

Unidad 4

Instalaciones básicas y materiales empleados



En esta unidad aprenderemos a:

- Describir el funcionamiento de los mecanismos y receptores.
- Montar adecuadamente los distintos receptores.
- Montar los diferentes mecanismos para su aplicación.
- Realizar las conexiones de acuerdo a la norma.
- Realizar una previsión de mecanismos.
- Identificar cada uno de los elementos dentro del conjunto de la instalación y en catálogos comerciales.
- Verificar el funcionamiento de la instalación (protecciones).

Y estudiaremos:

- Receptores de alumbrado.
- Aparatos de maniobra.
- Aparatos de conexión.
- Aparatos de protección.

1. Introducción

En esta unidad conoceremos los materiales que vamos a utilizar en las instalaciones básicas de alumbrado. Lo dividiremos en cuatro grupos:

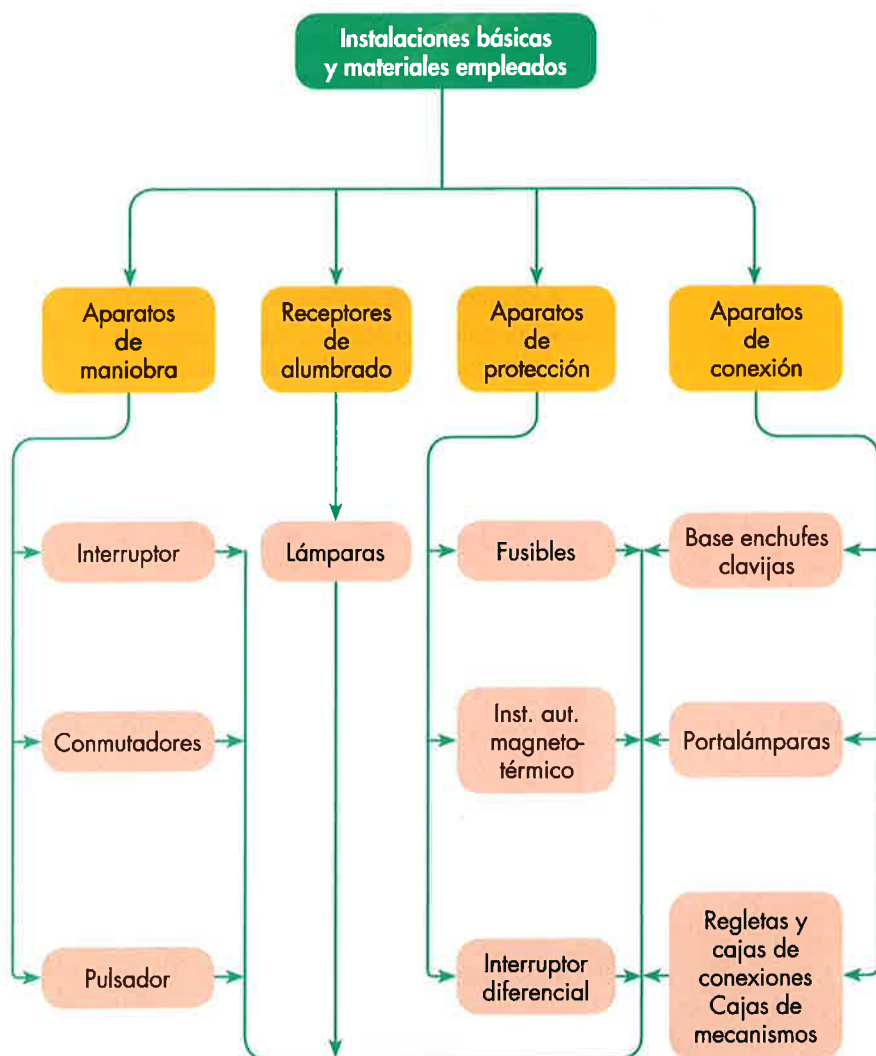
- Receptores de alumbrado.
- Aparatos de maniobra.
- Aparatos de conexión.
- Aparatos de protección.

Una vez estudiados los materiales, vamos a introducirnos en los circuitos básicos.

Para ello, aprenderemos a diseñar los diferentes esquemas eléctricos, tanto funcionales como multifilares, para llevar a cabo su correcta interpretación. Posteriormente se realizarán las correspondientes prácticas.

Esta unidad incluye un primer grupo de prácticas a través de las cuales conoceremos y aprenderemos a relacionar las magnitudes eléctricas, a razonar la Ley de Ohm y a adquirir destreza en el manejo de herramientas, cables y materiales eléctricos.

Dentro del primer grupo de prácticas, varias de ellas proponen que el conexionado se realice directamente entre los correspondientes aparatos, sin utilizar cajas de empalmes. Aunque entendemos que no es lo que se utiliza en la vida real, el objetivo es reforzar los conceptos básicos sobre instalaciones, aplicando conocimientos sobre distribución de material en el tablero, cableado, curvado, grapeado y conexionado.



Deberás hacer uso del polímetro para comprobar el estado del material, y de la propia instalación, analizando el resultado de dicha comprobación: estado del material, localización de los extremos de un conductor, continuidad del circuito, cortocircuito, etc.

Deberás también interpretar correctamente el esquema a la hora de realizar las diferentes conexiones entre los elementos que componen la instalación.

El segundo grupo de prácticas sirve para que conozcas las instalaciones accionadas con conmutadores.

Las conexiones se realizarán en una o en dos cajas de empalmes para ir aumentando el grado de dificultad, de modo que vayamos desarrollando un mayor grado de razonamiento.

En este grupo de prácticas, y siempre a criterio del profesor, se propone realizar el cableado bajo tubo corrugado, con objeto de irnos familiarizando con este tipo de material.

Cada práctica llevará asociada una memoria, diseñada según el criterio del profesor que imparta la asignatura, en la que se deberán recoger, al menos, los siguientes aspectos:

- Esquema funcional.
- Esquema multifilar.
- Cuestiones (se plantean varias por cada práctica).

● 2. Receptores de alumbrado

Los **receptores de alumbrado** son aquellos que transforman la energía eléctrica en energía luminosa.

En esta unidad solo estudiaremos la lámpara incandescente.

● A. Lámpara incandescente

Está constituida por una ampolla cerrada, a la que se le ha realizado el vacío o se ha rellenado de un gas inerte, en cuyo interior se encuentra generalmente un filamento de wolframio o tungsteno. Al pasar la corriente por el filamento, los electrones chocan con los átomos del material, produciéndose la incandescencia por termorradiación (emisión de radiaciones caloríficas y luminosas por parte de un cuerpo que está a alta temperatura). La temperatura que alcanza el filamento ronda los 2 200 °C.

Frente a otros tipos de lámparas, las de incandescencia destacan por su bajo precio, su sencillo funcionamiento (ya que no necesitan ningún elemento auxiliar) y su amplia gama de potencias. Como inconvenientes, destacamos su baja eficacia luminosa, su corta duración (1 000 h aproximadamente) y su excesiva producción de calor.

En la Figura 4.1 representamos las partes más importantes de una lámpara incandescente estándar. Se destacan las siguientes:

- **Filamento:** está constituido por un conductor de wolframio o tungsteno, cuya temperatura de fusión es aproximadamente de 3 400 °C. El filamento tendrá diferentes secciones, que varían en función de la potencia de la lámpara.
- Dadas las altas temperaturas que alcanza el filamento, este desprende partículas compuestas de su propio material. Este fenómeno, conocido como fenómeno de vaporización, provoca el adelgazamiento del filamento y, finalmente, su ruptura. Para disminuir sus efectos se introduce en la ampolla un gas inerte (normalmente una mezcla de argón y nitrógeno) y el filamento se enrolla en forma de hélice. Se fabrican filamentos de diferentes tipos. Según su forma se denominan rectos, simples o de doble espiral, festón, corona, etc.
- **Ampolla:** cápsula de vidrio soplado, cerrada herméticamente, que encierra el gas inerte y que tiene por objeto proteger el filamento del medio ambiente, a la vez que permite evacuar el calor emitido. Tengamos en cuenta que si el filamento en estado incandescente entrase en contacto con el oxígeno, se produciría su oxidación (rotura). Hay una amplia gama de ampollas, que se estudiarán en unidades posteriores.
- **Soportes del filamento:** son los encargados de sujetar el filamento para que no se deforme. Están constituidos por alambres de molibdeno.
- **Soporte de vidrio:** sirve de apoyo a los hilos conductores (que es por donde penetra la intensidad) y los aísla eléctricamente.
- **Casquillo:** es el soporte de la lámpara. Su misión es conectar la lámpara a la red de alimentación. En la lámpara estándar, el casquillo está formado por la rosca y el contacto de base o central. Entre ambos hay un anillo de vidrio que aísla los dos contactos. La Figura 4.2 muestra los casquillos más usados.

La lámpara incandescente estándar es la más usada. Su ampolla tiene la forma ovalada clásica (véase la Figura 4.1).

Los valores de potencia nominales oscilan entre 25 y 200 W con casquillo E27 y de 300 W con E40. Para potencias superiores se utilizan otros casquillos.

Ten en cuenta

Aparato receptor es aquel que utilizamos en la instalación para transformar la energía eléctrica en otro tipo de energía cualquiera.

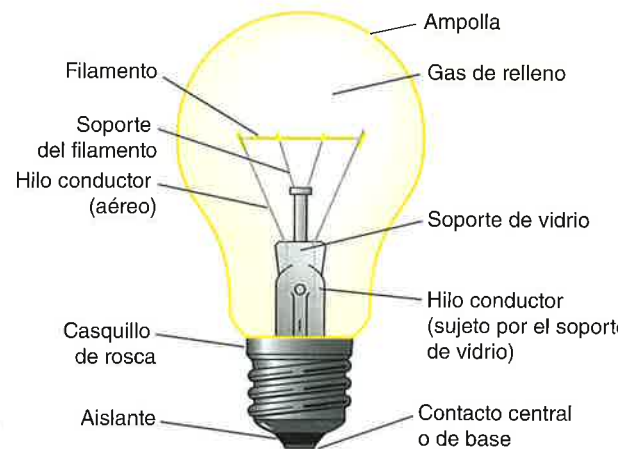


Fig. 4.1. Partes de una lámpara.

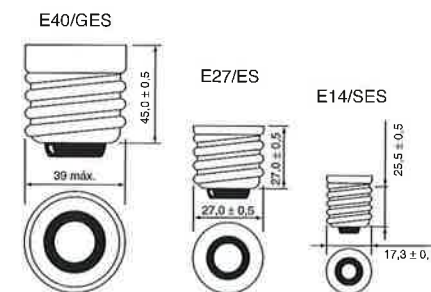


Fig. 4.2. Casquillos de lámparas incandescentes.

3. Aparatos de maniobra

Los **aparatos de maniobra** son dispositivos cuya función es manipular a voluntad las condiciones de un determinado circuito.

A esta categoría pertenecen los interruptores, los conmutadores, los conmutadores de cruzamiento y los pulsadores.

A. Interruptor

Un **interruptor** es un aparato diseñado para abrir (interrumpir) o cerrar (conectar) un circuito eléctrico manualmente, de forma permanente.

Presenta dos posiciones: abierto o cerrado. Abierto no deja pasar la intensidad de corriente y se comporta como una resistencia de valor infinito (∞). Cerrado deja pasar la corriente y se comporta como una resistencia de valor prácticamente nulo (0Ω). Está constituido por dos contactos (uno fijo y otro móvil) sobre un soporte aislante, de manera que lo podemos manipular para que quede en una posición de modo permanente (abierto o cerrado) mediante una tecla basculante.

Los interruptores se fabrican para distintos valores de intensidad y de tensión. El valor de la intensidad determina el nivel máximo que pueden soportar sus contactos, mientras que el valor de tensión determina su grado de aislamiento eléctrico. En la Figura 4.3 vemos su representación esquemática.

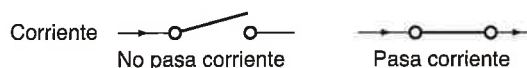


Fig. 4.3. Interruptor. Representación esquemática.



Fig. 4.4. Interruptor para empotrar.

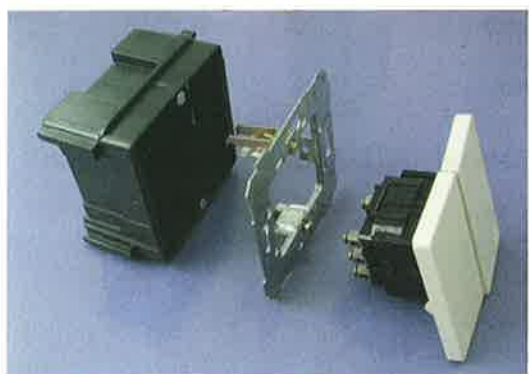


Fig. 4.5. Montaje de un mecanismo empotrado.



Fig. 4.6. Interruptor de superficie.

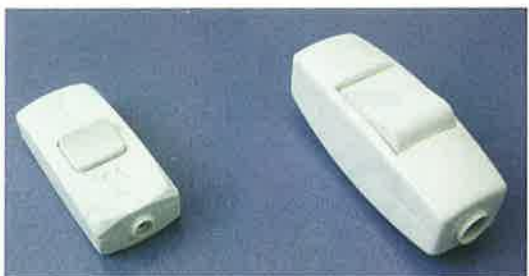


Fig. 4.7. Interruptor aéreo.

Clasificación

Según el número de polos:

- **Unipolar.** Solo interrumpe un conductor.
- **Bipolar.** Interrumpe dos conductores.
- **Tripolar.** Interrumpe tres conductores.

Según la forma de montaje:

- **Empotrado.** El interruptor va colocado dentro de una caja de empotrar mecanismos (cajillo), que a su vez está incrustada en una pared o similar. En la Figura 4.4 podemos ver algunos modelos mientras que en la Figura 4.5 se aprecia la forma de montar un mecanismo en una caja de empotrar.
- **Superficie.** El interruptor va colocado directamente sobre una superficie o dentro de una caja diseñada para su instalación en superficie (véase la Figura 4.6).
- **Aéreo.** También denominados «de paso», se utilizan para accionar aparatos que están alimentados por un cable móvil (manguera), como pequeños electrodomésticos, lámparas de sobremesa, etc. (véase la Figura 4.7).

Interruptor doble. Con este nombre se conoce a la unión de dos interruptores independientes dentro del mismo mecanismo.

Está constituido por tres bornes de conexión: uno es el común y cada uno de los otros dos es para un interruptor. Cada interruptor actúa de forma independiente.

Se utiliza en instalaciones donde se colocan dos puntos de luz independientes dentro del mismo habitáculo. La Figura 4.8 muestra un doble interruptor para empotrar y otro de superficie.

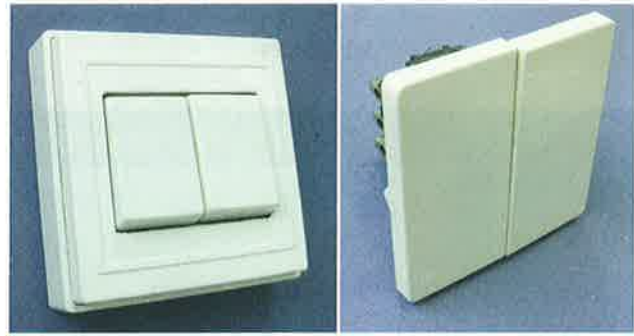


Fig. 4.8. Interruptor doble.

B. Conmutador simple

El conmutador, también denominado de extremo, de dos direcciones o conmutador simple, consta de un borne común denominado puente y de dos bornes de salida. La misión del aparato es conectar, a través del puente, la entrada de corriente con una u otra salida, según la posición de accionamiento. En la Figura 4.9 podemos ver su representación esquemática.

El circuito típico que utiliza este elemento es el del accionamiento de lámparas desde dos puntos diferentes.

Imaginemos que disponemos de un circuito con uno o varios puntos de luz y que deseamos accionarlo desde dos lugares diferentes, como ocurre con el alumbrado de un pasillo en el que podemos apagarlo o encenderlo desde los dos extremos. En este caso, no podremos servirnos de interruptores, sino que tendremos que utilizar dos conmutadores.

Con estos mecanismos conseguimos que, cada vez que actuemos sobre uno de ellos, cambie el estado de la lámpara o receptor en cuestión (si está apagada, se encenderá, y si está encendida, se apagará), independientemente del conmutador que accionemos.

La Figura 4.10 es una representación esquemática que muestra el funcionamiento del circuito conmutado.

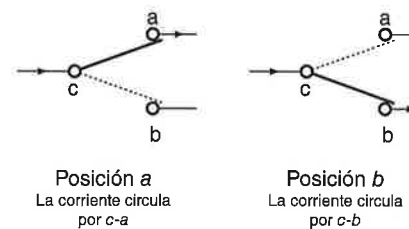


Fig. 4.9. Conmutador. Representación esquemática.

- 1 Al principio, la lámpara está encendida.

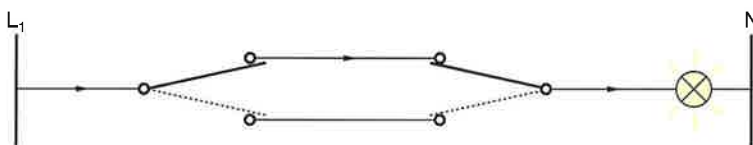


Fig. 4.10. a).

- 2 Si accionamos un conmutador, se apaga.

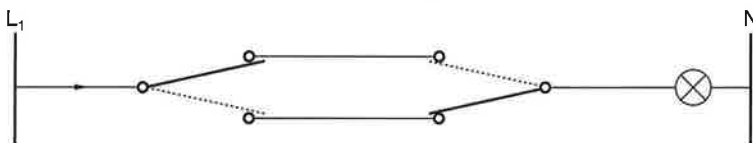


Fig. 4.10. b).

- 3 Si accionamos el otro conmutador, se enciende de nuevo.

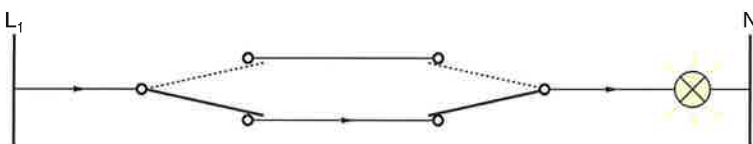


Fig. 4.10. c).

- 4 Al accionar de nuevo el primer conmutador, se apaga.

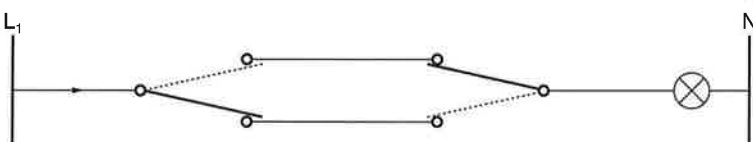


Fig. 4.10. d).

A continuación, exponemos el esquema funcional de este circuito en sus diferentes versiones:

Un punto de luz accionado desde dos puntos con conmutadores

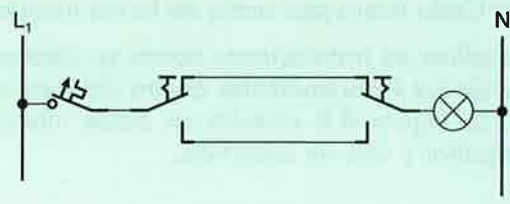
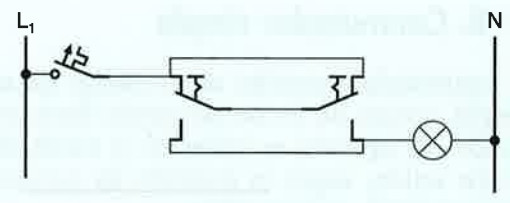
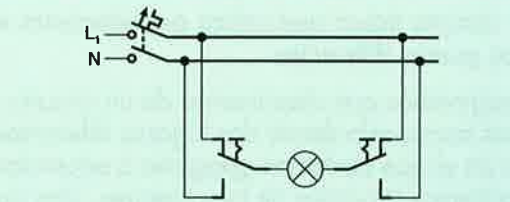
Según la forma de conectar los conmutadores	Montaje corto	Es el más usado y sencillo	
	Montaje puente	Requiere utilizar tres conductores entre conmutadores, lo que supone un gasto adicional	
	Montaje largo	Este tipo de montaje no está permitido por la actual normativa, ya que el conmutador recibe dos hilos activos de corriente. Si se produjera una avería mecánica en su interior, podría dar lugar a un cortocircuito. Lo incluimos aquí ya que lo podemos encontrar en viviendas de cierta antigüedad	

Tabla 4.1. Esquema funcional de un circuito conmutado.

El funcionamiento de la instalación es idéntico en cualquier tipo de montaje. Cada vez que cambiamos la posición de un conmutador, la lámpara cambia de estado.

C. Conmutador de cruzamiento



Ten en cuenta

Los **conmutadores** son aparatos externamente idénticos a los interruptores. La mayoría de los diseños mostrados para interruptores de superficie y para empotrar se construye también en la versión de conmutador.

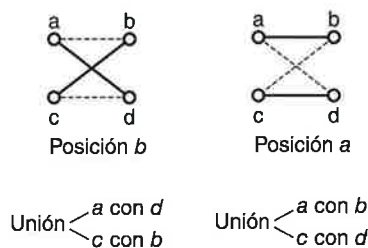


Fig. 4.11. Conmutador de cruzamiento. Representación esquemática.

También conocido como de centro, dispone de cuatro bornes: dos de entrada y dos de salida. Tiene dos posiciones distintas, de forma que en cada una de ellas conecta sus bornes de dos en dos, tal y como muestra su representación esquemática de la Figura 4.11.

Este conmutador se utiliza en las instalaciones donde se requiere realizar el mando desde tres o más puntos.

Imaginemos que disponemos de un circuito con uno o varios puntos de luz y que deseamos accionarlos desde tres o más lugares diferentes, como ocurre con el alumbrado de un dormitorio donde podemos apagar o encender la luz desde la puerta de entrada y desde ambos laterales del cabezal de la cama. En este caso, es preciso utilizar conmutadores simples y conmutadores de cruzamiento.

Una instalación conmutada desde varios lugares o puntos necesita siempre dos conmutadores simples o de extremo y, el resto, hasta completar el número de puntos desde el que actuamos, serán conmutadores de centro. Así, si queremos accionar una lámpara desde cinco puntos diferentes, colocaremos dos conmutadores de extremo y tres de centro.

Al igual que ocurría en la instalación de un punto de luz conmutado desde dos puntos, cada vez que actuemos sobre cualquier conmutador, la lámpara cambiará de estado.

Así, en la Figura 4.12, donde representamos varios casos, podemos observar cómo partiendo del caso 1, en el que la lámpara está encendida, va cambiando de estado al ir accionando los tres conmutadores.

La forma de montar un circuito conmutado desde más de dos puntos es la representada en la Figura 4.13.

Si el circuito se debe accionar desde un mayor número de puntos, iremos incrementando el número de conmutadores de cruzamiento.

Los diseños externos de los conmutadores de cruzamiento no difieren de los de interruptores ni conmutadores simples.

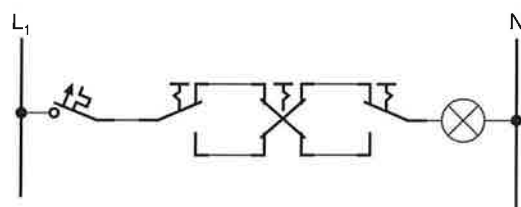


Fig. 4.13. Una lámpara conmutada desde tres puntos. Esquema funcional.

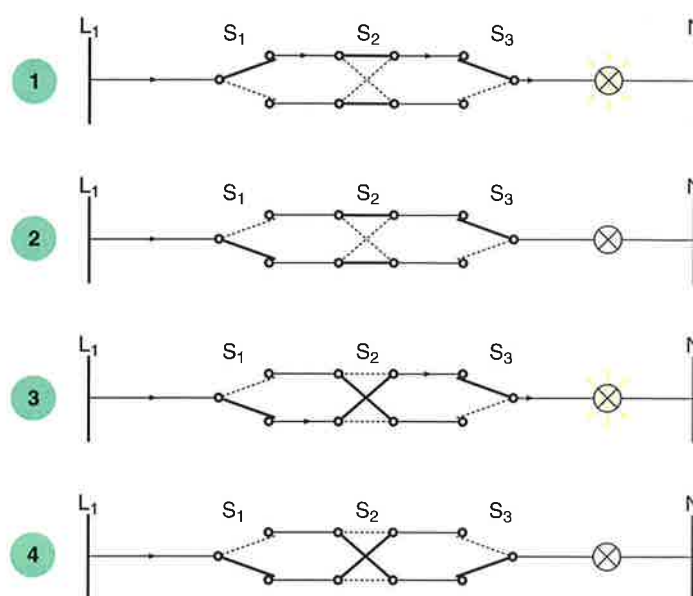


Fig. 4.12. Esquema de funcionamiento de un circuito conmutado.

D. Pulsador

Es un aparato diseñado para cerrar (conectar) o abrir (interrumpir) un circuito eléctrico manualmente durante el tiempo que lo tengamos accionado. Una vez que dejamos de accionarlo vuelve a su posición de reposo.

Puede ser normalmente abierto, con lo que al accionarlo se cierra, o normalmente cerrado, con lo que al accionarlo se abre. En instalaciones de viviendas, utilizaremos, por lo general, el normalmente abierto.

Está formado por dos contactos fijos y uno móvil, que se desplaza al vencer la fuerza de un muelle antagonista. Se monta sobre un soporte aislante, como mostramos en la Figura 4.14.

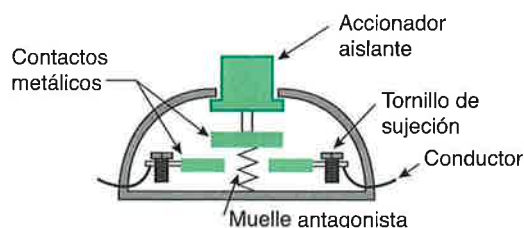


Fig. 4.14. Partes de un pulsador.

Se usa este elemento para el mando de timbres, cerraduras eléctricas, automáticos de escaleras y, en general, elementos que solo deban funcionar durante un breve espacio de tiempo o activarse con un impulso eléctrico.

Al igual que los anteriores mecanismos estudiados, también se fabrican para instalaciones empotradas, de superficie, aéreas o móviles (véase la Figura 4.15).

Actividades

1. Disponemos de tres conmutadores simples o de extremo, un conmutador de cruce y una lámpara. ¿Desde cuántos puntos podemos conmutar la lámpara como máximo? Razona tu respuesta.



Fig. 4.15. Diferentes tipos de pulsadores.



Fig. 4.16. Mecanismos con diferente ancho y/o con piloto.



Fig. 4.17. Materiales estancos.

Actividades

2. Disponemos de la instalación de un punto de luz simple, donde el interruptor lleva incorporado un piloto de señalización. Teniendo en cuenta la Ley de Ohm, razona:
 - a) Por qué el piloto se apaga al cerrar el interruptor (lámpara encendida).
 - b) Por qué el piloto se enciende al abrir el interruptor (lámpara apagada).

Los mecanismos estudiados hasta ahora, interruptores, conmutadores y pulsadores, se pueden fabricar con un piloto de señalización incorporado a través de un visor, normalmente una lámpara de neón de muy bajo consumo (aproximadamente 1 mA). Cuando el punto de luz está apagado, luce la lámpara de neón, indicándonos el lugar de emplazamiento del mecanismo en cuestión (véase la Figura 4.16).

Los fabricantes suelen diseñar los mecanismos con dos medidas de ancho para los diferentes modelos: el formato normal y el estrecho (mitad de ancho que el anterior). Esto permite que puedan montarse en una misma base de mecanismo (elemento que sujeta el mecanismo a la caja de empotrar) uno o dos elementos, según convenga (véase la Figura 4.16).

Todos estos mecanismos están concebidos para poderse instalar con material estanco, es decir, cajas envolventes que reúnen ciertos requisitos de aislamiento contra humedad, polvo y productos corrosivos, y que van instaladas a la intemperie o en lugares donde se prevé algún agente atmosférico corrosivo, como talleres o industrias.

En la Figura 4.17 se pueden observar algunos mecanismos instalados con material estanco.

La Figura 4.18 muestra la forma de montar un mecanismo sobre material estanco.

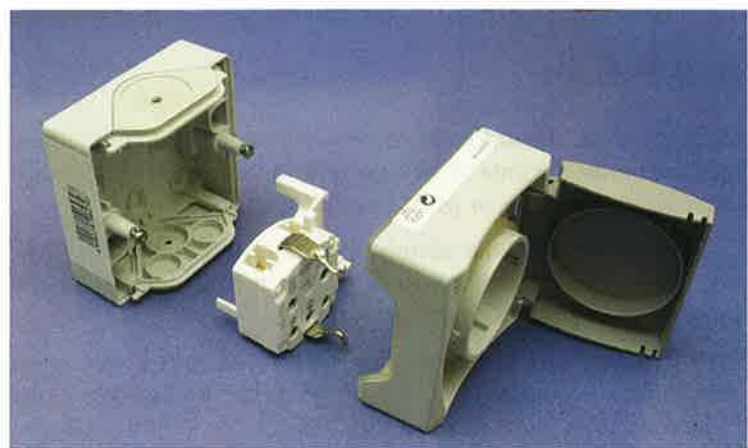


Fig. 4.18. Montaje con materiales estancos.

Caso práctico 1

¿Cómo podemos determinar los bornes de un conmutador de extremo y comprobar su estado con un polímetro?

Solución:

Comprobamos continuidad entre cada uno de los tres bornes y los dos restantes en las dos posiciones del conmutador. El borne común será el que marque continuidad con los dos restantes en una de las dos posiciones. El estado del conmutador será correcto si el borne común marca continuidad con cada uno de los dos de salida de forma alternativa, sin que haya continuidad entre los dos de salida en ningún caso.

¿Y en el caso de un conmutador de centro?

Solución:

Comprobamos continuidad entre cada uno de los cuatro bornes y los tres restantes en las dos posiciones del conmutador. Deberán tener continuidad los dos bornes de entrada con cada uno de los dos de salida de forma alternativa. Los de entrada no tendrán continuidad entre ellos, al igual que los de salida.

4. Aparatos de conexión

Los **aparatos de conexión** son aparatos o dispositivos destinados a efectuar la unión de los receptores eléctricos con las líneas de distribución o la línea interior de la vivienda.

A esta categoría pertenecen las bases de enchufe, clavijas, portalámparas, regletas de conexión, cajas de empalmes, etc.

A. Base de enchufe

La **base de enchufe** es el punto de toma de corriente para receptores móviles, por lo que también suele denominarse **toma de corriente**.

Se compone de dos o más piezas metálicas, donde va conectada la línea de alimentación, y un soporte de material aislante. Sus contactos deben soportar la intensidad que consuma el receptor que conectemos a la base sin que se produzca calentamiento alguno y su aislamiento será el adecuado para resistir la tensión a la que va a someterse. Su material deberá soportar, sin deteriorarse, las condiciones ambientales del lugar.

Por ello, existe una gama amplísima de bases de enchufes que atienden a numerosos criterios: material de fabricación, tipo de montaje, intensidad que soporta, tensión de aislamiento. Además, cada fabricante diseña sus propios modelos.

Atendiendo a las instalaciones de interior de viviendas, podemos clasificarlas:

Según la forma de montaje

Empotrada	En la Figura 4.19 observamos varios modelos de bases de enchufe para empotrar. La número 1 y la 2 son bases bipolares de 16 A con toma de tierra lateral. La número 3 es una base de 25 A con toma de tierra
Superficie	Al igual que los mecanismos estudiados antes, pueden ir directamente sobre una superficie o sobre una base superficial, como se aprecia en la Figura 4.20
Móviles	Se utilizan para conectar aparatos que están alimentados por un cable móvil (manguera) y para el montaje de prolongadores. En la Figura 4.21 se muestran algunos tipos de bases móviles



Fig. 4.20. Bases de superficie.

Según la intensidad que soportan

16 A	Se usan en cualquier punto de la vivienda
25 A	Sirven para alimentar la cocina eléctrica

La normativa actual obliga a que todas la bases de enchufe de 16 A sean del tipo Schuko, como las mostradas en las Figuras 4.19, 4.20 y 4.21, lo que deja en desuso las bases sin toma de tierra. Las hay con toma de tierra lateral o de espiga saliente para los casos en que no se puedan permutar el neutro con la fase.



Fig. 4.21. Bases móviles.



Fig. 4.19. Bases empotrables.



Fig. 4.22. Base de enchufe sobre material estanco.

Las bases de enchufe también se pueden instalar con material estanco, como muestra la Figura 4.22

○ Base de enchufe múltiple

Una **base de enchufe múltiple** es un elemento móvil que dispone de múltiples tomas de corriente y que generalmente se encuentra conectado a otra base de enchufe, con lo que posibilita la conexión de varios elementos a la vez.

La importancia de conocer el consumo de los dispositivos conectados es esencial, ya que no podemos sobrepasar el que se ha estipulado para el elemento en cuestión.

Algunos disponen de un interruptor de corte general y/o piloto, que indica que está sometido a tensión (véase la Figura 4.23).

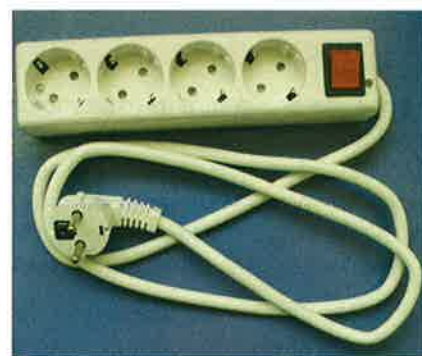


Fig. 4.23. Bases múltiples.



Fig. 4.24. Adaptador.

○ Adaptadores

Los **adaptadores** son elementos fijos que, conectados a una base de enchufe, permiten tener varias tomas de corriente a la vez para conectar varios dispositivos.

En la Figura 4.24 se muestra uno de ellos.

También hay que prestar atención al consumo de los diferentes dispositivos para no deteriorar el adaptador ni provocar accidentes.

● B. Clavija

Una **clavija** es el elemento mediante el que generalmente se conectan receptores eléctricos móviles a las tomas de corriente.

Al igual que las bases de enchufe, existe una amplia gama de productos que se adaptan a las necesidades del usuario. En la Figura 4.25 mostramos una de ellas.

Como en el caso de las bases de enchufe, la normativa actual deja en desuso aquellas clavijas que no incorporan el contacto de toma de tierra.

Las clavijas, junto con una base de enchufe móvil y un trozo de cable de manguera, también se emplean para realizar prolongadores (véase la Figura 4.26).



Fig. 4.25. Clavija.

Ciertas clavijas especiales llevan fusibles incorporados para proteger contra cortocircuitos a los dispositivos que alimenta.

○ Bases y clavijas de tipo industrial

Existe una amplia gama de bases de corriente para instalaciones industriales de baja tensión. Esta gama se denomina CETACT y se fabrica para instalaciones aéreas, murales y empotrables. Atendiendo al número de polos, tenemos:

2P + T	Dos polos más toma de tierra (monofásicas)
3P + T	Tres polos más toma de tierra (trifásicas)
3P + N + T	Tres polos, neutro, más toma de tierra (trifásica con neutro)

Se fabrican con diferentes colores para identificar los valores de tensión y frecuencia.

Los valores nominales de intensidad de corriente para las diferentes gamas son: 16, 32, 63 y 125 A.

Existen clavijas específicas para las bases de enchufe de tipo industrial. En la Figura 4.27 se aprecian algunos de estos productos industriales.



Fig. 4.26. Prolongador.

● C. Portalámparas

Los **portalámparas** son elementos que conectan las lámparas a la línea de alimentación y sirven, al mismo tiempo, de soporte.

Por lo general, un portalámparas consta de un casquillo roscado que sirve de sujeción y lleva un contacto que se conecta a un extremo del filamento. En el fondo de dicho casquillo está aislado el segundo contacto, que conecta con el otro extremo del filamento cuando la lámpara está roscada a fondo.

En el Apartado 2 de esta unidad, estudiamos los diferentes casquillos con que se fabrican las lámparas de incandescencia.

A cada tipo de casquillo le corresponde un portalámparas según la clase de rosca o sujeción. Los más usados son:

- Portalámparas de rosca Mignon E14.
- Portalámparas de rosca normal E27.
- Portalámparas de rosca Goliat E40.

A partir de aquí, la variedad es amplia según las necesidades de uso. Así, encontramos diferentes portalámparas según:

Material de fabricación	Termoplástico, plástico resistente al calor, porcelana...
Utilización	Uso doméstico, provisional para obras, ferias, alumbrado exterior...
Forma de montaje	Zócalo recto, zócalo curvo, colgantes, con soporte roscado...
Tipos de lámparas	Halógenas, tubulares, fluorescentes...



Fig. 4.27. Bases y clavijas de tipo industrial.



Fig. 4.28. Portalámparas.

La Figura 4.28 muestra varios tipos de portalámparas.



Fig. 4.29. Regletas de conexión.

D. Regletas de conexión

Las **regletas de conexión** son los dispositivos que utilizamos para las diferentes conexiones entre los conductores de un circuito eléctrico.

Por norma general, constan de un cilindro metálico hueco y dos tornillos roscados de apriete que se introducen en su interior para fijar el cable. Todo ello va envuelto por un material aislante. Suelen estar formadas por varios conectores aislados y unidos entre sí mediante la envoltura, de forma que se puedan dividir fácilmente (véase la Figura 4.29).

Generalmente, este tipo de regletas se utiliza para realizar conexiones de cables dentro de las cajas de empalmes. Se denominan en función de la sección interior en milímetros cuadrados. Sus valores son: 4, 6, 10, 16 y 25 mm².

Otro tipo de regletas son las regletas de paso, que permiten la conexión sin cortar el cable y admiten cables de mayor sección (véase la Figura 4.30).

Dentro de los armarios, cuando sea preciso usar regletas de conexiones, se emplean las denominadas bornas Viking, que pueden fijarse sobre una estructura metálica (carril). También pueden ser etiquetadas cómodamente para identificar los conductores. Las correspondientes al neutro y al conductor de protección llevan el color característico de estos (véase la Figura 4.31).

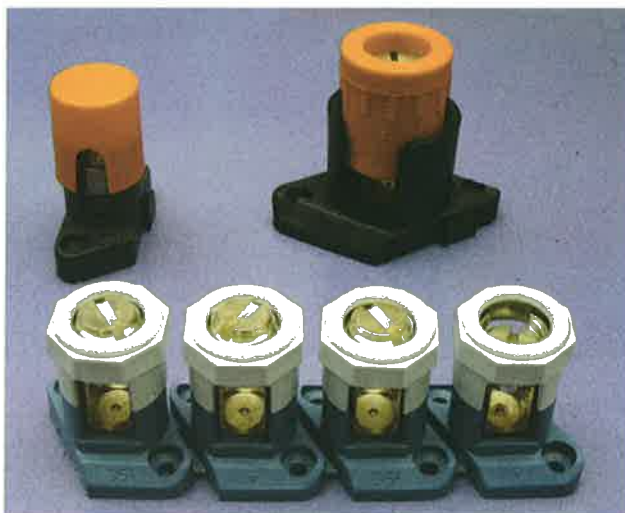


Fig. 4.30. Regletas o bornas de paso.

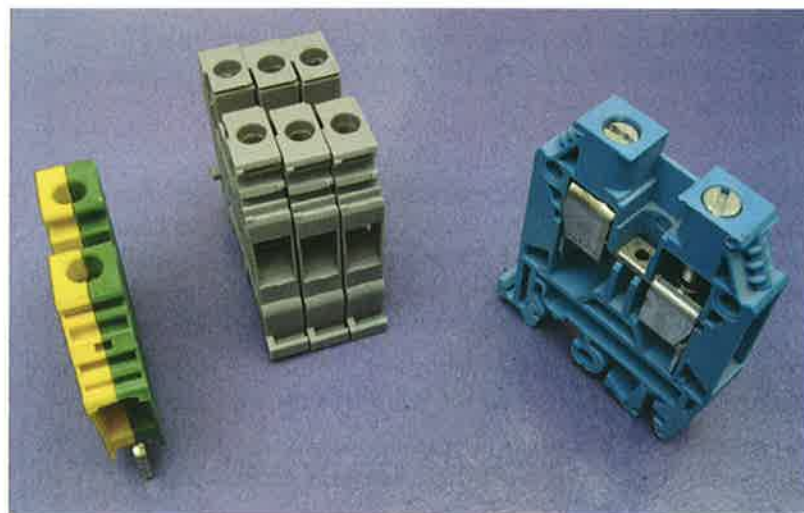


Fig. 4.31. Bornas Viking.

E. Cajas de empalmes o conexiones

Las **cajas de empalmes** son elementos que se utilizan en una instalación eléctrica para alojar las diferentes conexiones entre conductores.

Estas cajas se colocan de forma que reciban los cables de las líneas de reparto de una instalación, así como de los mecanismos y receptores fijos, que discurren bajo tubos protectores para ejecutar las correspondientes conexiones entre los conductores.

Son cajas de forma cuadrada, rectangular o redonda, de diferentes dimensiones. En las paredes laterales de la caja y en su base disponen de unas huellas para su ruptura que facilitan la entrada de los tubos. En la Figura 4.32 se aprecian varios tipos de cajas.



Fig. 4.32. Cajas de empalmes.

La dimensión depende de los cables que aloje o de los tubos que reciba, ya que cuanto más grande sea la caja, mayor número de entradas para tubos tendrá. Las cajas cuadradas y rectangulares se denominan según las dimensiones de sus lados y su profundidad en milímetros. Por ejemplo, caja de $160 \times 100 \times 50$. En las redondas, la denominación depende de la profundidad y el diámetro. Por ejemplo, la caja de 50×100 tiene 50 mm de profundidad y 100 mm de diámetro.

Las cajas incorporan sus correspondientes tapas, que pueden ir sujetas mediante tornillos, a presión o a rosca. Según el tipo de instalación, pueden ser empotradas o de superficie; las segundas tienen un grado de estanqueidad acorde con el lugar donde se vayan a instalar.

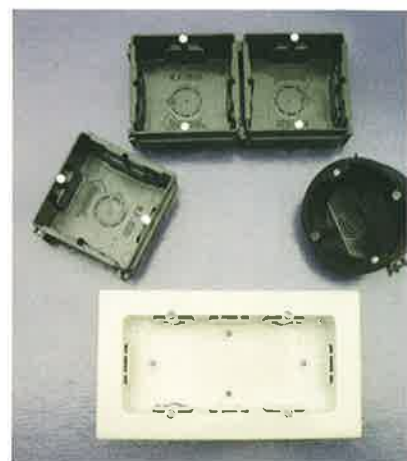


Fig. 4.33. Cajas de empotrar mecanismos.

F. Cajas de empotrar mecanismos

Las **cajas de empotrar** se utilizan para alojar los mecanismos de una instalación eléctrica: interruptores, conmutadores, pulsadores, bases de enchufes, etc. Se pueden instalar empotradas o en superficie. En cada caso, la constitución y el diseño varían.

Se fabrican de forma redonda o cuadrada. Al igual que las cajas de empalmes, llevan unas huellas que se deben romper para introducir los tubos. También disponen de unas guías laterales que sirven para enlazar varias cajas, si se van a colocar varios mecanismos juntos. Suelen llevar tornillos en el borde exterior para sujetar los mecanismos (véase la Figura 4.33).

G. Canalizaciones de las instalaciones de interior

○ Tubo aislante curvable

También conocido como **tubo corrugado**, es el más común en interiores para instalaciones empotradas. Se recoge en la ITC-BT-21 del Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT) como sistemas de tubos curvables.

Es un tubo muy flexible y manejable, fabricado en PVC. Tiene unas estrías que le permiten una mayor fijación a los elementos de construcción. Los hay de varios colores, para su identificación, y de distintos diámetros, ya que al realizar una instalación eléctrica hay que elegir el tubo de protección en función del tipo de instalación y de la sección y el número de conductores que vayan alojados en su interior. Lo estudiaremos en detalle en unidades posteriores. Los diámetros exteriores más comerciales de los tubos de protección son: 16, 20, 25, 32 y 40 mm.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales. Las curvas serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. La Figura 4.34 muestra diferentes tubos corrugados.



Fig. 4.34. Tubos curvables o corrugados.

Actividades

- ¿Qué significa que las características de un interruptor indiquen que es de 10 A?
- ¿Qué significa que una base de enchufe especifique que es de 250 V?
- ¿Qué clavijas están en desuso según la normativa actual?
- ¿Qué significa que las características de una caja de conexiones indiquen $200 \times 150 \times 50$?

5. Aparatos de protección

En unidades posteriores trataremos el tema de aparatos de protección con mayor profundidad. No obstante, exponemos los conceptos básicos sobre este tema para que los vayamos aplicando a las instalaciones básicas.

Los **aparatos de protección** son aquellos que, instalados en un circuito eléctrico, protegen la instalación (cables) y los elementos conectados a ella (mecanismos y receptores) de posibles sobrecargas y cortocircuitos.

Al mismo tiempo, protegen a las personas de accidentes por descargas eléctricas, además de evitar fugas de corriente a tierra y el consiguiente perjuicio económico.

A. Cortacircuitos fusibles

Los **cortacircuitos fusibles** son elementos que se conectan en serie con el circuito (al inicio de la instalación) de manera que circule por él toda la intensidad.

Constan de una base con dos contactos fijos sobre la que se conecta, a rosca o a presión, una pieza enchufable, normalmente de cartucho o de cuchilla, en la que se aloja el elemento fusible rodeado de material que actúa como medio de extinción.

El elemento fusible es un hilo calibrado de menor sección que los conductores del circuito que protege y se funde al paso de una corriente excesiva, antes de que se deteriore la instalación.

En la Figura 4.35 podemos observar un fusible de cartucho y otro de cuchilla y sus respectivas bases. Los fusibles protegen la instalación de:

- **Sobrecarga.** Cuando en una instalación eléctrica el valor de la intensidad de corriente es superior al calibrado para el fusible. Ya sea por un exceso de consumo o a consecuencia de una avería, el fusible se funde y protege así la instalación.
- **Cortocircuito.** Cuando por avería de un elemento de la instalación o por accidente se provoca un cortocircuito y el fusible se funde.

Se coloca un fusible por cada fase del circuito. Cuando se funde un fusible, hay que sustituirlo por otro nuevo. Aunque el fusible general protege a toda la instalación, también podemos proteger una parte del circuito o algún elemento concreto con un fusible calibrado adecuadamente, como suele ocurrir con los electrodomésticos u otros receptores.

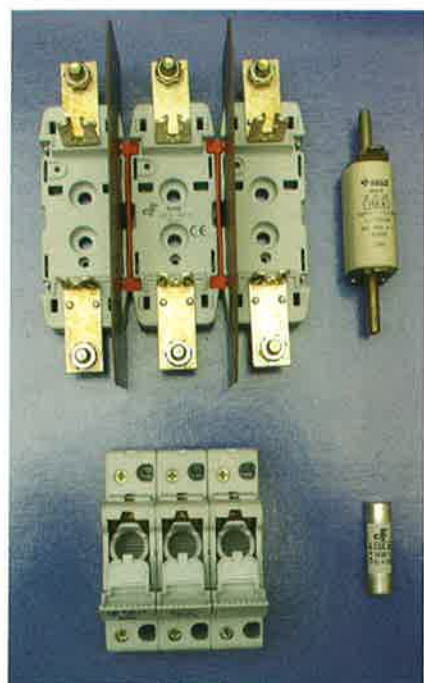


Fig. 4.35. Fusibles y bases portafusibles.

B. Interruptor magnetotérmico

Al igual que los fusibles, los **interruptores magnetotérmicos** protegen de sobrecargas y cortocircuitos la instalación, es decir, conductores, elementos de mando y aparatos conectados a los diferentes circuitos.

También se conocen como pequeño interruptor automático (PIA).

○ Constitución

En esencia se componen de:

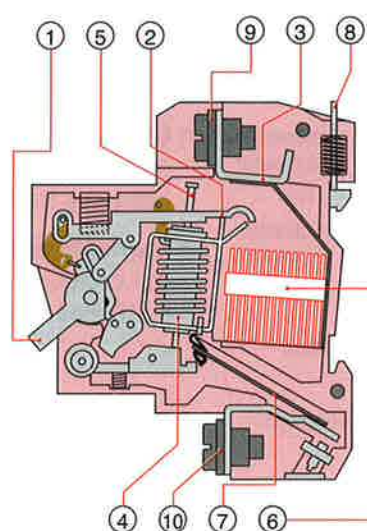
- **Carcasa** o envoltura aislante y **bornes** (entrada y salida) para fijar los conductores del circuito.

! Importante

Los **PIA** sustituyen a los fusibles, pero nunca a los interruptores diferenciales.

Por lo tanto, no protegen a las personas y animales.

- **Elemento bimetalico.** Es una pieza formada por dos metales de diferente coeficiente de dilatación, lo que provoca su curvatura al dilatarse por calentamiento (efecto térmico).
- **Bobina.** Está constituida por hilo de cobre arrollada sobre un núcleo móvil que es atraído cuando por ella pasa una intensidad de valor considerable (efecto magnético).
- **Cámara apagachispas.** Es el elemento que provoca la extinción de los arcos eléctricos producidos en el interior del aparato al abrirse sus contactos cuando está circulando una intensidad considerable.
- **Palanca o maneta.** Es una palanca que utilizamos para rearmar (volver a cerrar) el interruptor después de un disparo o simplemente para abrir y cerrar el interruptor manualmente.
- **Contacto móvil.** Se trata del mecanismo de apertura que abre dicho contacto por el efecto del bimetálico o de la bobina y que también podemos abrir o cerrar de forma manual por medio de la palanca.



1. Maneta de accionamiento. En los multipolares, todas las manetas se unen por una guía.
2. Contacto móvil.
3. Contacto fijo con pastilla en aleación de plata y grafito.
4. Bobina de disparo magnético.
5. Desconectador magnético que además tira directamente del contacto móvil.
6. Cámara desionizante con plaqueta de cerámica.
7. Bimetal regulable para la desconexión térmica.
8. Grapa de fijación sobre rail DIN 46277.
- 9-10. Bornas de entrada y salida por tornillo y plaqueta, con capacidad de conexión de 0,5-16 mm².

Fig. 4.36. Interruptor magnetotérmico. Constitución.

En la Figura 4.36 mostramos la constitución de un interruptor magnetotérmico.

○ Principio de funcionamiento

Cuando la intensidad que circula por el interruptor automático es de un valor superior al calibrado debido a una sobrecarga, comienza a calentarse el bimetálico. Este calentamiento será más rápido cuanto mayor sea el valor de la intensidad. El calentamiento hace que el bimetálico se curve y actúe sobre el contacto móvil provocando su apertura (**efecto térmico**).

Si la intensidad que circula por el interruptor es de un valor muy elevado a causa de un cortocircuito, es la bobina quien se encarga de atraer al núcleo instantáneamente, lo que provoca la apertura del contacto móvil (**efecto magnético**).

Este aparato se utiliza como acompañamiento o sustituto del fusible por su precisión y su forma de recuperación una vez que se repara la avería.

Ha de colocarse de modo que corte todos los conductores de forma omnipolar, es decir, que corten al mismo tiempo tanto los conductores activos (fases) como el neutro.

Se fabrican de diferentes calibres. Los más usados en las instalaciones interiores son los de 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50 y 63 A.

Por su número de polos, pueden ser unipolares, bipolares, tripolares y tetrapolares.

En la Figura 4.37 se muestran diferentes tipos de magnetotérmicos: unipolar, bipolar y tripolar.



Fig. 4.37. Interruptores magnetotérmicos.

● C. Interruptor diferencial

Un **interruptor diferencial** es un aparato diseñado para proteger a las personas y animales de defectos de aislamiento en las instalaciones eléctricas, tanto de contactos directos como indirectos.

Veamos estos términos con más detalles:

- **Defecto de aislamiento.** El que se produce cuando se deteriora el aislamiento de los conductores eléctricos y dispositivos eléctricos.

Actividades

7. ¿Cuándo actúa el bimetálico de un interruptor magnetotérmico?
8. Y la bobina, ¿cuándo lo hace?

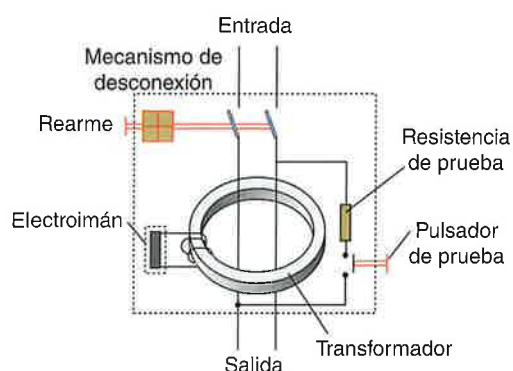


Fig. 4.38. Interruptor diferencial. Constitución.

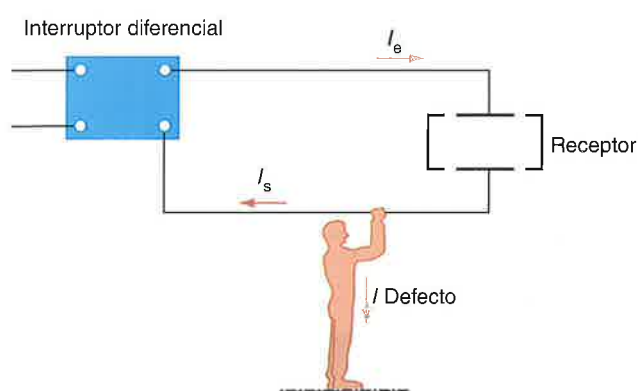


Fig. 4.39. Interruptor diferencial. Funcionamiento.

- **Contacto directo.** Ocurre cuando una persona o animal toca un conductor o una parte activa de un dispositivo eléctrico: contactos de un mecanismo, bornes de un receptor, etc.
- **Contacto indirecto.** Se produce cuando una persona o animal toca la carcasa metálica (chasis) de un dispositivo eléctrico en el que por avería se deriva la corriente hasta esa carcasa: chasis de una lavadora, frigorífico, etc.
- **Corriente de fuga o defecto.** Es la corriente que se deriva a tierra, bien a través del conductor de protección (conductor de tierra) o a través de los elementos metálicos que están en contacto con tierra.

○ Constitución

Un interruptor diferencial se compone esencialmente de:

- **Carcasa** o envoltura aislante.
- **Bornes** (entrada y salida) para la fijación de los conductores del circuito.
- **Transformador de núcleo toroidal o toroide.** Por su interior pasan los conductores que alimentan el circuito (fase y neutro en el caso de un circuito monofásico). A él se arrolla un conductor de poca sección que alimenta un relé de disparo (electroimán).
- **Mecanismo de desconexión.** Actúa sobre los contactos del interruptor abriéndolos automáticamente.
- **Pulsador y resistencia de prueba.** Se utiliza para verificar el funcionamiento y para desconectar manualmente el aparato.
- **Palanca de rearme.** La utilizamos para rearmar el aparato.

En la Figura 4.38 se representa la constitución de un interruptor diferencial.

○ Principio de funcionamiento

En una instalación eléctrica monofásica, la intensidad que circula por la fase tiene que ser del mismo valor que la que circula por el neutro. O, con otras palabras: la intensidad de entrada (I_e) tiene que ser igual a la de salida (I_s) en circunstancias normales.

En cuanto se produce una corriente de fuga o de defecto, las dos intensidades mencionadas ya no son iguales (véase la Figura 4.39).

El toroide está diseñado para que, cuando no sean iguales dichas intensidades y la diferencia adquiera un determinado valor, induzca una corriente sobre el conductor arrollado que alimenta al relé de disparo. Entonces, este provoca la apertura de los contactos del diferencial.

Cuando actuamos sobre el pulsador de prueba, estamos provocando el mismo efecto que una corriente de fuga, ya que la resistencia de prueba absorbe parte de la intensidad, y la hacemos pasar por el exterior del toroide.

Entendemos por sensibilidad del aparato la capacidad de respuesta que este tiene ante una corriente de fuga. Se mide en miliamperios. Los valores comerciales de sensibilidad más utilizados en instalaciones interiores son de 30 y 300 mA.

Se fabrican diferenciales de dos y cuatro polos (véase la Figura 4.40), con lo que siempre hay que conectar las fases y el neutro, según el tipo de circuito.

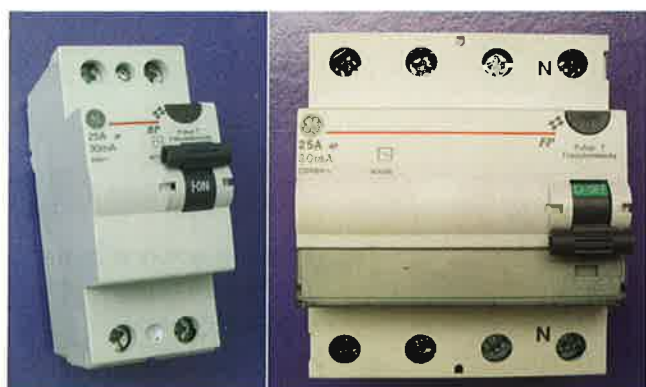
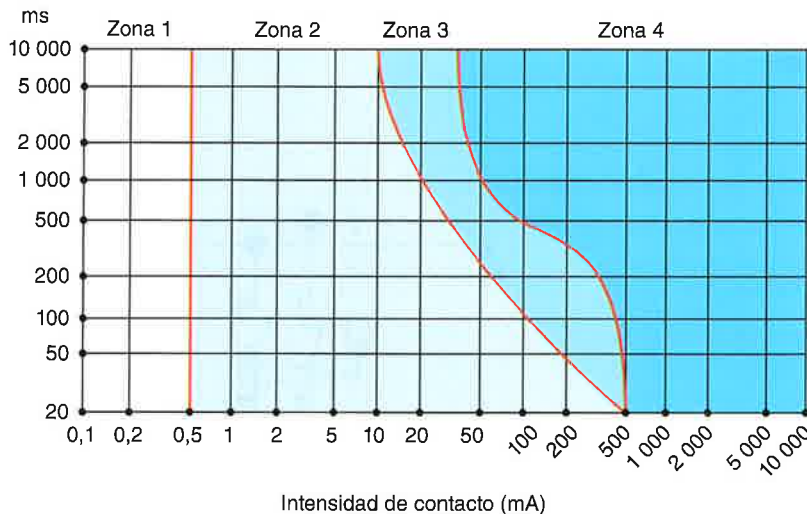


Fig. 4.40. Interruptor diferencial.

Aunque se fabrican para unos valores determinados de intensidad nominal, deberán ir acompañados de un magnetotérmico para proteger la instalación, ya que el diferencial no se desactiva porque circule un valor de intensidad superior al nominal.

Para que una corriente de fuga actúe sobre el diferencial, la instalación eléctrica debe disponer de los conductores de protección debidamente conectados a tierra. Así llega hasta ella la corriente de defecto. De lo contrario, no actuará hasta que una persona, animal o elemento conductor haga contacto con la zona afectada.

Cuando una corriente eléctrica pasa a través del cuerpo humano, produce unos efectos que dependen de la intensidad y del tiempo (véase la Figura 4.41).



- Zona 1: habitualmente, ninguna reacción.
- Zona 2: habitualmente, ningún efecto fisiopatológico peligroso.
- Zona 3: habitualmente, ningún riesgo de fibrilación. Riesgo de asfixia.
- Zona 4: riesgo de fibrilación ventricular (corazón).

Fig. 4.41. Efectos de la corriente sobre las personas.

Importante

El **interruptor diferencial** no protege la instalación de sobrecargas y cortocircuitos, aunque la intensidad que circule sea superior a su nominal.

La instalación siempre tiene que tener un conductor de protección. En caso contrario, el interruptor diferencial no protegerá eficazmente.

Caso práctico 2

- a) ¿Qué efectos se producen sobre una persona que queda sometida a una descarga eléctrica de 50 mA durante 0,5 segundos?

Solución:

Si observamos la Figura 4.41, donde se aprecian los efectos de la corriente sobre las personas, vemos que para una corriente de 50 mA durante 0,5 s (500 ms) nos situamos en la zona 3, con lo que tenemos riesgo de asfixia, aunque no hay riesgo de fibrilación.

- b) ¿Y si la descarga se produce durante 2 segundos?

Solución:

Si observamos el gráfico anterior, vemos que con estos valores nos situamos en la zona 4, con el consiguiente riesgo de fibrilación ventricular.

- c) ¿Qué ocurriría en el caso expuesto en los apartados anteriores si la instalación está protegida con un interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad?

Solución:

En ambos casos estaríamos protegidos, ya que al sobrepasar la corriente de defecto los 30 mA, el interruptor diferencial provoca la apertura del circuito instantáneamente.

Caso práctico 3

Estamos ante la instalación del alumbrado de un local, que está constituida por tres circuitos accionados por otros tantos interruptores manuales, de forma que cada uno ilumina 1/3 del local. Cada circuito está protegido con un interruptor diferencial y un magnetotérmico.

Por error, hemos permutado los conductores neutros de los circuitos 1 y 2, es decir, en estos circuitos la fase corresponde a un circuito y el neutro a otro diferente. El circuito 3 está conectado correctamente.

- ¿Qué ocurre al accionar los diferentes interruptores manuales?

Solución: Si accionamos los interruptores manuales de los circuitos 1 o 2, se desactivan los interruptores diferenciales 1 o 2 respectivamente. Esto es debido a que la intensidad entra por la fase de uno de ellos y retorna por el neutro del otro, con lo que las intensidades de entrada y salida no son iguales.

Si actuamos sobre el tercer interruptor manual, la instalación funciona correctamente.