

Instalaciones y dispositivos de automatización



Toda instalación de automatización que deseemos acometer, bien sea en un hogar, oficina, edificio de negocios o un centro comercial, entre otros, requiere conocer y manejar con destreza un conjunto de aspectos constructivos para poder decidir qué tecnología vamos a implementar para dar respuesta a la necesidad que nos plantee el cliente. En este sentido, conocer cómo se estructura sistema de automatización y cuáles son sus partes contribuirá a llegar a cabo exitosamente el proyecto. La decisión a tomar vendrá condicionada por una serie de aspectos técnicos, físicos e incluso, sociales. Existen varias arquitecturas que se adaptan a determinadas soluciones; el mercado nos ofrece una amplia, extensa y dilatada variedad de sensores y actuadores que abren la posibilidad de llevar a cabo numerosos proyectos, incluidos sistemas de eficiencia energética, tan importantes en el contexto actual. La elección de una estructura de red física y lógica, así como determinar qué medios físicos pueden utilizarse, la disponibilidad de conductos para trazar el cableado, la conveniencia de utilizar medios inalámbricos, etc., resultan aspectos fundamentales a la hora de poder decantarnos por una tecnología u otra.

2

Contenidos

- 2.1. Arquitectura de una instalación automatizada.
- 2.2. Tipologías de comunicación.
- 2.3. Sensores y detectores.
- 2.4. Actuadores.
- 2.5. Red.
- 2.6. Tecnologías del mercado de la automatización.
- Mapa conceptual.
- Actividades finales.

Objetivos

- Conocer y comprender la arquitectura y elementos de una instalación automatizada.
- Determinar la tipología más adecuada a utilizar.
- Buscar, elegir, manejar y cablear los distintos sensores y actuadores del mercado.
- Identificar y establecer la topología de red lógica y física de la solución adoptada.
- Conocer las ventajas e inconvenientes de los distintos medios físicos.
- Discernir las distintas tecnologías existentes eligiendo la más adecuada.

2.1. Arquitectura de una instalación automatizada

En general, un sistema de automatización puede clasificarse atendiendo a varios criterios. La importancia de conocer las posibles taxonomías de las instalaciones de automatización resulta fundamental para poder conocer y comprender sus prestaciones, ventajas y limitaciones. En este sentido, resulta frecuente encontrar los sistemas de automatización agrupados atendiendo a su topología, su tipología o el medio o medios de transmisión implicados en el proceso de comunicación, aspectos que serán tratados a lo largo del presente capítulo.

Con independencia de la topología, la tipología o los medios empleados, en una primera aproximación podríamos establecer una serie de dispositivos o elementos que encontramos con frecuencia en todas las soluciones de automatización doméstica, de edificios e incluso, en la industria. La Figura 2.1 esquematiza de forma muy simplificada la arquitectura a nivel de bloques de un sistema de automatización. Los distintos elementos presentes en dicho esquema se repetirán a lo largo de las diferentes tecnologías que serán tratadas a lo largo del presente libro, como veremos.

2.1.1. Elementos que constituyen un sistema de automatización

Bajo la denominación de automatización, como hemos visto en el capítulo anterior, podemos englobar multitud de términos, tecnologías y aplicaciones. Un sistema domótico, una solución inmótica o una instalación industrial pueden incorporar soluciones de automatización que emplean desde un sencillo elemento, como un sensor de presencia que acciona un punto de luz, hasta complejas infraestructuras de sistemas de automatización con varias tecnologías interconectadas e inteligencia distribuida y que controlan todos los procesos, como podría ser una solución de control de un hotel con tecnología KNX, por ejemplo.

SABÍAS QUE...

La tecnología KNX es un sistema donde los elementos se conectan por un único cable, conocido como **bus** y disponen de inteligencia propia, interactuando entre ellos sin intervención de ningún elemento central necesariamente.

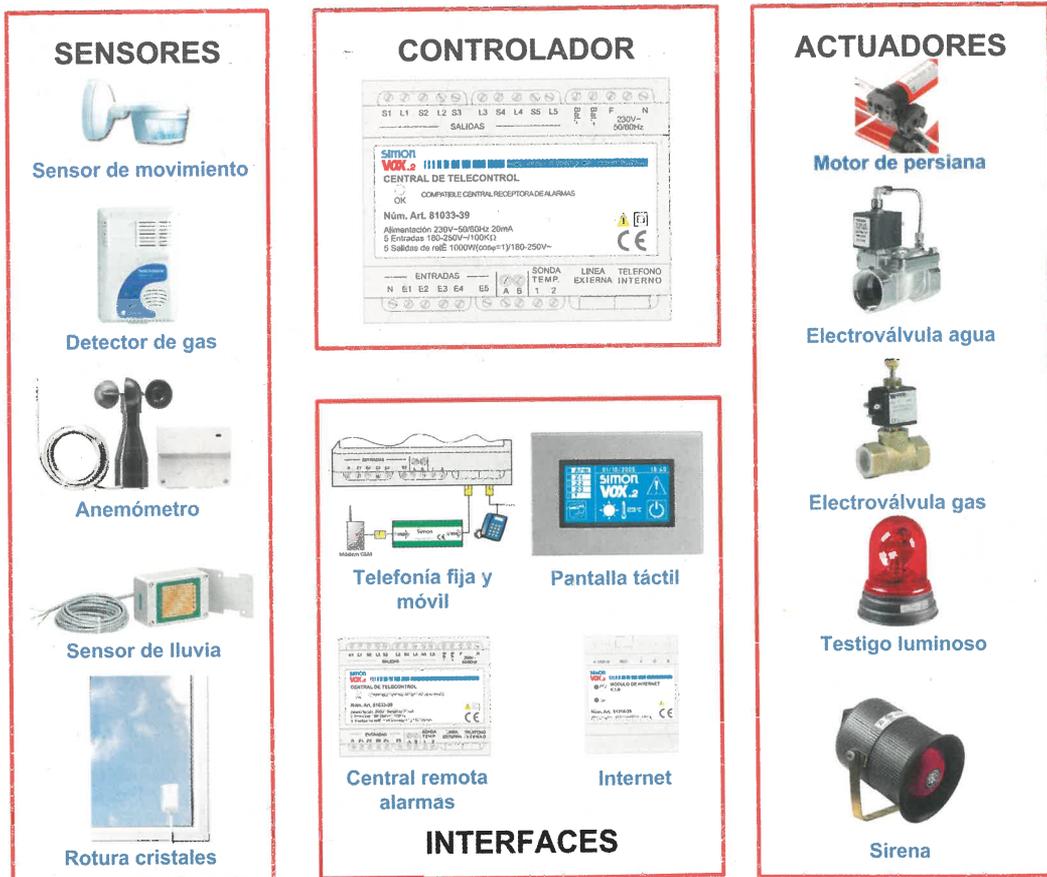


Figura 2.1. Diagrama de bloques de ejemplo de elementos que pueden constituir un sistema de automatización.

Los dispositivos que intervienen en estas soluciones pueden clasificarse atendiendo a los siguientes tipos:

- **Controladores.** Son los dispositivos encargados del control del sistema de automatización propiamente. Estos, en función de una determinada programación o configuración, gestionan la información que reciben en sus entradas (procedentes de sensores, pulsadores, etc.) y generan las acciones pertinentes sobre el sistema por medio de actuadores (regulación de iluminación, apertura de toldos, etc.). Pueden ser controladores centralizados, siendo normalmente únicos en la instalación, o distribuidos, cada uno de los cuales interacciona con un número determinado de elementos del sistema, en función de sus características. Entre las tecnologías basadas en controladores centralizados podemos mencionar las centrales preprogramadas o los sistemas basados en relés programables. Algunas de las tecnologías distribuidas más conocidas son los sistemas basados en bus KNX y Lon-Works, por ejemplo.



Figura 2.2. Izquierda: central preprogramada Simon VOX.2. (Cortesía de SIMON). Derecha: dispositivo KNX (Cortesía de WEINZIERL).

- **Actuadores.** Son los encargados de convertir las órdenes procedentes del controlador o controladores en acciones sobre el sistema: encendido/apagado de luces, apertura/cierre de persianas, activación/desactivación de electroválvulas, etc.

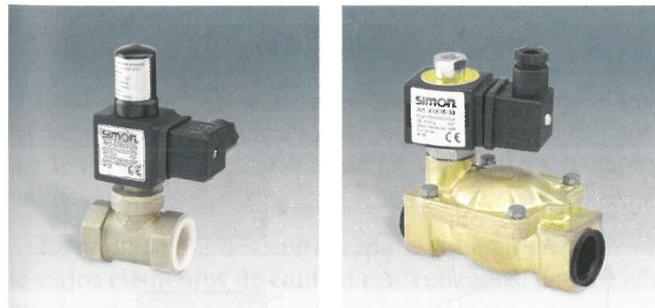


Figura 2.3. Varios elementos actuadores: electroválvulas (Cortesía de SIMON).

- **Sensores y detectores.** Los sensores son los encargados de captar la información del entorno a automatizar. Dicha información es tomada por la unidad de

control o controladores para actuar sobre el sistema. Existen multitud de tipos de sensores y de detectores en función de la magnitud que miden, de la interfaz física, del tipo de señal, etc.

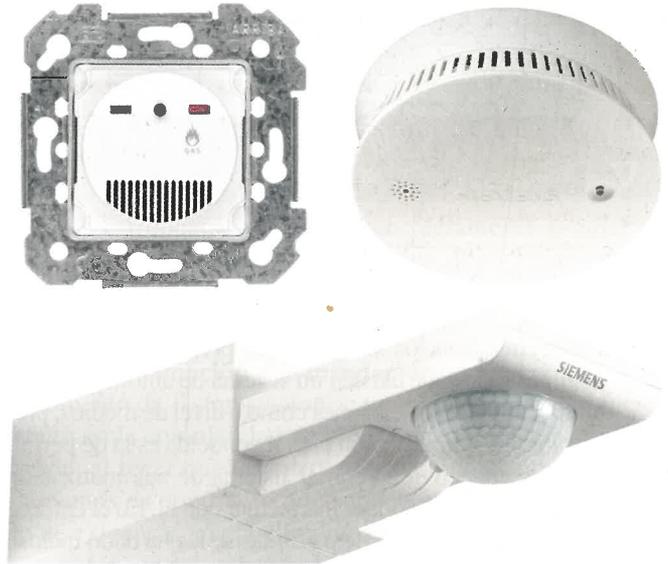


Figura 2.4. Detector de fuga de gas (arriba izquierda), de humos (arriba derecha) y de movimiento (abajo). (Cortesía de SIEMENS AG).

- **Medio de transmisión.** Es el canal por el que transcurre la comunicación entre los distintos dispositivos. Podemos utilizar muchos medios de comunicación posibles, siendo los más utilizados los basados en cableado (especialmente el conocido par trenzado) y en los últimos tiempos, las tecnologías inalámbricas. No obstante, cada vez es más frecuente encontrar instalaciones que incorporan varios medios de transmisión.

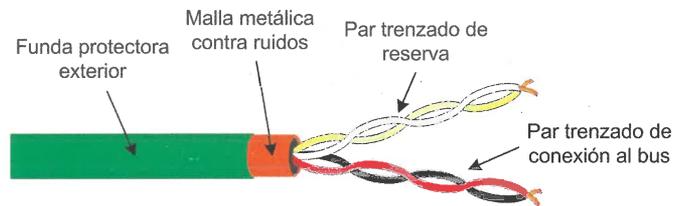


Figura 2.5. Detalle de cable de par trenzado utilizado en el sistema distribuido KNX.

- **Interfaces.** Son todos aquellos elementos que muestran al usuario información sobre el estado del sistema y donde estos pueden interactuar con el mismo configurando, consultando, activando o accionando distintos elementos del sistema. Pueden ser desde sencillas botoneras con LED, que se iluminan según el estado de determinados automatismos, pasando por interfaces con pantallas y botoneras o táctiles, e incluso, interfaces web o a través del propio teléfono.



Figura 2.6. Ejemplo de interfaz con pantalla táctil del sistema TYDOM 4000. (Cortesía de DELTA DORE).

- **Pasarelas.** Son los sistemas que permiten integrar las distintas redes que existen un sistema de automatización, tanto a nivel de aplicaciones como a nivel de medios, protocolos, etc. Otra función bien reconocida es la de permitir tener conectividad con el sistema de automatización de forma remota y poder interactuar con él. En el entorno doméstico, a este tipo de pasarelas se les ha dado incluso una denominación propia: **pasarelas residenciales**.

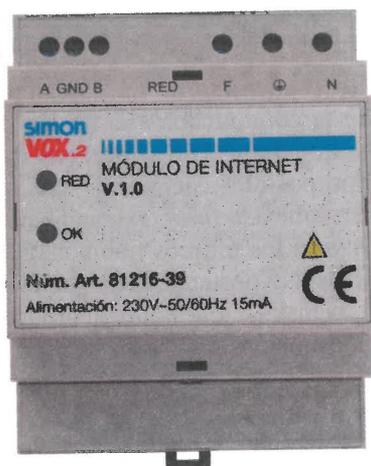


Figura 2.7. Pasarela IP de Simon VOX2.

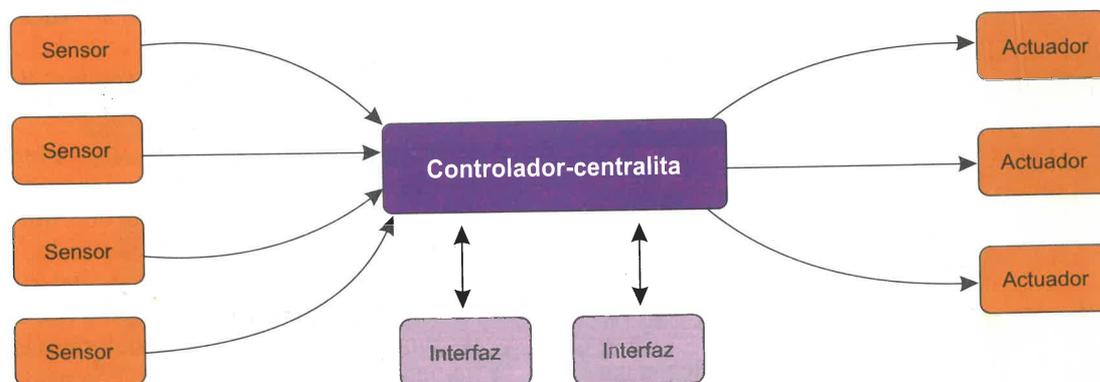


Figura 2.8. Esquema de un sistema con arquitectura (tipología) centralizada.

2.2. Tipologías de comunicación

Cuando nos referimos a la **tipología** o **arquitectura** de una red estamos haciendo mención a cómo está estructurada esta. En un sistema de automatización podemos encontrar varias arquitecturas o tipologías de afectan directamente al funcionamiento de la instalación, especialmente cuando nos referimos al comportamiento frente a fallos de los elementos de la misma. Una de las medidas de calidad de un sistema de automatización puede ser la capacidad de seguir funcionando cuando uno de sus elementos falla o es eliminado. Suelen distinguirse cuatro tipos de tipologías principalmente: centralizada, descentralizada, distribuida y mixta o híbrida.

2.2.1. Centralizada

Una **arquitectura centralizada** se caracteriza porque el elemento que controla el sistema es único. Este elemento de control es el responsable último de la gestión del sistema de automatización. Se encarga de detectar y de procesar todos los eventos procedentes de los sensores y pulsadores que se integran en nuestro sistema y de la activación de los actuadores, así como de la interacción con el usuario (local o remotamente) que podrá monitorizar, controlar o reprogramar el sistema.

Este tipo de arquitecturas tienen como ventajas que los sensores y actuadores no requieren de ninguna inteligencia y que únicamente deben ser compatibles con las interfaces de conexión del sistema de control. Además, el montaje e instalación es sencillo y su uso y aprendizaje a nivel de usuario es fácil e intuitivo. El coste también es, *a priori*, reducido, pero esto se debe a las limitaciones que esta tipología nos impone; el sistema de automatización depende totalmente del control central para su correcto funcionamiento. La ampliación de este tipo de sistemas está limitada a las capacidades de entrada/salida y al procesamiento del controlador central, etc.

Las soluciones comerciales que implementan este tipo de tipologías centralizadas pueden ser muy variadas. Las más

conocidas son aquellas cuyo elemento de control central es el llamado **autómata** o **relé programado** (o también **PLC**, de su acrónimo en inglés *Programmable Logic Controller*) y las basadas en centrales preprogramadas. Algunos ejemplos de las soluciones comerciales basadas en relés son el LOGO! de Siemens, el Zelio Logic de Schneider Electric o el Zen de Omron, entre otros. En cuanto a las centrales preprogramadas, contamos con modelos comerciales como VOX.2 de Simon, Zelio Hogar de Schneider Electric, Planner de Nissen-ABB o TYDOM4000 de Delta Dore, por ejemplo.



Figura 2.9. Detalle de central preprogramada PLANNER en hogar. (Cortesía de NIESSEN-ABB).

El ámbito de aplicación de los sistemas centralizados, dadas las limitaciones anteriormente mencionadas, suele estar acotado al sector doméstico principalmente, aunque aún pueden encontrarse vestigios o islas de automatización en inmuebles o la industria de sistemas antiguos (y no tan antiguos) que implementaban esta tipología.

Con objeto de responder a las limitaciones de capacidad y la fuerte dependencia respecto al elemento de control central, haciéndola muy vulnerable a fallos, aparecen nuevas tipologías de automatización que persiguen mejorar los aspectos anteriormente mencionados.

2.2.2. Descentralizada

Los **sistemas descentralizados** pueden considerarse una evolución de la centralización de procesos. Es una respuesta a la necesidad de aumento de prestaciones de los sistemas de automatización.

La arquitectura descentralizada se basa en la aparición de varios **elementos de control centralizados**, donde cada uno de ellos tiene conectado físicamente un conjunto de sensores/actuadores y dispone de autonomía de funcionamiento sobre estos. A su vez, los elementos de control se interconectan entre sí, pudiendo establecerse una comunicación entre ellos. En función de la programación del sistema y de las capacidades de comunicación entre los distintos

controladores, la activación de un sensor asociado a un elemento de control podría accionar un actuador conectado a un elemento de control distinto, si así lo quisiéramos.

Como principal ventaja de los sistemas descentralizados podemos mencionar que la **interconexión** de elementos de control (o inteligentes) nos permite aumentar el área física de actuación y sus capacidades, pudiendo aumentar el número de elementos sensores y actuadores y las prestaciones de procesamiento de la información. A su vez, una programación eficiente del sistema permitiría disminuir el impacto frente a fallos de alguno de los elementos de control, caso de estropearse y operar incorrectamente o dejar de funcionar. En contraposición, este tipo de sistemas implica la utilización de numerosos elementos de control cuyo coste eleva el presupuesto de la instalación.

La **programación** y la **instalación**, si bien contribuyen al aumento de las prestaciones, también suponen un incremento en la complejidad de programación y de la configuración, al tener que establecer una comunicación entre los elementos de control, lo que supone, por tanto, mayor grado de exigencia y conocimientos al instalador.

A nivel comercial es frecuente encontrar esta clase de tipología como solución de compromiso para soslayar los inconvenientes y limitaciones de las soluciones centralizadas. En entornos basados en relés o en autómatas programables, algunos modelos disponen de módulos adicionales que podemos añadir al controlador para formar una red de autómatas (o relés programables), donde cada uno gobierna sus propias entradas y salidas y puede intercambiar información con otros elementos. Por ejemplo, si disponemos de varios autómatas S7-300 de Siemens, podemos conectarlos entre sí mediante un bus PROFIBUS, por ejemplo, y estos, a su vez, estar conectados a cada sensor/actuador mediante sus interfaces correspondientes.

Por otra parte, es frecuente encontrar en las centrales preprogramadas ampliaciones a través de una línea bus. Un ejemplo lo encontramos en la central preprogramada Simon VOX.2, que dispone de un bus al que podemos conectar, entre otros dispositivos, una pantalla que comparte funcionalidades con la central preprogramada propiamente.

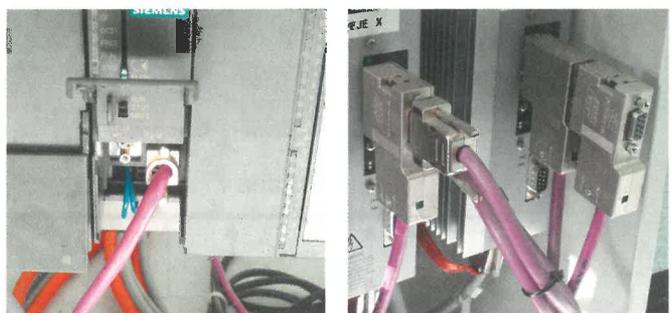


Figura 2.10. Izquierda: detalle de conexión de autómata S7-300 de Siemens a red PROFIBUS (cable morado). Derecha: conexión a la red PROFIBUS de controladores de un brazo robot.

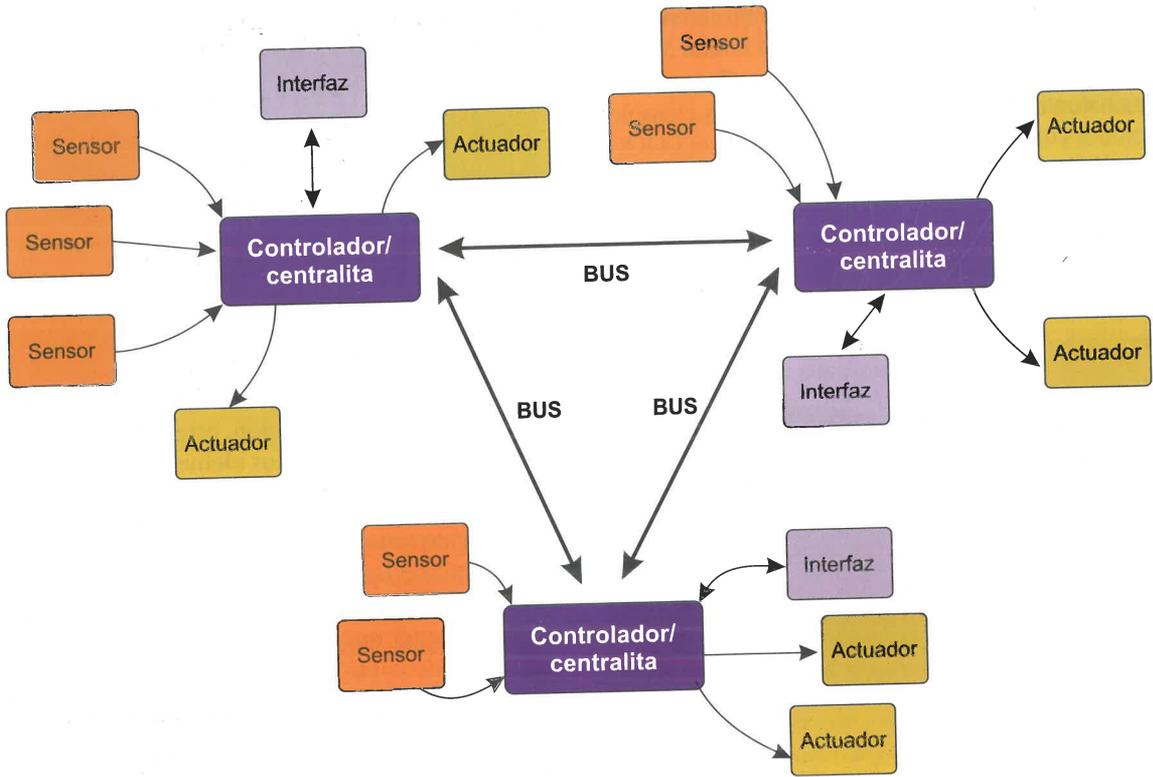


Figura 2.11. Esquema de un sistema con tipología descentralizada.

2.2.3. Distribuida o híbrida

Los sistemas descentralizados prestan solución a la necesidad de aumentar el alcance en el área y la distancia de un sistema de automatización mediante la interconexión de varios sistemas de control centralizados. En cada zona el elemento de control dispone un conjunto limitado de sensores/actuadores sobre los que actúa y este, a su vez, dispone de capacidades de comunicación con los otros elementos de control, estableciéndose la conexión lógica de todos los elementos. No obstante, si un elemento controlador falla o deja de funcionar correctamente, todos sus sensores/actuadores asociados se pierden en el sistema de automatización, al depender totalmente de este. En el caso de las arquitecturas

distribuidas, la inteligencia de gestión del elemento de control se desplaza a los sensores y actuadores, apareciendo los llamados **sensores y actuadores inteligentes**, que son aquellos que, además de su función como sensor/actuador, tienen capacidades de comunicación con otros elementos según un protocolo común.

En una tipología distribuida todos los elementos sensores y actuadores disponen de inteligencia propia y disponen de la posibilidad de comunicarse todos con todos. En caso de fallo o mala operación de alguno de estos, la comunicación y, por tanto, el sistema de automatización, no se ve afectado y el resto de elementos puede seguir funcionando con normalidad.

La principal ventaja de una arquitectura distribuida radica en su mayor tolerancia a fallos: cada elemento es independiente

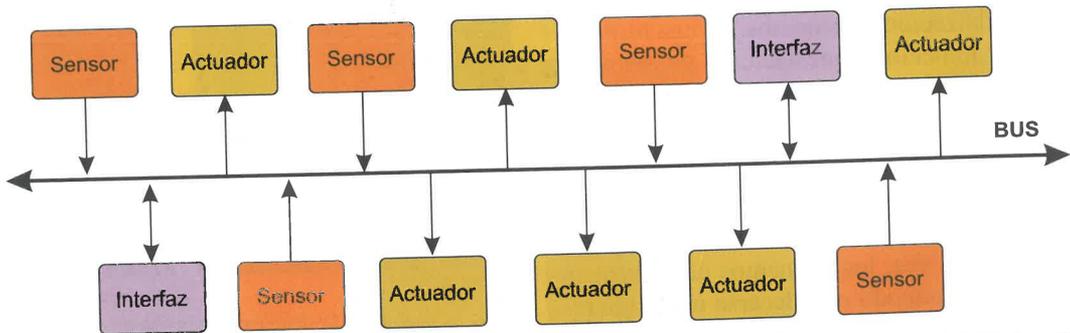


Figura 2.12. Esquema de un sistema con tipología distribuida.

2.2.4. Mixta o híbrida

Si bien es cierto que las aplicaciones de carácter distribuido son cada vez más habituales en los sistemas de automatización, también podemos afirmar que en la actualidad todavía perviven muchas instalaciones con arquitecturas centralizadas o descentralizadas. En estos hogares, edificios e industrias donde el sistema de automatización está instalado, resulta muchas veces trágico un cambio total de la instalación, pues supone muchos problemas añadidos: un coste económico elevado o no asequible, una obra civil o la reestructuración de elementos constructivos, una inversión de tiempo extensa, etc. Muchas veces, es imposible asumir este tipo de costes; tal es el caso de un banco, por ejemplo, al que no podemos dejar sin sistema de seguridad, o un centro comercial, donde los ascensores deben funcionar, o

autónomo. Además, son sistemas fácilmente reescalables, pues la adición de un nuevo elemento no está supeditada a ningún controlador. No obstante, el coste de este tipo de arquitecturas es mayor que en los casos anteriores debido a que todos los elementos requieren de capacidad de procesamiento, si bien es cierto que los constantes avances tecnológicos y a evolución de la microelectrónica están minimizando esta diferencia de costes progresivamente.

En la actualidad podemos encontrar varias soluciones comerciales que utilizan esta arquitectura. La tecnología de corrientes portadoras X-10, los sistemas basados en bus KNX y LonWorks y muchas soluciones inalámbricas de automatización, como la tecnología X3D de Delta Dore o las soluciones Z-Wave de Schneider Electric, son algunos ejemplos de sistemas de automatización que utilizan esta tecnología (véase Figura 2.13).

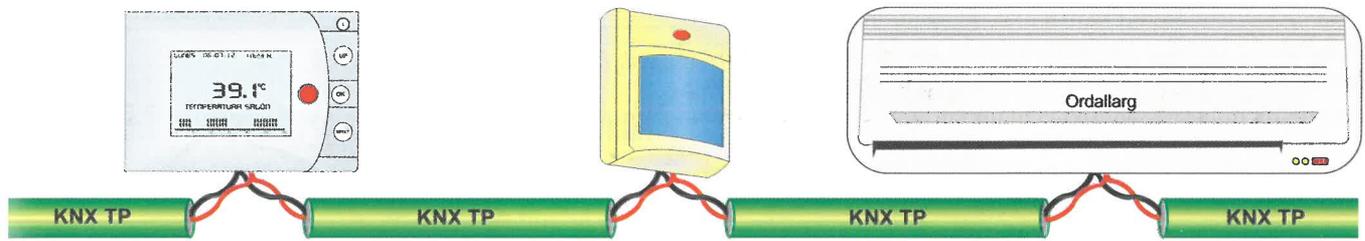


Figura 2.13. Ejemplo de arquitectura distribuida empleando tecnología KNX-TP (bus KNX con medio físico par trenzado).

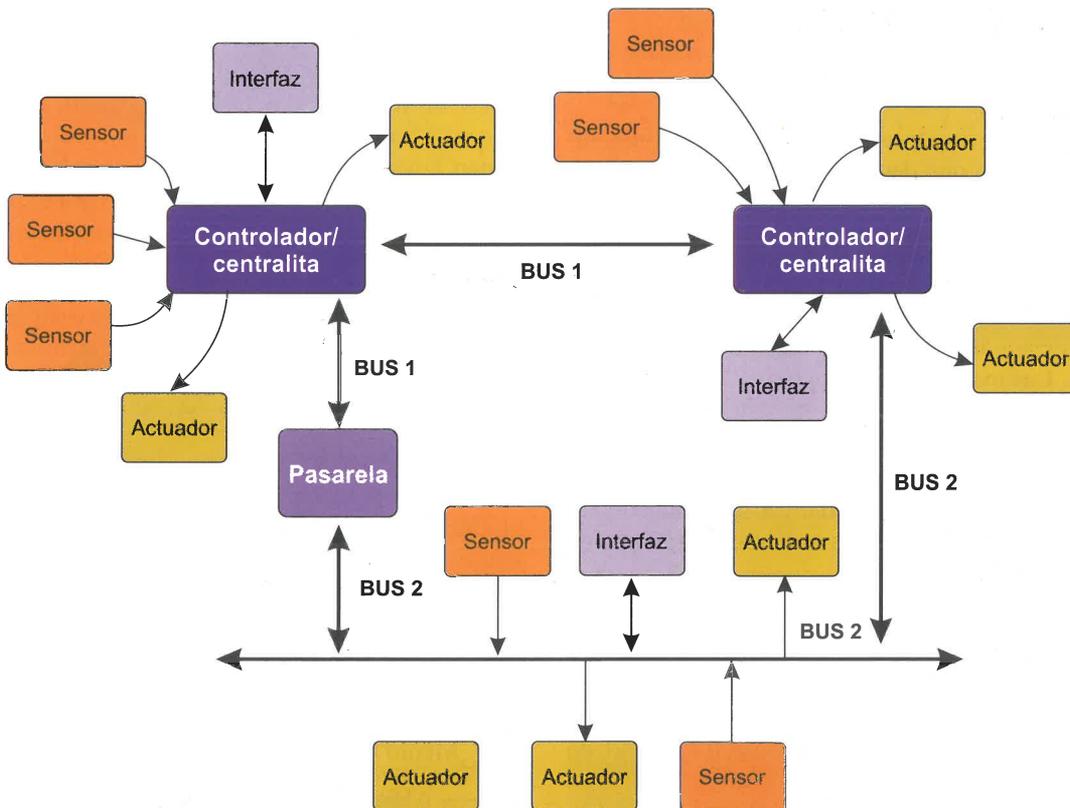


Figura 2.14. Esquema de un sistema con tipología híbrida.

un edificio de oficinas, donde los empleados tienen que seguir trabajando o una industria, donde parar la cadena de producción de fabricación de vehículos conllevaría en unas pérdidas catastróficas. Por ello, lo más habitual es que a las arquitecturas existentes se unan nuevos sistemas con arquitecturas más potentes, conviviendo tipologías centralizadas, descentralizadas y distribuidas. Llegados a este punto, a este tipo de **arquitecturas** se las llama **mixtas** o **híbridas**.

En una arquitectura híbrida encontraremos las tres tipologías clásicas (centralizada, descentralizada o híbrida) o una combinación de ellas. Para comunicar las distintas tipologías frecuentemente encontramos pasarelas o *gateways* que actúan como intérpretes entre unos sistemas y otros, interconectándolos entre sí. En otras ocasiones, se dota a un elemento de control o un dispositivo inteligente de un módulo intérprete y recae sobre este la función de intercomunicación. En cualquier caso, la tendencia actual se orienta a poder reutilizar aquellos sistemas que cumplan nuestras necesidades e instalar las innovaciones pertinentes, sin afectar drásticamente a nuestra actividad, en lo que contribuyen enormemente las tecnologías inalámbricas, como veremos.

UN POCO DE INGLÉS...

- Pasarela: *gateway*.

2.3. Sensores y detectores

Los **sensores** son los responsables de proporcionarnos información del entorno que deseamos automatizar. En función de dicha información y de las acciones predefinidas en los nodos, que actúan como elementos de control (un controlador, varios o la inteligencia insertada en el propio sensor), el sistema accionará los diferentes actuadores.

Los sensores pueden clasificarse atendiendo a diversas características. Las más importantes son:

- Tipo de salida:
 - **Analógicos.** La salida es una magnitud proporcional a la magnitud medida. La salida puede ser resistiva, en intensidad, en tensión, pulsante o en frecuencia, etc.
 - **Binarios.** La salida tiene únicamente dos estados posibles: detección de la magnitud medida o no detección. Tenemos, a su vez, varios tipos en función de las características eléctricas de la señal: contacto abierto/cerrado, en tensión, a colector abierto, en intensidad, etc.
 - **Digitales.** Son sensores cuya salida suele estar asociada a algún protocolo de comunicación, por lo

que disponen de cierta inteligencia y una interfaz definida. Algunas interfaces muy conocidas son I2C, IIS o SPI, por ejemplo.



Figura 2.15. Ejemplo de sensor con salida analógica: anemómetro. (Cortesía de SIEMENS AG).

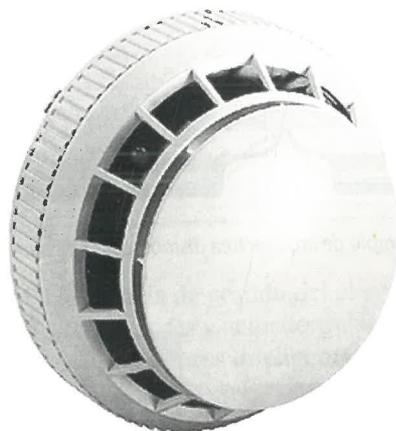


Figura 2.16. Ejemplo de detector con salida binaria: detector de incendios (Cortesía de SIEMENS AG).



Figura 2.17. Ejemplo de detector con salida digital (bus KNX): detector de presencia (Cortesía de SIEMENS AG).

- Medio físico utilizado:
 - **Alámbricos.** Son conectados vía cable (eléctrico u óptico, es decir, por medio de fibra óptica) al elemento de control.

– **Inalámbricos.** Utilizan tecnologías de radiofrecuencia, infrarrojos u otras similares para la conexión con el nodo de control.

- **Magnitud física que miden.** Se dispone de un amplísimo rango de sensores y detectores capaces de medir magnitudes mecánicas, eléctricas, magnéticas, térmicas, acústicas, etc., dando lugar a una amplia variedad de dispositivos en función del campo de aplicación.

SABÍAS QUE...

Aunque el término **sensor** está asociado a aquellos elementos que tienen por salida una señal proporcional a la magnitud medida (analógicos o digitales); y los detectores son aquellos que proporcionan dos niveles únicamente (por lo que suelen ser binarios), en la práctica común se utilizan ambos términos indistintamente.

2.3.1. Detectores de accionamiento manual

Los **detectores de accionamiento manual** son aquellos mecanismos que frecuentemente nos encontramos en nuestro edificio o en nuestro hogar y que utilizamos para encender la luz del portal, llamar al timbre de una casa, etc. Podemos distinguir cuatro tipos principalmente: interruptores, pulsadores y conmutadores y reguladores.

- **Interruptores.** Son aquellos que utilizamos para encender una luz en una habitación o activar un ventilador situado en el techo de la misma, por ejemplo. Dispone de dos posiciones, abierto y cerrado. Cuando cerramos el interruptor, este conecta el circuito y activa el mecanismo.
- **Pulsadores.** Los pulsadores son idénticos a los interruptores, pero mecánica (o electrónicamente) vuelven a su posición de reposo (normalmente abierto) una vez dejan de ser accionados. El ejemplo más conocido es el pulsador del timbre de entrada a nuestro hogar.
- **Conmutadores y llaves de cruce.** Los conmutadores y llaves de cruce son utilizados cuando queremos encender o apagar una luz u otro elemento mediante la utilización de más de un interruptor. Cuando en una habitación disponemos de un interruptor en la entrada para encender la luz, pero también tenemos uno en cada lado de la cama; dos de ellos son realmente conmutadores y el otro es siempre una llave de cruce.
- **Reguladores.** Son mecanismos que, como su propio nombre indica, nos permiten regular la acción sobre la que actúan. Si se trata de luz, estos nos permitirían regular la intensidad de luz deseada; en caso de un ventilador, regularían la velocidad de giro del mismo.

En los sistemas de automatización, el accionamiento manual más utilizado es el **pulsador** ya que, al conectarse a un nodo de control, este permite simular el funcionamiento del resto de accionamientos mediante la debida programación del software de control. Así, por ejemplo, podríamos establecer que si una luz está apagada, al pulsar esta se encienda y, al volver a pulsar, se apague nuevamente. También podríamos fijar que, al dejar presionado el pulsador durante unos segundos, este vaya regulando la intensidad de la luz hasta que se deje de presionar, por ejemplo. Todo gracias a la programación.

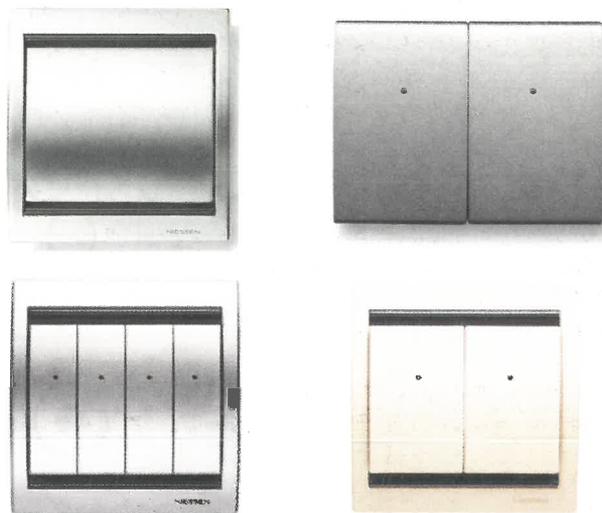


Figura 2.18. Detalle de algunos pulsadores, interruptores, conmutadores y llaves de cruce (Cortesía de NIESEN-ABB).

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Simbología de los principales accionamientos manuales.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Interruptor		
Interruptor bipolar		
Interruptor de tirador		

(Continúa)

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Interruptor doble		
Conmutador		
Conmutador o llave de cruce		
Pulsador		
Regulador		
Interruptor de persianas		

2.3.2. Detectores magnéticos

Son utilizados para detectar la apertura o cierre de ventanas y puertas en un inmueble. Normalmente constan de dos piezas: una es un simple imán, y la otra dispone en su interior de dos láminas de metal separadas que, al aproximar el imán, son atraídas produciendo contacto eléctrico. Normalmente se colocan ambas piezas una junto a la otra, el imán en la parte móvil de la ventana o puerta y la otra pieza en el marco, a una distancia de separación dada según las características del fabricante. Cuando están juntas, el contacto eléctrico está cerrado y, al abrir la hoja de la ventana o puerta, el imán se separa y el contacto de las láminas se abre.

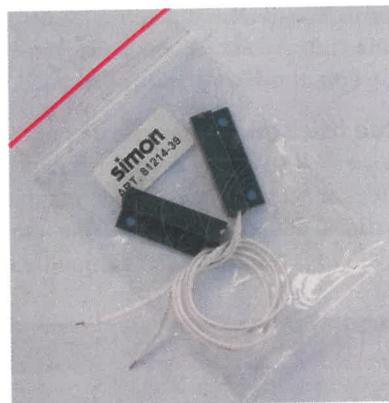


Figura 2.19. Fotografía de un detector magnético de la firma Simon (Cortesía de SIMON).

En un sistema de automatización podemos conectar de diferentes maneras este tipo de sensores. Algunas de las más comunes son:

- **En serie.** En reposo, se detectaría un contacto cerrado. Al abrir puertas o ventanas se detecta el contacto abierto. Un ejemplo de aplicación sería como sistema de seguridad para detectar la apertura de cualquier puerta o ventana.

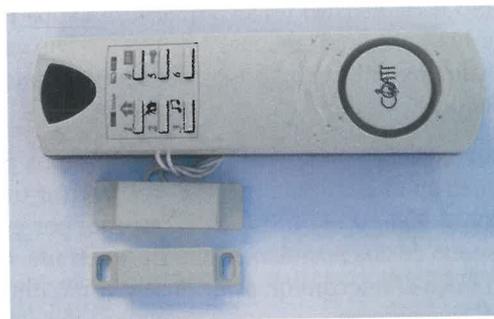


Figura 2.20. Detector magnético en alarma de hogar.

- **En paralelo.** En este caso, el nodo de control detectaría únicamente cuando se produjera la apertura de todas las ventanas y puertas.
- **Híbrido.** Mezclaría ambas configuraciones, según convenga.

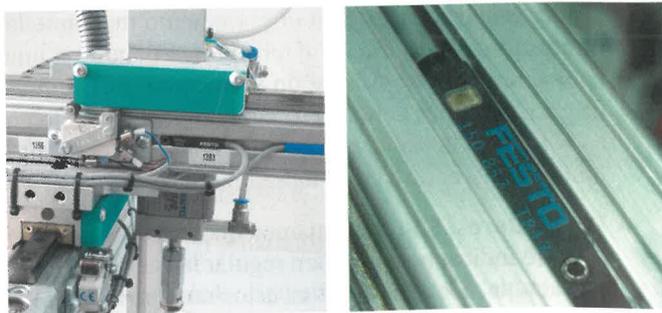


Figura 2.21. Detector magnético de la firma FESTO en aplicación industrial.

SABÍAS QUE...

Muchos detectores magnéticos basan su principio de funcionamiento en las **cápsulas Reed**, que consisten en dos láminas de metal separadas una pequeña distancia que, en presencia de un campo magnético, se produce un plegamiento de una de las láminas, haciendo contacto con la otra y cerrando el contacto, es decir, es un interruptor accionado por un imán o campo magnético. Los detectores magnéticos constan de dos piezas: una dispone en su interior de un imán, la otra incorpora una cápsula Reed.



Figura 2.22. Cápsula Reed.

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Simbología del detector magnético.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Interruptor de proximidad magnético		

2.3.3. Detectores de humo y/o fuego

Uno de los elementos de seguridad que más frecuentemente nos encontraremos en edificios, centros comerciales, etc., son los **detectores de humo o fuego**. Estos detectores tienen como misión avisarnos, bien mediante una señal sonora y/u óptica o mediante una señal que le llegue al nodo de control, y la detección de partículas, visibles o no, procedentes de una combustión, es decir, de un posible incendio. Existen varios tipos. Entre los más conocidos podemos destacar los siguientes:

- **Detector por efecto óptico.** Disponen de un emisor y un receptor óptico. En algunos dispositivos, conocidos como **de haz proyectados**, el emisor y receptor están enfrentados, de manera que el receptor recibe luz hasta que, cuando se produce el incendio, el humo interrumpe el haz de luz y el receptor lo detecta, generándose la alarma. Otros funcionan al contrario. Emisor y receptor están situados en la misma parte o a 90 grados uno del otro. Cuando llega humo éste produce parte del reflejo del haz llegando al receptor, que es cuando se genera la señal de alarma.

- **Detector por temperatura.** En este caso, un cambio de temperatura es la responsable de avisar frente a un posible incendio. Se pueden basar en dispositivos termistores, que a partir de una temperatura máxima abren o cierran un contacto, o detectores **termovelocímetros**.
- **Detector iónico.** Se basan en la reducción que sufre el flujo de corriente eléctrica constituida por moléculas de O_2 y N_2 ionizadas por una fuente radioactiva entre dos electrodos al penetrar el humo de un incendio.

SABÍAS QUE...

El INHST (Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo) publica la norma técnica de prevención «NTP-215: Detectores de Humos», donde se describen los distintos tipos de dispositivos, su funcionamiento, aplicaciones, ventajas e inconvenientes, normativa sobre su correcta localización y ubicación, así como la distancia entre ellos, pruebas funcionales y procesos de limpieza y mantenimiento.



Figura 2.23. Detector de humo y fuego. (Cortesía de GIRA).

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Simbología del detector de humos y/o fuego.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Detector de humos o fuego		

2.3.4. Detectores de gas

Estos dispositivos se emplean para detectar una posible fuga de gas. Se distinguen dos tipos principalmente, según la naturaleza del gas a detectar: gases ligeros o gases pesados. Su colocación respecto de la posible fuente de fugas es también distinta, en función del tipo de fuga de gas que se desea controlar.

Los detectores de gases ligeros, como son el gas natural o el metano, deben colocarse en la parte superior de la estancia, próximos a la posible fuente de fugas. Por otra parte, los detectores de gases pesados, tales como el propano o el butano, se colocan cercanos al suelo y próximos a la potencial fuente de fugas.



Figura 2.24. Detector de fuga de gas metano y ciudad (CH₄). (Cortesía de NIESSEN-ABB).

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Simbología del detector de gas.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Detector de gas		

2.3.5. Detectores de monóxido de carbono

Otro dispositivo muy similar a los detectores de gas es aquel que se utiliza para **detectar monóxido de carbono**. Las fugas de monóxido de carbono se producen frecuentemente en hogares donde existen calefactores de gas, estufas de carbón, braseros, etc. y se produce una combustión

incompleta, es decir, una combustión en presencia de poco oxígeno. El CO, es un gas altísimamente peligroso, al no ser percibido ni por su olor o sabor, ni ser irritante, por lo que podemos estar expuestos a él sin percibirlo. Además, uno de sus primeros efectos es la somnolencia, al reducirse la capacidad de oxígeno en sangre por intoxicación, lo que puede dar lugar a la muerte.

Al ser menos pesado que el aire, este tiende a acumularse en las zonas altas, por lo que su colocación debe hacerse a una distancia mínima de 1,5 metros de altura, aproximadamente.

2.3.6. Detectores de inundación

Son utilizados para la **detección** de posibles **fugas de agua**. Constan normalmente de dos partes. Uná sonda, que es la que propiamente detecta la posible fuga, y que hay que colocar lo más próxima posible al suelo, y el circuito de actuación, que es el responsable de actuar, vía alarma sonora y/o luminosa o mediante el envío de dicho suceso al elemento o elementos de control del sistema de automatización.

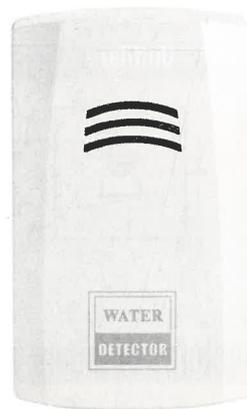


Figura 2.25. Detector de inundación. (Cortesía de NIESSEN-ABB).

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Simbología del detector y sonda de inundación.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Detector de inundación		
Sonda de inundación		

2.3.7. Detectores de presencia o movimiento (volumétricos): (PIR)

son detectores que se emplean en dos aplicaciones, principalmente: el sector de la seguridad, para la detección de posibles intrusos; y el sector de la automatización de la iluminación, para activar o desactivar la iluminación al detectar nuestra presencia. Su funcionamiento se basa en la detección de variaciones en los niveles de radiación infrarroja dentro de un campo de acción. Todos los cuerpos emiten radiación infrarroja, siendo esta mayor con la temperatura de los mismos, por lo que al entrar una persona en una habitación se produce una variación de la cantidad de radiación infrarroja que activa el detector. Esto supone que dichos sensores sean susceptibles a falsas alarmas, ya que el paso de un animal, un gato, por ejemplo, pueden activar una falsa detección de presencia humana del detector. Por ello, su sensibilidad y rango de acción es configurable en algunos dispositivos. Sumado a lo anterior, algunos dispositivos de la gama de iluminación disponen adicionalmente de un sensor de luz que deshabilita la activación del detector durante las horas con luz solar.



Figura 2.26. Sensores de movimiento. (Cortesía de NIESEN-ABB).

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6. Simbología del detector de presencia PIR.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Detector de presencia PIR		

2.3.8. Detectores de luminosidad (crepusculares)

Los sistemas de control de la intensidad luminosa son ampliamente utilizados en numerosas aplicaciones: sistemas de seguridad, automatizando la apertura o de cierre de persianas según la intensidad de luz exterior; sistemas de eficiencia energética, proporcionando mayor o menor intensidad luminosa en función de la luz exterior, etc.

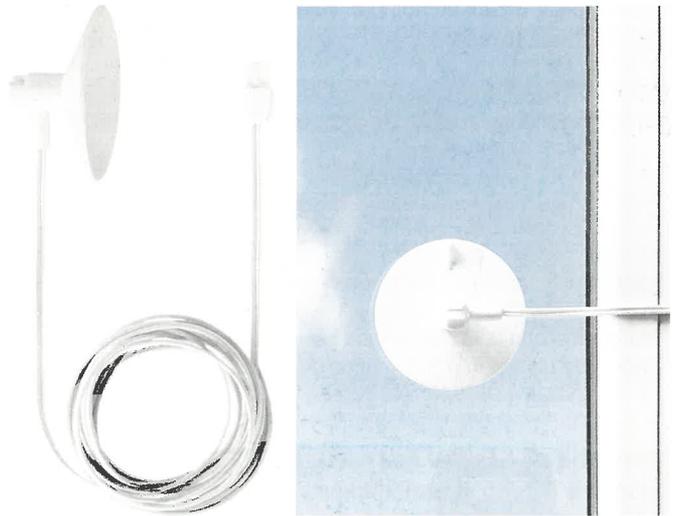


Figura 2.27. Sensor solar colocado en ventana para una gestión eficiente de la luz y energía luminosa. (Cortesía de GIRA).

Podemos distinguir entre los sistemas que proporcionan una información proporcional a la intensidad de luz medida, llamados sensores de luminosidad, y los que activan o desactivan su salida según el nivel previamente configurado en su ajuste de sensibilidad. A menudo, este tipo de detectores de luminosidad disponen internamente de un mecanismo que evita la activación/desactivación de estos frente a destellos de luz puntuales, ya que podrían estar activándose y desactivándose continuamente.

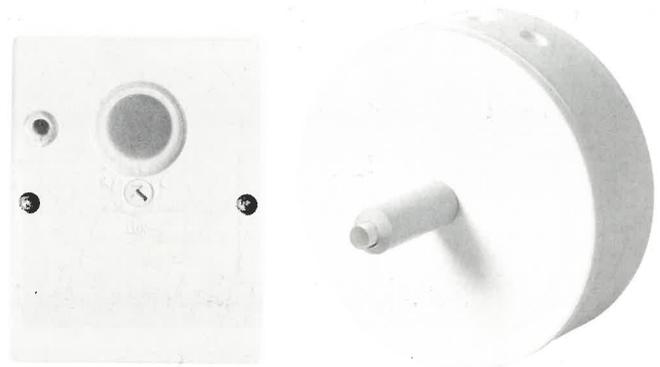


Figura 2.28. Izquierda: detector de iluminación con sensibilidad ajustable (Cortesía de NIESEN-ABB). Derecha: detector de iluminación (Cortesía de SIEMENS AG).

■ CONCEPTOS CLAVE

- **Interruptores crepusculares:** llamados así en argot técnico, son unos detectores de luminosidad empleados, principalmente, en aplicaciones de gestión de la eficiencia energética; por ello los encontramos frecuentemente en edificios inteligentes y en los sistemas de alumbrado de algunas vías públicas. Están diseñados con un grado de protección elevado para poder trabajar al aire libre, en condiciones muy adversas, y son diseñados con objeto de optimizar la detección del amanecer o atardecer, actuando sobre la luminaria que controlan, de ahí su nombre: «crepusculares».

■ SABÍAS QUE...

Muchos de estos sensores, al estar enfocados a sistemas de eficiencia energética, incorporan la capacidad de comunicarse con sistemas de automatización distribuidos. Son sensores inteligentes (incorporan un pequeño procesador y una interfaz de comunicación), que se comunican con los actuadores (por ejemplo, reguladores de luz) informando del nivel de luz deseada acorde con la luz detectada por el mismo, con la implementación de un sistema automático de regulación de luminarias.

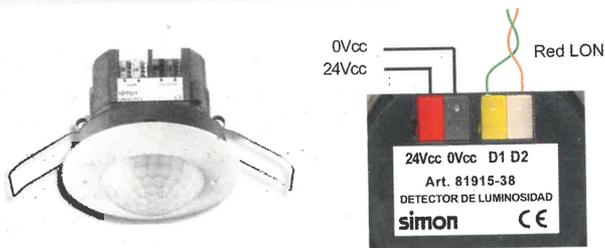


Figura 2.29. Sensor de luminosidad con detalle de interfaz de salida tipo LonWorks. (Cortesía de SIMON).

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7. Simbología del detector de luminosidad.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Detector de luminosidad		

■ ■ 2.3.9. Sensores de viento (anemómetros)

El viento es, en muchas ocasiones, otro de los elementos tenidos en cuenta en los sistemas automatización. En

domótica e inmótica se utiliza para gestionar el cierre o apertura de puertas, toldos y persianas, entre otros. En el sector industrial, también encontramos anemómetros en diversas aplicaciones, como son los aerogeneradores, por ejemplo, que los utilizan para gestionar su orientación y velocidad de giro. Para ello, se emplea un sensor de viento que se conoce como **anemómetro**, que puede ser analógico, cuya salida es proporcional a la velocidad de viento medida, o bien digital, activándose cuando se supera un determinado umbral de viento o se está por debajo. Entre los tipos de anemómetros más conocidos tenemos los siguientes:

- **Anemómetro de copa o cazoletas.** Utilizado para medir la componente horizontal del viento.
- **Anemómetro ultrasónico.** Poco utilizado en aplicaciones domésticas debido a su coste.
- **Anemómetro de hélice.** Capaz de medir la velocidad del viento en cualquier dirección.



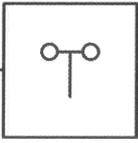
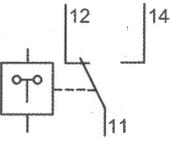
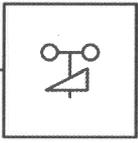
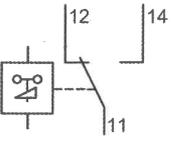
Figura 2.30. Sensores de viento o anemómetros. (Arriba: cortesía de GIRA. Abajo: cortesía de SIEMENS AG).

■ CONCEPTOS CLAVE

- **En bandera:** cuando decimos que un aerogenerador o molino de viento se ha puesto *en bandera*, significa que, debido a un excesivo viento o un viento insuficiente, el aerogenerador ha colocado las palas que giran en modo *veleta*, inhibiendo la posibilidad de giro de las mismas.

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8. Simbología del detector y sensor de viento.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Detector de viento		
Sensor de viento		

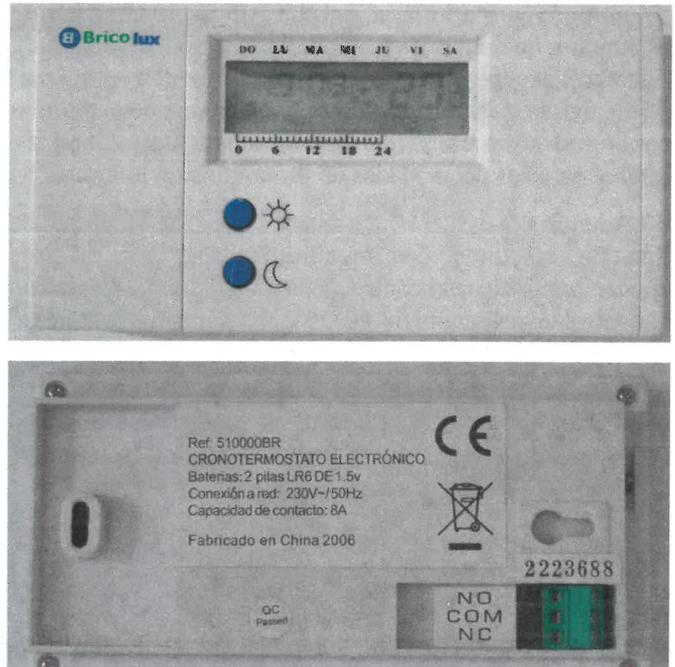


Figura 2.32. Vista de un cronotermostato para control de sistemas de climatización.

2.3.10. Sensores y detectores de temperatura

El área del confort y la de la eficiencia energética también cuentan con otro importante dispositivo como es el **sensor** o **detector de temperatura**. En aplicaciones domésticas e inmóticas el elemento de control de temperatura más utilizado es el **termostato**, cada vez más presente en hogares y edificios. El termostato es un detector de temperatura de tipo binario que se activa al alcanzar una temperatura que viene determinada por sus características constructivas.

Los termostatos comerciales son utilizados, principalmente, para el control de la temperatura de una estancia, hogar, local, oficina, etc. Pueden actuar directamente o mediante un nodo de control del sistema de automatización, sobre la calefacción, el aire acondicionado, la apertura o cierre de ventanas, etc. Aunque reciben el nombre de termostatos por accionar o detener el sistema de climatización al que están asociados, internamente funcionan utilizando un sensor (analógico) de temperatura, normalmente tipo termistor. Esto explica que pueda configurarse la temperatura de funcionamiento del mismo.



Figura 2.31. Vista de un termostato.

En muchas ocasiones, especialmente en aplicaciones domésticas e inmóticas, se utiliza el término termostato para referirnos a las consolas de control de los sistemas de climatización.

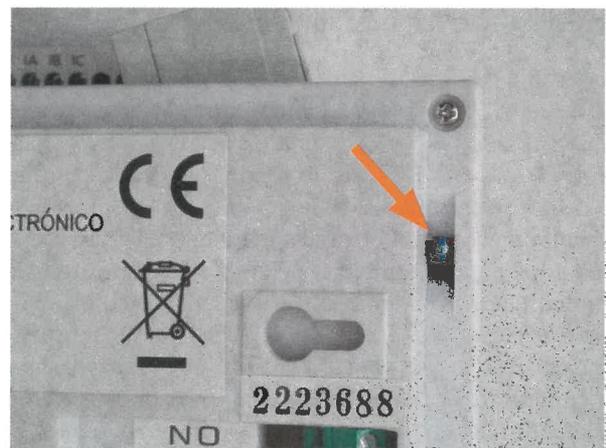


Figura 2.33. Detalle de sensor de temperatura utilizado por termostato comercial.

En la actualidad, estos dispositivos han evolucionado bastante, permitiendo programar distintas pautas de

comportamiento a lo largo del día: ajustar la temperatura en función del exterior (medida con una sonda adicional), establecer distintos modos de funcionamiento (optimizando el confort o el consumo), etc. Aparece un nuevo término para referirnos a ellos, que es **cronotermostato**, que hace referencia a sus capacidades de programación horaria.

Además de los elementos anteriores, existen multitud de tipos de detectores y sensores utilizados en muy diversas aplicaciones, desde el control de la temperatura de un horno al control de calentamiento de placas solares fotovoltaicas.



Figura 2.34. Algunos sensores de temperatura. (Cortesía de SIEMENS AG)

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9. Simbología del termostato.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Termostato		

2.3.11. Células fotoeléctricas

Existen muchas aplicaciones donde es importante detectar el paso de una persona, animal u obstáculo por un determinado lugar, especialmente en accesos donde existen puertas o sistemas móviles de paso. Los ascensores disponen de un mecanismo de protección tal que, al detectar un obstáculo entre sus puertas, las mantiene abiertas. Los accesos a los garajes también hacen uso de dispositivos que permiten detectar la entrada y salida de vehículos, evitando cerrar la reja de acceso si existe tránsito. En otros casos, conviene detectar que determinados objetos pasan por una cinta transportadora para contabilizarlos, por ejemplo. El elemento que se utiliza en este tipo de aplicaciones es lo que se conoce como **célula fotoeléctrica**.

Las células fotoeléctricas o detectores fotoeléctricos son dispositivos que emplean un haz de luz, normalmente infrarroja, como mecanismo de detección. Se emplean muy frecuentemente, tanto en el ámbito doméstico, edificios o en el

sector industrial para diferentes aplicaciones de detección: paso de un producto por una zona de una cinta transportadora en una fábrica, parándola y procesando dicho producto; la entrada y salida de personas de un ascensor, que mantiene las puertas abiertas; el acceso de un vehículo a la entrada de un garaje, evitando cerrar la puerta mientras se está entrando o saliendo, etc.

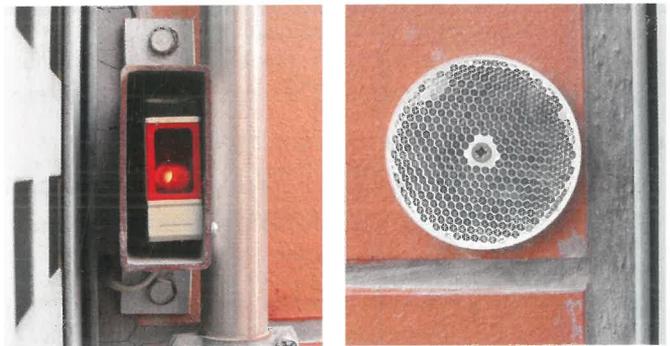


Figura 2.35. Detector fotoeléctrico réflex en puerta de garaje y detalle de reflector.

A nivel físico, las células fotoeléctricas presentan un emisor, generalmente de luz infrarroja, y un receptor sobre el cual incide de forma continua el haz luminoso emitido por el transmisor. Al pasar un obstáculo, la recepción de luz infrarroja se interrumpe y este evento es procesado por el receptor. Existen muchos tipos de células fotoeléctricas. Las dos más empleadas son las de reflexión directa y las de retroreflexión.

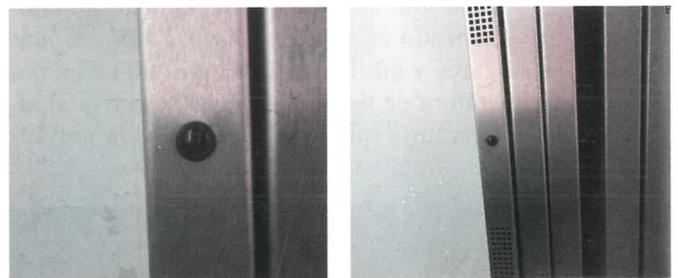


Figura 2.36. Emisor y receptor fotoeléctrico de reflexión directa en puerta de ascensor.

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.10.

Tabla 2.10. Simbología del detector fotoeléctrico.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Detector fotoeléctrico		

SABÍAS QUE...

Un lugar donde es muy frecuente encontrar este tipo de sensores en formato «miniatura» es en el interior de impresoras. Se utilizan para detectar el paso de carro por una posición, o el paso del papel por el rodillo, etc.

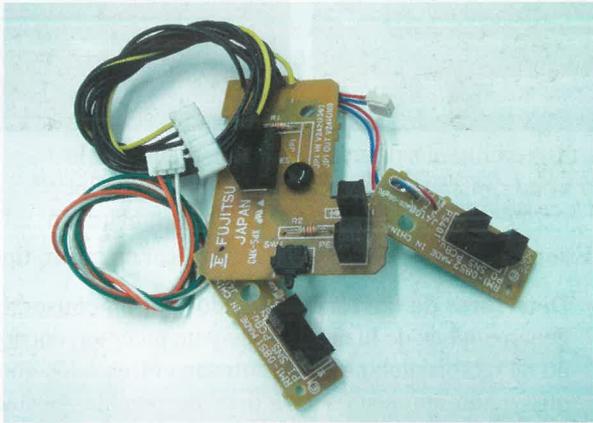


Figura 2.37. Detectores fotoeléctricos usados en el interior de impresoras.

2.3.12. Otros sensores del sector doméstico e inmótico

Podemos encontrar un extensísimo catálogo de detectores y sensores utilizados para automatizar las más diversas aplicaciones del sector doméstico, negocios y edificios. Dada la extensa variedad y la continua aparición de nuevas soluciones que sustituyen o mejoran las ya existentes, en los capítulos anteriores se han sintetizado algunos de los más utilizados. Otros sensores y detectores que podemos encontrar son los de detección de rotura de cristales, de lluvia o inclinación, por ejemplo. Basta acceder a la página web de los distintos fabricantes del sector para tener una visión actualizada del catálogo de productos de los mismos.

Rotura de cristales

En aplicaciones de seguridad es frecuente encontrar sensores que detectan la rotura de cristales y, por tanto, un potencial hurto.

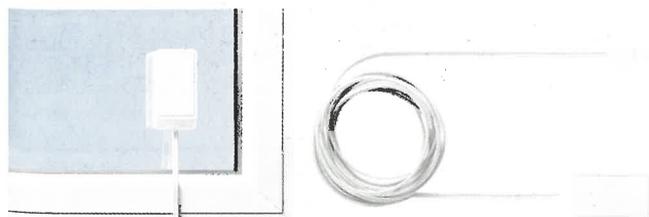


Figura 2.38. Sensor de rotura de cristales. (Cortesía de GIRA).

Lluvia: pluviómetros

En muchas ocasiones resulta útil conocer si está lloviendo e, incluso tener noción del volumen o intensidad de la misma, para lo cual empleamos los pluviómetros.



Figura 2.39. Sensores de lluvia. (Cortesía de GIRA).

Inclinación

Los sensores de inclinación miden una variación de ángulo de un objeto. Se utilizan, por ejemplo, para ajustar el ángulo de inclinación de un toldo, entre otras aplicaciones.



Figura 2.40. Algunos sensores de inclinación.

2.3.13. Sensores industriales

En el ámbito doméstico y en el sector de edificios terciarios disponemos de un amplio abanico de sensores y detectores orientados a la detección de presencia, humos, temperatura, incendios, etc., algunos de los cuales se emplean para regular procesos, como los sensores usados en los sistemas de climatización. En el sector industrial encontramos también estos mismos sensores y detectores, además de otros más especializados que son utilizados en diversas aplicaciones y procesos industriales y de automatización, refiriéndonos, sobre todo, a aquellos asociados a las células flexibles de fabricación de las industrias.

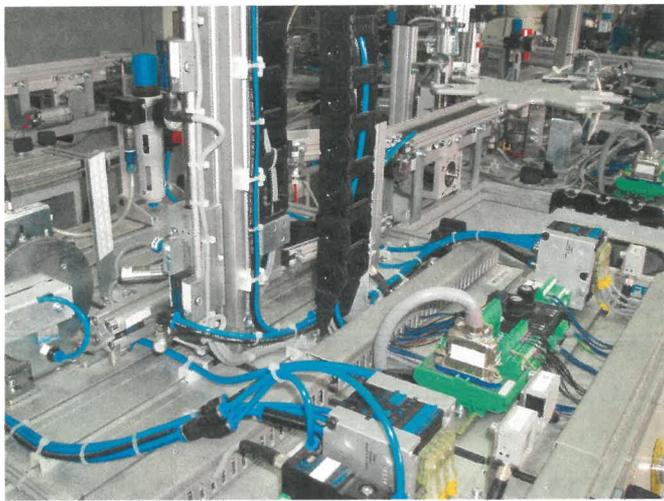


Figura 2.41. Fotografía de maqueta de célula flexible de fabricación.

Algunos de los más empleados son aquellos asociados a la **detección del paso** de los elementos a procesar **en la cadena de montaje** por un determinado proceso. En función del objeto, el entorno, la rapidez del procesamiento, etc., se precisará el uso de unos elementos u otros. Además, los sensores industriales son cada vez más utilizados en el ámbito del sector terciario y doméstico; un ejemplo lo encontramos en el uso de los detectores fotoeléctricos, por lo que muchos de los sensores aquí descritos comienzan a formar parte de nuestro día a día en los sistemas de automatización que conocemos e, incluso, como veremos, en la propia electrónica de consumo.

Detectores fotoeléctricos

Las **células fotoeléctricas** utilizadas en el ámbito doméstico e inmótico ya mencionadas en párrafos anteriores son similares a los detectores utilizados en el sector industrial, aunque en este último se suelen incorporar aquellas que presentan ciertas innovaciones frente a las ya consolidadas células fotoeléctricas, que son las que llegan al mercado doméstico e inmótico gracias al abaratamiento de coste, entre otros factores.

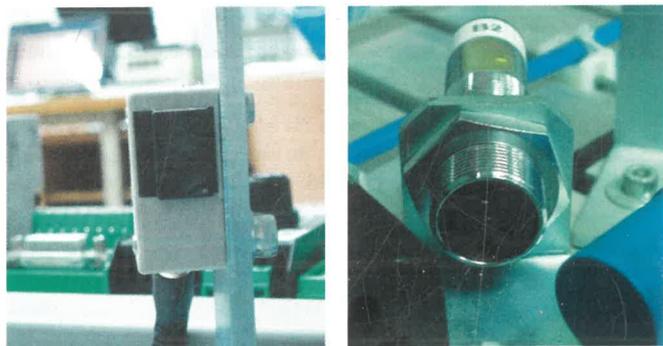


Figura 2.42. Fotografías de varios detectores fotoeléctricos en célula flexible de fabricación.

Este tipo de detectores se puede clasificar en cuatro tipos:

- **Detectores de barrera.** Formados por un emisor, que genera un haz de luz infrarroja, y un receptor, encargado de recibir dicho haz. Se colocan enfrentados uno al otro y son empleados para detectar posibles obstáculos entre los dos elementos. Es el detector que presenta mayor alcance, hasta 100 metros en algunos modelos. Disponen de un amplio margen de ganancia que les permite trabajar en entornos adversos y en presencia de humo, polvo, a la intemperie, etc. Un caso típico de utilización lo encontramos en los ascensores, donde es frecuente encontrar transmisor y receptor colocados a ambos extremos de las puertas de entrada.

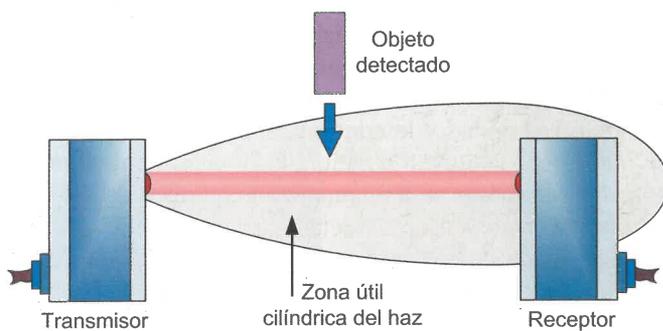


Figura 2.43. Esquema de funcionamiento del sistema de barrera.



Figura 2.44. Fotografía de transmisor y detector fotoeléctricos. (Cortesía de ALLEN BRADLEY)

- **Detectores réflex.** En este caso, el emisor y el receptor del haz luminoso se encuentran situados en el mismo encapsulado, situados uno junto al otro. El haz generado por el emisor es reflejado por un elemento conocido como reflector. Cuando no disponemos de ningún obstáculo, el haz generado por el emisor rebota en el **reflector** y llega al receptor. Con detectores réflex alcanzamos distancias del orden de dos o tres veces menores que con los de barrera. La aplicación más conocida podría ser la que encontramos en los accesos a garajes comunitarios, donde se colocan este tipo de detectores, tanto a la entrada como a la salida, para evitar que la puerta cierre mientras el vehículo entra o sale del mismo.

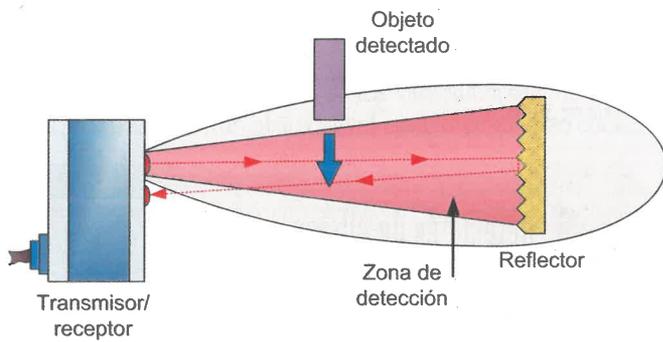


Figura 2.45. Esquema de funcionamiento del detector por reflexión.

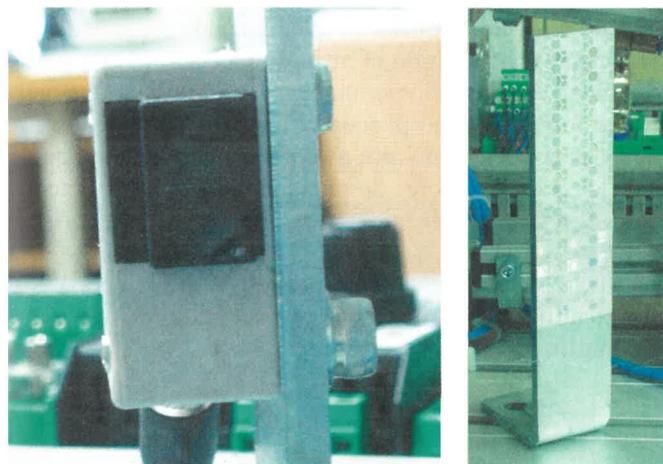


Figura 2.46. Fotografía de detector fotoeléctrico réflex en célula flexible.

SABÍAS QUE...

Los reflectores están formados por muchos triángulos trirrectángulos de reflexión con el objetivo de que la mayor parte del haz luminoso rebote en la misma dirección que fue emitido.

- **Detectores réflex polarizados.** También conocidos como **autopolarizados**. Son empleados en determinadas aplicaciones donde intervienen objetos

brillantes que podrían reflejar el haz de luz y producir un funcionamiento defectuoso. En este caso, tanto el emisor como el receptor disponen de un filtro de polarización que permite que el haz generado tenga una determinada polarización, normalmente vertical, y el receptor solo detecte luz polarizada horizontalmente. El haz del emisor, polarizado verticalmente, al llegar al reflector lo despolariza, devolviendo un haz con parte de la luz polarizada horizontalmente. El receptor deja pasar la parte del haz con polarización horizontal. En el caso de tener un obstáculo brillante, éste rebotará el haz, pero no cambiará su polarización, por lo que no llegará luz polarizada horizontalmente al receptor, detectando el elemento.

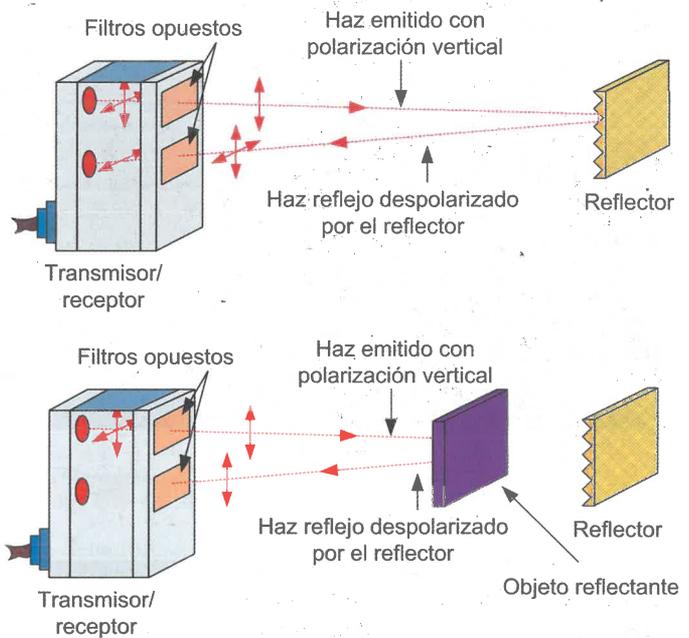


Figura 2.47. Esquema de funcionamiento del detector por reflexión polarizado. Arriba: ausencia de objeto. Abajo: presencia de objeto.

- **Detectores de proximidad.** Son similares a los dispositivos réflex, al estar emisor y receptor en el mismo encapsulado. En este caso, es el propio objeto el que, al interponerse en la trayectoria del haz emitido, lo refleja en parte, produciendo la detección. Su aplicación se delimita a pequeñas distancias y lugares donde el tipo de objetos está acotado, al afectarles notablemente el color y tamaño de los mismos para su detección. Es aconsejable su uso en ausencia de contaminación (humos, polvo, etc.). Normalmente disponen de un selector que permite configurar la sensibilidad del mismo.

Lo podemos encontrar en muchas aplicaciones, siendo cada vez más utilizados en electrónica de consumo; por ejemplo, en algunos modelos de teléfonos inteligentes con sensor de proximidad.



Figura 2.48. Detalle del selector de sensibilidad de un detector fotoeléctrico de proximidad.



Figura 2.49. Detalle del detector fotoeléctrico en teléfono inteligente LG Optimus.

SABÍAS QUE...

Los micro-robots conocidos como «seguidores de línea» emplean este tipo de sensores para seguir su trayectoria y detectar posibles obstáculos.

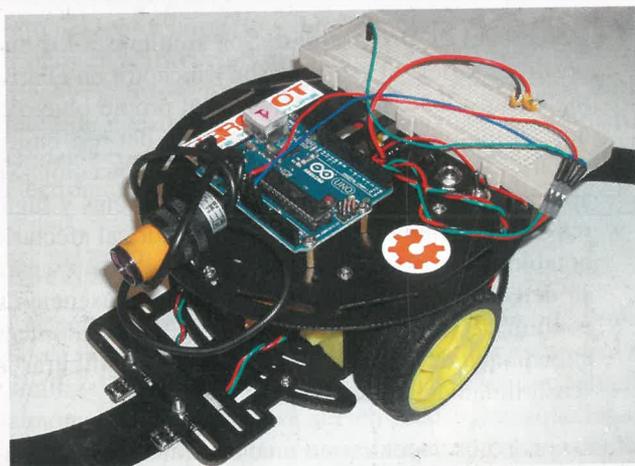


Figura 2.50. Seguidor de línea con varios sensores utilizados.



Figura 2.51. Fotografía de algunos detectores fotoeléctricos comerciales. (Cortesía de SICK).

Detectores de ultrasonidos

Los detectores de ultrasonidos, también conocidos como **sónar**, se basan en la emisión y recepción de ondas de ultrasonidos. Los ultrasonidos no son más que ondas de sonido (presión), pero a una frecuencia por encima de la banda audible, generalmente por encima de los 40 KHz. El proceso de detección se basa en que, cuando un elemento interrumpe el haz emitido el nivel de recepción varía y este fenómeno es detectado por el receptor. Al utilizar una onda de presión sonora, no pueden utilizarse en ambientes con elevadas corrientes de aire ni con elevada contaminación acústica. Los detectores de ultrasonidos permiten detectar prácticamente cualquier objeto, por lo que son muy utilizados en sustitución de los fotoeléctricos, cuando se desea detectar objetos transparentes como cristales y plásticos. Suelen utilizarse dos modos de operación: **modo opuesto** y **modo difuso** (de eco).

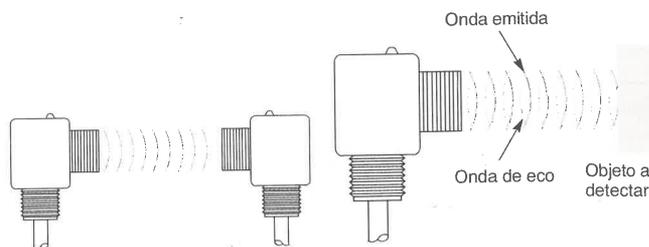


Figura 2.52. Izquierda: modo de operación opuesto. Derecha: modo de operación difuso. (Cortesía de ABB).

Además de su funcionamiento como detector, también es frecuente utilizarlos como sensores de proximidad, midiendo valores analógicos de distancia.



Figura 2.53. Sensores de ultrasonidos comerciales. (Cortesía de ALLEN BRADLEY).

Una de las aplicaciones más populares la encontramos en los sensores de aparcamiento de los vehículos, que nos avisan de la proximidad de un obstáculo al estacionar nuestro coche.



Figura 2.54. Vehículo con sensores de ultrasonidos usados en la maniobra de aparcamiento.

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.11.

Tabla 2.11. Simbología del detector ultrasónico.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Detector ultrasónico		

■ ■ ■ Detectores inductivos

Los **detectores inductivos** están menos popularizados al usarse casi exclusivamente en aplicaciones industriales. Son dispositivos capaces de detectar objetos metálicos situados a pequeñas distancias, entre 1 milímetro y 30 milímetros, y sin necesidad de contacto físico. Su campo de aplicación se orienta a procesos industriales y de automatización, en células flexibles de fabricación, detectando el paso de objetos, el atasco de determinadas piezas, para el contaje, etc.; donde se requiere cierta robustez debido a las condiciones adversas

en las que trabajan. Su principio de funcionamiento es electromagnético; generan una radiación en su cabezal que varía entre los 100 y 600 kHz, por lo que son muy resistentes a ambientes contaminantes por polvo, aire, lluvia, etc., y no ven afectados prácticamente por estos fenómenos adversos.

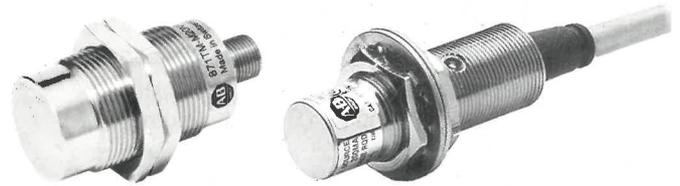


Figura 2.55. Varios sensores y detectores inductivos comerciales. (Cortesía de ALLEN BRADLEY).

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.12.

Tabla 2.12. Simbología del detector inductivo.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Detector inductivo		

■ ■ ■ Detectores capacitivos

Son detectores de apariencia, alcance y modo de operación similares a los inductivos. Permiten detectar cualquier tipo de objetos: metálicos, plásticos, cerámicos, cristal, etc., siendo especialmente utilizados en la detección de objetos plásticos, líquidos, materiales granulados, etc. La sensibilidad de estos dispositivos dependerá del material del objeto a detectar, influyendo, por tanto, en la conmutación (y por tanto, en la detección) de este. Por ello, es frecuente poder ajustar la distancia al objeto mecánicamente o bien la sensibilidad mediante un selector situado en el propio dispositivo.

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.13.

Tabla 2.13. Simbología del detector capacitivo.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Detector capacitivo		



Figura 2.56. Varios detectores capacitivos comerciales. (Cortesía de PEPPERL-FUCHS).

En la Tabla 2.14 se muestra un pequeño resumen del tipo de detector a utilizar en función del material y distancia a medir.

Tabla 2.14. Elección del tipo de detector en función del material y la distancia.

Material		Distancia	Detector
Sólido	Metálico	< 50 mm	Inductivo
		> 50 mm	Ultrasónico u óptico
	No metálico	< 50 mm	Capacitivo
		> 50 mm	Ultrasónico u óptico
Polvo o granulados	Metálico	< 50 mm	Inductivo
		> 50 mm	Ultrasónico
	No metálico	< 50 mm	Capacitivo
		> 50 mm	Ultrasónico
Líquido	Transparente	< 50 mm	Capacitivo
		> 50 mm	Ultrasónico
	Opaco	< 50 mm	Capacitivo
		> 50 mm	Óptico

■ ■ ■ Detectores magnéticos

Los **detectores magnéticos industriales** son análogos a los utilizados en aplicaciones domésticas y en los sistemas de automatización de edificios. A igual que los inductivos y capacitivos, son detectores de proximidad (también existen sensores). Su principio de funcionamiento se basa en las

propiedades magnéticas de los materiales. A nivel industrial son muy utilizados en aplicaciones donde se desea detectar la posición de partes móviles sin utilizar pulsadores de posición (finales de carrera). Se podría decir que son los análogos a los finales de carrera, pero sin contacto físico.

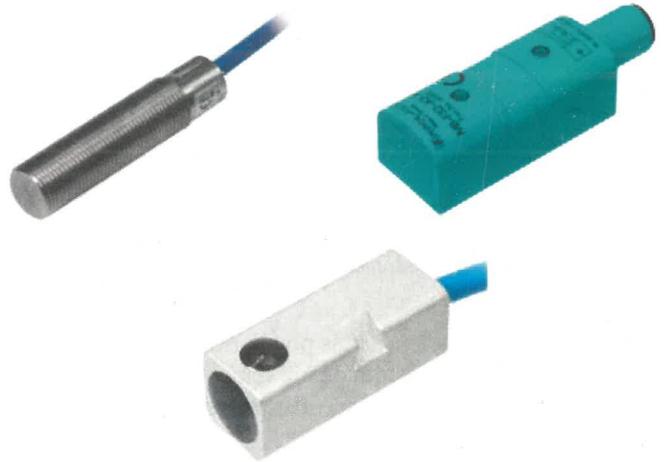


Figura 2.57. Varios sensores y detectores magnéticos (Cortesía de PEPPERL-FUCHS).

■ ■ ■ Sondas y detectores de temperatura

Existen muchos tipos de **sensores y detectores de temperatura**. A nivel industrial y en el sector de la automatización, los más conocidos son:

- **Termostatos.** Son interruptores accionados por temperatura. En función de sus características de diseño abren (o cierran, según sean NC o NA) un contacto al llegar a una temperatura determinada. Constructivamente se basan en la diferencia de dilatación de dos metales que, al llegar a una temperatura se separan, lo que provoca que se abra el contacto entre ellas, es decir, actúan como interruptores. Podemos encontrar numerosos termostatos en un hogar sin saberlo, por ejemplo, en el interior de una sandwichera o de una freidora, en las calderas de calefacción, en los calefactores por radiación o ventilación con control de temperatura, en los secadores de pelo, etc.
- **Termopares.** Son sensores formados por la unión de dos metales distintos que producen una diferencial de tensión en función de la diferencia de temperatura entre uno de sus extremos, denominado **punto caliente** y el otro, denominado **punto frío**. A este efecto se le conoce como efecto *Seebeck*. Son sensores económicos, intercambiables y permiten medir un amplio rango de temperaturas. El mayor problema de este tipo de sensores es su precisión, que es relativamente baja.
- **Termorresistencias o RTD (Resistance Temperature Detectors).** Son sensores de temperatura tipo resistivo que se basan en la variación de la resistencia de los

conductores que la forman. La gran ventaja de este tipo de sensores es que la variación de la resistencia con la temperatura es relativamente lineal. Una PT100, que es muy utilizada en industria, es un tipo particular de RTD que tiene una resistencia de 100 ohmios a 0 °C.



Figura 2.58. Cableado eléctrico de una sandwichera con detalle del termostato.



Figura 2.59. Varios termopares.

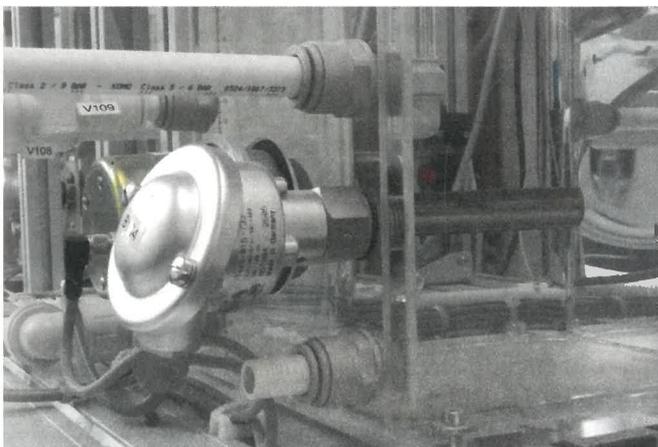


Figura 2.60. Ejemplo de uso de una PT100 para el control de temperatura de líquidos en depósito.

- **Termistores.** Al igual que los termopares y las termoresistencias, son sensores analógicos de temperatura que están formados por un material que, al cambiar de temperatura, cambia su resistencia interna. Son, por tanto, resistencias de valor variable con la temperatura. Existen dos tipos principalmente, las NTC y las PTC; las primeras disminuyen su resistencia interna con el aumento de la temperatura: las PTC aumentan su resistencia interna con el aumento de temperatura. A diferencia de las RTD, la variación de la resistencia con la temperatura no es lineal.



Figura 2.61. Varios termistores.

- **Pirómetros de radiación.** Son sensores analógicos que se basan en la radiación térmica que emiten los cuerpos para su principio de funcionamiento, aunque únicamente son empleados temperaturas muy elevadas.

■ ■ ■ Otros sensores y detectores industriales

Además de los sensores y actuadores que hemos tratado en este apartado, podemos encontrar muchos más tipos en función de la magnitud a medir: caudal, presión, llenado, etc. Además, cada vez aparecen nuevas soluciones y dispositivos mejorados a los que comienzan a incorporar cierta *inteligencia* que les permite implementar técnicas de autoaprendizaje para evitar falsas detecciones, o que incorporan filtros para evitar ruidos e interferencias, etc. Una revisión a las principales firmas del sector nos dará una amplia visión de los productos disponibles.

■ ■ ■ Conexión de detectores industriales a 2 hilos y NPN/PNP

Los distintos detectores industriales pueden ser conectados de muy diversas maneras. En general, encontraremos en el mercado detectores a dos y tres hilos.

Los detectores a dos hilos se conectan en serie con la carga y la red de alimentación. La carga es generalmente un contactor o un relé auxiliar que acciona un automatismo, o bien una entrada a un autómatá programable. Se comportan como **interruptores electromecánicos**.

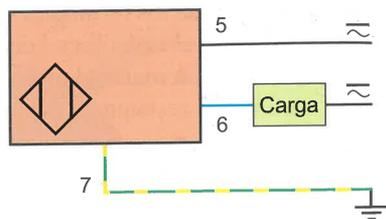


Figura 2.62. Detalle de conexionado de detectores a dos hilos.

En el caso de la conexión a 3 hilos, dos son utilizados para la alimentación del dispositivo y el tercero, para la excitación de la carga. Al accionarse el detector la salida a la carga se activa (si es normalmente abierto, NA) o se desactiva (si es normalmente cerrado, NC). Podemos distinguir dos tipos de sensores a 3 hilos en función de la excitación: tipo PNP o NPN. Los primeros disponen de una salida positiva y los segundos, negativa.

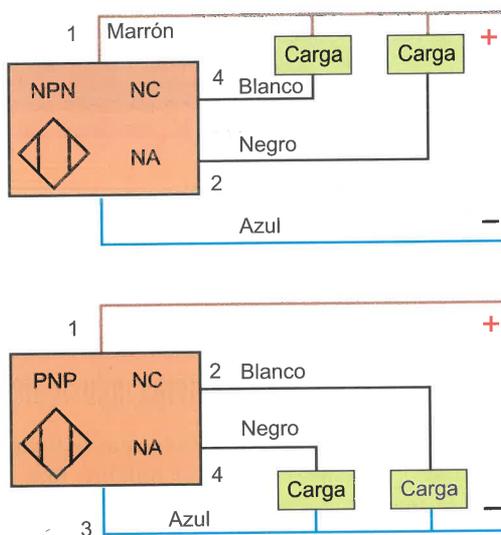


Figura 2.63. Detalle del conexionado de detectores a tres hilos tipo NPN y PNP.

SABÍAS QUE...

Pepper-Fuchs adquirió hace años la división de sensores inductivos, ultrasónicos y fotoeléctricos de Siemens (la conocida serie BERO), por lo que ya no aparecen en su catálogo.

SABÍAS QUE...

El acrónimo **LED** significa **diodo electro-luminiscente** (del inglés, *Luminiscense Electro Diode*).

Las bombillas de bajo consumo se conocen como **CFL**, que es el acrónimo de **bombillas fluorescentes compactas** (del inglés: *Compact Fluorescent Light-Bulbs*).

2.4. Actuadores

Si la función principal de los sensores es captar información de las variables del sistema para poder decidir qué acciones tomar. La materialización de dichas acciones es responsabilidad de los **actuadores**. Estos son, por tanto, los encargados de convertir las órdenes procedentes del controlador o

controladores en acciones sobre el sistema: encendido/apagado de luces, apertura/cierre de persianas, activación/desactivación de electroválvulas, regulación, etc. El mercado pone a nuestra disposición un catálogo de actuadores orientados a sectores, aplicaciones y entornos de funcionamiento, que conducen a la posibilidad de dar solución a prácticamente todas las necesidades de automatización de los clientes.

Un sector muy desarrollado en los últimos años, y que merece ser destacado, es el de la gestión inteligente de luminarias, que ha dado lugar a la aparición de varias tecnologías de control de la iluminación inteligentes y que tiene un claro segmento asociado a soluciones inmóviles en entornos de ocio (centros comerciales, campos de fútbol, etc.), de trabajo (edificios de oficinas, etc.), y administraciones, principalmente.

2.4.1. Luminarias

Uno de los sistemas que ha sufrido mayor evolución en los últimos años es el referido a la gestión de la iluminación, abarcando desde pequeñas y sencillas implementaciones domésticas hasta complejos sistemas de control de edificios, industria e incluso, en el área urbana. Entre los aspectos más estudiados en esta disciplina en la última década destacan la eficiencia energética, la creación de ambientes, y la simulación de presencia; sectores donde se persigue un objetivo común: disponer de la capacidad de activar y desactivar determinadas luminarias y regular su intensidad lumínica individual o colectivamente.

Sumado a lo anterior, la propia evolución de las distintas tecnologías de iluminación ha sido notable, siendo significativa la creciente y cada vez más predominante tecnología LED, conviviendo, en la actualidad, varios tipos de sistemas de iluminación: halógenos (con y sin transformador), fluorescentes, bajo consumo y LED, entre otras.

Para el encendido y apagado de luminarias incandescentes, halógenas (con o sin transformador) o de bajo consumo, el circuito eléctrico a implementar es idéntico. Para el caso de las lámparas fluorescentes la única diferencia es la necesidad de introducir una reactancia y un cebador; o simplemente un balasto electrónico en los sistemas más modernos. No obstante, la regulación de la intensidad luminosa difiere en función de la tecnología utilizada.

SABÍAS QUE...

En Diciembre de 2008, los distintos miembros de la Unión Europea (UE) aprobaron una propuesta de la Comisión acerca de restringir de manera paulatina el uso y comercialización de las bombillas incandescentes en el mercado de la UE, con objeto de mejorar la eficiencia energética y potenciar el uso de bombillas de bajo consumo. Ya en septiembre del año 2009 comenzó en España la retirada progresiva de las lámparas incandescentes de 100 vatios, al igual que en otros países europeos. En septiembre de 2010 comenzó la supresión de las bombillas de 75 vatios y en el mismo mes del año 2012 terminó, después de 132 años de historia, la fabricación de todas las bombillas incandescentes en la Unión Europea.

Tabla 2.15. Evolución del proceso de desaparición de la bombilla incandescente.

Fase	Fecha	Bombillas afectadas
1	1 Septiembre de 2009	<ul style="list-style-type: none"> Bombillas claras de 100 W o más. Todas las bombillas mate o revestidas con una etiqueta de bajo consumo inferior a la clase A.
2	1 Septiembre de 2010	<ul style="list-style-type: none"> Bombillas claras de 75 W o más.
3	1 Septiembre de 2011	<ul style="list-style-type: none"> Bombillas claras de 60 W o más.
4	1 Septiembre de 2012	<ul style="list-style-type: none"> Bombillas claras de menos de 60 W
5	1 Septiembre de 2013	<ul style="list-style-type: none"> Se aumentarán los estándares de rendimiento de las bombillas de bajo consumo, por ejemplo, una vida útil más duradera.
6	1 Septiembre de 2016	<ul style="list-style-type: none"> Todas las bombillas de bajo consumo con etiqueta C.

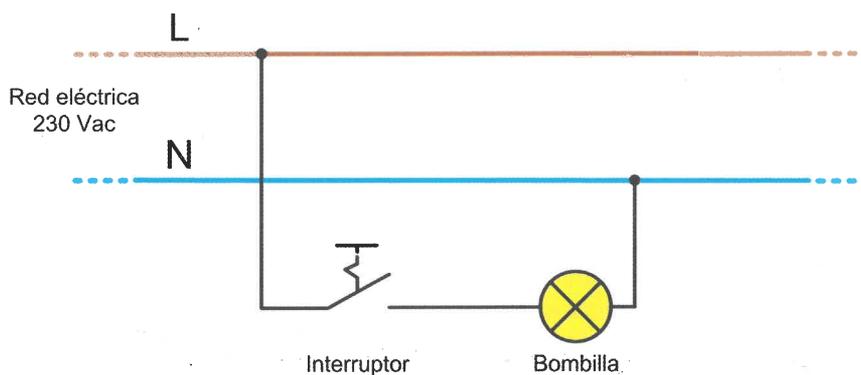


Figura 2.64. Esquema de conexión del encendido/apagado de una bombilla.

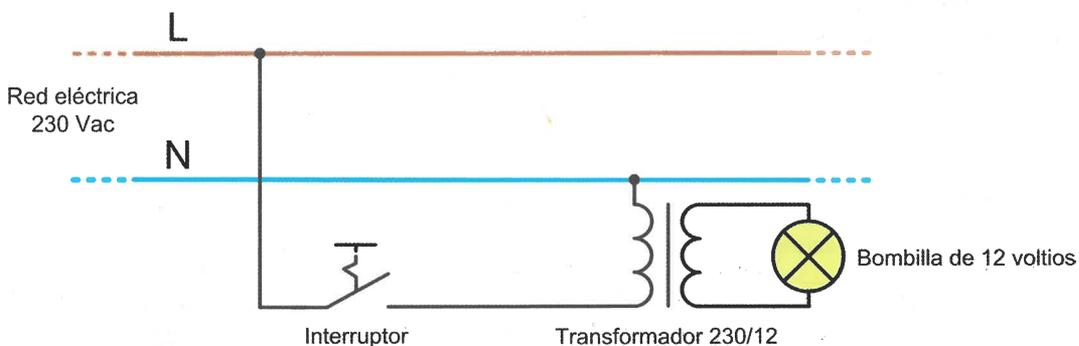


Figura 2.65. Esquema de conexión del encendido/apagado de una lámpara de tensión reducida de funcionamiento.

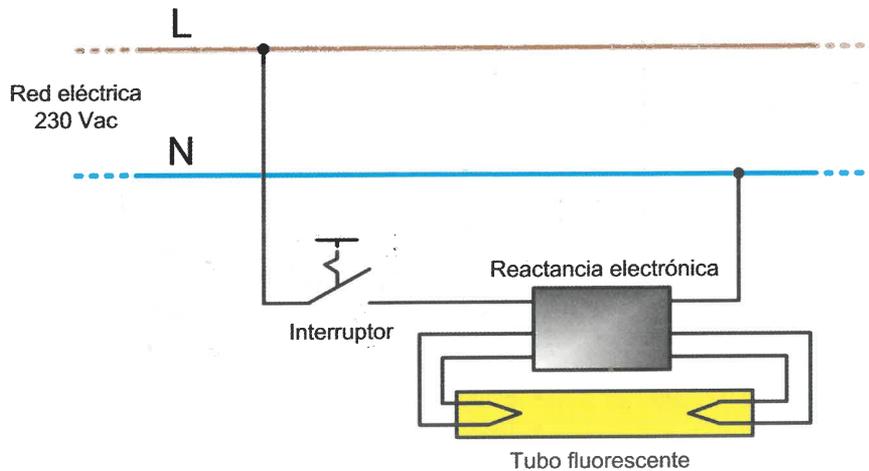


Figura 2.66. Esquemas de conexión del encendido/apagado de fluorescentes con reactancia electrónica.

Cuando se desea regular la intensidad de luz para la gestión de la eficiencia de energía o para la creación de ambientes o escenas, debemos tener en cuenta la tecnología que utilizamos en nuestra instalación.

En el caso de utilizar lámparas incandescentes, halógenas o LED se utiliza un elemento denominado *dimmer*, pudiendo este ser, a su vez, de conexión directa, de control analógico o de control digital. La principal diferencia entre ellos es la señal de control que indica el nivel de regulación deseada.

Los reguladores de **conexión directa** se cablean del mismo modo que lo haríamos con un interruptor convencional, con el cable de fase en serie con la bombilla y el neutro directamente a la misma. La única diferencia es que el mecanismo no es un interruptor, sino una rueda que, al girarla, permite el paso de mayor parte o menor de la onda de tensión eléctrica, recortándola y, por tanto, regulando la cantidad de energía que llega a la lámpara. Lo más frecuente es encontrarnos con el formato instalable directamente sobre caja universal, aunque existen otros formatos.

En cuanto a los reguladores de control digital, la regulación tiene lugar de la misma forma que en el sistema de

conexión directa o de control analógico. La diferencia es que la señal de control que precisa el regulador es de tipo digital, es decir, suele conectarse a un pulsador (o a varios, en paralelo) que, según el tipo de pulsación (corta o larga) y el estado del regulador, actúa de una forma u otra. Por ejemplo, si la lámpara está encendida y hacemos una pulsación corta, el regulador apagaría totalmente la bombilla. Si, a continuación, mantenemos presionado el pulsador varios segundos, el regulador iluminaría la lámpara progresivamente; si soltamos y hacemos otra pulsación larga, volvería a apagar la bombilla progresivamente. Suelen estar asociados a montajes sobre cajas de registro (carril DIN) o de derivación.

El control analógico está asociado normalmente a sistemas de regulación basados en sensores que controlan la luminaria. El *dimmer* espera como señal de control una entrada de tipo analógico, normalmente una señal de tensión, y en función del valor recibido regula la señal de salida y, por tanto, el nivel de iluminación.

Debemos ser especialmente cuidadosos con el uso de bombillas de bajo consumo, pues estas no pueden ser reguladas con un *dimmer* convencional. En este caso, el

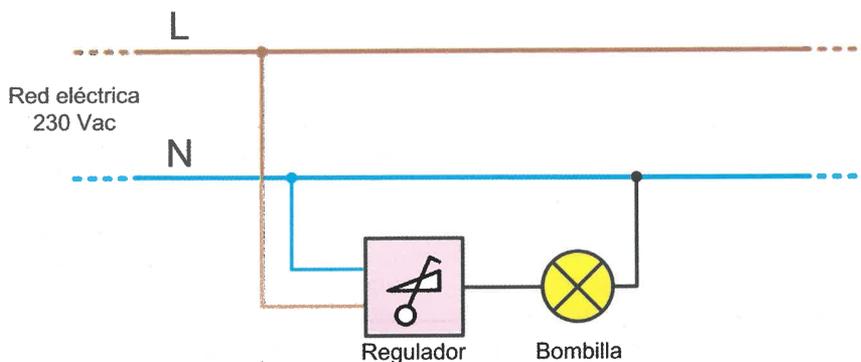


Figura 2.67. Esquema de conexión de un regulador de conexión directa.

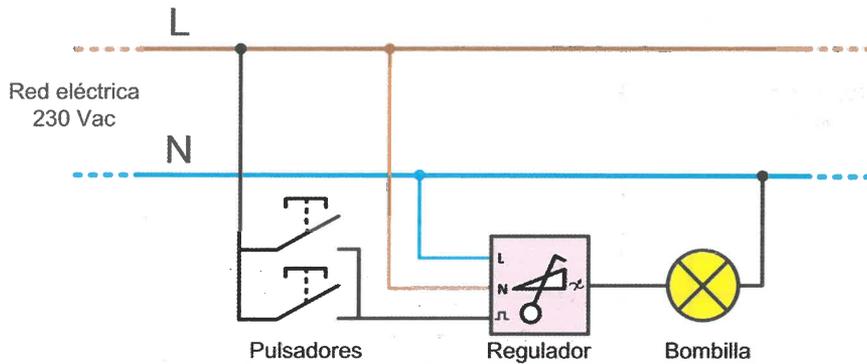


Figura 2.68. Esquema de conexión de un regulador de control digital.

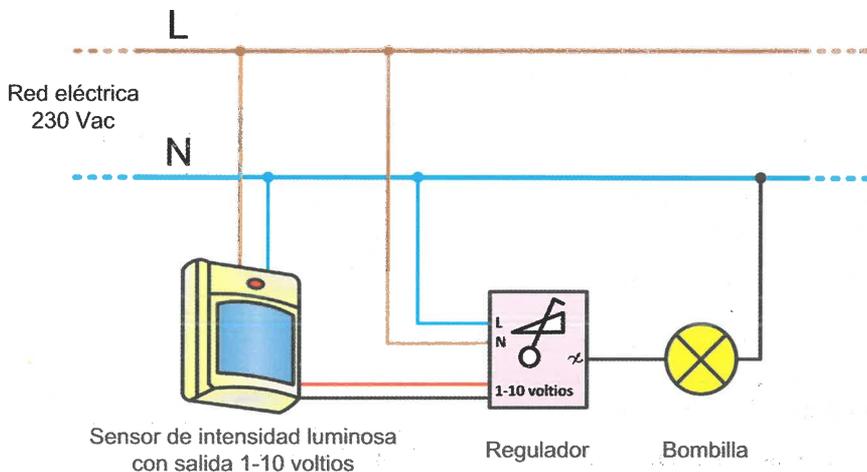


Figura 2.69. Esquema de conexión de un regulador con entrada analógica 1-10 voltios.

mercado proporciona dos soluciones: bombillas de bajo consumo especiales, que sí son regulables y la utilización de un *dimmer* específico para este tipo de lámparas.

Por otra parte, el uso de luminarias basadas en fluorescentes es quizá una de las tecnologías más extendidas en los sectores doméstico e industrial, al utilizarse, masivamente, en la iluminación de sus usuarios y empleados. Su regulación requiere del uso de unas reactancias o balastos regulables especiales que pueden, a su vez, ser de distintos tipos:

- De entrada **analógica** (1-10 voltios).
- Con tecnología **bus** (DSI o DALI, principalmente).
- **Otras** tecnologías: de entrada digital.

luz proporcionada por el fluorescente que emplea esta tecnología.

Es una tecnología apta para pequeñas instalaciones, donde el control de las luminarias se realiza mediante un simple regulador en conjunción con un interruptor (para apagar o encender). El cableado de control se recomienda separarlo de las líneas de potencia, al menos, 3 metros, para evitar interferencias. En combinación con otras tecnologías, pueden aumentarse sus capacidades.

NOTA TÉCNICA

En las instalaciones con un cableado bastante extenso, el sistema 1-10 voltios puede no funcionar correctamente debido a las caídas o pérdidas de tensión en el cable, lo que produce efectos indeseados, como una mala regulación, por lo que no se puede llegar al valor máximo de iluminación; o elevada sensibilidad a las interferencias inducidas por motores, térmicos, etc.

Regulación mediante entrada analógica 1-10 voltios

La regulación mediante **entrada analógica** se basa en el uso de reactancias especiales que disponen de una entrada que admite tensiones que van, desde 1 voltio a los 10 voltios. En función del valor de esta entrada se regula la intensidad de

Las principales virtudes de la tecnología 1-10 son su sencillez y estar sumamente testada y probada, habiendo un amplísimo mercado de soluciones comerciales. Sin

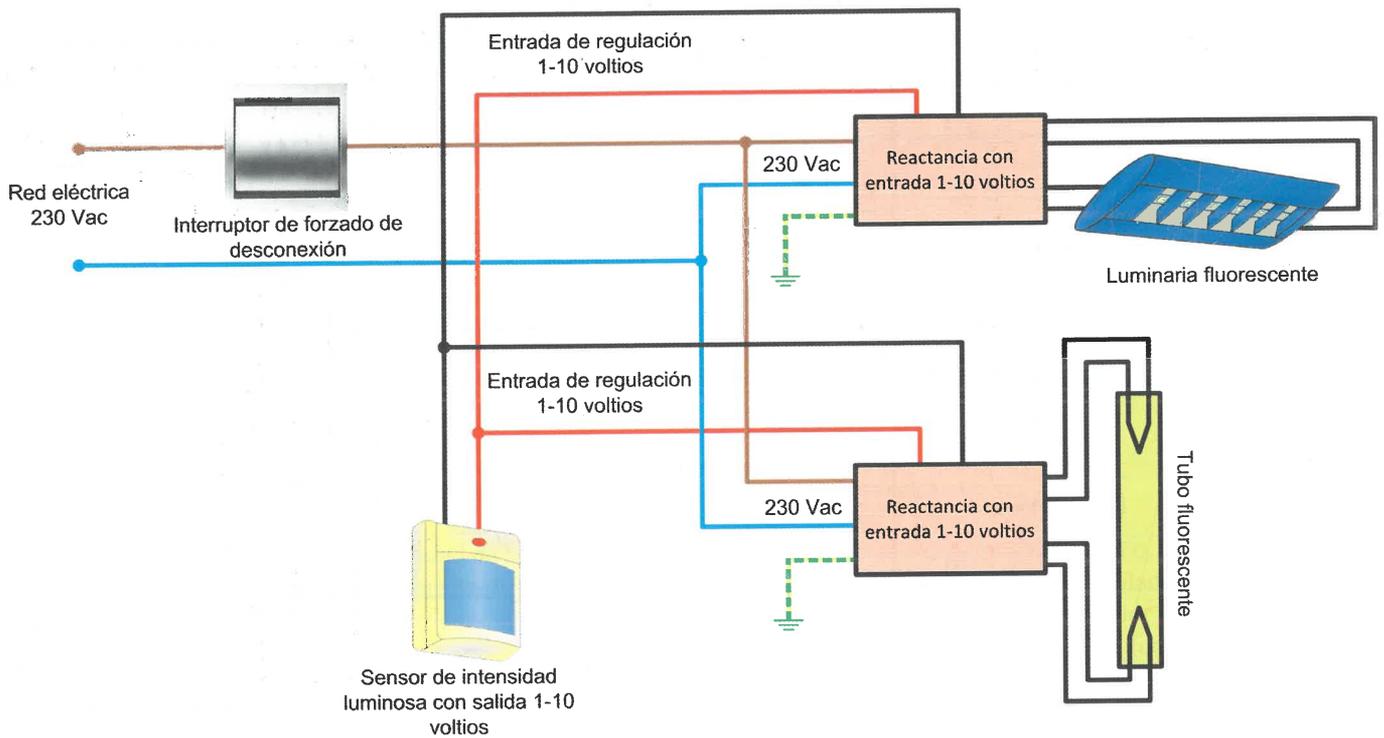


Figura 2.70. Esquema de regulación de luminarias fluorescentes mediante tecnología 1-10 voltios.

embargo, es una tecnología bastante sensible a ruidos, la desconexión total de las luminarias debe hacerse vía interruptor, el control es centralizado y existe cierta dependencia con la potencia de la carga de iluminación.

Regulación DSI

El sistema **DSI**, *Digital Signal Interface*, es un protocolo digital utilizado para el control de luminarias en edificios. Sus orígenes se remontan a 1991, cuando fue creado por la compañía austriaca Tridonic.

DSI precisa para su funcionamiento de una unidad de control central, que será la que gobierne las comunicaciones y gestione la intensidad luminosa deseada en cada instante. Los distintos balastos DSI se distribuyen en una topología en forma de bus, donde únicamente se emplean dos hilos sin polaridad para la comunicación, pudiendo integrarse con los hilos de tensión en un cable estándar de cinco hilos.

El maestro o unidad de control enviará al bus un comando digital con el nivel luminoso deseado en cada instante, que es siempre común a todos los balastos, por lo que no existe direccionamiento alguno ni distinción de grupos con diferentes luminosidades propiamente dichos: todos los balastos asociados a un controlador funcionan exactamente igual.

Para poder gestionar varios grupos de luminarias de forma separada es preciso utilizar un controlador DSI por cada conjunto de balastos a controlar independientemente, lo cual constituye uno de los principales inconvenientes de este sistema, junto con el hecho de tratarse de una solución propietaria.

SABÍAS QUE...

El sistema DSI transmite los datos utilizando una codificación (forma de representar los «1» y los «0» a transmitir) tipo Manchester, de forma asíncrona y a 1.200 baudios de velocidad. Las tramas están constituidas por un bit de comienzo; un byte de información, que contiene el valor de intensidad luminosa deseado; y 4 bits de fin.

Regulación DALI

DALI es un protocolo estándar (Norma DIN IEC 60929), independiente del fabricante, desarrollado en 1999 y auspiciado por un grupo de más de 40 empresas del sector, entre las que destacan Philips, Gewiss, ABB u Osram, entre otras. Este protocolo pretende mejorar ciertos aspectos de su antecesor, DSI, con la misma finalidad: el control digital de balastos y luminarias DALI.

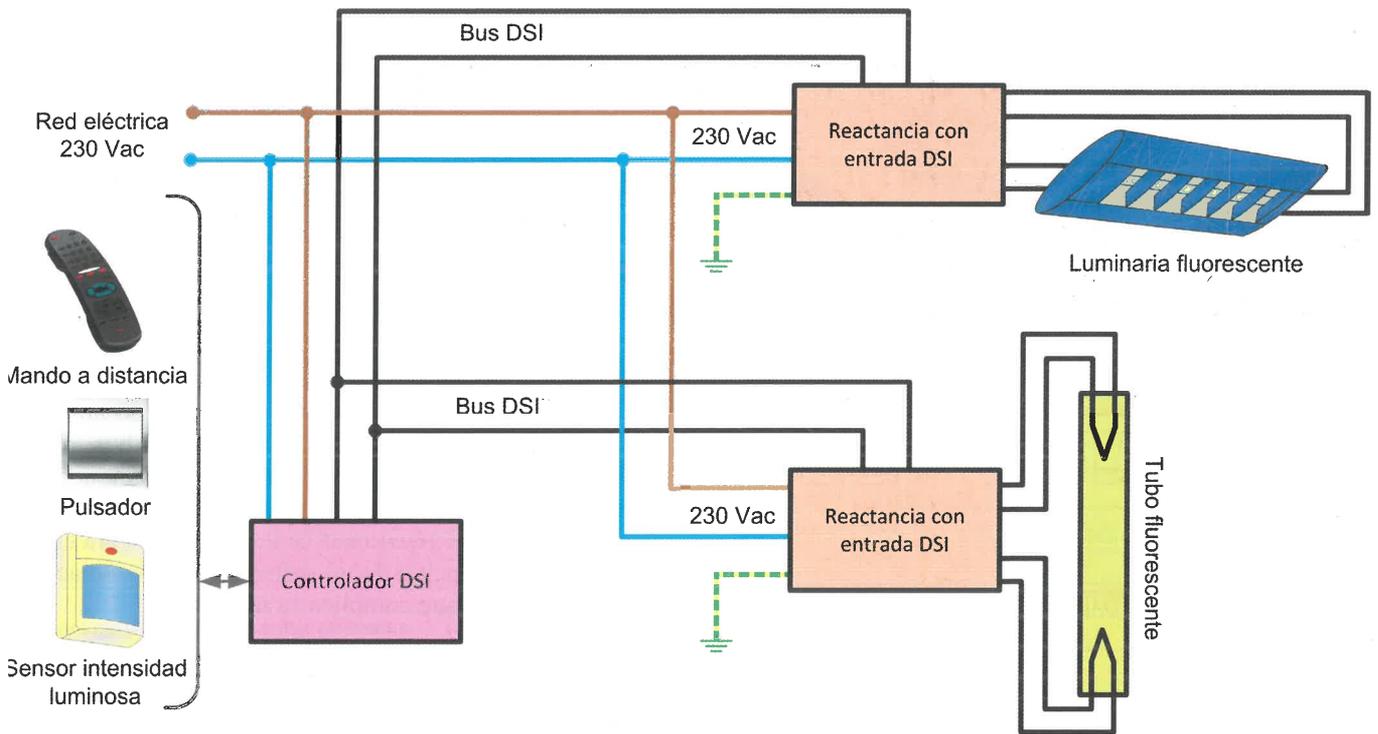


Figura 2.71. Esquema de conexión de un sistema DSI.

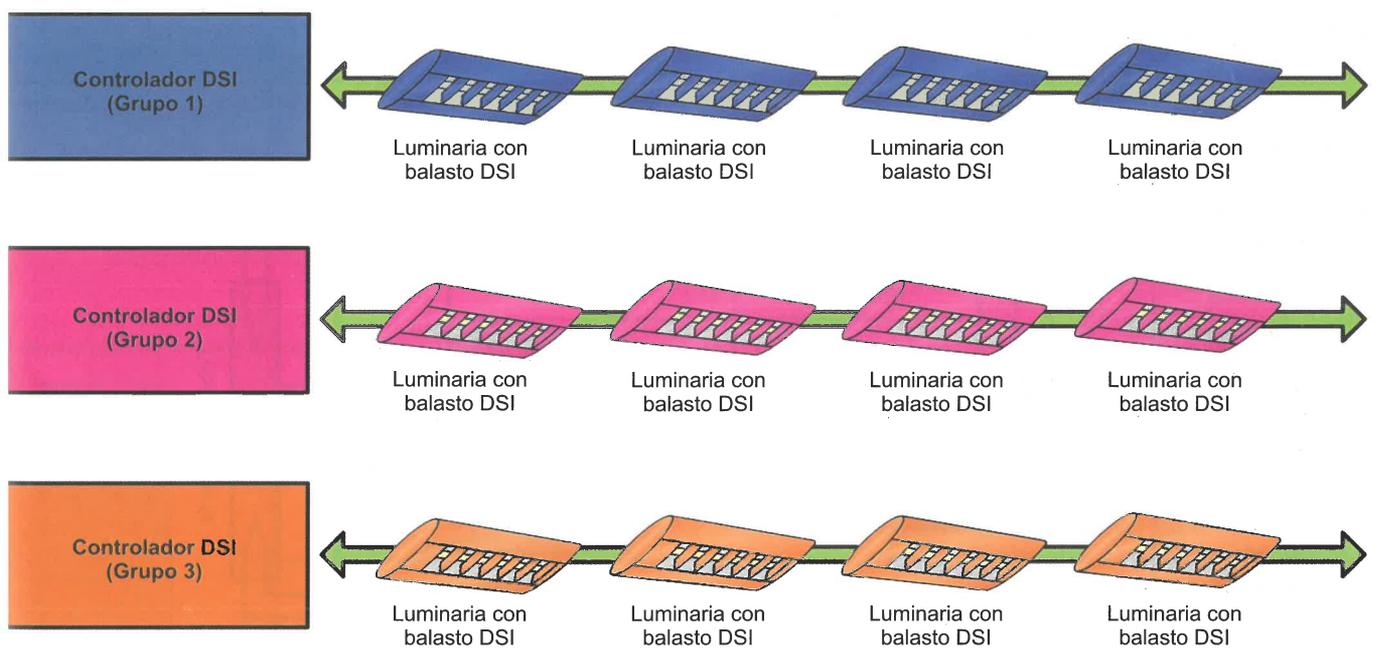


Figura 2.72. Creación de bloques o grupos de luminarias en DSI.

A igual que en DSI, se utiliza un cableado de 2 hilos in polaridad, que puede instalarse junto con los cables eléctricos. La velocidad de transmisión es de 1.200 baudios y la conexión física de los elementos se hace en paralelo, formando un bus. Además, también es un sistema

maestro-esclavo, al existir un controlador encargado de la gestión de los dispositivos que cuelgan del bus. No obstante, no es totalmente centralizado, ya que muchos de los parámetros y ajustes son almacenados en la memoria de los propios dispositivos del bus.

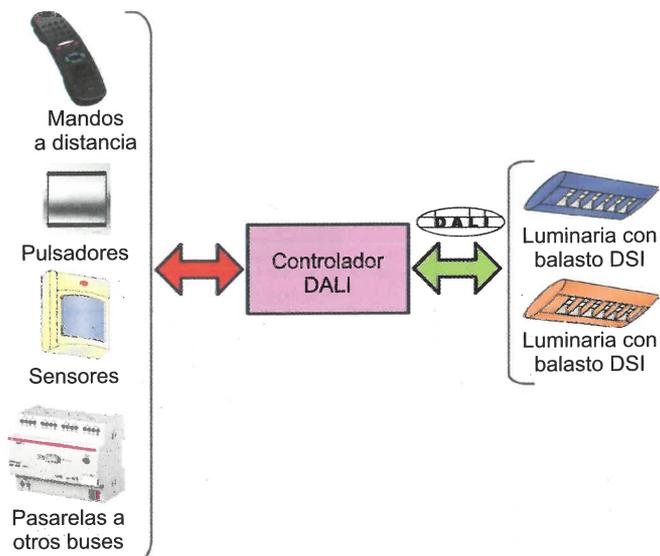


Figura 2.73. La arquitectura DALI.

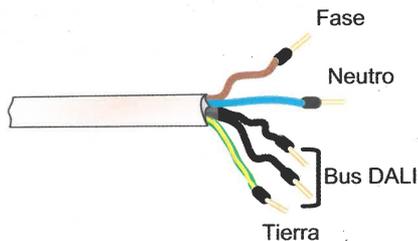


Figura 2.74. Detalle de cable empleando para tensión y DALI.

Sin embargo, algunas mejoras respecto a su antecesor son que los distintos elementos asociados al bus, con un máximo de 64 dispositivos, disponen de direcciones diferentes, lo que nos permite diferenciar 16 posibles grupos dentro del bus, con 16 escenas de iluminación. Para ello, es necesaria la utilización de un software de programación y configuración, lo que complica su instalación.

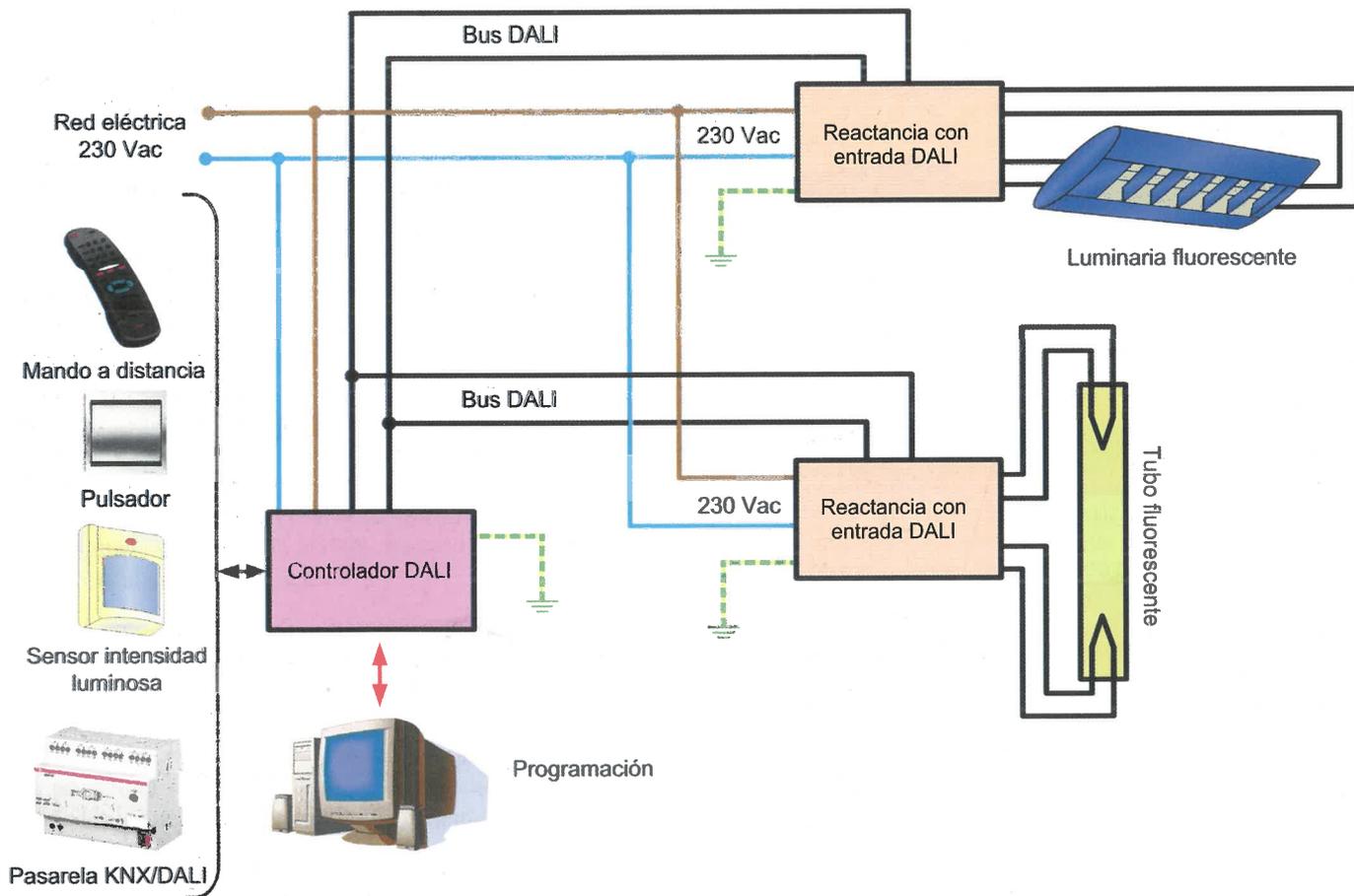


Figura 2.75. Esquema de conexión de una instalación DALI.

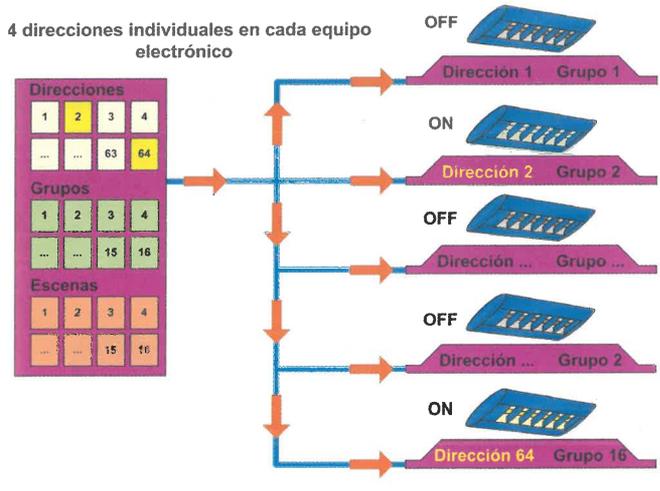


Figura 2.76. Direccionamiento de elementos individuales en DALI.

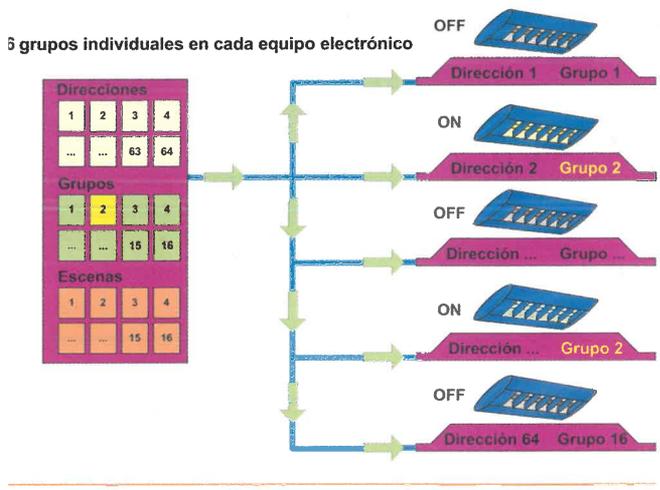


Figura 2.77. Direccionamiento de grupos en DALI.

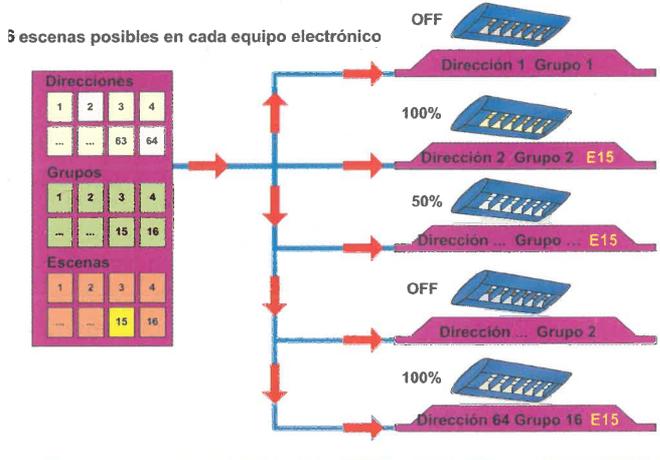


Figura 2.78. Direccionamiento de escenas en DALI.

Además, existen en el mercado pasarelas a buses de automatización como EIB/KNX y/o LonWorks, lo que incrementa su interés y versatilidad.

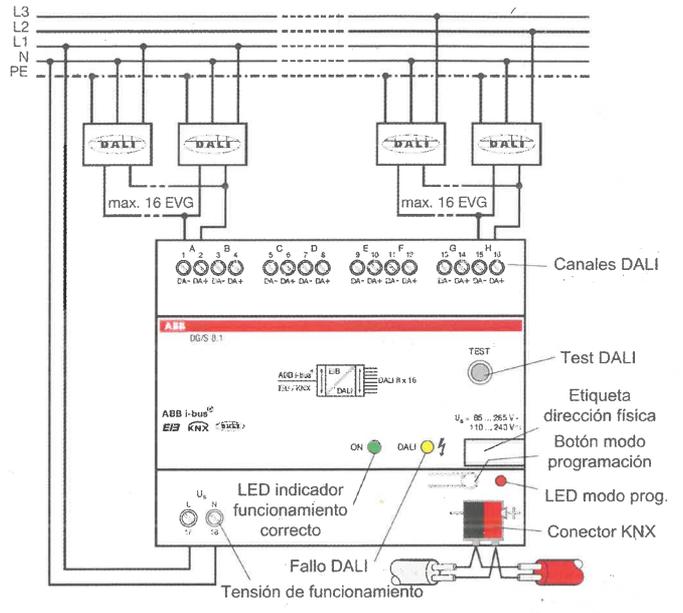
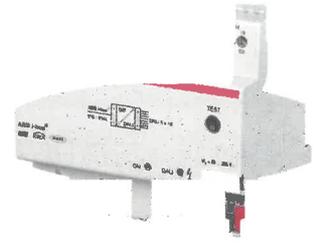


Figura 2.79. Pasarela entre el bus de iluminación DALI y el bus inmótico KNX. (Cortesía de ABB).

DALI nos permitirá gestionar la conexión/desconexión total, el establecimiento de valores de iluminación, la regulación de iluminación con curvas logarítmicas (cómo ve el ojo humano), los tiempos de desconexión de escenas, el control individual de aparatos o de grupos, la regulación sincronizada de todos los componentes, el control simultáneo de todos los aparatos, establecer los límites de regulación máximo y mínimo, confirmar del estado del aparato (lámpara ON/OFF, nivel de iluminación, fallo en lámpara o equipo electrónico) y gestionar el funcionamiento con energía auxiliar o de emergencia, entre otras muchas funcionalidades.

En la Tabla 2.16, podemos observar un resumen de los distintos aspectos más significativos de estas tres tecnologías de iluminación.

■ ■ ■ Otras tecnologías de regulación: entrada digital. Un ejemplo comercial: SwitchDim®

Los sistemas de regulación de control digital, como hemos visto, se basan en la utilización de una entrada en la que se detecta un número determinado de pulsaciones o la duración de una determinada de una pulsación y se utiliza esta información para implementar la regulación de la intensidad luminosa de la lámpara asociada.

Tabla 2.16. Comparativa entre las tecnologías 1-10 voltios, DSI y DALI.

	1-10 voltios	DSI	DALI
Coste	Balastos más económicos.	Ligeramente más caros que la tecnología 1-10 voltios.	Más caro que los balastos DSI.
Protocolo	Analógico.	Digital.	Digital
Comunicaciones	En un sentido.	En un sentido (aunque la especificación permite la realimentación del estado de los balastos).	Ambos sentidos.
Cableado	Un par por cada grupo independiente de fluorescentes.	Un par por cada grupo independiente de fluorescentes.	Un único par para hasta 64 balastos con 16 posibles grupos.
Direccionamiento	Los balastos conectados el mismo par forman un grupo controlable.	Los balastos conectados el mismo par forman un grupo controlable.	Los balastos conectados el mismo par pueden ser controlados individualmente, en 16 grupos y con 16 posibles escenas configurables.
Reemplazo de balastos	Simple.	Simple.	Simple con la configuración software correspondiente.

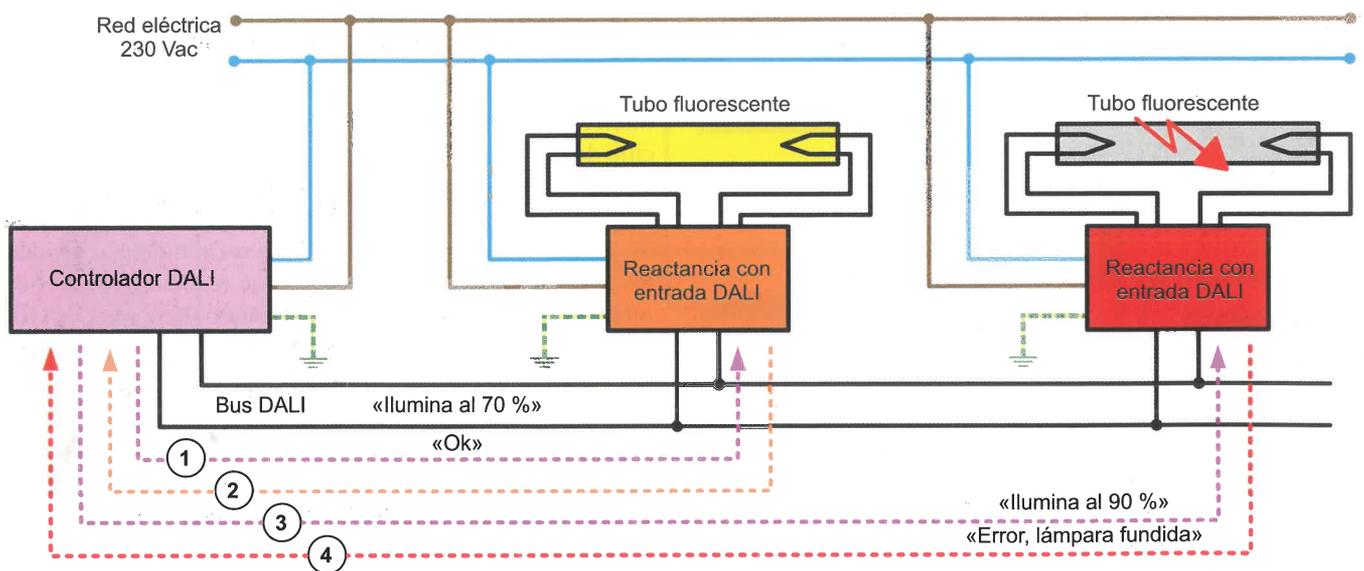


Figura 2.80. Esquema de envío de comandos y recepción de estado de los balastos.

■ SABÍAS QUE...

¿Te has fijado que los sistemas de regulación de control digital funcionan de forma parecida a los elevadores eléctricos de los coches?

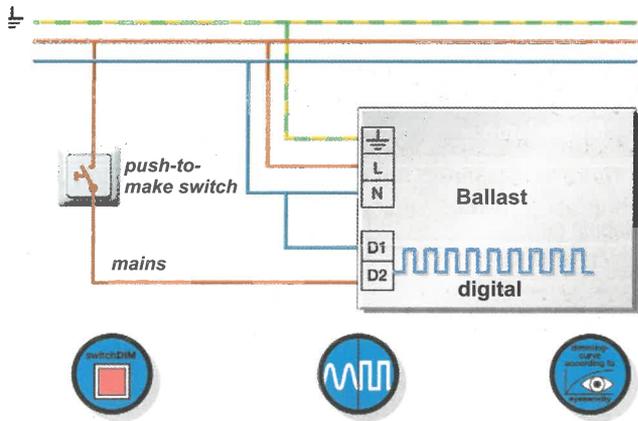


Figura 2.81. Ejemplo de funcionamiento de un sistema de regulación con control digital SwitchDim®. (Cortesía de TRIDONIC).

La tecnología SwitchDim®, perteneciente a la firma tridonic, es un ejemplo de sistema de control digital; con SwitchDim® es posible realizar regulación y conmutación de luminarias de forma cómoda, económica y con una sencilla instalación. La conmutación y regulación se activarán a función del estado actual de funcionamiento y de la duración de la pulsación del pulsador. Una pulsación corta generará el encendido o apagado de las luminarias, mientras que la pulsación larga aumentará y disminuirá, de forma alternativa, la intensidad de luz.

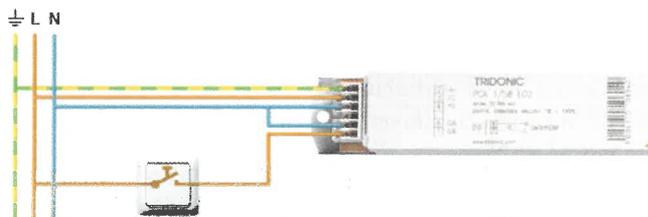


Figura 2.82. Conexión de un balasto SwitchDim®. (Cortesía de TRIDONIC).

Algunas de las características más importantes de esta tecnología son:

- El control puede realizarse desde varios puntos de mando instalados en paralelo, se puede disponer de un máximo de 25 pulsadores convencionales, con un número teóricamente ilimitado de equipos, aunque se recomienda un máximo de 25 por cada instalación SwitchDim®.
- Es posible seleccionar la velocidad de regulación haciendo más lento o rápido el encendido o apagado durante la pulsación larga.
- Se puede ajustar la regulación a la curva de sensibilidad ocular, ya que esta es de tipo logarítmica y no lineal.
- Es integrable con otros sistemas basados en sensores de luz.

- La señal de control utiliza la tensión de red, es decir, el pulsador se conecta como se haría en un interruptor en una instalación convencional, puenteando la fase.

- Conmutación sin potencia a través de interfaz de control.

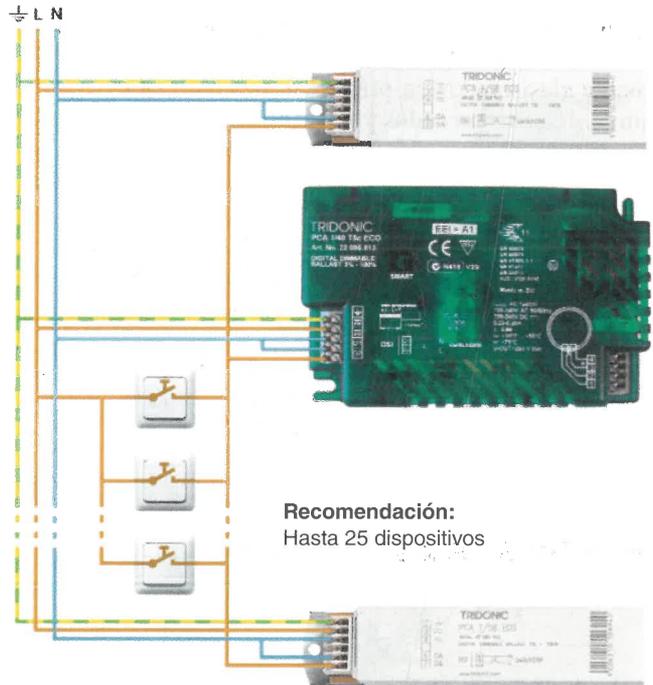


Figura 2.83. Conexión varios balastos SwitchDim®. (Cortesía de TRIDONIC).

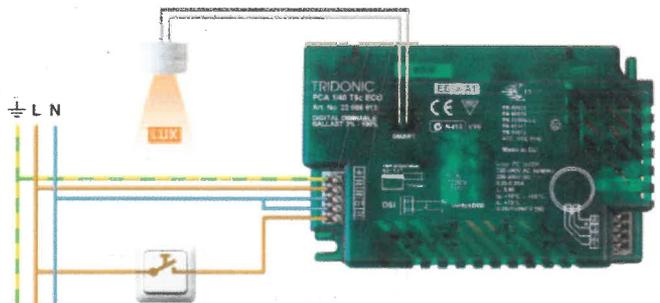


Figura 2.84. Control de iluminación mediante conexión de sensor de intensidad luminosa en SwitchDim®. (Cortesía de TRIDONIC).

2.4.2. Electroválvulas

En algunas ocasiones resulta interesante poder automatizar aplicaciones como son el riego de zonas ajardinadas o el corte de gas frente a una alarma de fuga, por ejemplo. Para estos casos, en los que se permite o impide el paso de determinados fluidos, como podría ser el agua o un gas, por una canalización, se emplea un dispositivo denominado **electroválvula**.

Las electroválvulas son dispositivos electromecánicos que se componen de dos partes claramente diferenciadas: el elemento sobre el que se actúa eléctricamente, generalmente una bobina o solenoide, y la válvula propiamente dicha, que es el elemento mecánico que favorece o impide el paso del fluido.

En el mercado podemos encontrar numerosos tipos de electroválvulas según el campo de aplicación, siendo frecuente clasificarlas en primer lugar, como electroválvulas **normalmente cerradas** y **normalmente abiertas**, que son las que, en ausencia de energía eléctrica, impiden o no el paso del fluido, respectivamente. Sin embargo, existen multitud de propiedades adicionales a tener en cuenta, como son si el solenoide actúa o no directamente sobre la válvula, o si el sistema de activación es de tipo todo/nada o permite comportamientos más complejos como el comportamiento biestable o la regulación del caudal.

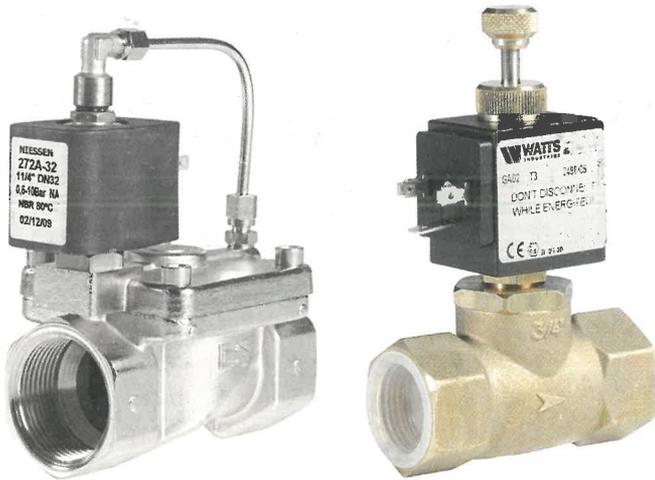


Figura 2.85. Detalle de electroválvulas. Izquierda: de agua. Derecha: de gas. (Cortesía de NIESEN-ABB).

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.17.

Tabla 2.17. Simbología asociada a las electroválvulas.

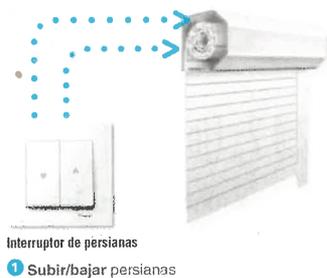
Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Bobina de electroválvula		

2.4.3. Persianas y toldos

Otra de las aplicaciones más populares, junto con la del control de iluminación, es la gestión automática de la **apertura de persianas, estores y toldos**. Los beneficios asociados a la automatización de este tipo de aplicaciones pueden verse desde distintos puntos de vista: confort, eficiencia energética, seguridad, etc. Muchos comercios automatizan sus toldos en función de distintos parámetros: la hora de comercio, la luz exterior que puede dañar el producto en el escaparate, la lluvia, el viento, que podría romper la lona o quebrar los brazos, etc. También encontramos cada vez más a menudo hogares con sus persianas automatizadas, que evitan las incomodidades de subir y bajar las mismas manualmente, cuyos mecanismos mecánicos frecuentemente fallan o se rompen, permitiendo gestionar su cierre en función de la luz exterior para optimizar la iluminación del hogar, simulando la presencia de personas dentro de la vivienda, ahuyentando a posibles ladrones, etc.

Para el control de estos mecanismos el mercado pone a nuestra disposición una amplísima variedad de soluciones basadas en motores especialmente diseñados para estas aplicaciones, junto con circuitos de potencia que hagan de interfaz entre el control y los motores propiamente dichos, lo cual suele encontrarse integrado en un único elemento, por otra parte.

mecanismo eléctrico



mecanismo electrónico



Figura 2.86. Posibles soluciones de automatización de persianas. (Cortesía de SCHNEIDER ELECTRIC).

Los motores utilizados este tipo de aplicaciones suelen ser de muy bajas revoluciones, apenas 5-20 rpm, que pueden adaptarse fácilmente al mecanismo de la persiana de todo y facilitar lo máximo posible su integración en los elementos arquitectónicos instalados. En el caso de las persianas, por ejemplo, lo más frecuente es encontrar motores de forma tubular y del mismo largo que estas, alimentándolos a la tensión de la red eléctrica.



Figura 2.87. Motores tubulares. (Cortesía de GAVIOTA SIMBAC).

También es frecuente que este tipo de motores incorpore finales de carrera en su propia estructura, para evitar caedero extra o problemas de instalación. Estos finales de carrera, uno para la bajada y otro para la subida, tienen forma de tornillo y en función de las vueltas dadas, nos permiten ajustar cuánto girará el motor en un sentido u otro y, por tanto, la altura de subida y bajada. Para su accionamiento típicamente se precisan cuatro hilos: dos para la conexión al neutro y tierra de la instalación eléctrica y otros dos de sentido, para activar la subida y bajada.

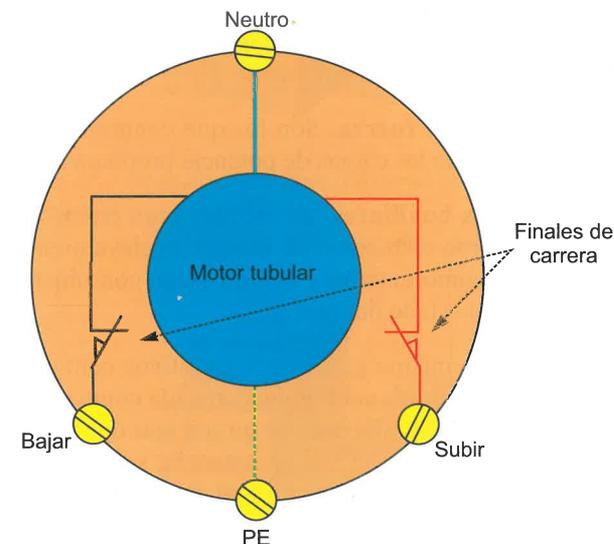


Figura 2.88. Detalle de posible estructura de conexionado de un motor de persianas.

El control de estos dispositivos electromecánicos puede realizarse manualmente, mediante unos pulsadores especiales y con multitud de soluciones y modelos comerciales, vía unidad de control directamente cableada, o por medio de una interfaz integrada en algún bus de automatización, como podría ser X-10 o EIB/KNX.

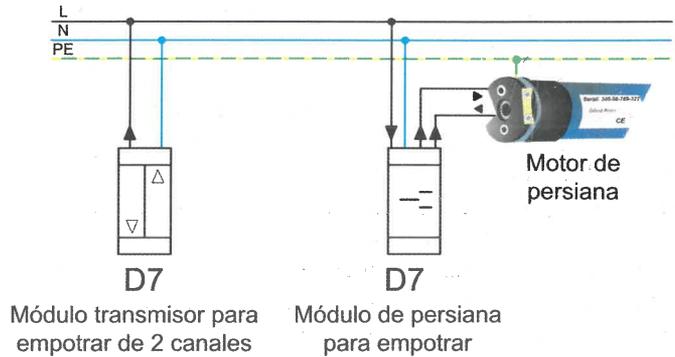


Figura 2.89. Detalle de esquema de control remoto con X-10 de una persiana.

■ SABÍAS QUE...

Además de los motores tubulares, las empresas del sector han adaptado sus soluciones a las instalaciones existentes y han surgido otros motores conocidos como **motores sobre cinta**, que simulan el mecanismo mecánico, sustituyéndolo por uno electrónico que puede ser controlado localmente o remotamente.

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.18.

Tabla 2.18. Simbología asociada a los motores de persianas.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Motor de persianas		

■ 2.4.4. Control de equipos eléctricos y cargas de potencia

Existen muchas aplicaciones donde el sistema de automatización tiene que controlar cargas que requieren la utilización de elementos adicionales que actúen como interfaz entre el elemento de control y la carga propiamente dicha.

Tal es el caso cargas de alta potencia, como son los motores o circuitos de iluminación con un elevado número de bombillas, por ejemplo. Para el control de este tipo de cargas se utilizan dispositivos auxiliares, que funcionan de manera similar a un interruptor pero que, en lugar de accionarlos manualmente, son accionados por el elemento de control.

Entre los dispositivos más utilizados tenemos los **contactores** y los **relés**, aunque también encontramos otros dispositivos como los **telerruptores**, por ejemplo. Los contactores y los relés, cuando son accionados electrónicamente, abren o cierran sus contactos en función de dicha excitación. Los relés son utilizados en aplicaciones de menor potencia que los contactores, normalmente inferiores al kilowatio y los contactores se emplean en las aplicaciones de elevada potencia. Por otra parte tenemos los telerruptores, que son unos circuitos que, al igual que los relés o contactores permiten gestionar cargas de potencia; sin embargo, su comportamiento es un tanto distinto ya que, al excitarlos, cambian sencillamente su estado anterior. Es decir, si un telerruptor está abierto y lo excitamos, conmutará y cerrará sus contactos y, al volver a excitarlo, volverá a abrirlos. Este comportamiento se conoce como **modo biestable**.

■ SABÍAS QUE...

El **telerruptor** se utiliza muy a menudo en aplicaciones de iluminación. Cuando tenemos una luminaria que deseamos que pueda ser controlada desde muchos puntos distintos, el uso de multitud de llaves conmutadas y de cruce puede resultar ineficiente desde el punto de vista del cableado. Esto se puede resolverse utilizando un telerruptor, al que se conectan multitud de pulsadores, lo que mejora notablemente el cableado y simplifica la instalación.

Contadores de potencia y de mando

Los **contactores** son dispositivos electromecánicos que actúan como interruptores controlados a distancia. Son utilizados para establecer o cortar el paso de intensidad en circuitos de potencia, en aplicaciones donde intervienen grandes cargas de potencia como son radiadores, motores, líneas de luminarias, etc., dando servicio o no a la alimentación de estos. Por ello, se utilizan especialmente en aplicaciones industriales e inmóviles.

Existe un amplio mercado de diferentes dispositivos contactores, adaptándose a los distintos sectores e incorporando, por ejemplo, nuevos formatos y tipos de ensamblaje que reduzcan los tiempos de instalación y mantenimiento. Tal es el caso del uso de cámaras acoplables, que posibilitan la adición de contactos auxiliares a un contactor ya instalado.



Figura 2.90. Varios modelos de contactores. (Cortesía de OMRON (arriba izquierda), SCHNEIDER ELECTRIC (arriba derecha) y ABB (abajo)).

Internamente están constituidos por una bobina, un circuito magnético y unos contactos. La bobina, junto con el circuito magnético, al alimentar la señal de control externa del contactor, acciona el mecanismo de los contactos, cerrando los normalmente abiertos y abriendo los normalmente cerrados.

Uno de los aspectos más importantes de los contactores es que disponen de dos tipos de contactos, los de potencia o fuerza y los contactos auxiliares:

- **Contactos de fuerza.** Son los que conmutan la alimentación de las cargas de potencia propiamente.
- **Contactos auxiliares.** Se utilizan para tareas auxiliares, como elementos de mando, enclavamiento, o incluso, como entrada a un autómatas, con objeto de conocer el estado del mismo.

Dentro de la misma gama de dispositivos contactores podemos encontrar una subfamilia conocida como **contactores de mando** o **auxiliares**, que no son más que aquellos que no disponen de contactos de potencia, siendo utilizados para operaciones de maniobra en automatismos eléctricos. Si bien su aspecto exterior puede parecerse mucho a los contactores de potencia, se identifican con cierta facilidad al observar la numeración de los contactos, todos de dos cifras.

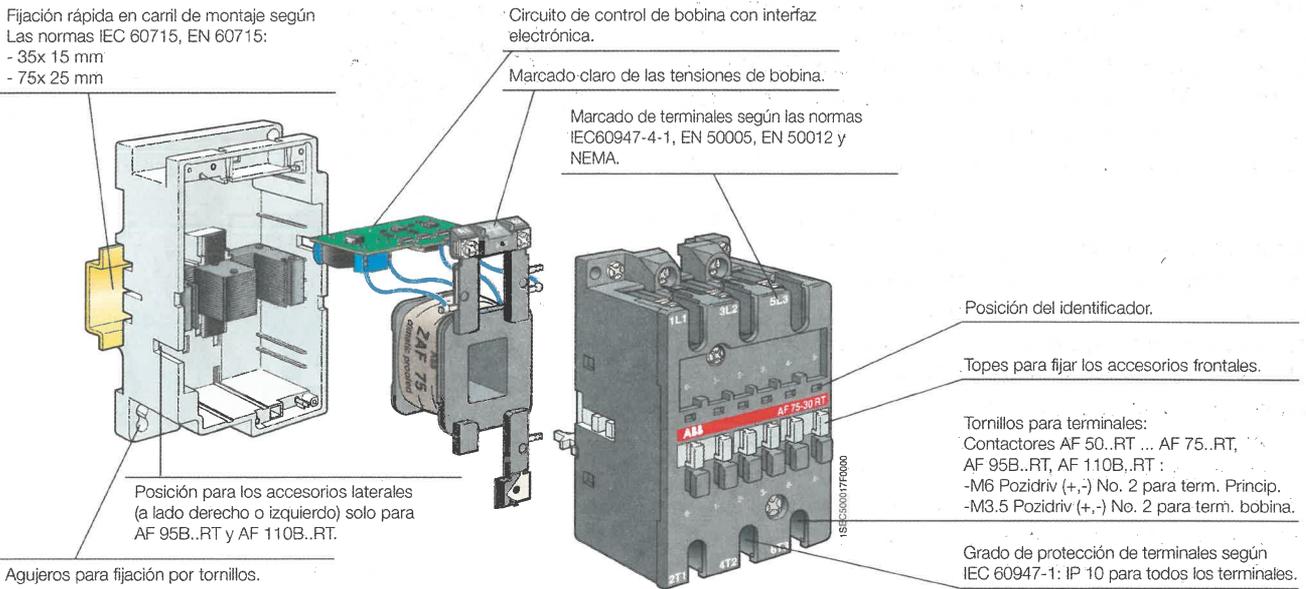


Figura 2.91. Detalle de elementos externos e internos de un contactor. (Cortesía de ABB).

RECUERDA

Mediante las cámaras acoplables podemos añadir contactos auxiliares a determinados contactores.

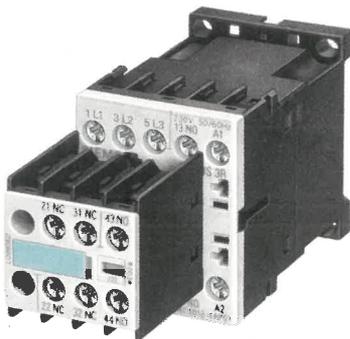


Figura 2.92. Fotografía de contactor con cámara de contactos auxiliar acoplada. (Cortesía de de SIEMENS AG).

SABÍAS QUE...

Los contactores, en función de la carga a manejar para la que han sido diseñados (categorías de servicios), se clasifican en:

- **AC1.** Cargas puramente resistivas (hornos de resistencia, lámparas incandescentes, caléfactores, etc.). No apto para motores.
- **AC2.** Utilizado con motores síncronos (de anillos rozantes o bobinados).
- **AC3.** Motores de inducción en jaula de ardilla utilizados en servicio continuo (aire acondicionado, compresores, etc.).
- **AC4.** Motores en jaula de ardilla utilizados en servicio intermitente (grúas, ascensores, etc.).

Relés auxiliares

Los relés auxiliares tienen la misma funcionalidad que los contactores. Sirven como elemento de maniobra para el mando indirecto de automatismos, dando paso o interrumpiendo la circulación de intensidad eléctrica; sin embargo, estos dispositivos tienen una potencia de actuación mucho menor, utilizándose, frecuentemente, como elemento intermedio para accionar un contactor de potencia desde un dispositivo de control (por ejemplo, un autómatas, un microcontrolador, etc.).

Su tamaño es mucho más reducido y suelen montarse sobre un zócalo, que permite su fácil reemplazo en caso de quedar inutilizado o estar defectuoso, minimizando los tiempos de mantenimiento y optimizando la gestión de averías.

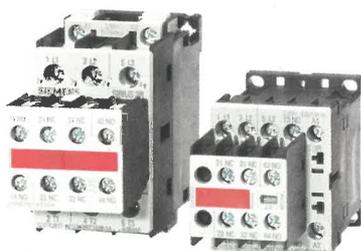


Figura 2.93. Contactores auxiliares o de mando. (Cortesía de de SIEMENS AG).

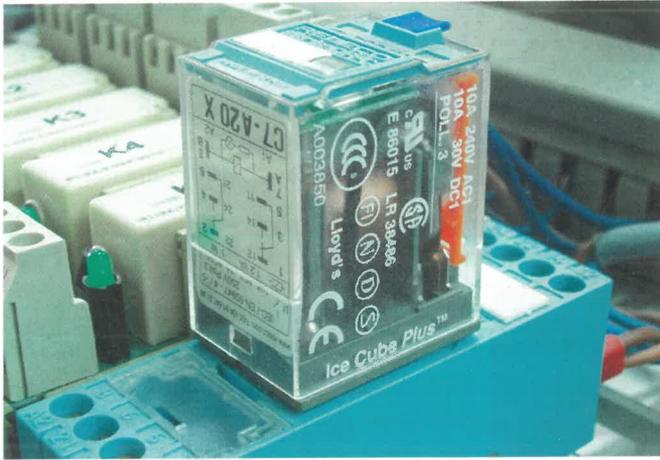


Figura 2.94. Utilización de un relé en un proceso industrial.



Figura 2.95. Algunos relés auxiliares o de mando y soportes. (Cortesía de SIEMENS AG).

MUNDO EMPRESA

Muchos fabricantes de soluciones de automatización recomiendan el uso de este tipo de dispositivos si se utilizan determinadas cargas. Por ejemplo, la empresa Simon, en el manual de instalación de la central preprogramada «Simon VOX.2», apartado 2.1.2, hace referencia a ello, como puedes comprobar si lo buscas en internet.

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.19.

Tabla 2.19. Simbología de bobinas de mando y auxiliares.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
Bobina de mando de un relé, contactor de enclavamiento mecánico. Telerruptor.		
Bobina de relé, contactor u otro dispositivo de mando de tipo genérico.		
Mando electromagnético de contactor auxiliar		
Mando electromagnético de contactor		

2.4.5. Dispositivos de aviso: sirenas y avisadores luminosos

Otro elemento que comúnmente nos encontramos en los sistemas de automatización son los **dispositivos de aviso**. Estos tienen multitud de aplicaciones: como señales de alarma en sistemas de seguridad, para avisar frente a intrusos, hurtos, etc., alarmas técnicas, en detectores de incendios o de fugas de gas, para indicar el principio o fin de una determinada actividad en una industria, avisar de la entrada o salida de mercancías, prevenir de actividades peligrosas, etc.



Figura 2.96. Proceso industrial y detalle de elemento de señalización.

Entre los dispositivos de aviso más comunes que podemos encontrar tenemos de tipo luminoso y acústico, como serían sirenas y altavoces o sistemas de megafonía, incluso.



Figura 2.97. Elementos de señalización luminosa y sonora. (Cortesía de CHNEIDER ELECTRIC).

La simbología asociada a este tipo de elementos es la que se muestra en la Tabla 2.20.

2.4.6. Otros actuadores

Además de los actuadores vistos, podemos encontrar otros tantos asociados a la amplia diversidad de soluciones, sectores o aplicaciones: temporizadores, motores, sistemas electroneumáticos, etc. En cualquier caso, siempre es

recomendable acceder al catálogo actualizado de los mismos con objeto de conocer las novedades y tendencias del sector.

Temporizadores

Son relés cuyo funcionamiento puede temporizarse, permitiendo la conexión, pasado un tiempo, desde que se comandó la bobina del mismo (o la desconexión temporizada del mismo tras la excitación de la bobina). Un ejemplo lo encontramos en los temporizadores de la iluminación de las zonas comunes de los edificios de vecinos donde accionamos un pulsador, la iluminación se activa y, pasado un tiempo, se apaga automáticamente. A este tipo de temporizadores también se les conoce como **automáticos de escalera**.



Figura 2.98. Temporizadores. (Cortesía de SIEMENS).

Tabla 2.20. Simbología de dispositivos de aviso y señalización.

Mecanismo	Simbología		Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar		Unifilar	Multifilar
Lámpara, símbolo general			Indicador sonoro tipo bocina		
Lámpara intermitente			Timbre		
Lámpara alimentada por transformador incorporado			Sirena		
Elemento de señalización electromecánico			Silbato de accionamiento eléctrico		

Motores eléctricos

Uno de los actuadores más importantes y que siempre está presente en la mayoría de las instalaciones y automatismos industriales son los motores eléctricos. Un motor eléctrico podría definirse como una máquina que convierte energía eléctrica en movimiento mecánico (rotativo o lineal) por medio de fuerzas electromagnéticas.

Los campos de aplicación del motor son muy diversos, desde pequeñas aplicaciones para mover las bandejas de los lectores de CD o su uso como vibradores de nuestros teléfonos móviles, hasta su utilización como motor motriz en tranvías, pasando por sistemas de apertura de puertas, subida y bajada de ascensores, movimiento de cintas transportadoras, vehículos eléctricos, elevadores eléctricos de los coches, gestión de persianas, orientación de helióstatos, etc.

Existen dos grandes familias de motores, en función de la naturaleza eléctrica de la fuente eléctrica que utilizan:

• Motores de corriente alterna:

– **Monofásicos.** Son frecuentemente encontrados en el ámbito doméstico. El motivo es que la mayoría de los hogares disponen de una línea monofásica de tensión. El mayor inconveniente es su bajo rendimiento, por debajo de los motores trifásicos. A igual potencia, el motor trifásico requiere de un tamaño mucho menor. Entre los motores monofásicos más utilizados tenemos:

- » Motor monofásico con bobinado auxiliar de arranque.
- » Motor monofásico de espira en cortocircuito.
- » Motor universal.

– **Trifásicos.** Serán los que nos encontremos en el sector industrial y muchas aplicaciones de automatización, mayoritariamente. En este caso, la parte fija, el **estátor**, está constituido por tres bobinas fijas desfasadas 120° eléctricos entre sí, siendo preciso una línea de alimentación trifásica. El rotor suele ser, principalmente, de dos tipos: **de rotor cortocircuitado**, también conocido como **jaula de ardilla**, y **de rotor bobinado**.

• **Motores de corriente continua.** La aparición de los motores de corriente alterna ha desplazado significativamente el campo de aplicación de los motores de continua hoy día. Si bien es cierto que en aplicaciones de baja potencia (robótica, pequeños automatismos, etc.), el motor de continua sigue teniendo cierto protagonismo. Las máquinas de continua son todas reversibles, lo que significa que pueden funcionar como motores o generadores. Constructivamente disponen

de dos devanados: el inductor o de excitación, que es donde alimentamos al motor, y el inducido, asociado al rotor del mismo.

SABÍAS QUE...

La popularización de los motores de alterna frente a los de continua se debe al menor número de pérdidas de los primeros; sin embargo, tuvimos que esperar muchos años para que los motores de alterna ganaran la batalla a los de continua en el ámbito industrial. Esto fue posible gracias a la evolución de las **técnicas de control de motores de alterna**. El control de la velocidad de un motor de continua es mucho más sencillo; básicamente, a más tensión, más velocidad, mientras que en alterna debemos controlar la frecuencia, lo cual es electrónicamente más complejo. Qué duda cabe que si la alterna es además trifásica, la complejidad es exponencialmente mayor. Los motores de continua se usan más en aplicaciones portátiles, en lugares donde la trifásica o la alterna tienen difícil acceso o donde se requiere baja potencia.

2.5. Red

Un sistema de automatización implica el uso de un conjunto de elementos o nodos con diversas funciones. Unos son los encargados de captar las señales del exterior; otros de actuar sobre el inmueble a automatizar; otros terceros establecen la inteligencia y el protocolo de funcionamiento; por último, podemos encontrar elementos que ejercen de interfaces con otros sistemas, posibilitando, entre otras opciones, la conexión del sistema con el exterior.

Todo este proceso suele tener lugar a través de una **red** que conecta los distintos dispositivos. Es fundamental tener en cuenta aspectos como la topología física, la topología lógica, los medios físicos utilizados, etc., a la hora de diseñar y acometer nuestro proyecto de automatización. Algunos de estos aspectos son tratados a continuación.

2.5.1. Topologías de comunicación

La **topología de comunicación** se refiere a cómo se organiza la red que compone el sistema de automatización y suele distinguirse entre la **organización física** y la **lógica**. La primera describe cómo se conectan los dispositivos a nivel físico: cables o medios de transmisión, mientras que la topología lógica o método de acceso al medio define cómo acceden los elementos de control al medio de comunicación para interactuar con el resto de elementos del sistema de automatización.

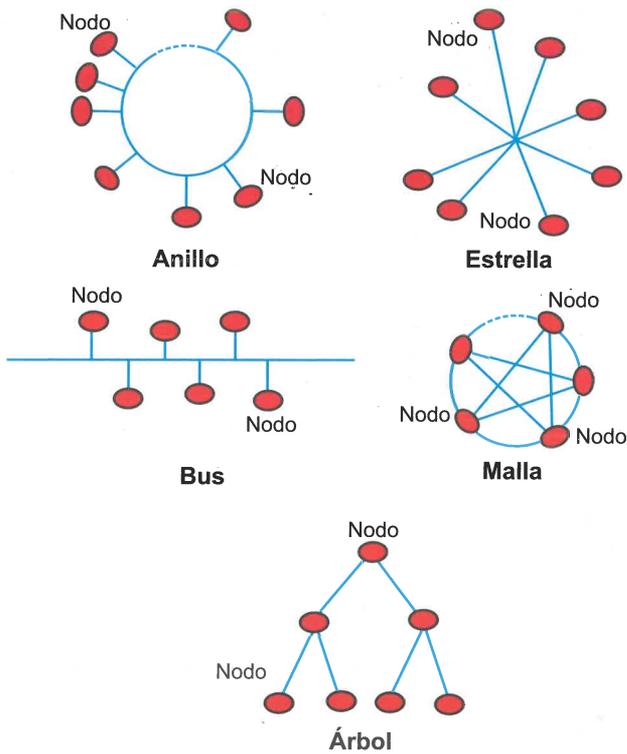


Figura 2.99. Resumen de los principales tipos de topologías físicas.

Topologías físicas

La topología física establece la configuración espacial del sistema de automatización. Entre las topologías físicas más utilizadas podemos enumerar las siguientes:

- **Anillo:** en una topología en anillo, cada elemento de la red se conecta únicamente a dos elementos de la misma, formando un bucle cerrado, tal como se muestra en la Figura 2.99. La información que genera un elemento, por ejemplo, una detección de alarma por rotura de un cristal, es conducida nodo a nodo en un único sentido. Cada nodo revisa si dicha información es para él y en caso contrario, actúa como un repetidor, enviando la señal a su elemento vecino, hasta que llega al destino, que tomará las acciones pertinentes: activación de alarma sonora en el caso anterior, por ejemplo.

Las ventajas de una topología en anillo son que esta es fácil de instalar y ampliar, dado que únicamente hay que insertar un elemento entre dos nodos, lo que normalmente se traduce en la desconexión de una de las dos conexiones de un elemento del anillo y en la adición del nuevo nodo y su posterior conexión. Obviamente existen restricciones a nivel de longitud: adaptación de impedancias, número de elementos, etc., lo cual limitará las capacidades del anillo.

NOTA TÉCNICA

La adaptación de impedancias consiste en la colocación de un elemento conocido como **terminador de red** en los extremos de determinados buses de comunicación. Algunos sistemas que utilizan terminaciones de línea son CAN, PROFIBUS, LonWorks, etc.



Figura 2.100. Terminaciones de red. (Cortesía de SIMON y GESYTEC).

- **Bus:** la topología en forma de bus es una de las más importantes y utilizadas en los sistemas de automatización actuales. La mayoría de los sistemas de automatización en los sectores de la inmótica y de la industria se basan en esta topología. A nivel doméstico también podemos encontrar soluciones basadas en bus, no obstante, comparten protagonismo con la topología tipo estrella generalmente.

En un bus, al igual que en la topología en forma de anillo, cada elemento se conecta a dos nodos únicamente, uno inmediatamente anterior y otro posterior. Sin embargo, si en el anillo se formaba un bucle cerrado, en el bus el primer elemento y el último elemento no se unen entre sí.

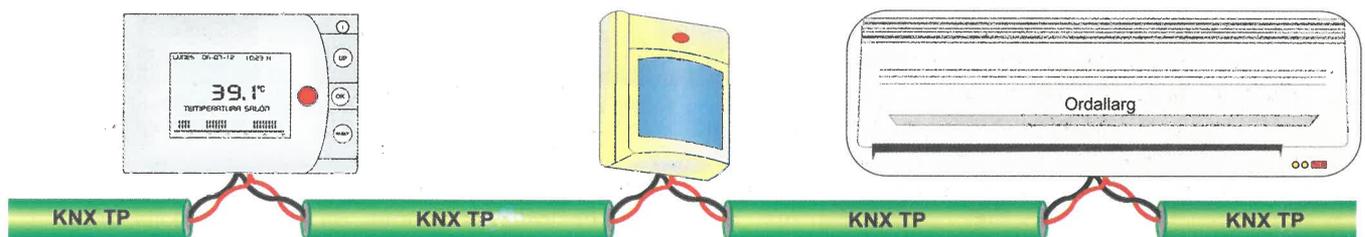


Figura 2.101. Ejemplo de topología física en bus: sistema inmótico KNX TP.

La amplia utilización de la topología bus responde a varios motivos, como son la reducción de cableado, siendo más eficiente que las topologías en forma de árbol, estrella o malla, o la facilidad de instalación, ya que se trata de un único cableado troncal en línea al que se conectan los distintos elementos. Añadir o eliminar un elemento resulta un proceso que puede ser especialmente sencillo, en buses de comunicación como AS-i (*Actuator/Sensor Interface*); por ejemplo, un elemento se añade «mordiéndose el cable como un vampiro» y su eliminación consiste simplemente en retirarlo, sin afectar ello al resto de nodos del bus. Otros sistemas emplean latiguillos o conectores en forma de «T», que facilitan este proceso.

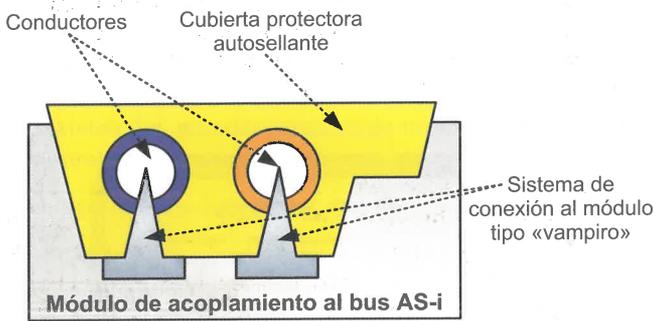


Figura 2.102. Sistema AS-i de conexión «vampiro».

No obstante, también presenta algunos inconvenientes, como es que la rotura del bus podría provocar la interrupción de las comunicaciones, dividiendo el sistema en dos (que pueden o no funcionar autónomamente a su vez), o la necesidad de añadir lo que se conoce como **terminadores** o **terminaciones de línea**, unos elementos que son necesarios para que no se produzcan efectos indeseados en el bus, etc.

- **Estrella:** en este caso, cada nodo se conecta punto a punto a un único elemento central, que puede ser el nodo principal que implementa la inteligencia de control (por ejemplo, una central preprogramada Simon VOX.2) o un elemento por el que circulará toda la información intercambiada, por lo que se le conoce como **concentrador** (haciendo referencia a que concentra todas las comunicaciones); este último sería el caso de las redes de área local de ordenadores, por ejemplo. Dicho elemento es el responsable del enrutamiento o encaminamiento de la información en el sistema, es decir, si un dispositivo quiere enviar una información a otro elemento, este la transmitirá al concentrador para que esta llegue al dispositivo destino.

La ventaja de la topología en forma de estrella es que si un elemento o su cableado hasta el elemento principal o centralita se estropea, únicamente afectaría

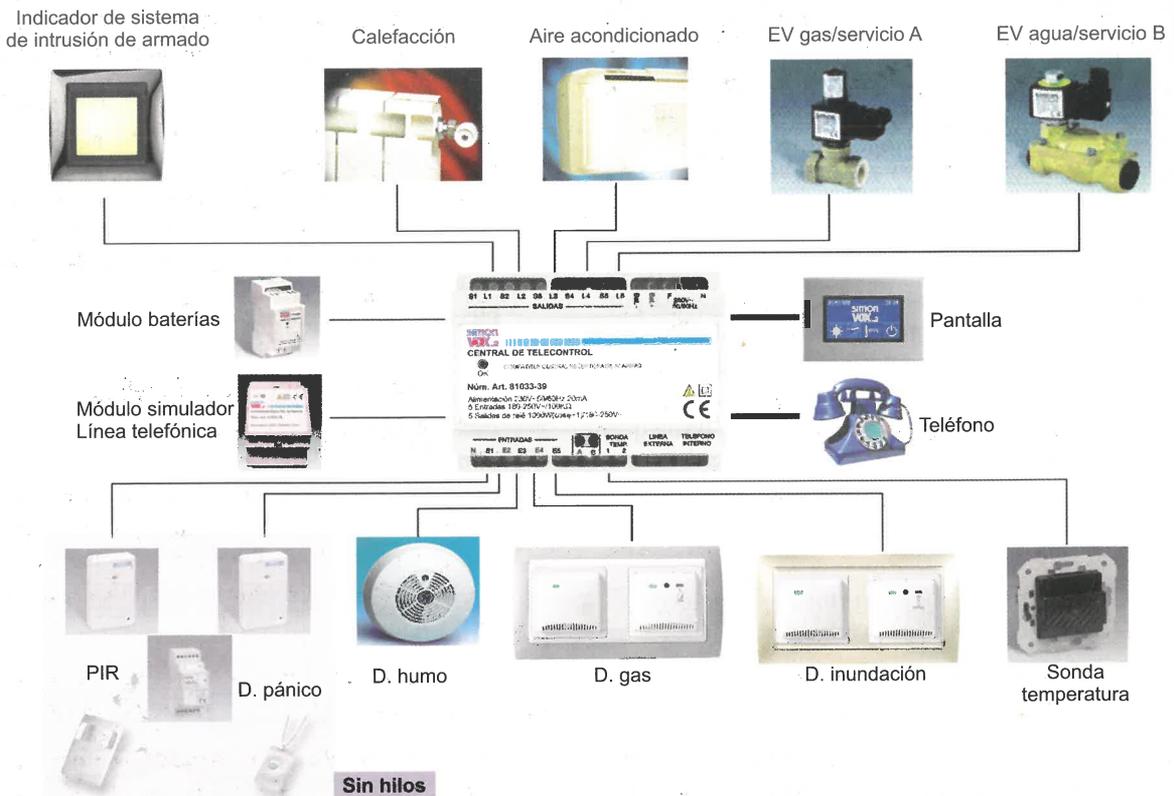


Figura 2.103. Ejemplo de topología física en estrella: central pre-programada Simon VOX.2. (Cortesía de SIMON).

físicamente a ese dispositivo, y el resto podrá funcionar de la manera habitual. Al ser el cableado dedicado hasta el elemento central, suelen permitirse mayores cantidades de datos circulando por el sistema frente a otras topologías siendo, por ello, una de las más utilizadas en redes de datos y, especialmente en redes de ordenadores de área local (*LAN: Local Area Network*).

En muchos sistemas de automatización del hogar esta es una de las topologías más utilizadas, por simplicidad. El concentrador suele ser el procesador principal: un relé o autómatas programable que actúa como cerebro y un conjunto de sensores y actuadores conectados directamente e individualmente a este, formando una estrella. Un sensor enviaría la información al control principal (cerrando sus contactos al activarse, por ejemplo) y, en función de su configuración, accionaría el actuador o actuadores correspondientes.

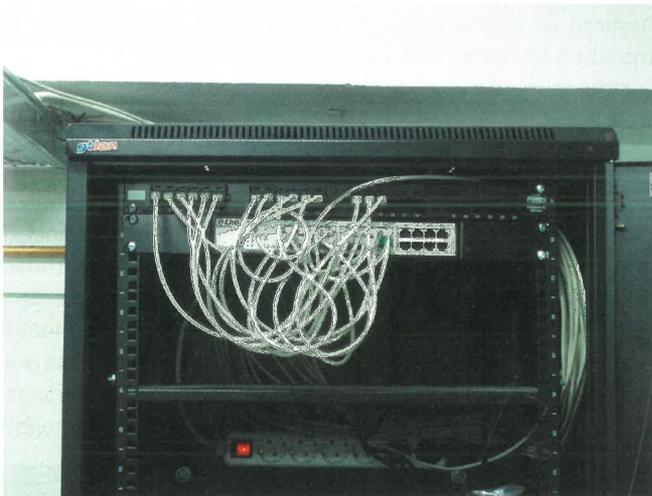


Figura 2.104. Detalle de un switch con el conexionado de varios ordenadores a través de cable Ethernet.

- **Árbol:** la topología en forma de árbol puede considerarse una ampliación o variante de la topología en estrella, donde existe un elemento principal del que «cuelgan» varios subsistemas secundarios. En este caso, algunos de los dispositivos que cuelgan del árbol serían, a su vez, pequeños nodos de control o concentradores con su propia topología en forma de estrella.

Es frecuente encontrar esta situación en entornos de ordenadores donde disponemos de varias redes de área local, por ejemplo, una *LAN* por cada aula o sala de ordenadores de un instituto. Cada concentrador estará conectado, a su vez, a un concentrador principal, que es el que da servicio de internet, por ejemplo.

En aplicaciones de automatización también es frecuente que encontremos varios autómatas controlando una determinada zona de un edificio o una industria, formando una **isla de automatización** y que estos, a su

vez, se conecten uno a uno físicamente a un concentrador principal: un autómatas de mayor capacidad o un *router*, generalmente. Un ejemplo lo encontramos en las redes Ethernet Industrial utilizadas en los entornos de autómatas programables de altas capacidades.

■ CONCEPTOS CLAVE

- **Isla de automatización:** es una zona de una industria cuyos elementos están comunicados entre sí para la ejecución de un determinado proceso pero que, a su vez, están aislados del resto de la fábrica.
- **Autómatas programable o PLC (*Programmable Logic Relay*):** es un dispositivo electrónico que puede ser programado y que está especialmente diseñado para trabajar con procesos en entornos industriales, disponiendo de la capacidad de gestionar y controlar automatismos eléctricos en virtud del programa que le hayamos instalado

- **Malla o *Mesh Network*:** la topología en forma de malla tiene dos objetivos fundamentales: aumentar la seguridad del sistema frente a la posible interrupción de un tramo o varios de la red, es decir, que sea más fiable y segura, y aumentar la capacidad de enviar información a través de la red. Precisamente estos argumentos son los que dieron nacimiento a una de las redes en forma de malla más conocidas y utilizadas en la historia de la humanidad: **internet** (si bien es cierto que no es una topología en forma de malla completamente).

En una red en forma de malla cada nodo está conectado con el resto de los nodos físicamente. Esto supone multitud de ventajas: mayor capacidad de comunicación al no compartir el cableado, más robustez, la desconexión de un tramo no implica la desconexión de la red, si un elemento falla el resto puede seguir funcionando con normalidad, etc.

■ ■ ■ Topologías lógicas o métodos de acceso al medio

La **topología lógica** establece la manera en que los datos viajan por la línea de comunicación, es decir, establece la forma en que los nodos o las máquinas (también llamados *hosts* en el ámbito de las redes de datos) se comunican por el medio físico.

Existen varias topologías lógicas; las más conocidas son la topología *broadcast* y transmisión de *tokens*.

- **Topología de difusión (*broadcast*):** cada nodo envía sus datos hacia todos los demás elementos de la red. No existe ningún orden que los nodos deban seguir para utilizar la red, es decir, básicamente el orden es

«el primero que entra, es el primero que se sirve». Un ejemplo de topología lógica de difusión la tenemos en la tecnología *Ethernet*.

- **Topología de paso de testigos (o transmisión de tokens):** el acceso a la red de comunicación se realiza mediante el paso de un testigo o *token* de forma secuencial. Cada máquina, nodo o *host*, únicamente envía datos a través de la red cuando recibe el *token*. Cuando la máquina que dispone del *token*, ya no dispone de datos que transmitir; entonces, transmite el testigo al siguiente *host* y el proceso se repite con todas las máquinas o nodos. Dos ejemplos de redes que utilizan este tipo de topología son las conocidas *Token Ring* y la *FDDI* (interfaz de datos distribuida por fibra). También suele mencionarse a *Archnet*, que es una variación de *Token Ring* y *FDDI*, y que consiste en la transmisión de *tokens* utilizando una topología en bus.

2.5.2. Medios de transmisión

Para que los diferentes elementos de un sistema de automatización puedan comunicarse e intercambiar información debe existir un **medio de transmisión** (medio físico), alámbrico o inalámbrico, por el cual las señales sean transmitidas. Entre los medios físicos que podemos utilizar, en la actualidad contamos con multitud de posibilidades: desde el uso de la tecnología de corrientes portadoras, que usa el propio tendido eléctrico, pasando con el cableado eléctrico y/o óptico, hasta las tecnologías inalámbricas. Algunos

de los medios físicos más utilizados en el sector son tratados a continuación.

Corrientes portadoras

La transmisión por **corrientes portadoras** se basa en la utilización de líneas de distribución, eléctricas o telefónicas principalmente, para transmitir la información sin perjuicio de su uso original, es decir, compartiendo el medio con señales eléctricas o telefónicas, respectivamente. Si bien estas líneas no son las más adecuadas para la transmisión de datos por parte del sistema de automatización, sí resultan una alternativa muy atractiva cuando no disponemos de canalizaciones dedicadas para el cableado y no deseamos realizar una obra de albañilería para ello, dado que únicamente debemos utilizar el cableado ya existente, reduciendo considerablemente el coste frente a la opción de instalar una canalización dedicada y, por supuesto, implicando que el número de prestaciones de este tipo de sistemas quede limitado a las zonas con líneas ya instaladas.

Por tanto, como principal ventaja puede destacarse su coste de instalación casi nulo y la facilidad de añadir nuevos elementos de automatización, bastando simplemente con «enchufar» el aparato a la red eléctrica o telefónica. Por otra parte, este tipo de aplicaciones, limitadas generalmente al sector domótico, disponen de una baja fiabilidad, reducida seguridad, limitadas prestaciones y una baja capacidad de enviar información. La tecnología más conocida en el sector de la automatización que utiliza corrientes portadoras es la famosa X-10.

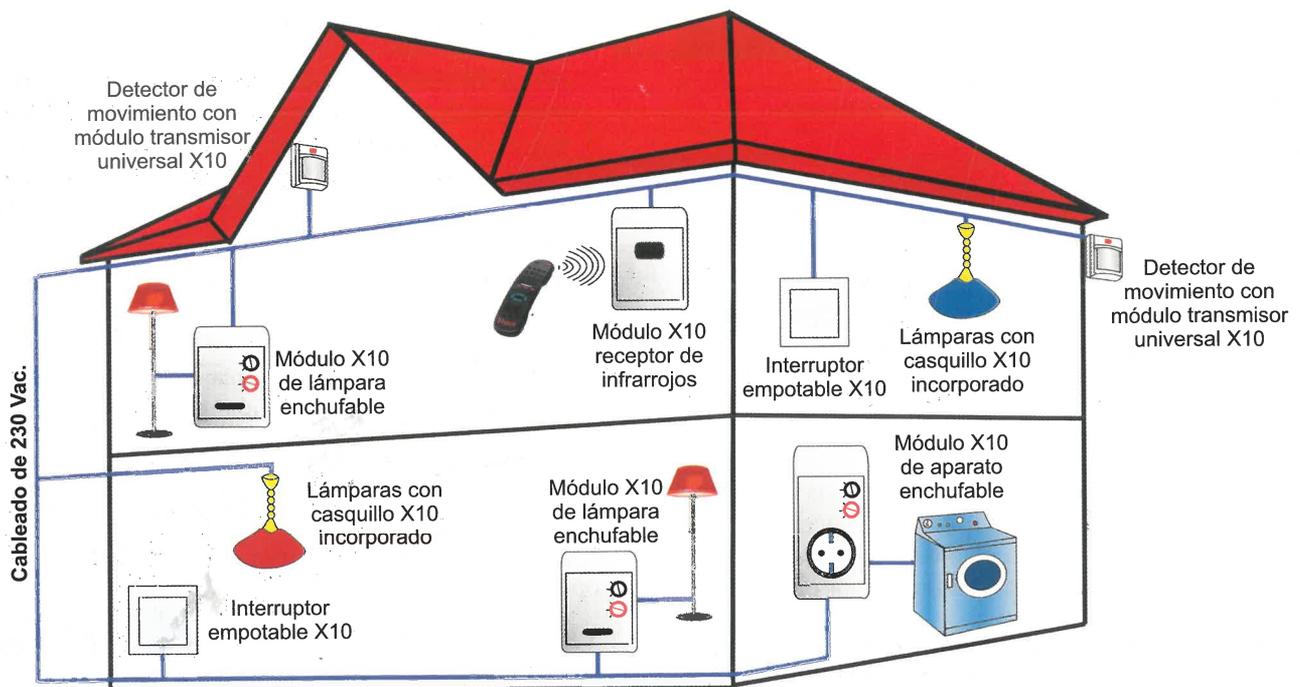


Figura 2.105. Detalle de casa automatizada con tecnología de corrientes portadoras X-10.

Cableado eléctrico

Cuando nos referimos al **cableado eléctrico** se hace mención a sistemas donde el medio físico está formado por conductores metálicos (cobre principalmente). Existen varios tipos de conductores metálicos que se utilizan en los sistemas de automatización, entre los que destacan los sistemas de líneas abiertas, el par trenzado y el cable coaxial, principalmente.

Líneas abiertas

El cableado de líneas abiertas consiste en un conjunto de cables monofilares dispuestos unos junto a otros en paralelo, que pueden estar constituidos por dos o más hilos. Se utiliza en aplicaciones de corto alcance y baja velocidad de transmisión, con distancias que no suelen superar los 50 metros y velocidades inferiores a 20 Kbps. Es una de las primeras tecnologías utilizadas en la interconexión de equipos de comunicación. Algunos ejemplos de aplicación donde podemos encontrar líneas abiertas son:

- Cable de conexión de un módem con un ordenador.
- Cable telefónico (telefonía fija), que nos llega a nuestro hogar.
- Cable de conexión del disco duro IDE de nuestro ordenador a la placa base.

Sin embargo, su utilización en la actualidad se limita a algunas aplicaciones muy concretas debidas, principalmente, a su elevada sensibilidad frente a interferencias externas, especialmente al EMI y las diafonías, lo que resta prestaciones a este tipo de medio físico.

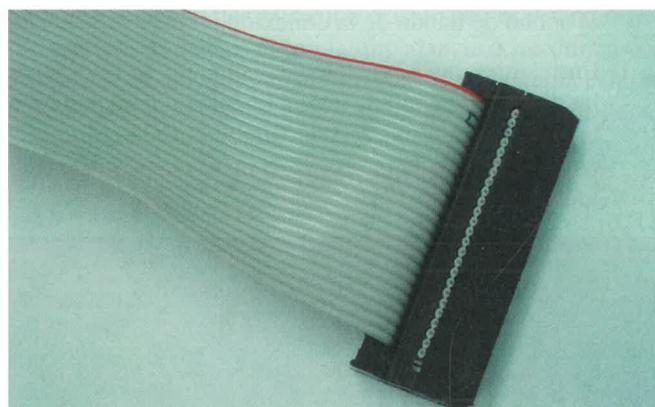


Figura 2.106. Detalle cable de líneas abiertas para conexión de bus IDE en un PC.

CONCEPTOS CLAVE

- **EMI:** es el acrónimo de *Electromagnetic Interference* y se refiere a las interferencias que se producen por radiaciones externas a nuestro sistema y que se transmiten inalámbricamente.

SABÍAS QUE...

Diafonía es una palabra cuyo origen está en las primeras líneas telefónicas en las cuales, en algunas ocasiones, cuando utilizábamos el aparato telefónico, escuchábamos una conversación «de fondo» de otras dos personas en nuestra propia línea debido a que «se había acoplado la línea». A este fenómeno vino a denominarse **diafonía**. El término se conserva en la actualidad para referirse al acoplamiento inducido entre líneas de comunicación, ya sean vocales, de datos o cualquier otra índole.

Par trenzado

Los **cables de pares trenzados**, popularizados en la década de los 80 del siglo xx, son el medio físico más extendido en los sistemas de comunicación hoy día, especialmente en las redes de datos como las redes de ordenadores. Un par trenzado consiste simplemente en dos cables eléctricos aislados que se trenzan o entrelazan entre sí mismos, con objeto de reducir el efecto del EMI y las diafonías. Los sectores de aplicación de los pares trenzados son muy diversos, aunque algunos de los más conocidos son los que se enumeran a continuación:

- **Red telefónica.** El par que conecta el PAU (punto de acceso del usuario, que es donde conectamos el teléfono) con la central de telefonía, es lo que se conoce como **bucle de abonado**, y está formado por dos hilos trenzados.
- **Redes de área local.** Las redes de área local cableadas utilizan cuatro pares trenzados para la conexión de los ordenadores en red.
- **Redes industriales.** Algunas normas de comunicación como la EIA-422, 423 o la conocida EIA-485 (también conocida como RS-485), basan su medio físico en un par trenzado para aumentar sus capacidades de transmisión, alcance e inmunidad frente a interferencias.

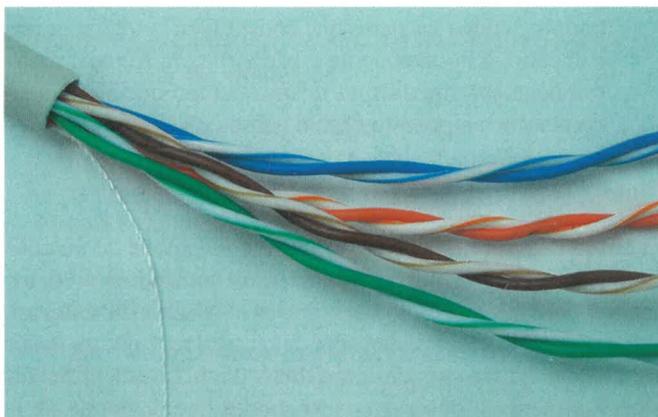


Figura 2.107. Pares trenzados utilizados en cable de red.

■ SABÍAS QUE...

Al cableado que conecta nuestro teléfono fijo con la central telefónica se le conoce como **bucle de abonado**. Según algunos autores, este nombre se debe a que el cable va haciendo bucles, es decir, vueltas, a lo largo de su recorrido, trenzándose. A partir de ahí, y dadas las mejoras observadas respecto a las líneas abiertas, sistemas de comunicación inmótica e industrial como PROFIBUS, CAN, KNX y/o LonWorks contemplan el uso de pares trenzados como posible medio físico de transmisión.

Existen, a su vez, varios tipos de pares trenzados, atendiendo a su apantallamiento o blindaje, que es una medida adicional para evitar interferencias y ruidos. En particular podemos distinguir los siguientes tipos:

- **Par trenzado sin apantallar o par UTP (*Unshielded Twisted Pair*):** que consiste en un par de hilos aislados y trenzados entre sí, sin ningún recubrimiento metálico o pantalla que lo proteja frente a interferencias. Se trata de un cableado muy económico, maleable y de poco peso, lo que lo hace muy sencillo de instalar tanto en exterior, de forma aérea o sobre superficie, como en canalizaciones ya existentes. Sin embargo, aunque mejora el comportamiento de las líneas abiertas frente a diafonías y EMI, se ve relativamente afectado por estos fenómenos y otros tipos de ruido.
- **Par trenzado apantallado o STP (*Shielded Twisted Pair*):** donde cada par dispone de un recubrimiento metálico que mejora notablemente su comportamiento frente a las interferencias, pudiendo aumentar la distancia y velocidad de transmisión. No obstante, el hecho de añadir una pantalla a cada par implica que su coste sea superior y una drástica reducción de la maleabilidad, lo que lo hace mucho más difícil de manipular o introducir en canalizaciones al ser menos flexible.
- **Par trenzado con pantalla global o FTP (*Foiled Twisted Pair*):** este cableado es una solución de compromiso entre las dos anteriores y consiste en una única pantalla común a todos los pares que constituyen la manguera de cableado. Esto supone un coste y mejora frente a interferencias intermedios, al mismo tiempo que su manejo no resulta tan poco maleable como con el par STP.

Cable coaxial

El **cable coaxial** tiene forma cilíndrica y dispone de un conductor central en forma de hilo, llamado **conductor vivo**, rodeado por una malla o blindaje, que es el **conductor externo**. Estos dos conductores están separados, a su vez, por un material aislante que se conoce como **dieléctrico**. Los identificaremos fácilmente si observamos los cables que llegan desde la antena a nuestro televisor, pues se trata de un cable coaxial. El cable coaxial mejora las prestaciones electromagnéticas del

par trenzado, permitiendo altas velocidades de transmisión y siendo bastante inmune a las interferencias; no obstante, es generalmente menos maleable que este. Antes de la aparición de la tecnología de fibra óptica, el cableado coaxial era empleado en las transmisiones de largo alcance dado su elevado ancho de banda y alta inmunidad al ruido.

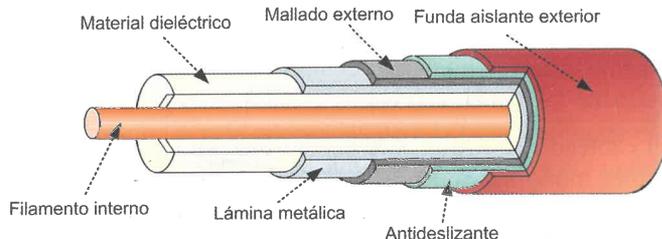


Figura 2.108. Elementos de un cable coaxial.

Entre las aplicaciones más populares donde los cables coaxiales tienen cabida podemos contar con:

- Distribución de señal de televisión. Tanto en la televisión analógica como la TDT, o por satélite, la señal procedente de la antena es llevada al receptor o decodificador vía cable coaxial.
- Circuitos cerrados de televisión (CCTV) o televisión por cable (CATV).
- Tecnología cable-módem. La señal de internet, TV y teléfono que llega a través de las compañías proveedoras de servicios que utilizan tecnología cable-módem emplean una línea coaxial para hacer llegar dicha señal. Este tipo de tecnología mezcla el uso del cable coaxial junto con líneas de fibra óptica para aumentar el ancho de banda de la conexión.
- Entre emisoras y sus antenas. Un ejemplo muy popular es la utilización de un cable coaxial para aumentar la cobertura de una red wi-fi mediante la colocación de la antena de la tarjeta wi-fi en el exterior o una situación más elevada.



Figura 2.109. Antenas con cable coaxial.

SABÍAS QUE...

En las redes de área local de antaño, las conocidas 10BASE2 y 10BASE5, se utilizaba como medio de transmisión el cable coaxial, en lugar de par trenzado, como se hace actualmente. Era preciso, entonces, utilizar latiguillos, conectores en forma de «T» e impedancias de terminación para realizar el cableado en forma de bus. El uso de todos estos elementos encarecía notablemente una instalación.

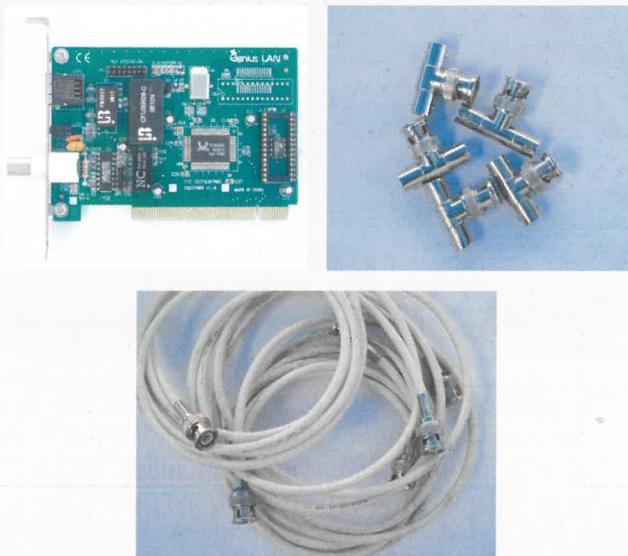


Figura 2.110. Detalle de tarjeta de red con conector BNC para cable coaxial, conectores en T y latiguillos.

No todos los cables coaxiales son iguales. En función del sector o campo de aplicación existen cables estandarizados con características como la impedancia o las dimensiones que hacen que difieran unos de otros. En la Tabla 2.21 se presenta un breve resumen de algunos de los más utilizados.

Tabla 2.21. Algunos tipos de cable coaxial con diferentes impedancias y campos de aplicación.

Tipo	Impedancia	Usos
RG-8	50 Ω	10Base5
RG-11	50 Ω	10Base5
RG-58	50 Ω	10Base2
RG-62	93 Ω	ARCnet
RG-75	75 Ω	CTV (televisión)

Del mismo modo que el nacimiento del cable coaxial e debió a las mayores necesidades de ancho de banda para transmitir más información a mayores distancias, esta tecnología está cayendo progresivamente en desuso debido al

renacimiento de la fibra óptica, que mejora notablemente las prestaciones del medio físico y cuyo coste, inicialmente prohibitivo, es cada vez más asequible en aplicaciones que llegan al usuario final.

Fibra óptica

La **fibra óptica** es un medio de transmisión que es capaz de transmitir un haz de luz introducido en uno de sus extremos. Cuando se inyecta la luz esta queda confinada en su parte interior, que se conoce como núcleo. Esto es posible gracias a que cuando se propaga se producen sucesivas reflexiones del haz a lo largo de su recorrido por el núcleo de la fibra. Para que esto sea posible las fibras ópticas están constituidas por tres partes, principalmente:

- **Núcleo**, que es por donde se conduce la señal luminosa. La señal de luz queda confinada en el interior de él, sin poder escapar debido a las reflexiones internas que se producen con la parte exterior, el revestimiento que la cubre.
- **Revestimiento**, cuya función es confinar el haz de luz dentro del núcleo; para ello, presenta un índice de refracción menor que este, lo que favorece la reflexión de la luz y que esta quede en su interior.
- **Cubierta protectora**, cuya misión es proteger al núcleo y al revestimiento de posibles daños mecánicos.

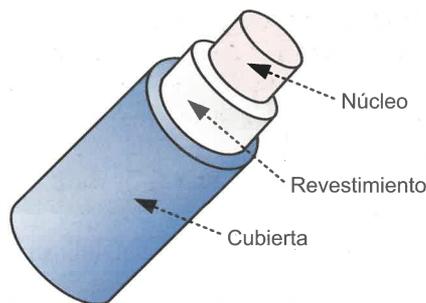


Figura 2.111. Elementos constitutivos de una fibra óptica.

Entre las principales ventajas del uso de fibra óptica podemos destacar las siguientes:

- **Elevado ancho de banda.** Permite velocidades de transmisión muy por encima de cualquier otro medio de transmisión conocido, llegando a velocidades del orden de gigabits.
- **Distancias de cableado muy extensas.** Se utilizan en comunicaciones transcontinentales, incluso.
- **Peso y dimensiones muy reducidas.** Al utilizar materiales plásticos y polímeros muy ligeros.
- **Baja atenuación.** La atenuación, entendida como la pérdida de intensidad luminosa con la distancia, es

relativamente baja, la que favorece que la colocación de repetidores o amplificadores no sea necesaria, salvo en distancias muy extensas.

- **Aislamiento electromagnético total.** Es absolutamente inmune a las interferencias, diafonías, EMI o cualquier ruido electromagnético.

Sin embargo, no todos son ventajas y el uso de la fibra óptica también implica:

- **Extremada fragilidad.** Es mucho más frágil que cualquier otro medio como, por ejemplo, el par trenzado. Por ello, solemos encontrarla agrupada en mangueras de cable de fibra óptica con un núcleo metálico, que sirve de protección mecánica.
- **Dificultad de inyección de señal.** El diámetro del núcleo de la fibra por donde deseamos introducir el haz de luz puede tener dimensiones que van, desde los pocos milímetros a unos escasos micrones, lo que supone la utilización de láseres y técnicas de alineamiento muy costosas.
- **Coste.** Los costes de la optoelectrónica siguen siendo muy superiores a los de la electrónica de comunicación convencional.

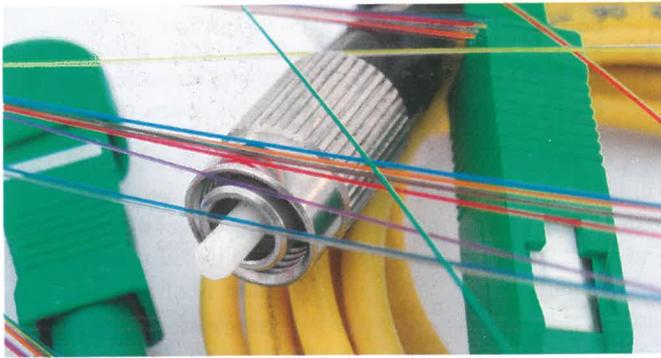


Figura 2.112. Varias fibras ópticas.

Radiofrecuencia (RF)

Los sistemas de inalámbricos, en general, son uno de los medios más utilizados en la actualidad para solucionar determinados problemas como son el de provisión de servicios de automatización a zonas aisladas de nuestro hogar, edificio o industria, donde introducir un medio cableado, eléctrico u óptico, sería traumático o inviable. Entre sus muchas ventajas podemos mencionar que la tecnología inalámbrica nos proporciona movilidad, facilita determinadas instalaciones, aumenta la flexibilidad de un sistema, mejora la adaptabilidad y hace más escalables los sistemas de automatización.

Además, el coste de estos dispositivos, aunque más costosos que los utilizados para las comunicaciones con medios eléctricos, es relativamente asequible. Sin embargo, como inconveniente tenemos que, para alcanzar las mismas

distancias y tasas de transmisión que con las tecnologías cableadas, se requiere mucha más potencia y el coste de los sistemas crece exponencialmente, al mismo tiempo que son más sensibles a las interferencias electromagnéticas presentes en el entorno donde nos encontremos.



Figura 2.113. Dispositivos transmisores y receptores con tecnología X2D de Delta Dore.

Un aspecto fundamental es que no debemos caer en el error de pensar que todas las transmisiones inalámbricas son radiadas: los infrarrojos o los ultrasonidos, ambos utilizados en sistemas de automatización, son medios inalámbricos pero no radiados, siendo el primero una onda de luz y el segundo, una onda de presión.

Un medio físico basado en **radiofrecuencia** es aquel que utiliza emisiones electromagnéticas, tal como lo hace la radio comercial o la televisión, entre otros muchos ejemplos. Estos sistemas utilizan el espacio radioeléctrico. En el sector de la automatización existen diversos sistemas que emplean el medio radioeléctrico; entre ellos podemos nombrar la tecnología wi-fi, Bluetooth o las menos conocidas ZigBee, Z-WAVE o RFID.



Figura 2.114. Fotografía de dispositivos para soluciones de automatización con tecnología Z-WAVE, de Schneider Electric.

También existe la **banda de telealarma o telecontrol**, donde funcionan la mayoría de los telemandos aplicados frecuentemente a los mandos de apertura de vehículos,

activación-desactivación inalámbrica de luces en el hogar, etc. En el mercado podemos encontrar infinidad de sistemas de automatización basados en estas bandas de frecuencia (normalmente a 433 MHz o 868 MHz) dado que, pese a estar sometidas a limitaciones de potencia, son bandas que no requieren el pago de licencias para su uso.

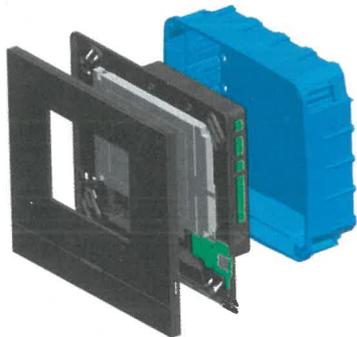


Figura 2.115. Central pre-programada PLANNER basada en la banda libre de 868 MHz. (Cortesía de NIESSEN-ABB).

El espacio radioeléctrico está legislado en cada país, limitando las frecuencias que podemos utilizar y la potencia que podemos emitir, lo que supone un problema a la hora de transmitir señales de elevado ancho de banda, como vídeo o audio. Además, el espacio radioeléctrico no es el mismo en todos los países, por lo que determinados sistemas únicamente pueden ser utilizados en el ámbito nacional (o europeo), lo que supone que tampoco podemos exportarlos o importarlos a determinados países. Tal es el caso de la banda de telearmas; en España podemos utilizar frecuencias de 433 MHz, 868 MHz, etc., mientras que en Estados Unidos se emplea la banda de los 315 MHz, por ejemplo.

Infrarrojo (IR) y ultrasonidos

Los **sistemas de comunicación infrarrojo** son aquellos que actualmente se utilizan para la mayoría de mandos de televisores, aparatos de música, reproductores de DVD, etc. Los transmisores utilizan un haz de luz que ilumina en una banda no visible, en particular, se emplea la banda IR, de infrarrojos. Al ser comunicaciones donde se utiliza la luz, uno de los mayores inconvenientes de esta tecnología como medio de transmisión es que se necesita «iluminar» el receptor, lo que implica la necesidad de estar visibles transmisor y receptor o disponer de un camino donde el haz refleje y pueda llegar desde el origen hasta el destino, lo que hace que no podamos atravesar paredes o cubrir una amplia área de cobertura. Esto, además, supone que las distancias alcanzadas son relativamente pequeñas. Además, si bien es cierto que las comunicaciones infrarrojas son inmunes frente a interferencias electromagnéticas, no lo son, sin embargo, a otras radiaciones infrarrojas, como podrían ser las producidas por determinadas fuentes de iluminación o sistemas de calefacción, por ejemplo.

La tecnología infrarroja, sin embargo, sí tiene un campo de aplicación muy utilizado en los sistemas de automatización, pero no como medio físico de transmisión, sino como sensor y/o detector de presencia, movimiento o distancia.

Respecto a los **ultrasonidos**, no es una tecnología que podamos encontrar fácilmente como medio de transmisión, sino más bien para diseñar detectores tipo sonda, que, como hemos visto, se basan en la emisión y recepción de ondas de sonido (presión), pero a una frecuencia por encima de la banda audible, generalmente por encima de los 40 KHz. El proceso de detección se basa en que, cuando un elemento interrumpe el haz emitido el nivel de recepción varía y este fenómeno es detectado por el receptor.

Además de su funcionamiento como detector, también es frecuente utilizarlo como sensor de proximidad, midiendo valores analógicos de distancia.



Figura 2.116. Fotografía de sensores de ultrasonidos comerciales. (Cortesía de ALLEN BRADLEY).

Una de las aplicaciones más populares la encontramos en los sensores de aparcamiento de los vehículos, que nos avisan de la proximidad de un obstáculo al estacionar nuestro vehículo.

2.6. Tecnologías del mercado de automatización

En la actualidad coexisten en el mercado una amplísima variedad de productos y soluciones de **automatización**, algunas totalmente propietarias, otras asociadas a estándares libres, soluciones interoperables con distintas firmas comerciales, otras que implican utilizar el catálogo en exclusiva de una firma, con posibilidad de utilizar distintos medios físicos, incluso varios medios en función de la zona a automatizar y las posibilidades de cableado, sistemas

fácilmente ampliables, aquellos que no se pueden ampliar, etc. No obstante, si tenemos que hacer una *instantánea* del sector, podríamos afirmar con cierta rotundidad que en la actualidad, coexisten un conjunto limitado de soluciones que abarcan un elevado porcentaje del sector de la automatización de los hogares y edificios, especialmente, e incluso a nivel industrial. Estas tecnologías son:

- **Centrales preprogramadas.** Son una primera opción a la hora de automatizar una instalación que no requiera un elevado número de prestaciones, como puede ser un pequeño negocio o nuestro propio hogar. Estos sistemas, también conocidos como **sistemas basados en microcontroladores** o **centrales domóticas**, son soluciones muy sencillas de instalar y económicas que ofrecen un conjunto de capacidades ya predefinidas por la firma propietaria, como puede ser la detección de presencia, la automatización de la calefacción, etc. El instalador únicamente debe preocuparse de la instalación hardware del sistema y de la configuración de algunos parámetros. Algunos de los productos más extendidos en el sector son la plataforma VOX.2 de Simon, Zelio Hogar de Schneider, PLANNER de Niessen-ABB y TYDOM 4000 de Delta Dore, entre otros.



Figura 2.118. Algunos elementos del sistema de corrientes portadoras X-10. (Cortesía de MARMITEK).

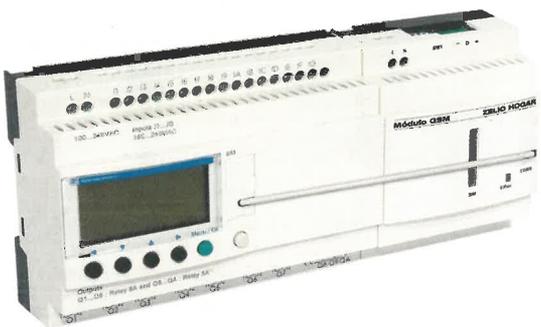


Figura 2.117. Detalle de central preprogramada Zelio Home. (Cortesía de SCHNEIDER ELECTRIC).

- **Sistemas basados en corrientes portadoras.** En muchas ocasiones, un cliente simplemente desea automatizar algunas funciones de su oficina, negocio u hogar sin que ello suponga un elevado coste, ni una nueva electrificación o cableado, y mucho menos, una reforma de albañilería. En estos casos, en los que se desea una solución de automatización de bajas prestaciones y fácil implementación, los sistemas basados en corrientes portadoras son una opción a tener en cuenta, dado que estos fundamentan su éxito en la utilización de la propia instalación eléctrica para la conexión de los distintos elementos de automatización. De esta manera, *enchufando* simplemente algunos de estos dispositivos en puntos estratégicos, lograremos comunicarlos entre ellos por medio de la instalación eléctrica, la cual no se verá afectada de ninguna manera.

- **Automatización con relés programables.** Los relés programables son autómatas programables de bajas prestaciones y reducido coste (LOGO! de Siemens, Zelio Logic de Schneider Electric, Zen de Omron, Micro 810 de Rockwell Automation, Easy de Eaton-Moeller, etc.). Son autómatas sencillos, con un número limitado de entradas y salidas e ideales para pequeñas aplicaciones de control industrial y que son muy utilizados en soluciones de automatización domésticas, pequeños negocios, sistemas de agricultura (riego, gestión de alimentación por pienso, etc.), y en aplicaciones con soluciones a medida sin grandes requerimientos.



Figura 2.119. Detalle de relé programable Zelio Logic. (Cortesía de SCHNEIDER ELECTRIC).

- **Buses inmóticos KNX y LonWorks.** Hoy día nos encontramos inmersos en una sociedad donde las necesidades de automatización son cada vez mayores y más exigentes. Edificios y viviendas requieren ser equipados de complejos aparatos donde prestaciones como la versatilidad, la ampliabilidad, o la interoperatividad se convierten en una necesidad cotidiana. En este sentido, los sistemas de automatización basados en bus se han convertido progresivamente en la solución que mejor se ha adaptado a las demandas del sector. Tanto KNX como LonWorks son dos sistemas abiertos muy utilizados en los sectores de la automatización residencial, terciaria e industrial; si bien es cierto que la tecnología KNX está más extendida en el sector europeo, dado su origen; y LonWorks nació en el mercado americano, ambas tecnologías, competidoras. Según muchos autores, son sistemas que se adecuan camaleónicamente a los sectores anteriormente mencionados, que ofrecen numerosas soluciones al respecto y están normalizadas para su uso a nivel internacional.

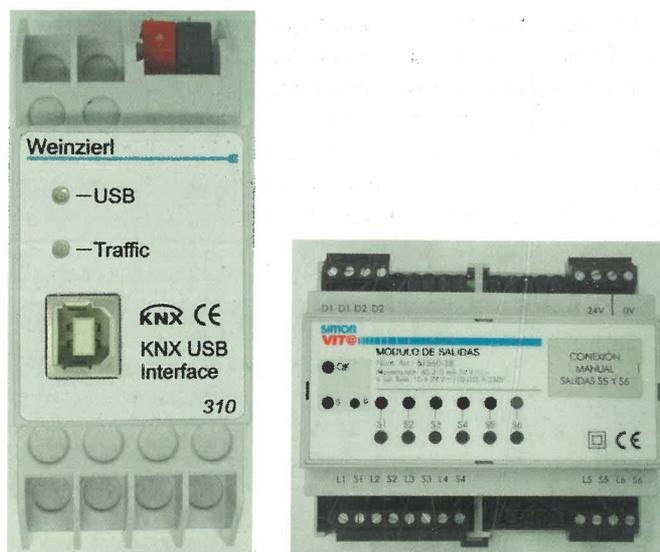


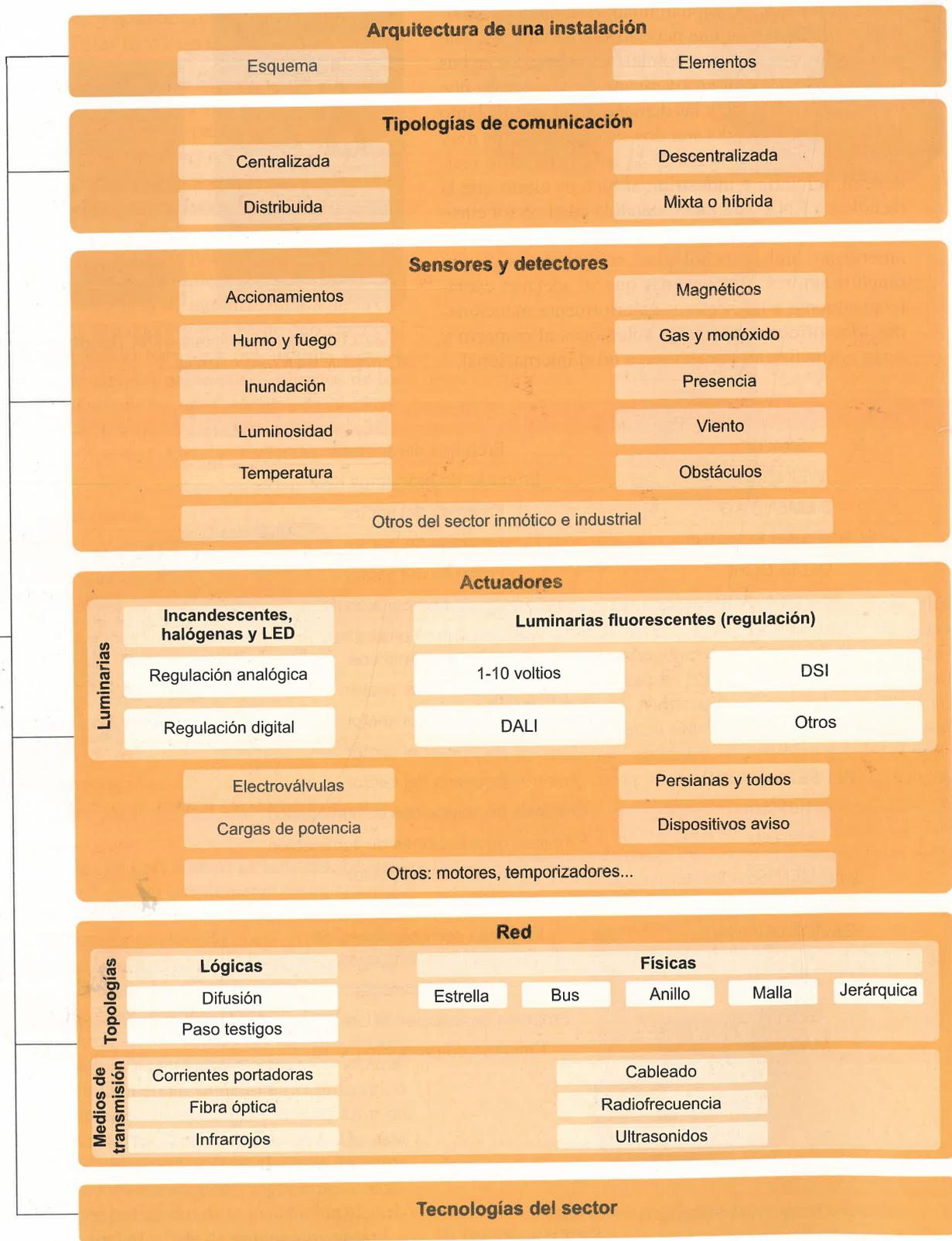
Figura 2.120. Izquierda: dispositivo KNX. Derecha: dispositivo LonWorks. (Cortesía de WIENZIERL y SIMON).

Enlaces web de interés

Enlaces web de interés		
SIMON	Empresa del sector	www.simon.es
WEINZIERL	Empresa de productos KNX	www.weinzierl.de
SIEMENS AG	Empresa del sector	www.siemens.es
SCHNEIDER ELECTRIC	Empresa del sector	www.schneider-electric.es
DELTA DORE	Empresa del sector	www.deltadore.com/es
NIESSEN-ABB	División de domótica de ABB	www.abb.es
FESTO	Empresa con productos electroneumáticos	www.festo.es
GIRA	Empresa del sector	www.gira.com
ALLEN-BRADLEY	Empresa del sector	http://ab.rockwellautomation.com/
SICK	Empresa del sector	www.sick.com
PEPPERL-FUCHS	Empresa del sector	www.pepperl-fuchs.es
TRIDONIC	Empresa de soluciones de iluminación	www.tridonic.es
OSRAM	Empresa de soluciones de iluminación	www.osram.es
GEWISS	Empresa del sector	www.gewiss.es
DALI-AG	Asociación DALI-AG	www.dali-ag.org
GAVIOTA SIMBAC	Empresa con soluciones de automatización de persianas y otros	www.gaviotasimbac.com/es
OMRON	Empresa del sector	www.omron.es
GESYTEC	Empresa de soluciones LonWorks	www.gesytec.de/UK/
MARMITEK	Empresa de productos X-10	www.marmitek.es

MAPA CONCEPTUAL

Instalaciones y dispositivos de automatización



ACTIVIDADES FINALES

DE COMPROBACIÓN

- 2.1.** Los elementos que componen un sistema de automatización de viviendas, negocios y edificios están compuestos por:
- Controlador, sensores/detectores, actuadores, medio de transmisión e interfaces.
 - Controlador, sensores/detectores, actuadores, interfaces y pasarelas.
 - Controlador, sensores/detectores, actuadores, medio de transmisión, y pasarelas.
 - Ninguna respuesta es correcta.
- 2.2.** Hablamos de tipología para referirnos a:
- Su estructura, que es sinónimo de topología. Distinguiamos cuatro tipos: centralizada, descentralizada, distribuida y mixta.
 - Su estructura, que es sinónimo de topología. Distinguiamos cuatro tipos: árbol, jerárquica, anillo y bus.
 - Su arquitectura, es decir, cómo está estructurada, distinguiendo cuatro tipos: árbol, jerárquica, anillo y bus.
 - Su arquitectura, es decir, cómo está estructurada, distinguiendo cuatro tipos: centralizada, descentralizada, distribuida y mixta.
- 2.3.** Un sistema de automatización basado en un relé programable con varios sensores y actuadores conectados, puede considerarse un ejemplo de:
- Tipología centralizada.
 - Tipología descentralizada.
 - Tipología distribuida.
 - Tipología híbrida.
- 2.4.** Si comparamos una tipología centralizada con una distribuida podemos afirmar:
- Que la centralizada es más tolerante a fallos.
 - Que la distribuida es más tolerante a fallos.
 - Que ambas son igualmente tolerantes a fallos.
 - Que no existe diferencia a nivel de fallos en ambas tipologías.
- 2.5.** En función del tipo de salida podemos clasificar los sensores en:
- Inalámbricos, alámbricos y ópticos.
 - Presión, caudal, temperatura, etc.
 - Analógicos, digitales y binarios.
 - Ninguna de las anteriores es correcta.
- 2.6.** Los detectores de gas natural deben colocarse:
- En la parte superior de la estancia, próximos a la fuente de la posible fuga de gas.
 - En la parte inferior de la estancia, próximos a la fuente de la posible fuga de gas.
 - En la parte superior de la estancia, alejados de la fuente de la posible fuga de gas.
 - En la parte inferior de la estancia, alejados de la fuente de la posible fuga de gas.
- 2.7.** En el argot técnico usamos el término *interruptores crepusculares* para referirnos a
- Detectores de luminosidad empleados en aplicaciones de interior y que suben las persianas al amanecer.
 - Sensores de luminosidad que miden la cantidad de luz del día y sirven para accionar el despertador.
 - Detectores de luminosidad empleados principalmente en aplicaciones de gestión de la eficiencia energética.
 - Ninguna respuesta es correcta.
- 2.8.** Respecto al anemómetro ultrasónico podemos afirmar que:
- Es económico y utilizado para medir la componente horizontal del viento.
 - Es idéntico al de hélice en todas sus prestaciones.
 - Es utilizado en aplicaciones domésticas para medida de la componente vertical.
 - Es poco utilizado en aplicaciones domésticas debido a su coste.
- 2.9.** Cuando nos referimos a un sensor tipo NPN podemos afirmar que:
- Es un sensor a 2 hilos de tipo inductivo.
 - Es un sensor a 3 hilos de varios tipos.

ACTIVIDADES FINALES

- c) Es un sensor a 2 hilos de varios tipos.
- d) Es un sensor a 3 hilos de tipo inductivo.

2.10. En relación a los inconvenientes de la tecnología 1-10 voltios para control de fluorescentes podemos afirmar:

- a) Que es muy sensible a ruidos.
- b) Que el control está totalmente centralizado.
- c) Que existe una alta dependencia con la potencia de la carga de iluminación.
- d) Todas las respuestas son correctas.

2.11. En relación a DALI podemos afirmar que:

- a) Se trata de un sistema abierto.
- b) Existe comunicación en ambos sentidos que permite conocer el estado de los balastos.
- c) Podemos tener hasta 16 grupos de luminarias.
- d) Todas las respuestas con correctas.

2.12. En relación a los contactores tipo AC3 podemos decir que:

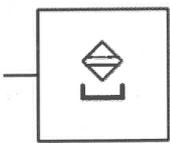
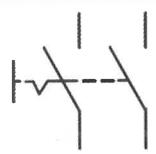
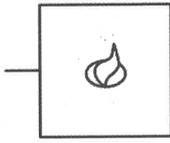
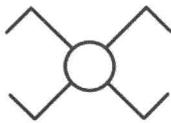
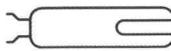
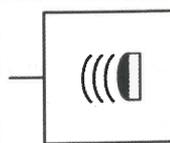
- a) Se utilizan en el accionamiento de motores de inducción jaula de ardilla en servicio permanente.
- b) Se utilizan en el accionamiento de motores de inducción jaula de ardilla en servicio intermitente.
- c) Se utilizan en el accionamiento de motores de síncronos en servicio permanente.
- d) Se utilizan en el accionamiento de motores de síncronos en servicio intermitente.

2.13. El término *diafonía* se refiere a:

- a) Un dispositivo de mando y control.
- b) Una topología física.
- c) Un acoplamiento de señal entre líneas.
- d) Un tipo de central preprogramada.

DE APLICACIÓN

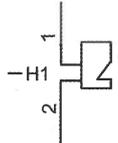
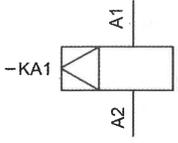
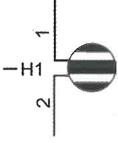
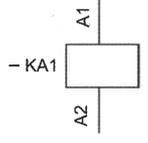
2.14. Rellena la siguiente tabla con los símbolos unifilares, multifilares o el nombre del elemento.

Mecanismo	Simbología	
	Unifilar	Multifilar
		
Interruptor bipolar		
		
Interruptor doble		
Detector de humos o fuego		
Conmutador o llave de cruce		
		
Regulador		
Interruptor de persianas		
		

ACTIVIDADES FINALES

- 2.15. Busca ejemplos comerciales de sistemas de automatización que puedan considerarse tipologías centralizadas y distribuidas.
- 2.16. Enumera los tres tipos de detectores de humos más importantes e indica brevemente sus características.
- 2.17. En la siguiente fotografía se muestra un sensor encargado de medir el llenado de un depósito de agua. Indica de qué tipo de sensor piensas que se trata justificando tu respuesta.
- 2.18. Indica, en cada caso, el mejor sensor/detector de temperatura a utilizar. Justifica la respuesta:
- Necesitamos medir la temperatura de un recipiente que contiene cobre fundido en una fábrica metalúrgica.
 - Queremos implementar un sistema de climatización para un cultivo de neuronas en el laboratorio de investigación de un hospital; para ello, precisamos medir la temperatura de forma precisa y realizar un control de la misma muy eficiente.
 - En un campo de placas solares fotovoltaicas orientables hemos detectado que, al superar los 50 grados, las placas se quiebran. Al trabajar por debajo de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ se forma una fina capa de hielo que impide que la placa genere electricidad eficientemente. Se desea que, en el caso de tener temperaturas superiores a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ o inferiores a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, las placas no se orienten y queden *en bandera* para no dañarlas.
- 2.19. Indica si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:
- DSI no precisa de unidad central de control, es una tipología distribuida.
 - La topología DSI es de tipo bus.
 - En DSI disponemos de un máximo de 16 grupos de luminarias direccionables.
 - En DSI es posible controlar distintos conjuntos de luminarias de forma separada con un único controlador DSI.
 - Una ventaja de DSI frente a el control 1-10 voltios es que la información del nivel de iluminación deseado se transmite de forma digital.
 - DSI, a igual que DALI, es una solución independiente del fabricante.

- 2.20. Indica la tecnología de regulación de fluorescentes más adecuada en cada caso:
- Deseamos regular el nivel de iluminación de las barras fluorescentes de nuestra cocina.
 - Tenemos un restaurante con varios salones de bodas donde deseamos regular la iluminación de cada salón independientemente.
- 2.21. ¿Qué tipos de contactos podemos encontrar en un contactor? ¿Qué son las cámaras acoplables? ¿Y los contactores de mando?
- 2.22. Indica a qué corresponden los siguientes símbolos:

Símbolo	Descripción
	
	
	
	
	
	

ACTIVIDADES FINALES

- 2.23. En función de las características descritas, identifica el medio de transmisión al que nos estamos refiriendo:

Descripción	Medio físico
Una de las primeras tecnologías en la interconexión de equipos de comunicación. Un ejemplo es el cable de conexión del disco duro tipo IDE.	
Su principal característica es que no precisa de canalización o cableado adicional, utiliza la red eléctrica.	
En este medio se basan los detectores de paso de las puertas de garaje.	
El medio más utilizado en las redes de datos y, también en los sistemas bus inmóticos.	
Medio totalmente inmune a las interferencias electromagnéticas	
Lo usamos en nuestras antenas de televisión y en la señal del cable-módem.	
Z-WAVE y ZigBee lo usan.	

DE AMPLIACIÓN

- 2.24. Busca en internet información sobre el sistema de control digital de balastos CorridorFUNCTION y describe su funcionamiento.
- 2.25. El INHST (Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo) publica varias normas técnicas de prevención. La norma NTP-215, por ejemplo, se refiere a los detectores de humos. Busca en su web todas las normas técnicas que consideres de interés y haz un esquema resumen de las más importantes, destacando los aspectos más significativos.
- 2.26. Haz un esbozo de un sistema de gestión de iluminación basado en DALI con escenas, grupos y control individual.