir a la integración de la prevención de riesgos laborales en la empresa y colaborar en la adopción y el cumplimiento de las medidas preventivas.

El **Plan de prevención de riesgos laborales** es la herramienta a través de la cual se integra la actividad preventiva de la empresa en su sistema general de gestión y se establece su política de prevención de riesgos laborales.

El Plan de prevención de riesgos laborales debe ser aprobado por la dirección de la empresa, asumido por toda su estructura organizativa, en particular por todos sus niveles jerárquicos, y conocido por todos sus trabajadores. Dicho Plan debe reflejarse en un documento que se conservará a disposición de la autoridad laboral, de las autoridades sanitarias y de los representantes de los trabajadores. Todas las empresas tienen la *obligación* de disponer de un plan de prevención.

Los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del Plan de prevención de riesgos laborales son la evaluación de riesgos y la planificación de la actividad preventiva.

La **evaluación de los riesgos laborales** es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

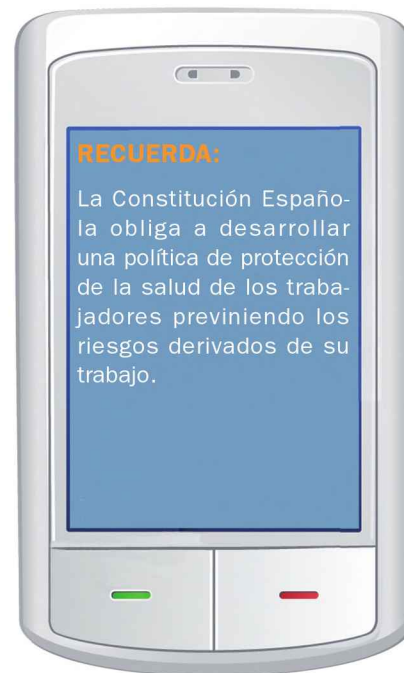
### 8.4.2. Equipos de protección individual

Los equipos de protección individual (EPI) son la barrera que protege al trabajador de los riesgos derivados de la actividad laboral que desarrolla. Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se considera EPI cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a ese fin.

### 8.4.3. Normativa específica. Guías técnicas del INSHT

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, como organismo científico técnico de la Administración General del Estado, es el encargado de elaborar una serie de **Guías técnicas** de carácter orientativo, no vinculante.

Estas Guías tienen como objetivo la interpretación de los reglamentos resultantes de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Entre las guías técnicas publicadas por el INSHT se cuentan las siguientes:



**Para saber más:**

En el CD que acompaña a este libro puedes encontrar algunas de las guías técnicas publicadas por el INSHT, las más relacionadas con los posibles riesgos que se pueden presentar en una instalación domótica. Además, en el sitio web del INSHT puedes encontrar todas las guías técnicas publicadas disponibles en formato PDF.

<http://www.inhst.es>



- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo. Primera parte.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la protección frente al riesgo eléctrico.
- Guía técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales.

#### 8.4.4. Derechos y obligaciones de los trabajadores

A los trabajadores les corresponde velar en el trabajo, tanto por su propia seguridad como por la de aquellas personas a las que pueda afectar su actividad, de acuerdo con su formación y con las instrucciones del empresario. Concretamente, los trabajadores deben:

- Usar correctamente los aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte, etc., y cualquier utensilio del trabajo.

Emplear correctamente los equipos de protección individual y los dispositivos de seguridad en los lugares de trabajo. Si el empresario demuestra que ha proporcionado los EPI adecuados y el trabajador no los ha usado, puede recaer sobre este último la responsabilidad legal de un eventual accidente.

- Alertar a los compañeros, e informar a su superior directo, y a los trabajadores designados para realizar tareas de prevención, o en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe un riesgo para la seguridad. En caso de riesgos graves e inminentes deberá interrumpir la actividad si esta constituye un peligro para los trabajadores.

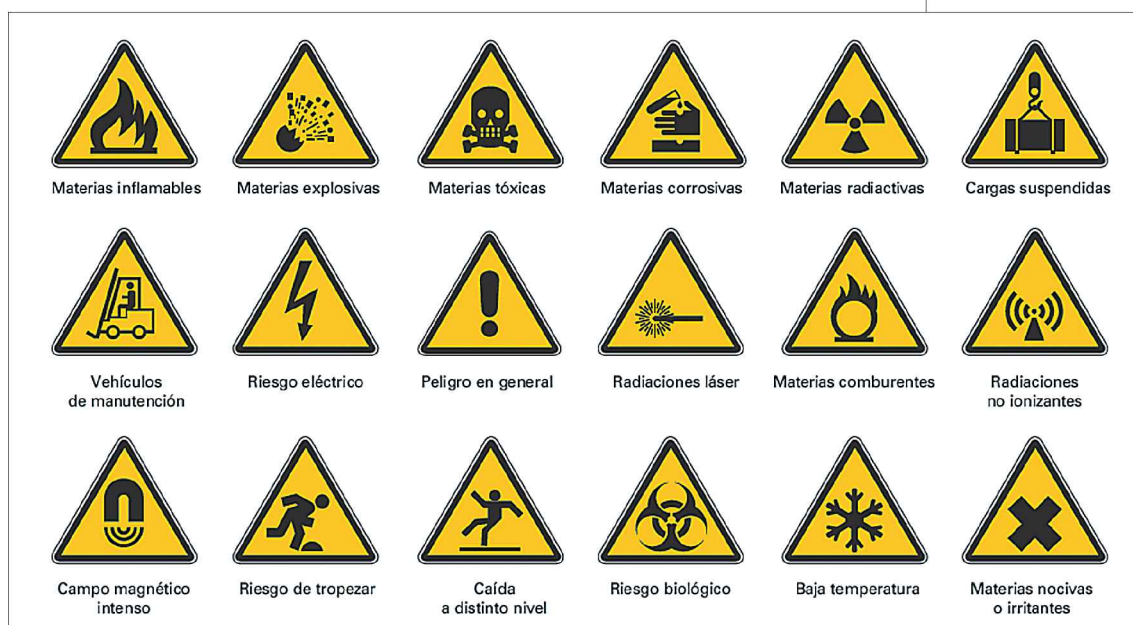
Además de estos deberes, los trabajadores tienen derechos muy importantes en materia de prevención laboral; el empresario debe promover que se respeten, garantizando de esa forma que los empleados trabajen en un entorno seguro y saludable. Entre esos derechos destacan:

- Ser informados en materia de prevención de riesgos laborales, especialmente sobre las medidas preventivas que estén relacionadas con su puesto de trabajo y de las medidas de emergencia a adoptar en caso de necesidad.
- Recibir formación tanto sobre la prevención de riesgos en su puesto de trabajo, como de las medidas preventivas que se tiene que adoptar en la empresa.
- Participar en lo relacionado con la prevención de riesgos y ser consultados sobre ello.
- La protección de la maternidad y de los menores.
- La protección de los trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.

- Que se le faciliten medios de protección personal adecuados a la tarea y a los riesgos que comporta.
- El derecho a la vigilancia de su salud, con la realización de reconocimientos médicos periódicos.
- Por último, los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

#### 8.4.5. Señalización de riesgos laborales

En las figuras siguientes se muestran las principales señales de advertencia y obligación relacionadas con la salud laboral.



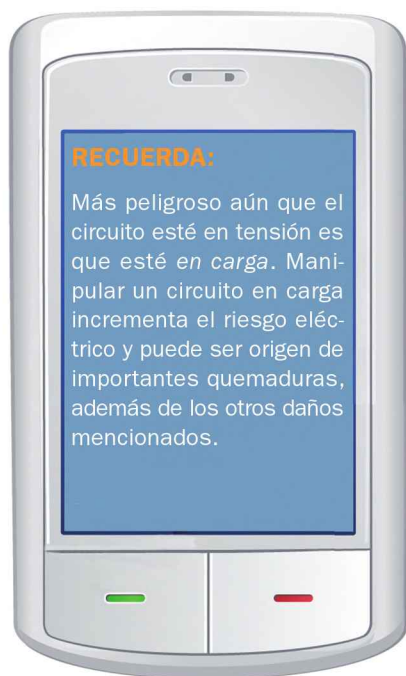
**Figura 8.15.** Principales señales de advertencia sobre salud laboral. Fuente: *Guía Técnica sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo*.



**Figura 8.16.** Principales señales de obligación relacionadas con la salud laboral. Fuente: *Guía Técnica sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo*.

**RECUERDA:**

Como ocurre en cualquier otro conductor, la resistencia del cuerpo humano depende de la longitud recorrida por la corriente. Si se trabaja sentado, arrodillado o tumbado, la distancia recorrida es más corta, la resistencia disminuye y en consecuencia la intensidad (y el riesgo de muerte) aumenta. *Nunca* se debe trabajar en estas posturas.

**RECUERDA:**

Más peligroso aún que el circuito esté en tensión es que esté *en carga*. Manipular un circuito en carga incrementa el riesgo eléctrico y puede ser origen de importantes quemaduras, además de los otros daños mencionados.

**Para saber más:**

En el CD que acompaña este libro puedes encontrar la *Guía Técnica para la Evaluación y Prevención del Riesgo Eléctrico*, elaborada por el Ministerio de Trabajo e Inmigración.

**8.4.6. Riesgo eléctrico**

La manipulación de una instalación eléctrica, si no se efectúa adecuadamente y siguiendo las instrucciones de seguridad, conlleva riesgos importantes, debidos al hecho de que cuando circula una corriente eléctrica (aunque sea pequeña) por el cuerpo humano, esta altera las funciones básicas del sistema vegetativo (como la respiración o el funcionamiento del corazón), pudiendo provocar la muerte.

En el riesgo eléctrico, se distingue entre el producido por el contacto directo y el producido por el contacto indirecto. El *contacto directo* es el que sufre una persona al entrar en contacto con las partes activas (en tensión) de la instalación. Por el contrario, el *contacto indirecto* es el que sufre una persona por entrar en contacto con partes de la instalación que, aunque normalmente no deberían estar en tensión, lo están debido a un fallo del aislamiento.

Los efectos producidos por la corriente eléctrica dependen del valor de la intensidad de corriente que atraviesa el cuerpo humano y del tiempo de exposición. También dependen de la trayectoria seguida y de los órganos atravesados. Si el contacto producido es entre ambas manos, brazos u hombros, la corriente atraviesa transversalmente el corazón. Si el contacto es entre las manos y los pies, la corriente atraviesa longitudinalmente el corazón. En función del valor de esta corriente se puede llegar a producir una parada cardiorrespiratoria.

La siguiente tabla proporciona un resumen de los efectos que produce en el cuerpo humano la circulación de una corriente eléctrica.

Intensidad	Peligro
0,5 mA	Sensación muy débil
10 mA	Contracción muscular
30 mA	Parálisis respiratoria
75 mA	Fibrilación cardíaca irreversible
1 A	Paro cardíaco

Cuando se recibe una descarga de corriente alterna, la sensación de descarga se produce durante todo el tiempo de descarga. Sin embargo, cuando se recibe una descarga de continua, solo se siente la sensación al comienzo y al final de la misma.

Junto con el riesgo eléctrico directo e indirecto, pueden también mencionarse el riesgo por quemadura y el riesgo de incendio. El primero se produce cuando un dispositivo alimentado por la red eléctrica experimenta un incremento en su temperatura. Este efecto puede apreciarse en máquinas con motores eléctricos o con dispositivos semiconductores. Hay ocasiones en las que las temperaturas que se alcanzan son tan elevadas que pueden producirse quemaduras o incluso incendios. El riesgo por fuego puede producirse, además, cuando se producen malos contactos (cable en mal estado, con su aislamiento deteriorado) o sobrecargas muy elevadas en una toma de corriente.

**8.4.7. Riesgos derivados de la exposición a ondas de radiofrecuencia**

Los cables de la instalación y dispositivos eléctricos, en la medida en que por ellos circula corriente eléctrica, pueden constituir un sistema de radiación de

ondas electromagnéticas o, en otras palabras, comportarse como una antena. Aunque la intensidad de las ondas generadas por estas “antenas” es reducida, pueden afectar a dispositivos electrónicos como marcapasos. Por ello, existe una legislación internacional que regula esta clase de emisiones.

Por otra parte, las comunicaciones inalámbricas (Wi-Fi, infrarrojos, GSM, GPRS, UTMS, HSPA...) emplean la propagación de ondas electromagnéticas por el aire como medio de transmisión. Por una parte, la potencia de los dispositivos de emisión debe ser suficiente para garantizar el alcance y la calidad de la comunicación; por otro, esas ondas no deben producir daños a las personas situadas en sus alrededores.

Los tejidos del cuerpo humano tienen la capacidad de absorber la potencia transmitida por la onda electromagnética; el nivel de absorción depende del tipo de tejido y de la frecuencia de la portadora. Según sus efectos biológicos se suelen dividir las ondas electromagnéticas en ionizantes y no ionizantes.

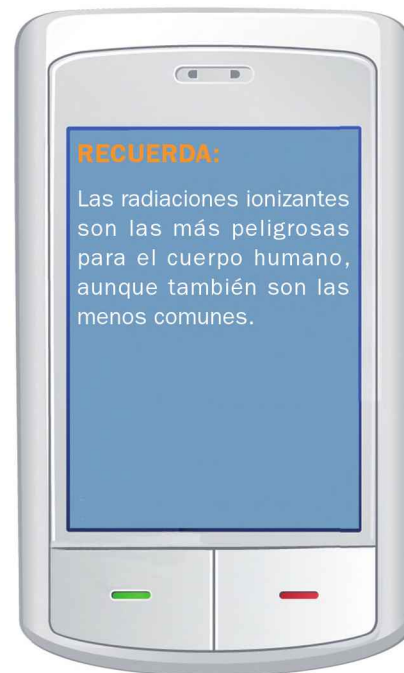
Las **radiaciones ionizantes** son radiaciones de frecuencia muy elevada (2.400 millones de MHz), con potencia suficiente como para producir la *ionización* de la materia, es decir, extraer los electrones de sus estados ligados al átomo; de esta manera pueden romper las moléculas de las células. Fuentes de radiaciones ionizantes son las partículas alfa, beta, gamma y los rayos X.

Por su parte, las **radiaciones no ionizantes** son ondas electromagnéticas de menor frecuencia que las anteriores, sin potencia suficiente como para romper los enlaces atómicos. En este grupo se cuentan la radiación ultravioleta, las radiaciones de la luz visible, la infrarroja, la radiofrecuencia y los campos de microondas, además de los campos eléctricos y magnéticos estáticos. Entre ellas, como podemos observar, se encuentran las ondas que se emplean en domótica para las comunicaciones inalámbricas. Los efectos sobre la salud que pueden ocasionar estas ondas son diferentes según su frecuencia. Las radiaciones más problemáticas son las situadas en una frecuencia entre 1 MHz y 10 GHz, que producen un calentamiento en los tejidos expuestos.

Los métodos para prevenir los efectos de las interferencias de aparatos eléctricos y electrónicos (EMI) sobre el cuerpo humano se detallan en las siguientes normas UNE, que son de obligado cumplimiento según el RD 444/1994.

- **UNE-EN 50081.** Compatibilidad electromagnética. Norma genérica de emisión.
- **UNE- EN 50082-2.** Compatibilidad electromagnética. Norma genérica de inmunidad.
- **UNE 20-726-91.** Límites y métodos de medida de EMI en equipos de tecnologías de la información.

Por lo que respecta a las comunicaciones inalámbricas, existen varios estándares y regulaciones de seguridad de exposición a radiaciones. De ellos, los más conocidos son los del IEEE/ANSI (*Institute of Electrical and Electronics Enginners/American National Standards Intitute*), así como los de la *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (IC-NIRP). Estos estándares limitan la potencia de emisión en los dispositivos transmisores.



**SABÍAS QUE...**

Con el propósito de evaluar las actividades de una empresa en cuanto a la normativa medioambiental la Organización Internacional de Estándares (ISO) ha definido la norma *ISO 14001*. Esta norma, relativa a la dirección medioambiental, engloba todo lo que la organización hace para eliminar los efectos nocivos que sus actividades producen sobre el medio ambiente. Sin embargo, la ISO 14001 no es una “etiqueta ecológica” para dicho producto o servicio. Cuando una organización se adhiere a estos sistemas de dirección medioambiental, significa que un auditor independiente ha valorado el proceso de actividad de la organización para comprobar si cumple con los requisitos de dichos estándares.

## 8.5. Protección y gestión ambiental

Los sistemas de gestión ambiental tratan de promover una actuación anticipada para evitar el impacto medioambiental de una empresa o producto. Estos sistemas, auspiciados por la Unión Europea, permiten la participación voluntaria de las empresas para evaluar y mejorar su comportamiento medioambiental y para difundir información sobre su compromiso con unas actuaciones no contaminantes. El sistema está regulado por los Reglamentos 761/2001 y 1836/1993.

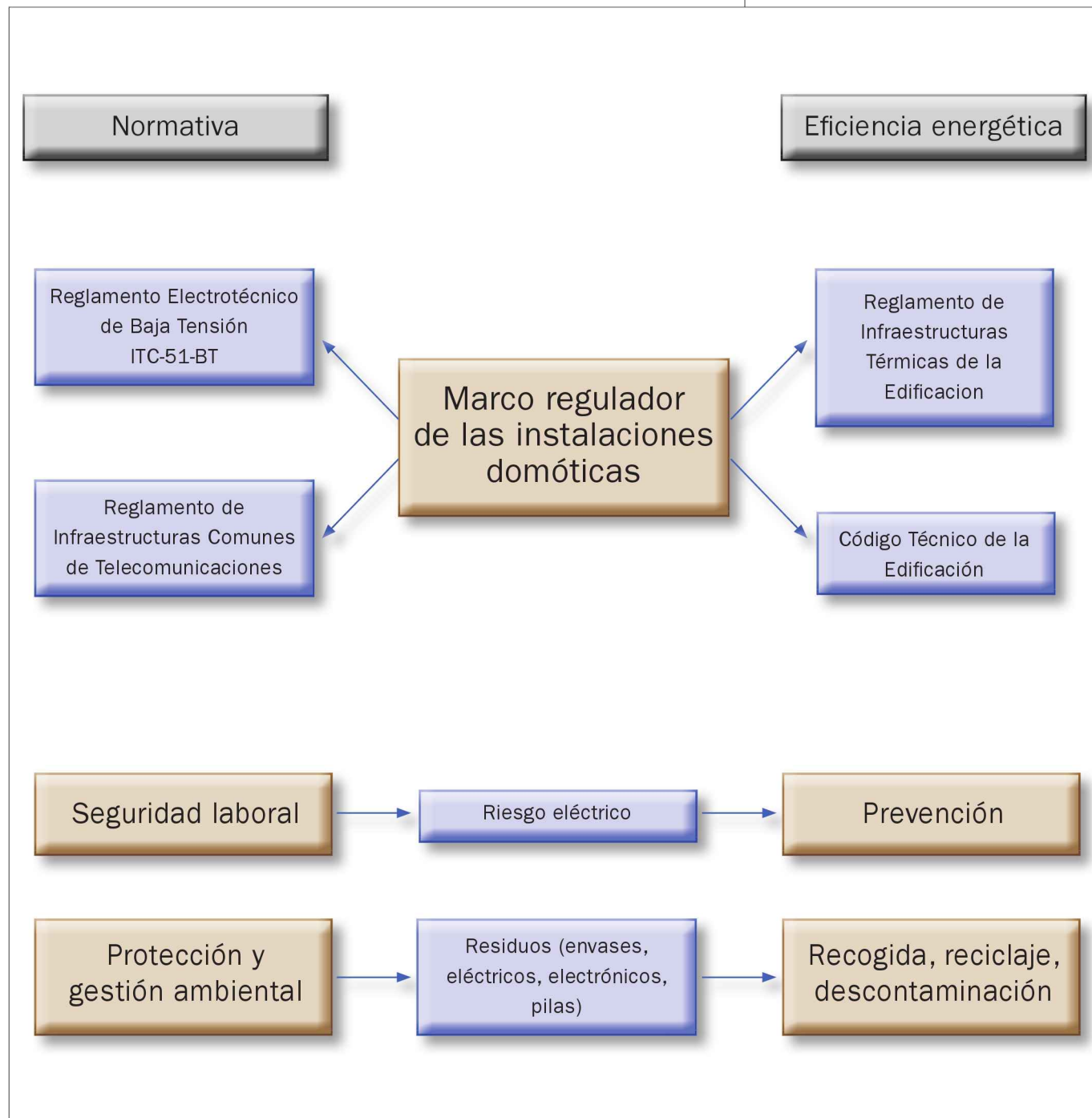
Para que una empresa pueda adherirse a un Sistema de Gestión Medioambiental debe realizar un análisis medioambiental, llevar a cabo una auditoría y preparar una declaración al respecto. Tras ello, deberá verificar los pasos realizados hasta entonces y, por último, presentar la información al organismo correspondiente. En cada Comunidad Autónoma los procedimientos administrativos relacionados con los sistemas de gestión medioambiental pueden ser diferentes.

### 8.5.1. Recuperación de residuos y envases

La legislación española y europea viene prestando cada vez más atención a la necesidad de recoger y recuperar tanto los residuos que generan los aparatos eléctricos y electrónicos en desuso como los envases que se emplean en su distribución y su venta. En el marco legal que actualmente regula en España la cuestión se pueden mencionar las leyes 10/1998 de residuos, la 11/1997, de envases y residuos de envases, el Real Decreto 208/2005, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos y el Real Decreto 106/2008, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.

En este cuerpo legislativo se trata de fomentar el reciclaje (promoviendo que las empresas empleen materiales procedentes de otros residuos), aplicar el principio que *quien contamina paga* (imputando en el precio de la mercancía el coste de la gestión de sus residuos) e implantar, en definitiva, una concepción *moderna* de los residuos, acorde con el desarrollo sostenible. Para los materiales como equipos eléctricos y electrónicos, pilas y acumuladores, se trata de mejorar el comportamiento ambiental de todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida del producto. Las entidades locales de más de 5.000 habitantes deben asegurar la recogida selectiva de estos materiales.

## Mapa conceptual





## Cuestiones

**8.1.** ¿Cuál es la normativa más destacable relativa a las instalaciones domóticas?

- a) La norma de calidad AENOR EA 26:2006.
- b) La ITC-18-BT del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- c) El Reglamento de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones.
- d) La ITC-51-BT.

**8.2.** ¿Cuál es el umbral de corriente que puede circular por el cuerpo humano de manera (casi) inofensiva?

- a) 0,5 A.
- b) 1 A.
- c) 75 mA.
- d) 0,5 mA.

**8.3.** Los riesgos por contacto directo se producen cuando:

- a) Una persona toca un conductor activo.
- b) Una persona toca un conductor pasivo.
- c) Una persona toca dos conductores pasivos.
- d) Todas las opciones anteriores son correctas.

**8.4.** ¿En qué situaciones existe riesgo eléctrico por contacto indirecto?

- a) Una persona toca a otra que está realizando un contacto directo.
- b) Una persona toca un conductor activo.
- c) Una persona toca una carcasa metálica de un equipo.
- d) Una persona toca un conductor pasivo.

**8.5.** ¿Cuál es el cometido del Plan de Prevención de Riesgos Laborales?

- a) Describe los riesgos del desarrollo del trabajo en la empresa.
- b) Describe la actividad preventiva en la empresa.
- c) Describe el equipo de protección individual que deben emplear los trabajadores.
- d) Describe la aplicación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

**8.6.** ¿Cuáles son los principales destinatarios de las instalaciones domóticas según el contenido de la ITC-BT-51?

- a) Las personas discapacitadas.
- b) Las personas de la tercera edad.
- c) Las viviendas de nueva planta.

d) Todas las anteriores.

**8.7.** ¿Para qué sirve la memoria funcional en el proyecto de una instalación domótica?

- a) Para indicar el tipo de tecnología.
- b) Para especificar la arquitectura del sistema.
- c) Para reseñar los requisitos del cliente y las posibilidades de ampliación.
- d) Todas las opciones anteriores son correctas.

**8.8.** El objetivo fundamental de la Ley de Protección de Riesgos Laborales es:

- a) Garantizar el confort de los trabajadores.
- b) Garantizar la productividad del trabajo desarrollado por los trabajadores.
- c) Garantizar la seguridad e higiene en el trabajo frente a riesgos derivados de las condiciones del mismo.
- d) Garantizar la higiene de los productos elaborados en el trabajo.

**8.9.** ¿Qué tipo de radiaciones electromagnéticas debemos tener más en cuenta en las instalaciones domóticas de cara a la prevención de riesgos laborales?

- a) Las radiaciones electromagnéticas no producen ningún efecto de importancia en el cuerpo humano.
- b) Las radiaciones ionizantes, pues son las más dañinas.
- c) Las radiaciones no ionizantes por encima de los 10 GHz, pues son de mayor potencia.
- d) Las radiaciones no ionizantes entre 1 MHz y 10 GHz, pues son relativamente frecuentes en el entorno doméstico y producen un calentamiento de los tejidos que puede tener diversas consecuencias negativas para la salud.

**8.10.** ¿Cuáles son los objetivos de la legislación sobre gestión de los residuos estudiada en este capítulo?

- a) Establecer el principio de “quien contamina paga”.
- b) Instaurar una concepción moderna de la gestión de residuos.
- c) Reducir, recoger, descontaminar y recuperar la porción de residuos que sea posible.
- d) Todas las opciones anteriores son ciertas.



## Actividades de aplicación

- 8.1.** La resistencia que ofrece el cuerpo humano al paso de la corriente eléctrica varía según el cuerpo y diversas circunstancias, pero suele estar comprendida entre 250 y 1.000 ohmios. ¿Qué valores de intensidad (máximos y mínimos) podemos esperar que circulen por el cuerpo de una persona que toca un elemento a 29 voltios, sin estar aislado de tierra? ¿Qué efectos se pueden producir en el cuerpo de esa persona a raíz de ese contacto eléctrico?
- 8.2.** ¿Es más peligroso que se produzca un contacto directo cuando estamos sentados o cuando estamos de pie? ¿Por qué?
- 8.3.** Imagina que debemos trabajar en un circuito con una serie de tubos fluorescentes y que no es posible desconectarlo. ¿Es más peligroso hacerlo con los tubos encendidos o apagados? ¿Por qué?
- 8.4.** ¿Qué equipos de proyección individual crees que son más importantes a la hora de acometer una instalación domótica? Prepara un cuadro resumen con diversos “escenarios” de aplicación (por ejemplo, instalación de un anemómetro en el tejado de la vivienda) y los equipos que serían aconsejables en cada caso.
- 8.5.** Uno de los principales grupos destinatarios de las instalaciones domóticas son las personas mayores. ¿Qué elementos domóticos incluirías en la instalación de un piso para una pareja de ancianos? Consulta en el sitio web de CEDOM qué nivel de domotización correspondería a los elementos que has incluido.
- 8.6.** Identifica las fuentes de radiación electromagnética que existan en tu entorno doméstico. ¿De qué clase de radiaciones se trata? ¿Cuáles pueden ser sus efectos?
- 8.7.** ¿Cuáles son los principales aspectos en relación con las instalaciones domóticas que se tratan en el Código Técnico de la Edificación? ¿Y en el Reglamento de Infraestructuras Térmicas de la Edificación?
- 8.8.** Prepara un croquis de una instalación domótica en las diversas estancias de tu casa e indica las cotas a las que deberán situarse los diversos elementos de la misma.
- 8.9.** ¿En qué aspectos crees que las instalaciones domóticas pueden mejorar el comportamiento ambiental de nuestra sociedad? ¿Qué otras medidas te parecen necesarias para ello?
- 8.10.** ¿Qué medidas existen en tu municipio para la recogida de residuos eléctricos y electrónicos? Prepara un cuadro resumen con la información que hayas recopilado.



# Otros sistemas de control domótico

## Anexo

En el mercado de la domótica existen soluciones y propuestas tecnológicas muy diversas, unas encuadradas en estándares o intentos de estandarización (KNX), otras propietarias y vinculadas a una marca específica y algunas otras en un punto situado a medio camino entre esos dos polos. En los capítulos de este libro hemos desglosado algunas de dichas soluciones, a modo de muestreo de los distintos tipos de sistemas: programados, cableados, de bus, inalámbricos, basados en relés, etc. En este anexo mostramos tres sistemas adicionales con bastante presencia en el mercado, definiendo sus principales utilidades y características, para que el público interesado pueda ampliar su formación al respecto.

### Contenidos

- A.1. Relé de control *Easy*.
- A.2. Sistema Simon Vit@.
- A.3. Un sistema con microcontrolador: Simon VOX.2.



Puedes encontrar información sobre el relé Easy en el sitio web oficial de Moeller:

<http://www.moeller.net>

## A.1. Relé de control Easy

El relé programable Easy, fabricado por Moeller (empresa integrada en el grupo Eaton) es otro ejemplo de relé programable similar a LOGO! y a Zelio, tratados en este libro (véase el Capítulo 7).

Las soluciones Easy incluyen una gran diversidad de familias tecnológicas, orientadas a aplicaciones y entornos de trabajo específicos:

- Los sencillos relés temporizadores ETR, preparados para su uso en cajas de distribución y dotados con hasta 12 funciones de temporización. Existen también versiones (EMR4) especialmente diseñadas para realizar funciones de medición y control, así como para seguridad en máquinas (ESR5).



Figura A.1. Relés temporizadores Easy. Cortesía de Eaton-Moeller.

- Los relés de control easy500 a easy800 son un sistema universal de control con características comunes de programación y operación. De entre ellos, con easy800 es posible crear una red de conexión de hasta ocho equipos, pudiéndose controlar de ese modo hasta 300 canales de entrada/salida. El más sencillo de estos relés de control, easy500, cuenta con ocho entradas digitales y dos analógicas 0-10 V y con salidas a relé de 8 A y a transistor de 24 V CC.



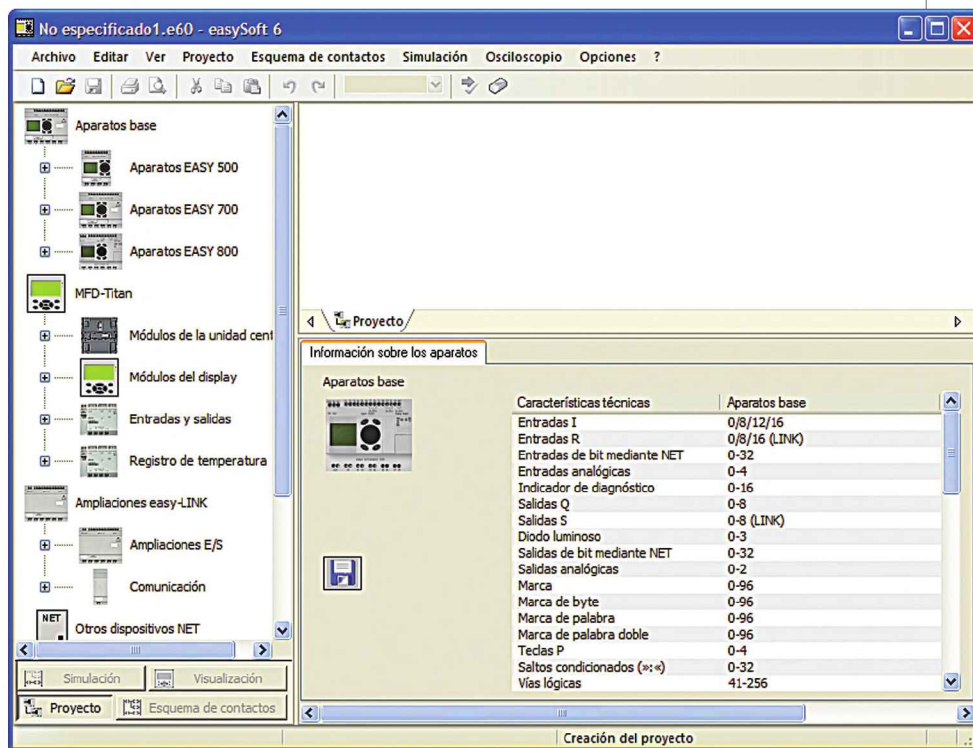
Figura A.3. Relés easySafety. Cortesía de Eaton-Moeller.



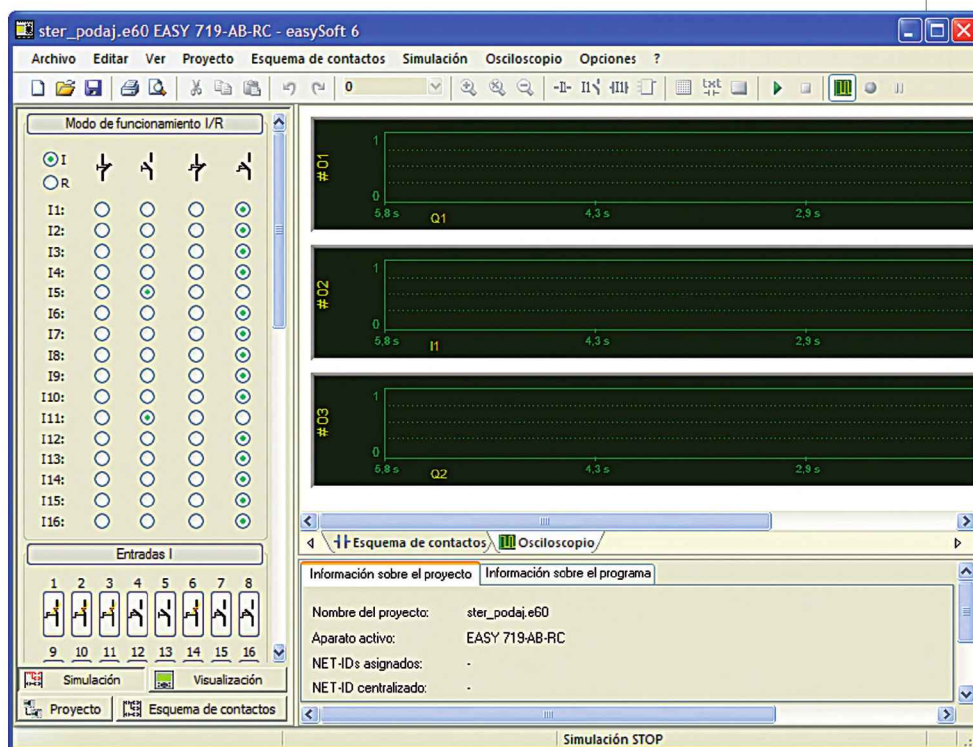
Figura A.2. Relés de control easy500, easy700 y easy800. Cortesía de Eaton-Moeller.

- El relé easySafety está orientado especialmente a tareas relacionadas con la seguridad, permitiendo la localización rápida de averías mediante funciones de diagnóstico.

La tecnología de relés *Easy* dispone también de un software (*EasySoft*) que permite, de modo similar a los *LOGO! Soft Comfort* y a *Zelio Soft*, programar y simular el funcionamiento de las diversas versiones del relé. En las **Figuras A.4** y **A.5** se muestran la ventana general del programa y una de las ventanas de simulación.



**Figura A.4.** Ventana general de *EasySoft*.



**Figura A.5.** Ventana de simulación de un proyecto con *EasySoft*.



**Figura A.7.** Componentes de visualización del sistema Simon Vit@. **Arriba:** módulo de visualización. **Abajo:** pantalla de visualización. Cortesía de Simon.

## A.2. Sistema Simon VIT@

VIT@ es un sistema desarrollado por la empresa Simon para la automatización doméstica, escalable e integrado. Se basa en la tecnología LONWorks y aporta una serie de soluciones específicas de visualización (módulos para empotrar, software para ordenadores personales, pantallas táctiles de visualización...). En la **Figura A.6** se muestra el esquema general de conexiones de la instalación VIT@:



**Figura A.6.** Diversos componentes del sistema Simon Vit@. **Izquierda:** fuente de alimentación. **Centro:** módulo de entradas. **Derecha:** módulo de salidas. Cortesía de Simon.

### Actividad propuesta A.1

En el sitio web de Simon Domótica encontrarás una serie de vídeos sobre la instalación, ventajas y configuración del sistema Simon Vit@:

<http://www.simondomotica.es/area/index.html>

Visualiza estos vídeos y resume los aspectos más importantes que encuentres en ellos. Elabora una presentación gráfica (*Microsoft Power Point*, *OpenOffice Impress*...) con dicha información. ¿Qué similitudes y qué diferencias observas en este sistema con respecto a otros sistemas de bus que hemos estudiado en el libro?

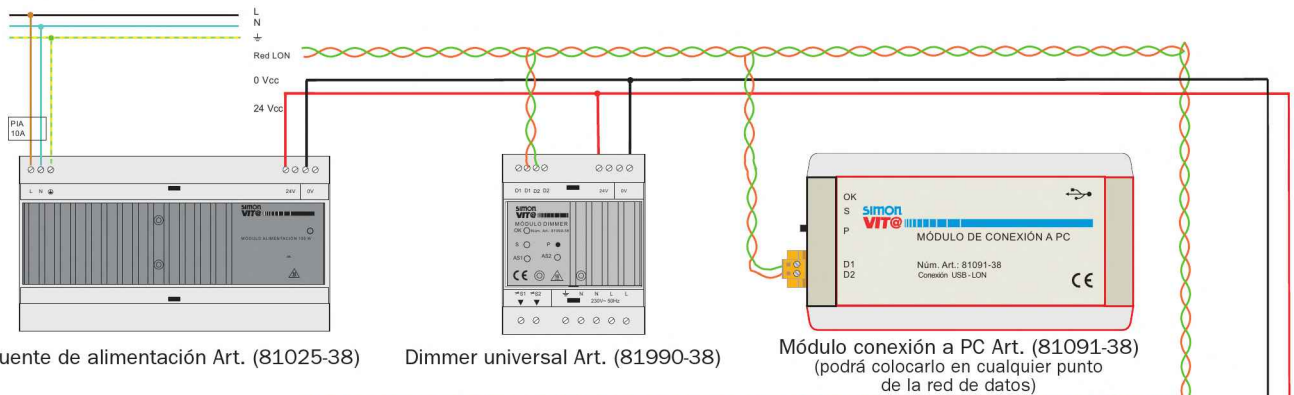
## A.3. Un sistema con microcontrolador: Simon VOX.2

Simon VOX.2 es un sistema de telecontrol de la vivienda, orientado fundamentalmente al control de alarmas (detectores técnicos de agua, humo o gas). El sistema permite detectar la presencia de problemas y cortar de modo automático el suministro, avisando al usuario tanto en el interior de la vivienda como en los teléfonos exteriores que se hayan programado previamente.

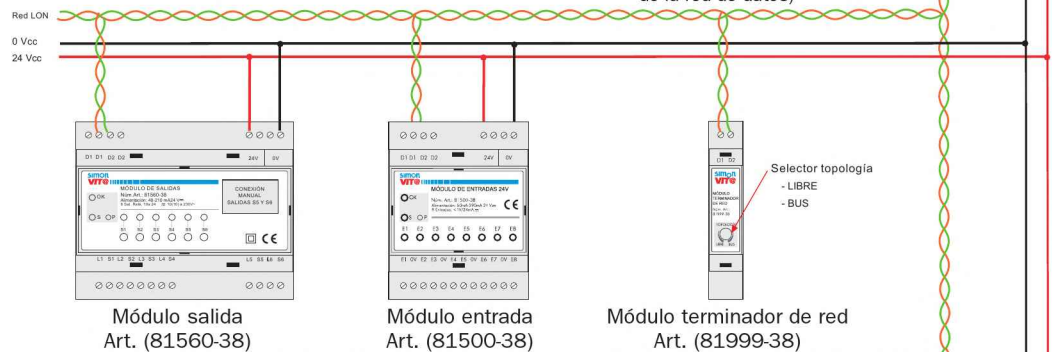
El sistema completo VOX.2 se compone de los siguientes elementos:

- Central SimonVOX.2.
- Pantalla táctil.
- Módulo de batería.
- Sonda de temperatura.
- Detector de inundación (superficie y empotrable).

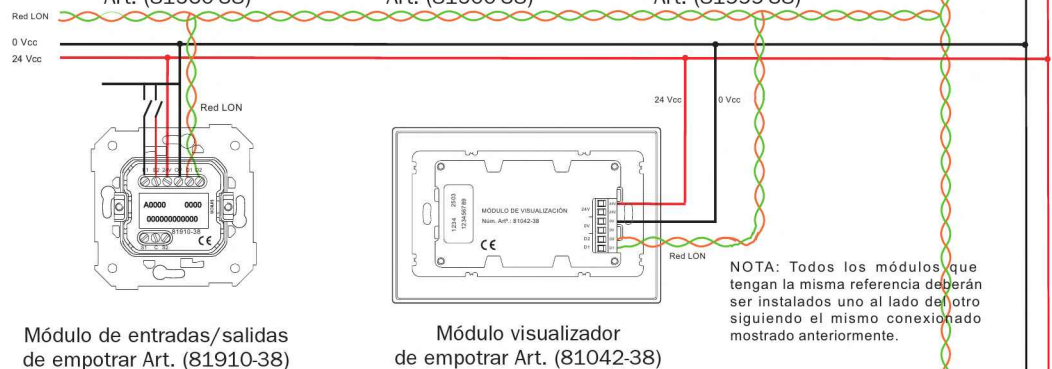
## Módulos Carril DIN



## Módulos Carril DIN



## Módulos Empotrar



## Módulos Interface

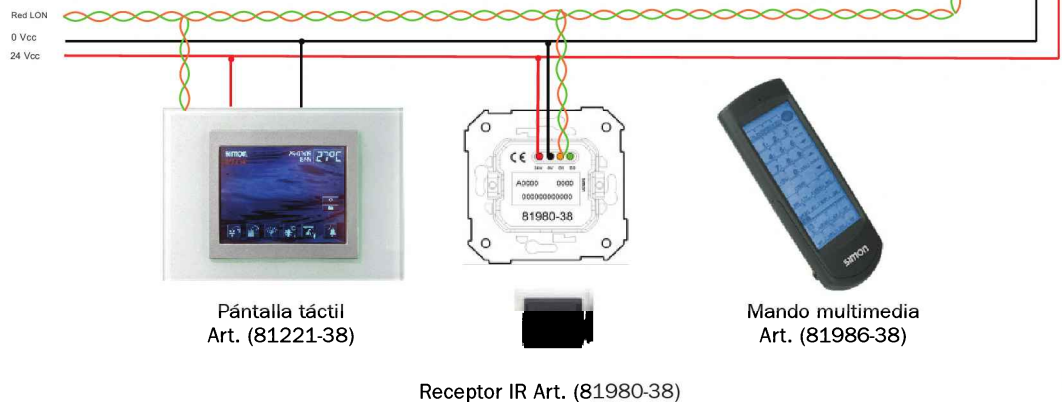


Figura A.8. Esquema de conexión general del sistema SimonVit®. Cortesía de Simon.

## Actividad propuesta A.2

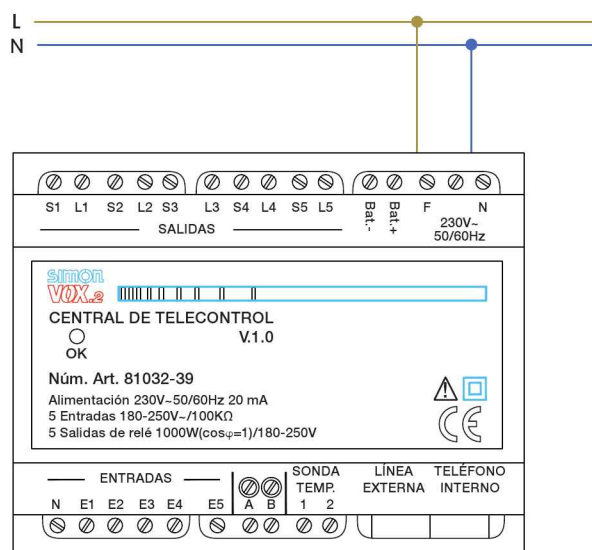
En el sitio web de Simon Domótica encontrarás un vídeo sobre las características y la configuración de Simon VOX.2:

<http://www.simondomotica.es/area/index.html>

Visualiza este vídeo y resume los aspectos más importantes de VOX.2. ¿En qué clase de sistema lo clasificarías (centralizado/descentralizado, cableado/programado, etc.) ¿Qué ventajas y qué inconvenientes presenta frente a otros sistemas estudiados en el libro?

- Detector de gas (superficie y empotrable).
- Detector de humos iónico.
- Detector de intrusión.
- Electroválvula de agua.
- Electroválvula de gas.
- Detector de intrusión RF.
- Pulsador de pánico RF.
- Receptor 1 canal RF.

La alimentación del sistema se efectúa a 230 V y la central de telecontrol debe ir instalada en el cuadro general de la vivienda.



**Figura A.9.** Central de telecontrol VOX.2 y su alimentación eléctrica. Cortesía de Simon.

Las entradas y salidas de VOX.2 están distribuidas de la siguiente manera:

### Disposición de las entradas

<b>E1</b>	Detector de presencia
<b>E2</b>	Emergencia médica
<b>E3</b>	Detector de humo
<b>E4</b>	Detector de gas
<b>E5</b>	Detector de agua

### Disposición de las salidas

<b>S1</b>	Indicador del estado del sistema de presencia
<b>S2</b>	Calefacción
<b>S3</b>	Aire acondicionado
<b>S4</b>	Servicio A
<b>S5</b>	Servicio B

## Actividad propuesta A.3

En el sitio web de Simon Domótica puedes descargar la documentación de instalación y configuración del sistema.

<http://www.simondomotica.es/area/index.html>

Resume las características de los diversos componentes que conforman el sistema VOX.2. Explica cómo se configura y maneja la pantalla táctil de control del dispositivo.







**ELECTRICIDAD - ELECTRÓNICA**

**Instalaciones Eléctricas y Automáticas**

# Instalaciones domóticas

En este libro se desarrollan los contenidos del módulo profesional de Instalaciones Domóticas que siguen los alumnos del Ciclo Formativo de grado medio de Instalaciones Eléctricas y Automáticas, perteneciente a la familia profesional de Electricidad y Electrónica.

El texto constituye un puente entre su formación y su futura práctica como profesional. Con un lenguaje sencillo y directo, pero sin menoscabo del rigor en las explicaciones teóricas, el libro presenta una panorámica de las diversas tecnologías domóticas existentes, de las más sencillas a las más complejas; no se trata de una mera enumeración, sino que se ha puesto especial atención en presentar las semejanzas y las diferencias estructurales entre ellas, estableciendo así una tipología.

El libro alberga abundante material gráfico (fotografías, diagramas, esquemas, planos en dos y tres dimensiones...) que complementa y enriquece sus explicaciones teóricas. La extensa colección de casos prácticos y actividades propuestas permiten al alumno poner en práctica los conceptos aprendidos y desarrollar su propio criterio profesional, mientras que con las cuestiones situadas al final de cada unidad y las actividades de aplicación puede comprobar y ampliar sus conocimientos. Cada unidad cuenta además con una serie de prácticas profesionales que habrán de acercar al futuro instalador a los problemas que se encontrará en el día a día y a los procedimientos que deberá aplicar para resolverlos. Varias de las unidades completan sus contenidos con ampliaciones que introducen cuestiones novedosas y complementarias, temas que sin duda despertarán el interés del alumno.

Como elemento de apoyo, el libro incorpora un CD-ROM en el que se incluye una colección de materiales complementarios: vídeos, catálogos, bases de datos para ETS, normativa y software de simulación.