

ÍNDICE

UD1	INSTALACIONES ELÉCTRICAS MONOFÁSICAS
	TEORÍA <i>1.1. Protecciones en las instalaciones eléctricas.</i> <ul style="list-style-type: none">• <i>Libro: instalaciones eléctricas interiores. MARCOMBO. Páginas:166-175</i>• <i>Apuntes: tipos de fusibles según su tamaño</i>• <i>Libro: instalaciones eléctricas interiores. MARCOMBO. Páginas:176-184</i>• <i>Apuntes: protección contra sobretensiones. Presentación seminario de DEHN</i>• <i>Apuntes: tecnología de los sobretensiones transitorias</i> <i>1.2. Instalaciones interiores en viviendas.</i> <ul style="list-style-type: none">• <i>Libro: instalaciones eléctricas interiores. MARCOMBO. Páginas:266-272 y 282-283</i>• <i>Video: Instalar un cuadro de vivienda con sobretensiones</i> <i>1.3. Software de dibujo y simulación de esquemas sencillos CADeSIMU</i> <ul style="list-style-type: none">• <i>Software CADeSIMU</i>• <i>Manual del software CADeSIMU</i>
	EJERCICIOS <ul style="list-style-type: none">• Ejercicios: Protecciones en instalaciones eléctricas• Ejercicios: Instalaciones de interior• Ejercicios de CADeSIMU instalaciones
	PRACTICAS <ul style="list-style-type: none">• Práctica: Montaje del Cuadro General de Mando y Protección de una vivienda con grado de electrificación básico. –Buscapolos-

1.1. PROTECCIONES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

6.1. Introducción

6.1.1. La importancia de la protección en las instalaciones eléctricas

Como has ido viendo a lo largo de todas las unidades, actualmente las protecciones eléctricas constituyen una parte indispensable en cualquier instalación eléctrica.

Esto es debido a que las **protecciones eléctricas** tienen el objetivo de proteger a las personas, a las propias instalaciones y a todo lo que las rodea, de los efectos que pueda desencadenar un funcionamiento anómalo de una instalación o circuito eléctrico.

Siempre que ocurra cualquier anomalía, la función de una protección es la detección y rápido aislamiento de la parte afectada.



Fig. 6.1.

Las protecciones eléctricas tienen la misión de proteger a las personas y las instalaciones de los riesgos de la corriente eléctrica.

Efecto del paso de la corriente eléctrica en el cuerpo humano

Si uno de los objetivos de las protecciones eléctricas es el de proteger a las personas, es evidente que el estudio del paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano ha permitido desarrollar mecanismos de protección muy fiables. Dos son fundamentalmente los parámetros que indican el grado de peligrosidad:

- La intensidad de la corriente eléctrica.
- La duración del paso de la corriente eléctrica para un mismo trayecto.

La intensidad de la corriente eléctrica depende de la impedancia corporal. Las diferentes partes del cuerpo humano (la piel, la sangre, los músculos, otros tejidos y articulaciones) son partícipes de esa impedancia, que no es constante y que depende del trayecto, la duración de paso, la frecuencia de la corriente, la tensión de contacto, la humedad de la piel, la superficie de contacto y otras características fisiológicas de la persona accidentada.

A los efectos de la corriente eléctrica apreciables a 0,5 mA (cualquiera que sea su tiempo de paso) se les llama *umbral de percepción*. El *umbral de no soltar* (tetanización de los músculos o contracción que impide cualquier movimiento) se alcanza a partir de los 10 mA. Por encima de 25 mA se alcanza el *umbral de fibrilación ventricular*. La fibrilación ventricular consiste en el movimiento anárquico del corazón, el cual deja de enviar sangre a los distintos órganos y, aunque esté en movimiento, no sigue su ritmo normal de funcionamiento.

Choque eléctrico. Tipos de contactos eléctricos

Para que una persona sufra un choque eléctrico, su cuerpo debe conectarse entre dos puntos de diferente potencial eléctrico.

Los contactos eléctricos se pueden clasificar en *directos* e *indirectos*:

- El **contacto directo** se da cuando se entra en contacto con partes activas de la instalación o partes en tensión de los materiales eléctricos en servicio normal.
- El **contacto indirecto** se produce en una instalación con un defecto, cuando a través de una masa conductora, que por un fallo de aislamiento se somete a una tensión con respecto a tierra o a otras masas.

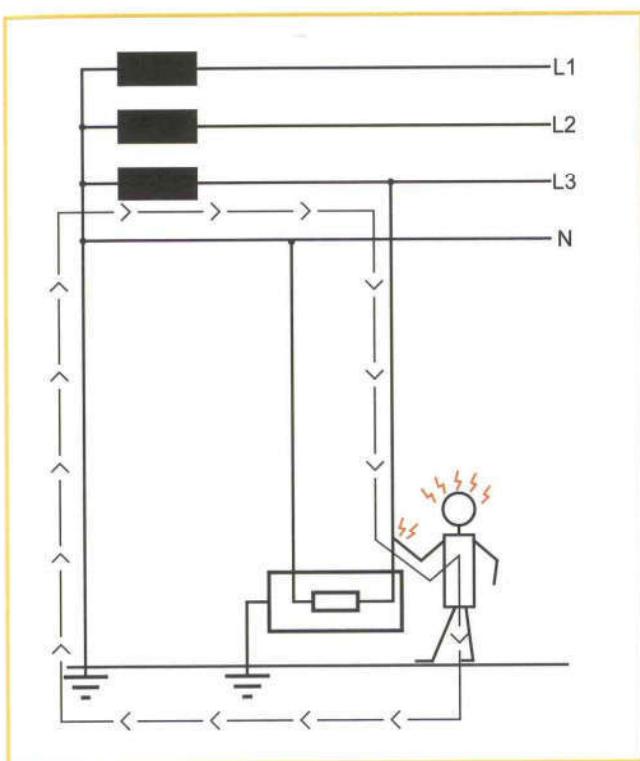


Fig. 6.2.
Contacto directo.

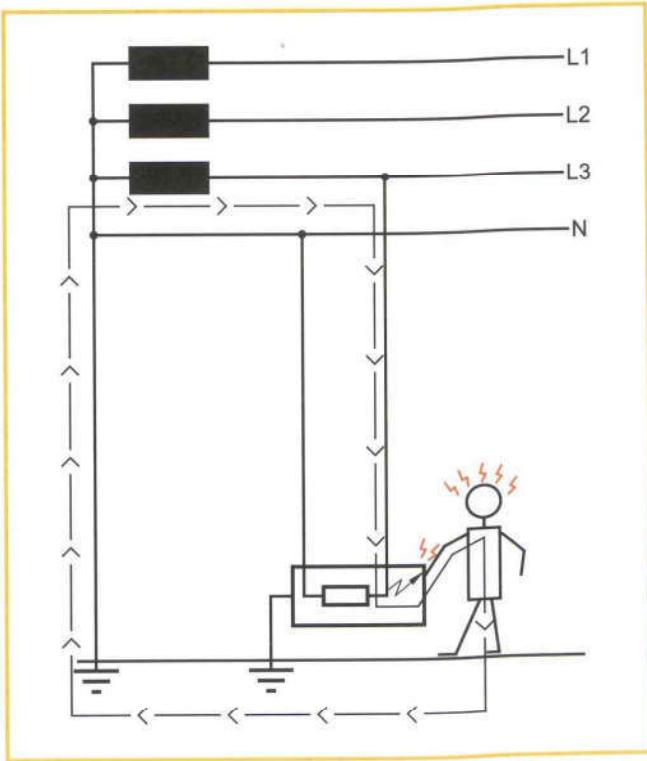


Fig. 6.3.
Contacto indirecto.

NO Puestas a tierra. Tipos de sistema de distribución

Las puestas a tierra son esenciales en los sistemas de protección contra contactos indirectos.

Una **puesta a tierra** es una conexión eléctrica directa, de masas de un circuito eléctrico o partes conductoras no pertenecientes al mismo, que permite el paso a tierra de las corrientes de defecto y las de descarga de origen atmosférico.

La protección contra los contactos indirectos está ligada por los diferentes modos de puesta a tierra de las redes de energía eléctrica y por la forma de conexión de las masas de la instalación. Para su identificación se utilizan dos letras:

- La primera indica el tipo de puesta a tierra de la red eléctrica y puede ser:
 - **T**, si existe una conexión directa con tierra.
 - **I**, si están aisladas las partes activas o están conectadas a través de una impedancia a tierra.

- La segunda indica la forma de conexión de las masas de la instalación y puede ser:
 - **T**, cuando las masas están directamente conectadas a tierra.
 - **N**, cuando las masas están directamente unidas al punto de alimentación puesto a tierra (normalmente el punto neutro).

Existen otras letras que indican la disposición del conductor del neutro y del conductor de protección y pueden ser:

- **S**, para indicar que las funciones de protección (**PE**) están aseguradas por un conductor distinto del neutro (**N**) o desde el conductor de puesta a tierra (en sistema de corriente alterna, la fase a tierra).
- **C**, para indicar que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor (conductor **PEN**).

La ITC-BT-08 del REBT muestra los tres diferentes sistemas de puesta a tierra de las redes de distribución de la energía eléctrica:

- **Esquema TN**, que a su vez se subdividen en:

- **Esquema TN-S**. El conductor de neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.
- **Esquema TN-C**. Las funciones de neutro y protección están combinadas en un mismo conductor en todo el esquema.
- **Esquema TN-C-S**. Las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema.

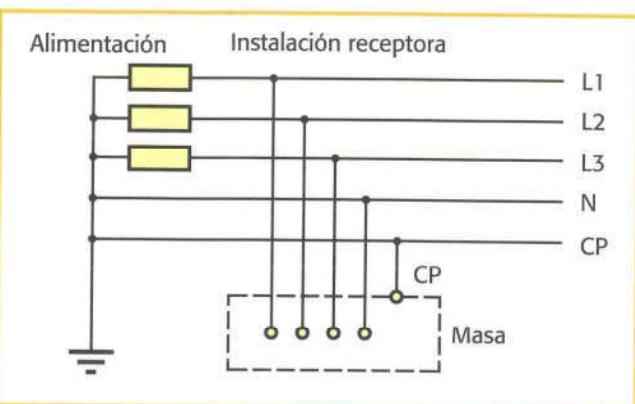


Fig. 6.4.
Esquema TN-S.

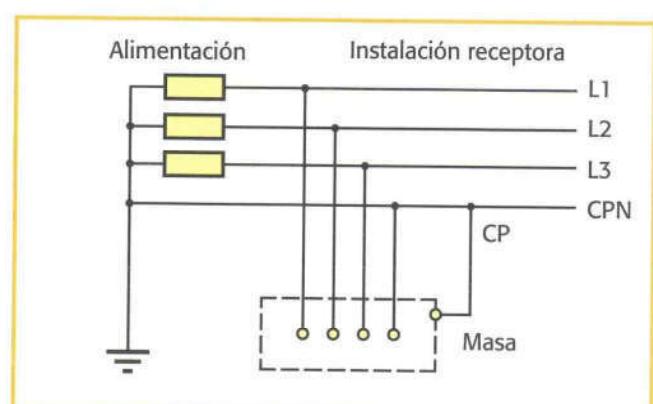


Fig. 6.5.
Esquema TN-C.

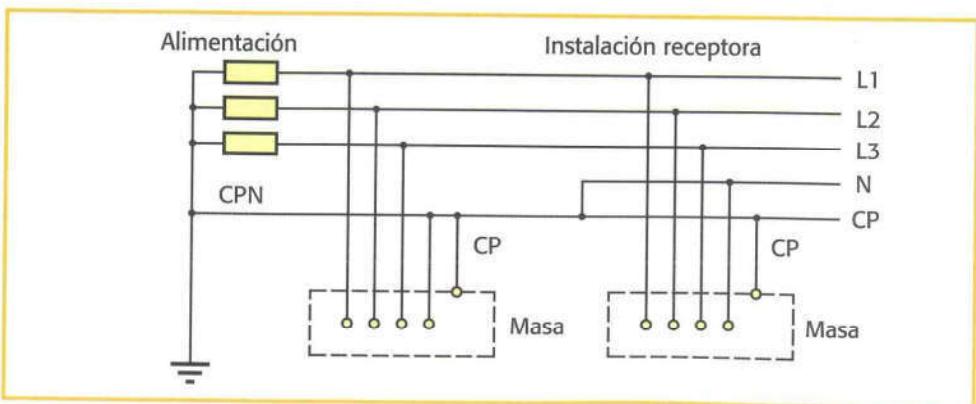


Fig. 6.6.
Esquema TN-C-S.

SI

- **Esquema TT.** Tiene un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

Este es el sistema que se utiliza para las redes de distribución pública de baja tensión que tienen por prescripción reglamentaria un punto unido directamente a tierra. Este punto es el *punto neutro de la red*.

- **Esquema IT.** No tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra.

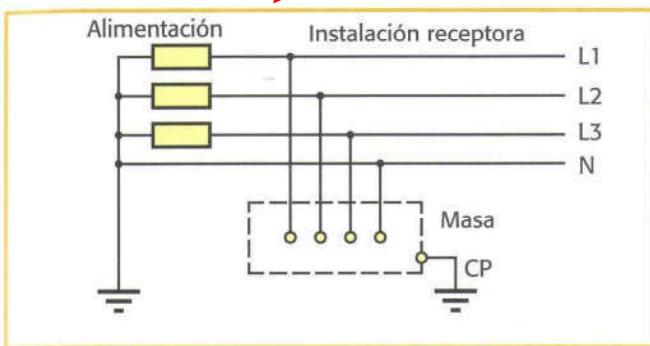


Fig. 6.7.
Esquema TT.

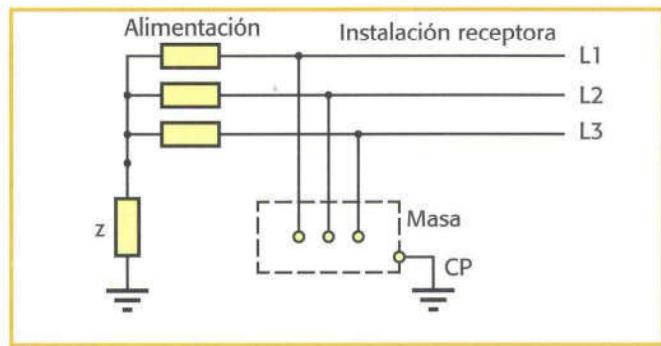


Fig. 6.8.
Esquema IT.

6.1.2. Necesidades de protección eléctrica

La protección eléctrica de las instalaciones debe estar diseñada para responder a las diferentes anomalías que se puedan producir en la instalación. Las más frecuentes son las que ocurren a causa de *sobreintensidades*, *sobretensiones* y los contactos eléctricos.

Protección contra las sobreintensidades

En los circuitos eléctricos pueden producirse dos tipos de sobreintensidades: *sobrecargas* y *cortocircuitos*.

- **Sobrecarga.** Se produce por un exceso de demanda de corriente (conectar más aparatos o por una avería de uno de ellos). La duración de la sobrecarga puede variar desde unos pocos segundos hasta horas e incluso días. Si no existe una protección adecuada, puede producirse la destrucción de la instalación por calor e incluso ocasionar un incendio en el lugar de la instalación.

- **Cortocircuito.** Se produce a consecuencia de un contacto accidental entre dos puntos de diferente potencial en una instalación. El valor de la corriente puede alcanzar hasta miles de veces la corriente asignada al circuito. La duración del mismo puede variar desde unos pocos milisegundos hasta 1 segundo. Al igual que ocurre en una sobrecarga, la protección defectuosa contra cortocircuitos puede provocar la destrucción del material empleado y ocasionar un incendio.

Protección contra las sobretensiones

El empleo de material eléctrico cada vez más sensible (ordenadores y otros aparatos electrónicos) ha obligado en los últimos años a la protección de los mismos de la caída de rayos, maniobras en las redes, etc. La duración de estos efectos es del orden de algunos microsegundos, lo cual implica que la protección utilizada debe tener un tiempo de respuesta de este orden.

NO Protección contra los contactos eléctricos

Las protecciones contra los contactos directos e indirectos se pueden dividir, atendiendo a la ITC-BT-023, de la manera que se adjunta en este cuadro. Un análisis pormenorizado de estas protecciones se explicó en la Unidad Didáctica nº5.

- **Protección conjunta contra contactos directos e indirectos.** Se realiza mediante la utilización de muy baja tensión de seguridad MBTS, que debe cumplir lo siguiente:

- Tensión nominal en el campo I de acuerdo a la norma UNE 20.481 y la ITC-BT-36.
- Fuente de alimentación de seguridad para MBTS de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 20.460-4-41.
- Los circuitos de las instalaciones para MBTS cumplirán lo que se indica en la norma UNE 20.460-4-41 y en la ITC-BT-36.

- **Protección contra los contactos directos.** Se basa en tomar medidas para proteger a las personas contra los peligros de un contacto con partes activas de los materiales eléctricos. Se pueden clasificar en cinco tipos:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección mediante obstáculos.

- Protección por posición fuera de alcance, por alejamiento.
- Protección mediante barreras o envolventes.
- Protección complementaria por dispositivos de protección de corriente diferencial residual.

- **Protección contra los contactos indirectos.** Se puede realizar mediante la utilización de algunas de las medidas siguientes:

- Protección por corte automático de la alimentación.
- Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente.
- Protección en los locales o emplazamientos no conductores.
- Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra.
- Protección por separación eléctrica.

6.1.3. Dispositivos de protección eléctrica

Una de las primeras protecciones utilizadas en un circuito fue la de colocar un trozo de hilo de menor sección que el cable utilizado. Si se producía un defecto, esta era la parte que se fundía, eliminando el defecto y protegiendo el resto del circuito (generadores, receptores y cables de conexión). A esta protección elemental se la conoce con el nombre de *fusible*.

Han pasado 125 años de la aparición de este primer dispositivo de protección, que aun sigue utilizándose, pero han aparecido otros muchos debido al gran desarrollo de la energía eléctrica durante el siglo xx. En esta unidad didáctica describiremos cuáles son estos dispositivos de protección, que enumeramos a continuación, así como sus características y aplicaciones:

- ➡ Fusibles.
- ➡ Interruptores magnetotérmicos (ICP, IGA y PIA).
- ➡ Interruptor diferencial.
- ➡ Limitador de sobretensiones.

Actividades

1. Describe diferentes situaciones en las que se pueda producir un contacto directo. Explica lo mismo para un contacto indirecto. Indica qué medidas de protección se pueden aplicar para evitarlos.

2. Explica cómo se puede producir un cortocircuito en una instalación y qué consecuencias puede tener. Explica lo mismo respecto a una sobrecarga.

6.2. Fusibles

6.2.1. Los fusibles y sus características

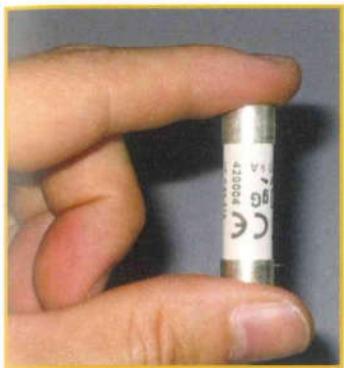


Fig. 6.9.
Fusible.

Como ya hemos visto, el fusible tiene una larga vida como dispositivo de protección. Alrededor de 1880, **Edison** solicitó la primera patente para un hilo fusible que servía como válvula de seguridad.

El **fusible** es un elemento de protección que se utiliza para proteger las instalaciones de las sobreintensidades causadas por una sobrecarga o un cortocircuito.

Los fusibles ofrecen una combinación de características muy ventajosas:

- **La eliminación obligatoria del defecto antes de ponerse en marcha.** A diferencia de otros dispositivos de protección contra sobreintensidades, los fusibles no pueden ser utilizados de nuevo, una vez que se han fundido, lo que obliga al usuario a identificar y corregir las causas del defecto antes de volver a utilizar un fusible nuevo y conectar el circuito.
- **Un funcionamiento seguro y silencioso.** Los fusibles no emiten gases, llamas, arcos u otros materiales cuando eliminan las corrientes de cortocircuito más elevadas. Además, la gran velocidad de funcionamiento para las corrientes de cortocircuito elevadas limita significativamente el peligro del arco eléctrico.
- **Un elevado poder de corte asignado.** Capaz de detectar, soportar y eliminar corrientes de cortocircuito de hasta 120 kA o más.

6.2.2. Componentes de un fusible

Un fusible está compuesto de: *cartucho fusible*, *base fusible* y *portafusible* o *empuñadora* (si es necesario).

El cartucho fusible

La figura 6.10. muestra el diseño de un cartucho fusible cilíndrico característico de baja tensión para aplicaciones industriales. Las partes principales de un cartucho fusible son:

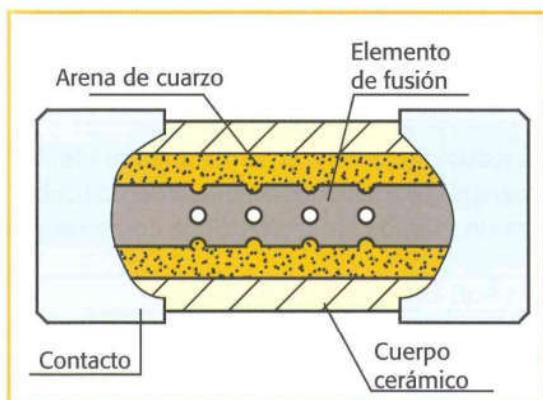


Fig. 6.10.
Cartucho fusible
cilíndrico.

- **El cuerpo del fusible.** Es el armazón o esqueleto que permite el montaje y posicionado del elemento de fusión. El material más empleado es la cerámica.
- **El material de relleno.** Se utiliza normalmente arena de cuarzo, como medio para apagar el arco y evacuar el calor del elemento de fusión al exterior.
- **Los contactos del cartucho fusible.** Los contactos permiten una conexión eléctrica entre el cartucho fusible y las bases fusibles o portafusibles. Los contactos son de cobre o aleaciones de cobre y normalmente están protegidos contra la corrosión ambiental mediante un recubrimiento de plata.

- **El elemento de fusión.** El elemento fusible está usualmente constituido por una cinta de plata o de cobre, con estrechamientos en su sección transversal. Estas reducciones de sección son una de las características importantes en el diseño de un fusible. Los puntos de soldadura añadidos en el elemento fusible son para asegurar el funcionamiento del fusible en el caso de sobrecargas.

- **Indicador de fusión y percutor.** Algunos cartuchos fusibles están equipados con indicadores para permitir un conocimiento rápido del funcionamiento del cartucho fusible o de percutores que, además, proporcionan una actuación mecánica.

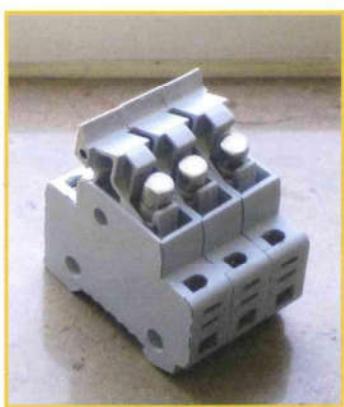


Fig. 6.11.
Portafusible.

La base fusible

La base fusible se compone de los contactos para el cartucho fusible, los bornes de conexión para los cables o las pletinas y el cuerpo o carcasa aislante.

Portafusible o empuñadora

El portafusible o la empuñadora, donde se utilicen, permiten cambiar los cartuchos fusibles en un sistema bajo tensión según las reglas de seguridad especificadas. Están hechos de material aislante y sometidos a los ensayos requeridos para las herramientas de seguridad. En algunos sistemas, los portafusibles están integrados en la base fusible, eliminando la necesidad de utilizar una empuñadora.

NO

6.2.3. Funcionamiento de un fusible

Cuando la corriente que circula a través de un fusible excede el valor permitido, el elemento de fusión se funde y se evapora (parcialmente), provocando un fuerte aumento de la temperatura (de varios miles de grados) y la interrupción de la corriente.

La función de la arena de cuarzo es absorber la energía de arco cuando se produce una sobrecarga o un cortocircuito y, además, permite una mejor y más rápida evacuación del calor generado en el elemento de fusión en condiciones de sobrecarga.

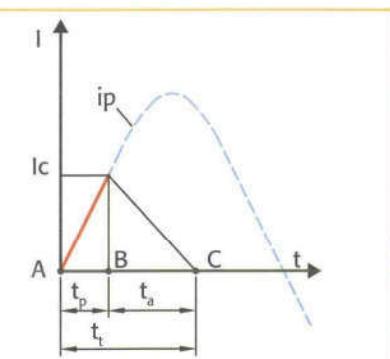


Fig. 6.12.
Curva de funcionamiento
de un fusible.

t_p = tiempo de prearco
 t_a = tiempo de arco
 t_t = tiempo total de funcionamiento
 I_c = corriente cortada
 i_p = corriente prevista
 (en ausencia de fusible)
 A: instante del inicio del defecto
 B: instante del inicio del arco
 C: instante del fin del arco

Durante un cortocircuito las secciones reducidas se funden simultáneamente, formando una serie de arcos igual al número de reducciones en el elemento fusible. La tensión de arco resultante garantiza una rápida limitación de la corriente y la restablece a cero.

El funcionamiento del fusible se divide en dos etapas:

- **La etapa de prearco (t_p).** Se produce el calentamiento de las secciones reducidas hasta el punto de fusión y vaporización del material.
- **La etapa de arco (t_a).** El arco comienza y después es extinguido por el material de relleno (arena de cuarzo).

Las dos etapas dan el **tiempo total de funcionamiento (t_t)** = ($t_p + t_a$).

Definición de las principales características técnicas

Para una mayor facilidad y comprensión de las características de los fusibles se enumeran las definiciones que más se utilizan:

- **Tensión asignada (tensión nominal, U_n).** Valor máximo de tensión para el cual el fusible está diseñado. En alterna es el valor eficaz.
- **Corriente asignada (corriente nominal) de un cartucho fusible (I_n).** Valor de la corriente que el cartucho fusible es capaz de soportar de manera continua sin deteriorarse y sin sobrecalentarse, en unas determinadas condiciones de uso normalizadas.
- **Tiempo de prearco (t_p).** Tiempo que transcurre desde el instante en que empieza a circular una corriente suficiente para fundir el elemento o elementos de fusión, hasta el instante en que comienza a formarse el arco.
- **Tiempo de arco (t_a).** Tiempo que transcurre desde el inicio del arco hasta el momento de extinción final del mismo.
- **Tiempo total de funcionamiento (t_t).** Suma del tiempo de prearco y del tiempo de arco.
- **Intensidad convencional de no fusión (I_{nf}).** Valor especificado de la corriente que el cartucho puede soportar durante un tiempo determinado (tiempo convencional) sin fundir.
- **Intensidad convencional de fusión (I_c).** Valor especificado de la corriente que provoca la fusión del cartucho fusible en un tiempo determinado (tiempo convencional).
- **Potencia disipada por un cartucho fusible (P_d).** Potencia liberada en un cartucho fusible cuando circula su corriente asignada y ha alcanzado su temperatura de régimen, en determinadas condiciones de uso normalizadas.
- **Característica t/I.** Curva que indica el tiempo de prearco o el tiempo de funcionamiento, en función de

la corriente prevista para determinadas condiciones de funcionamiento. Para tiempos mayores a 100 ms la diferencia entre el tiempo de prearco y el tiempo de funcionamiento es despreciable.

- **Corriente prevista en un circuito (I_p).** Corriente que circularía por el circuito si el fusible en él instalado fuese sustituido por una conexión de impedancia (resistencia) despreciable.
- **Energía específica pasante (I^2t).** Es la máxima energía que deja pasar el fusible al eliminar un defecto. Si el valor de esta energía es superior al que soporta el receptor al que protege, se produce la destrucción térmica del mismo.
- **Característica I^2t :** Indica los valores de energía específica pasante I^2t (I^2t de prearco y/o de funcionamiento) en función de la corriente de cortocircuito prevista en un fusible.
- **Corriente cortada (I_c).** Valor máximo instantáneo alcanzado por la corriente durante el funcionamiento de un cartucho fusible, cuando éste actúa impidiendo que la corriente alcance el valor máximo al que llegaría en ausencia del fusible.
- **Característica de limitación.** Curva que indica la corriente cortada (I_c) en función de la corriente prevista (I_p), en determinadas condiciones de funcionamiento.
- **Poder de corte I_1 (kA).** Valor (eficaz en corriente alterna) de la corriente prevista (I_p), que un cartucho es capaz de interrumpir bajo una tensión especificada y en las condiciones determinadas de empleo y funcionamiento.
- **Balizas.** Valores límite en el interior de los cuales deben encontrarse las características, por ejemplo, las características tiempo/corriente. Cada tipo de fusible tiene una serie de balizas que delimitan la zona de funcionamiento del mismo para que cumpla lo especificado en la norma para su fabricación.

6.2.4. Elección y tipos de fusibles

La mayoría de fabricantes de fusibles poseen un departamento para ayudar a la elección de la protección adecuada para cada tipo de aplicación, aunque la mayoría de veces no es necesario recurrir a esta solución.

Por lo general, los catálogos de los fabricantes nos dan unas condiciones de ensayo tipificadas, que se adaptan a la mayoría de aplicaciones que nos podemos encontrar y que enumeramos a continuación:

- Temperatura ambiente entre -5 y + 40 °C.
- Corriente alterna de frecuencia $f = 50$ Hz.
- Secciones de los conductores utilizados en el conexionado según las normas vigentes.
- Ventilación natural.

La elección del fusible se complementa con las siguientes condiciones:

- La tensión asignada (U_n) del fusible ha de ser igual o mayor que la tensión nominal de la aplicación.
- La intensidad asignada (I_n) del fusible ha de ser igual o mayor que la intensidad nominal de la aplicación.
- El poder de corte asignado (I_1) al fusible ha de ser igual o mayor que la intensidad de cortocircuito prevista en el circuito de la aplicación.

Tabla. 6.1. Corrientes y tiempos convencionales para los cartuchos fusibles tipo gG

Calibre I_n (A)	Fusible tipo gG		
	I_{nf}	I_f	t
$I_n < 4$	$1,5 I_n$	$2,1 I_n$	1 h
$4 \leq I_n < 16$	$1,5 I_n$	$1,9 I_n$	1 h
$16 \leq I_n \leq 63$	$1,25 I_n$	$1,6 I_n$	1 h
$63 < I_n \leq 160$	$1,25 I_n$	$1,6 I_n$	2 h
$160 < I_n \leq 400$	$1,25 I_n$	$1,6 I_n$	3 h
$400 < I_n$	$1,25 I_n$	$1,6 I_n$	4 h

De todas maneras, en la mayoría de los casos, el tipo de fusible se elige además dependiendo de los receptores a proteger. Los tipos más utilizados se clasifican de la manera siguiente:

- **Tipo gG.** Fusibles de uso general (protección de conductores). Es un cartucho limitador de la corriente que, bajo las condiciones especificadas, es capaz de cortar todas las corrientes que provoquen la fusión del elemento fusible hasta su poder de corte asignado I_1 (se marcan las características técnicas en el cuerpo del fusible en color negro).

- **Tipo aM.** Fusibles de acompañamiento de motor. Es un cartucho limitador de la corriente que, bajo las condiciones especificadas, es capaz de cortar todas las corrientes comprendidas entre el valor mínimo de la corriente, indicado en su característica tiempo/corriente, y su poder de corte asignado (I_1). Estos fusibles deben ir necesariamente asociados a dispositivos de protección térmica contra sobrecargas, como por ejemplo un relé térmico (se marcan las características técnicas en el cuerpo del fusible en color verde).

Tabla. 6.2. Corrientes y tiempos convencionales para los cartuchos fusibles tipo aM

Balizas	$4 I_n$	$6,3 I_n$	$8 I_n$	$10 I_n$	$12,5 I_n$	$19 I_n$
$t_{funcionamiento}$	---	60 s	---	---	0,5 s	0,10 s
$t_{prearco}$	60 s	---	0,5 s	0,2 s	---	---

- **Tipo gB.** Fusibles para la protección de líneas muy largas. Fusible de uso general para las instalaciones mineras, donde los cables son muy largos. Actúa en un tiempo corto evitando un calentamiento excesivo del cable.

- **Tipo aD.** Fusibles de acompañamiento de disyuntor. Fusible que necesariamente tiene que ir acompañado de un disyuntor para una correcta protección. Previsto para funcionar normalmente entre el poder de corte nominal del disyuntor y el poder de corte asignado (I_1) al fusible.

- **Tipo aR y gR.** Fusibles de protección de semiconductores.

- **Tipo gD y gN.** Fusibles de protección de conductores utilizados en América del Norte.

- **Tipo gL, gF, gI y gII.** Tipos de fusibles antiguos para la protección de conductores (sustituidos por el tipo gG).

Además debemos tener en cuenta los diferentes tamaños constructivos de fusibles que existen, como por ejemplo los cilíndricos, los de cuchilla (NH), los de botella (Neozed), etc.

En la Tabla 6.3 se indica abreviadamente una clasificación atendiendo a los tipos y tamaños de los fusibles.

Tabla 6.3. Cuadro abreviado de los tipos y tamaños de fusibles

Forma exterior	Tipo	Talla	Rango intensidad asignada (A)	Tensión asignada (V)	Poder de corte (kA)
	DO	DO1	2 – 16	400	50
		DO2	20 – 63		
		DO3	80 – 100		
	D	DII	2 – 25	500	50
		DIII	35 – 63		
		DIV	80 – 100		
	NH De cuchilla	000 / 00	6 – 100 / 6 – 160	400 / 500 / 690	80 / 120
		0	6 – 160		
		1	80 – 250		
		2	125 – 400		
		3	315 – 630		
		4	500 – 1000		
		4A	500 – 1250		
	Cilíndricos	8 × 31	2 – 20	400 / 500 / 690	80 / 120
		10 × 38	2 – 25 / 32		
		14 × 51	16 – 40 / 50		
		22 × 58	32 – 100 / 125		

[VER VÍDEOS DE FUSIBLES NH](#)

[VER ARTÍCULO DE DISTINTOS TIPOS DE FUSIBLES](#)

Actividades

- Consulta un catálogo de un fabricante de fusibles y elige un cartucho fusible para enumerar las características técnicas marcadas sobre el mismo (tensión asignada, intensidad asignada, tamaño, tipo, poder de corte, etc.). Explica qué significa cada una de ellas para este cartucho fusible en particular.
- Desmontad un fusible (por ejemplo de cuchilla) e identificad cada una de las piezas que lo componen.
- Entre toda la clase proveeros de fusibles de diferentes tipos y tamaños. Analizad cada uno y completad la tabla siguiente:

Tamaño del fusible	Tipo de fusible	Tensión asignada U_n (V)	Intensidad asignada I_n (A)	Poder de corte I_t (kA)	Color del marcado	Normas	Aplicación

TIPOS DE FUSIBLES SEGÚN SU TAMAÑO

<http://electricidad-viatger.blogspot.com.es/2008/05/fusibles.html>



Cartuchos cilíndricos:

- Tipo CI00, de 8,5 x 31,5 mm, para fusibles de 1 a 25 A.
- Tipo CI0, de 10 x 38 mm, para fusibles de 2 a 32 A.
- Tipo CI1, de 14 x 51 mm, para fusibles de 4 a 40 A.
- Tipo CI2, de 22 x 58 mm, para fusibles de 10 a 100 A.



Cartucho fusible 14 x 51 mm, 25 A.



Fusibles tipo D (NEOZED-botella):

- Tamaño DII, para fusibles de 2 a 25 A.
- Tamaño DIII, para fusibles de 35 y 63 A.
- Tamaño DIV, para fusibles de 80 y 100 A.

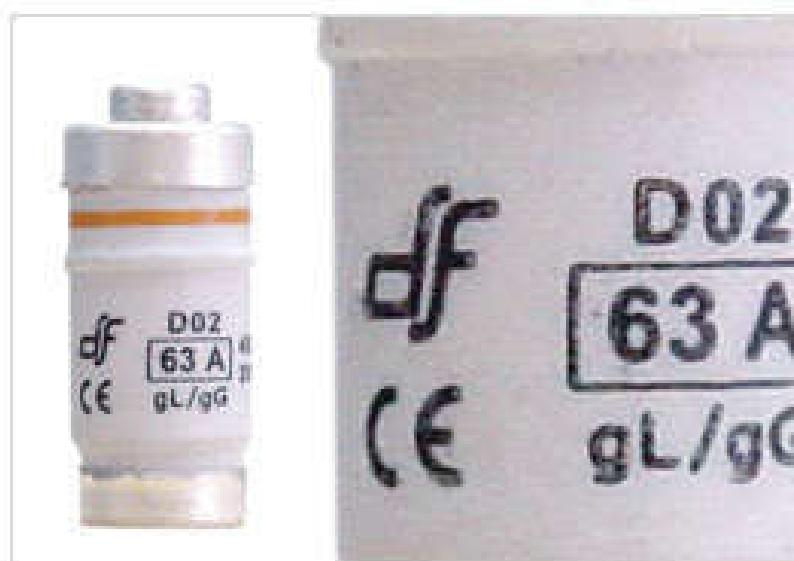


Fusible y portafusible tipo D.



Fusibles tipo D0 (NEOZED-botella):

- Tipo D01, para fusibles de 2 a 16 A.
- Tipo D02, para fusibles de 20 a 63 A.
- Tipo D03, para fusibles de 80 y 100 A.

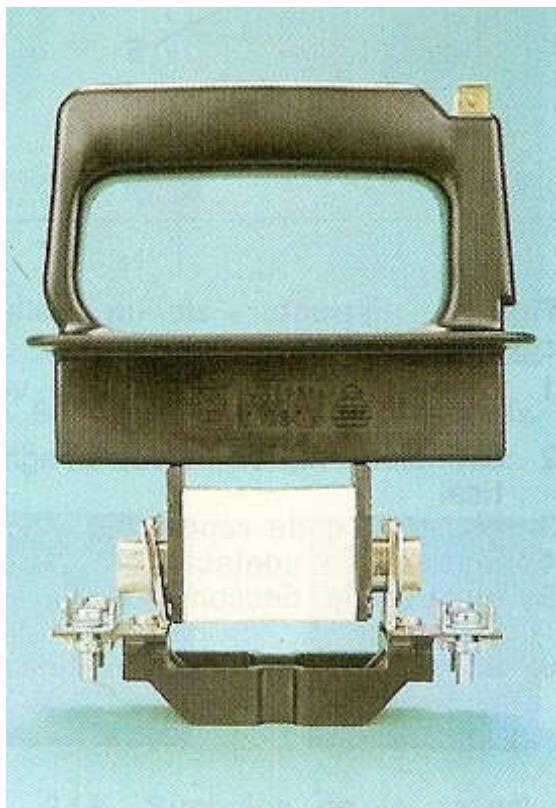


Fusible D02, 63 A.



Fusibles tipo de cuchillas o también llamados NH de alto poder de ruptura (APR):

- Tipo CU0, para fusibles desde 6 hasta 160 A.
- Tipo CU1, para fusibles desde 80 hasta 250 A.
- Tipo CU2, para fusibles desde 125 hasta 400 A.
- Tipo CU3, para fusibles desde 315 y 630 A.
- Tipo CU4, para fusibles desde 500 hasta 1000 A.



Fusible NH con su maneta de extracción



Fusible NH00 o de cuchillas, 40 A

Al cambiar los fusibles NH utilizar siempre la maneta y NO utilizar los alicates universales para retirar estos fusibles y menos bajo tensión.

Los fusibles de cuchillas o los de cartucho pueden llevar percutor y/o indicador de fusión, el percutor es un dispositivo mecánico que funciona cuando funde el fusible que hace moverse un percutor que generalmente acciona un contacto que señala la fusión del fusible y/o actuar una alarma.

Fusible utilizado en instalaciones ferroviarias, el punto rojo que se ve arriba es el percutor que en caso de fundir sobrealdría, encima de este percutor se alojaría el contacto que acciona la señal de fusible fundido. Foto viatger.



indicador de fusión es una especie de círculo que salta y se muestra de otro color cuando el fusible ha fundido

****VER VIDEO FUSIBLES DE SIEMENS**



Fusibles Cilíndricos de Vidrio:

Se suelen utilizar como protectores en receptores como electrodomésticos, radios, fuentes de alimentación, centralitas detectoras de incendios, etc.



Fusibles vidrio.

Cuando se cambian estos fusibles **se deben sustituir por otro de las mismas características**, no tan solo se debe mirar la tensión y amperaje que soporta además se debe tener en cuenta la letra que lleva antes del amperaje porque según cual sea la letra (F, FF, T, etc.) el fusible es más o menos rápido en su fusión.

- FF: Super-rápido
- F: Rápido
- M: Medio lento
- T: Lento
- TT: Super-lento

Fusibles Para Vehículos:



Su amperaje se indica mediante un código de colores:

Marrón = 5 A

Rojo = 10 A

Azul = 15 A

Amarillo = 20 A

Incoloro = 25 A

Verde = 30 A

Fusibles Para Alta tensión:



Fusible de expulsión para alta tensión.



Fusibles HH de alto poder de ruptura (APR) para alta tensión.

6.3. Interruptores magnetotérmicos

6.3.1. Los interruptores magnetotérmicos y sus características

El **interruptor magnetotérmico** es un dispositivo de tipo mecánico capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones anormales (sobrecarga y cortocircuito).

En comparación con los fusibles, los interruptores magnetotérmicos tienen la ventaja de que no hay que sustituirlos, cuando se desconectan al aparecer un defecto. Una vez eliminado, se rearman y la instalación puede continuar en funcionamiento.

En un cuadro de mando y protección de la vivienda recuerda que existen tres tipos de interruptores magnetotérmicos (dependiendo de su aplicación) llamados: ICP, IGA y PIA.

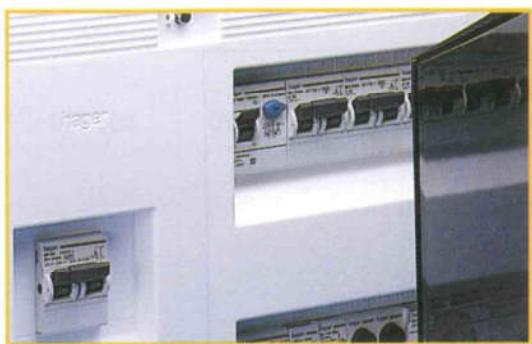


Fig. 6.13.
Interruptores magnetotérmicos en una instalación de interiores.

- **ICP.** Se utiliza como elemento de control para limitar la potencia instantánea máxima que se puede utilizar en una vivienda. Es propiedad de la compañía eléctrica suministradora y la intensidad asignada depende de la potencia contratada por el usuario.
- **IGA.** Es utilizado como interruptor de protección general de todos los circuitos de la instalación de la vivienda.
- **PIA.** Protegen a cada uno de los circuitos interiores de la instalación de la vivienda.

6.3.2. Componentes de un interruptor magnetotérmico

Las partes principales de un interruptor magnetotérmico son las siguientes:

- **Cuerpo o carcasa de plástico.** Está formado por dos medios cuerpos (de material plástico) que permiten el alojamiento de todas las piezas que conforman este dispositivo.
- **Bornes de conexión.** Hay dos bornes de conexión, uno de entrada y otro de salida, que permiten la conexión en el circuito a proteger.
- **Palanca de rearne.** Permite la conexión y la desconexión del interruptor magnetotérmico manualmente o volver a cerrar el interruptor después de que se haya producido un disparo.
- **Contactos (fijo + móvil).** El contacto móvil realiza la conexión y la desconexión, sobre el contacto fijo, ya sea, por un defecto eléctrico (sobrecarga o cortocircuito) o por una manipulación manual. El material más empleado es la plata (Ag), generalmente aleada con cadmio (Cd) o con wolframio (W) que aumentan su tiempo de vida.
- **Bobina de desconexión magnética.** Está formada por una bobina realizada con hilo de cobre aislado, con un número de espiras determinado y en su interior se encuentra un cilindro de acero que realiza la función de percutor, golpeando el contacto móvil, para permitir su apertura.

- **Bimetal de desconexión térmica.** Se compone de una lámina bimetálica, formada por dos metales de diferente punto de dilatación lineal, que se deforma al paso de la corriente eléctrica y en determinadas condiciones de paso de corriente permite la desconexión del contacto móvil.
- **Cámara apagachispas.** Está formada por una serie de láminas de acero, una al lado de la otra, de un espesor de aproximadamente 0,8 mm y separadas 1 mm que permiten dividir el arco en varios arcos más pequeños y facilita la eliminación más rápida de un cortocircuito.

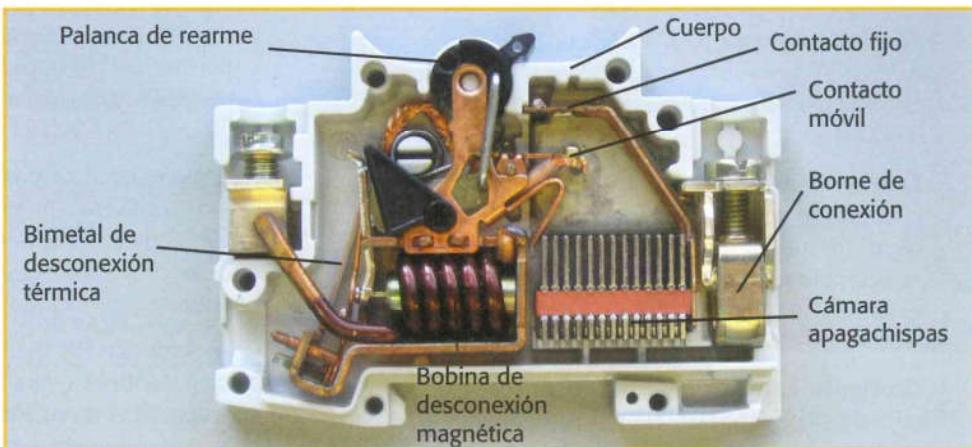


Fig. 6.14.
Interruptor magnetotérmico.

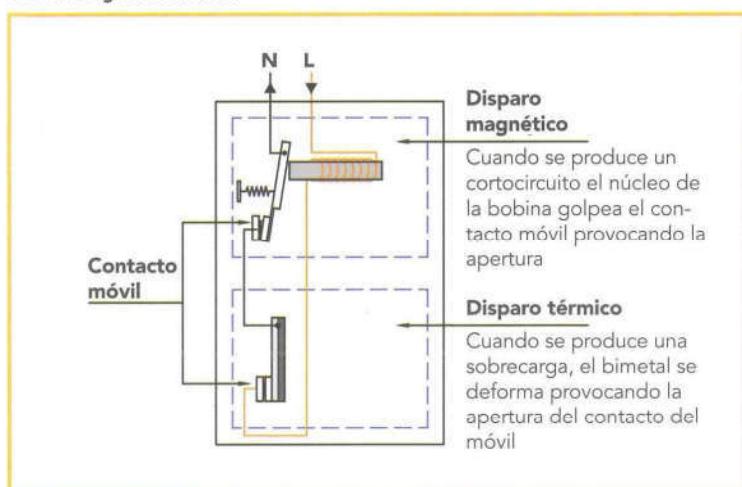
6.3.3. Funcionamiento de un interruptor magnetotérmico

Como su nombre indica, dispone de dos mecanismos diferenciados, uno magnético (rápido) y otro térmico (lento).

- **El mecanismo magnético** está formado por una bobina de varias espiras de hilo de cobre aislado, en cuyo núcleo interior se encuentra alojado un cilindro de acero.

Cuando se produce un cortocircuito, se crea un gran campo magnético que provoca una fuerza que tiende a desplazar el cilindro de acero hacia el exterior que golpea el contacto móvil y provoca la apertura del circuito. El mayor o menor número de espiras determina la rapidez o la lentitud de este mecanismo. El tiempo de desconexión puede ser del orden de milisegundos para corrientes muy elevadas de cortocircuito.

Fig. 6.15.
Esquema de funcionamiento de un magnetotérmico.



- **El mecanismo térmico** se compone de una tira o lámina, también llamada bimetal (unión de dos metales de diferente coeficiente de dilatación lineal). Cuando se produce una sobrecarga, el bimetal se calienta por el paso de la corriente eléctrica y se deforma hasta accionar un gatillo que libera el contacto móvil y provoca la apertura del circuito.

La rapidez o lentitud de la desconexión es inversamente proporcional a la corriente que circula. Para corrientes elevadas el tiempo de desconexión es de algunos segundos, mientras que para corrientes más pequeñas puede alcanzar hasta varias horas.

Definición de las principales características técnicas

Para una mayor facilidad y comprensión de las características de los interruptores magnetotérmicos se enumeran las definiciones que más se utilizan.

- **Número de polos.** Atendiendo al número de polos, los interruptores magnetotérmicos se clasifican en unipolares, bipolares, tripolares y tetrapolares.
- **Tensión asignada (U_n).** Valor máximo de tensión para el cual el interruptor magnetotérmico está diseñado. Los valores normalizados de tensión asignada son: 230 – 400 V.
- **Corriente asignada (I_n).** Valor máximo de corriente que puede soportar en servicio ininterrumpido un interruptor magnetotérmico, a una temperatura ambiente normalizada. Los valores normalizados de corriente asignada son: 6 – 10 – 16 – 20 – 25 – 32 – 40 – 50 – 63 – 80 – 100 – 125 A.
- **Corriente convencional de no desconexión (I_{nt}).** La corriente convencional de no desconexión en un interruptor magnetotérmico es de 1,13 veces la corriente asignada $I_{nt} = 1,13 I_n$.
- **Corriente convencional de desconexión (I_c).** La corriente convencional de desconexión en un interruptor

magnetotérmico es de 1,45 veces la corriente asignada $I_c = 1,45 I_n$.

- **Corriente de disparo instantáneo.** Indica los límites de disparo magnético para cada una de las curvas de los interruptores magnetotérmicos.
- **Poder de corte asignado (I_{cn}).** Es el valor eficaz del poder de corte máximo que es capaz de interrumpir y eliminar un interruptor magnetotérmico. Los valores normalizados de poder de corte asignado son: 1500 – 3000 – 4500 – 6000 – 10000 A.
- **Energía específica pasante (I^2t).** Es la máxima energía que deja pasar el interruptor magnetotérmico al eliminar un defecto. Si el valor de esta energía es superior al que soporta el receptor al que protege, se produce la destrucción térmica del mismo.
- **Característica I^2t :** Indica los valores de energía específica pasante I^2t en función de la corriente de cortocircuito prevista en un interruptor magnetotérmico. Este dato es fundamental para el diseñador de las instalaciones, para realizar una correcta selectividad entre las protecciones.

- Curva de respuesta: tipo C, tipo D o ICP-M

6.3.4. Elección y tipos de interruptores magnetotérmicos

Por lo general, los catálogos de los fabricantes nos dan unas condiciones de ensayo tipificadas, que se adaptan a la mayoría de aplicaciones que nos podemos encontrar y que enumeramos a continuación:

- Temperatura ambiente entre –5 y + 40 °C.
- Corriente alterna de frecuencia $f = 50$ Hz.
- Secciones de los conductores utilizados en el conexionado según las normas vigentes.
- Ventilación natural.

La elección del interruptor magnetotérmico se complementa con las siguientes condiciones:

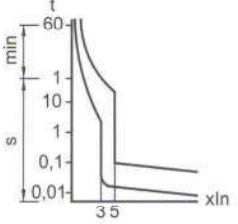
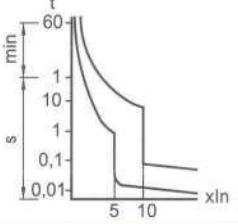
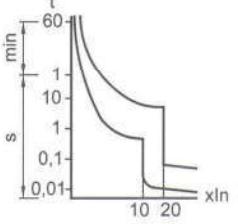
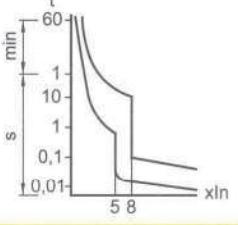
- Tensión asignada (U_n) del interruptor magnetotérmico ha de ser igual o mayor que la tensión nominal de la aplicación.
- La intensidad asignada (I_n) del interruptor magnetotérmico ha de ser igual o mayor que la intensidad nominal de la aplicación.
- El poder de corte asignado (I_{cn}) al interruptor magnetotérmico ha de ser igual o mayor que la intensidad de cortocircuito prevista en el circuito de la aplicación.

Generalmente el tipo de interruptor magnetotérmico se elige además dependiendo de los receptores a proteger. Los tipos más utilizados se clasifican atendiendo a la rapidez o lentitud del disparo magnético y térmico (curva de respuesta) y se clasifican en:

- **Curva C.** Se utilizan en el sector terciario-industrial en edificios e industrias. El disparo térmico es lento y el disparo magnético es medio.
- **Curva D.** Se utilizan en el sector terciario-industrial en edificios e industrias, en especial para la protección de motores con arranques muy exigentes y de larga duración. El disparo térmico es lento y el disparo magnético es muy lento.
- **Curva ICP-M.** Es un interruptor magnetotérmico que utilizan las compañías eléctricas para realizar un control de la potencia consumida. Se le conoce como interruptor de control potencia de rearne manual.

NO

Tabla. 6.4. Cuadro abreviado de los tipos de interruptores magnetotérmicos más utilizados

Tipo curva	Balizas disparo térmico	Balizas disparo magnético	Curva
B	Limitado hasta $3 I_n$ $2,55 I_n; t < 60 \text{ s } (I_n \leq 32 \text{ A})$ $2,55 I_n; t < 120 \text{ s } (I_n > 32 \text{ A})$ $2,55 I_n; t > 1 \text{ s}$	Situado entre $3 I_n$ y $5 I_n$ $3 I_n; 0,1 < t < 45 \text{ s } (I_n \leq 32 \text{ A})$ $3 I_n; 0,1 < t < 90 \text{ s } (I_n > 32 \text{ A})$ $5 I_n; t < 0,1 \text{ s}$	
C	Limitado hasta $5 I_n$ $2,55 I_n; t < 60 \text{ s } (I_n \leq 32 \text{ A})$ $2,55 I_n; t < 120 \text{ s } (I_n > 32 \text{ A})$ $2,55 I_n; t > 1 \text{ s}$	Situado entre $5 I_n$ y $10 I_n$ $5 I_n; 0,1 < t < 15 \text{ s } (I_n \leq 32 \text{ A})$ $5 I_n; 0,1 < t < 30 \text{ s } (I_n > 32 \text{ A})$ $10 I_n; t < 0,1 \text{ s}$	
D	Limitado hasta $10 I_n$ $2,55 I_n; t < 60 \text{ s } (I_n \leq 32 \text{ A})$ $2,55 I_n; t < 120 \text{ s } (I_n > 32 \text{ A})$ $2,55 I_n; t > 1 \text{ s}$	Situado entre $10 I_n$ y $20 I_n$ $10 I_n; 0,1 < t < 4 \text{ s } (I_n \leq 32 \text{ A})$ $10 I_n; 0,1 < t < 8 \text{ s } (I_n > 32 \text{ A})$ $20 I_n; t < 0,1 \text{ s}$	
ICP-M	Limitado hasta $5 I_n$ $2,48 I_n; t < 60 \text{ s } (I_n \leq 30 \text{ A})$ $2,48 I_n; t < 120 \text{ s } (I_n > 30 \text{ A})$ $2,48 I_n; t > 1 \text{ s}$	Situado entre $5 I_n$ y $8 I_n$ $5 I_n; t > 0,1 \text{ s}$ $8 I_n; t < 0,1 \text{ s}$	

NO Ejemplo 1. Interpretación de las curvas características

Esta actividad nos ayudará a interpretar las curvas características más empleadas, especialmente para los fusibles y los interruptores magnetotérmicos. Nos permitirán un mayor conocimiento del funcionamiento de los mismos y poder evaluar cuáles son sus límites de protección. El estudio incluye 4 tipos de curvas, que son:

Curva característica t / I

Un fusible (también se puede aplicar a los interruptores magnetotérmicos) debe actuar cuando la corriente que lo atraviesa supera un valor dado y dentro de unos límites de tiempo. Cuanto mayor es la corriente de defecto mayores son los daños que puede causar a la instalación y menor es el tiempo permitido para que circule por el circuito. La característica t/I es una gráfica que muestra el tiempo de prearco en función de la corriente prevista. Se representa sobre papel de escala logarítmica.

Para obtener información de estas gráficas se puede proceder como sigue: (fig. 6.16)

- Si seleccionamos un fusible tipo gG de una $I_n = 10$ A y queremos saber cuánto tiempo tardará en fundir con una corriente de $I = 20$ A, debemos buscar en el eje de abcisas la corriente $I = 20$ A (punto A) y con una línea perpendicular a este eje hay que encontrar la curva del fusible de $I_n = 10$ A (punto B), posteriormente trazamos una línea hasta el eje de ordenadas donde obtendremos el tiempo de prearco (punto C) $t_p = 200$ s.
- Si seleccionamos un fusible tipo gG de una $I_n = 63$ A y queremos conocer con qué intensidad fundirá en un tiempo de 4 s, debemos buscar en el eje de ordenadas el tiempo (punto D). Con una línea perpendicular a este eje hay que encontrar la curva de dicho fusible (punto E). Finalmente trazamos una línea hasta el eje de abcisas para obtener la corriente que buscamos (punto F) $I = 300$ A.

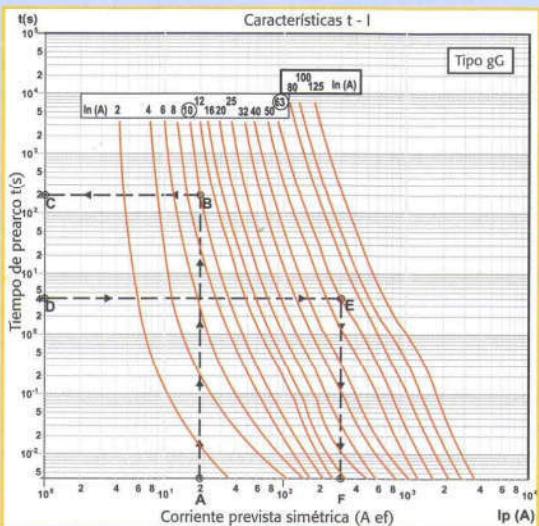


Fig. 6.16. Característica t/I. Tipo gG.

Curva característica de limitación

Un fusible (también se puede aplicar a los interruptores magnetotérmicos) tiene la característica de evitar que la corriente alcance el valor de cresta de la corriente prevista. Esta corriente limitada es de un valor muy similar al valor de la corriente que circula por el fusible cuando comienza el arco.

Para obtener información de estas gráficas se puede proceder como sigue: (fig. 6.17)

- Si hemos seleccionado un fusible tipo gG de una $I_n = 25$ A y queremos saber cuál será el valor de la corriente máxima (I_c) que alcanzará el circuito en caso de un cortocircuito de intensidad prevista $I_p = 10$ kA, debemos buscar en el eje de abcisas la corriente prevista $I_p = 10$ kA (punto A) y con una línea perpendicular encontrar la curva del fusible de $I_n = 25$ A (punto B). Posteriormente trazamos una línea hasta el eje de ordenadas donde obtendremos el valor máximo que alcanzará la corriente cortada en el circuito protegido con ese fusible (punto C) $I_c = 2$ kA. La corriente que alcanzaría el circuito con ausencia de fusible sería de 25 kA (puntos D-E).

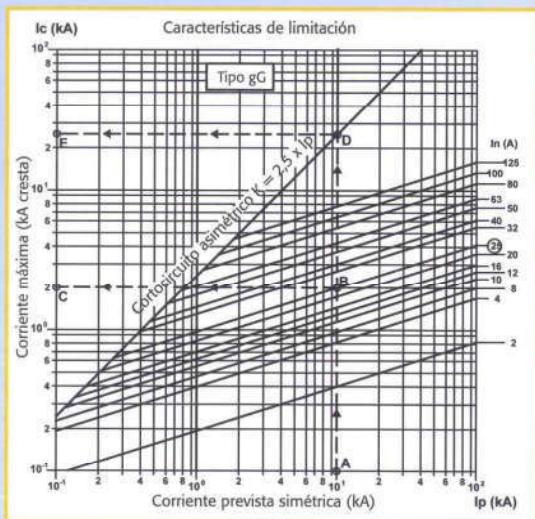


Fig. 6.17. Característica de limitación. Tipo gG.

La importancia de limitar la corriente máxima o de pico en la protección de circuitos se debe a que las fuerzas electromecánicas si son muy elevadas pueden originar la destrucción o rotura del aparato.

NO Curva característica I^2t

Las características I^2t muestran los valores de I^2t de prearco (mínimo) y de funcionamiento (máximo) en función de la intensidad asignada a cada fusible (también se puede aplicar a los interruptores magnetotérmicos). Los valores son obtenidos en las condiciones de ensayo más severas que las que se dan en la práctica (fig. 6.18)

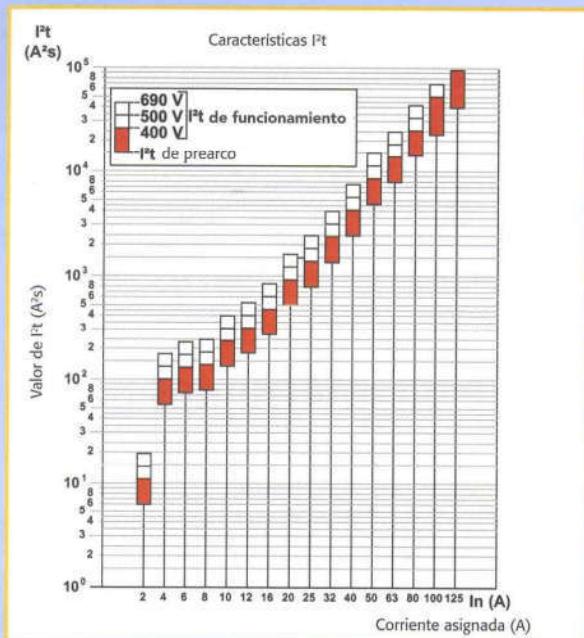


Fig. 6.18. Característica I^2t .

La I^2t determina la energía térmica del cortocircuito generada en el circuito que protege. El calor liberado en el circuito se puede calcular multiplicando la resistencia (Ω) por la I^2t (A^2s). Por ejemplo: Un circuito con un cable de resistencia $0,05 \Omega$ protegido por un fusible que permite una I^2t de $1000 A^2s$. Cuando se produzca un defecto, el fusible liberará solamente una energía de $1000 \times 0,05 = 50$ julios en el cable. De este ejemplo se deduce que el fusible es un dispositivo muy efectivo para limitar los daños térmicos, incluso para elevadas corrientes de cortocircuito.

Actividades

6. Construye una tabla indicando las ventajas e inconvenientes de los interruptores magnetotérmicos con respecto a los fusibles.
7. Desmonta un interruptor magnetotérmico e identifica cada una de las piezas que lo componen.
8. Utilizando las curvas t/I y las características de limitación del ejemplo 1, realiza los cálculos siguientes:
 - a) Determina el tiempo de prearco para un fusible tipo gG de $I_n = 25 A$ cuando es atravesado por una corriente $I = 200 A$.
 - b) Determina la corriente I que tiene que circular para un fusible tipo gG de $I_n = 40 A$, para que el tiempo de prearco $t_p = 50 s$.
 - c) Determina la corriente cortada I_c para un fusible tipo gG de $I_n = 40 A$ para un cortocircuito de intensidad prevista $I_p = 50 kA$.
 - d) Determina la corriente cortada I_c para un fusible tipo gG de $I_n = 80 A$ para un cortocircuito de intensidad prevista $I_p = 20 kA$.

Selectividad

La selectividad entre dispositivos de protección tiene lugar cuando al producirse una corriente de defecto sólo funciona el dispositivo más próximo al fallo y que es el que está protegiendo el circuito donde aparece el defecto.

Selectividad: $C_2 > A_1 + C_1$

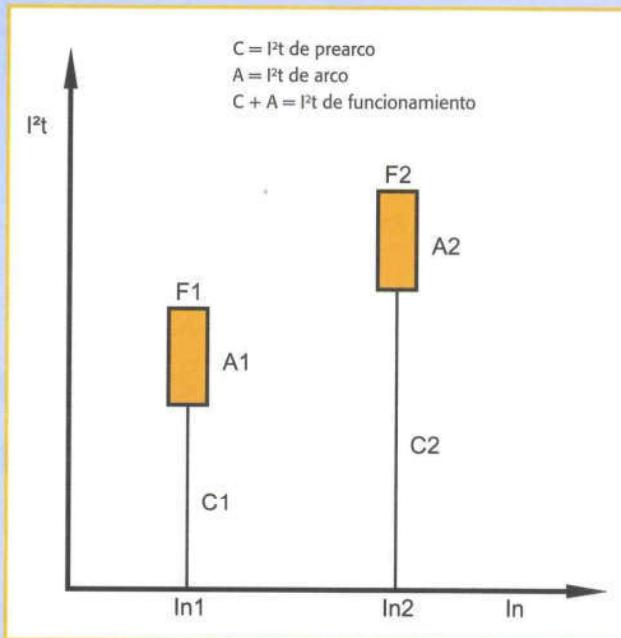


Fig. 6.19. Selectividad.

La selectividad entre fusibles (también se puede aplicar a los interruptores magnetotérmicos) se verifica siempre que la I^2t de funcionamiento del fusible F1 es inferior a la I^2t de prearco del fusible F2 (Fig. 6.19.). Cuando la corriente de defecto provoca que el tiempo de funcionamiento del fusible sea superior a 10 ms, el tiempo de arco será despreciable frente al tiempo de prearco. En este caso la selectividad se verificará comparando las I^2t de prearco, así como la característica t/I del fusible de mayor calibre que debe estar a la derecha de la característica t/I del fusible de menor calibre.

6.4. Interruptor diferencial



Fig. 6.20.
Interruptor diferencial.

6.4.1. El interruptor diferencial y sus características

El **interruptor diferencial** (ID) es el encargado de proteger a las personas contra los contactos directos e indirectos y a las instalaciones eléctricas contra incendios.

Cuando aparece una corriente de fuga (aquella que circula debido a un defecto de aislamiento o contacto eléctrico), que alcanza el umbral de sensibilidad de disparo, el interruptor diferencial desconecta la instalación, quedando la protección de las personas y las instalaciones asegurada.

6.4.2. Componentes de un interruptor diferencial

Podemos dividir la constitución de un interruptor diferencial en las siguientes partes:

- **Cuerpo o carcasa de plástico.** Está formado por dos cuerpos (de material plástico) que permiten el alojamiento de todas las piezas que conforman este dispositivo.
- **Bornes de conexión.** Hay dos conjuntos de bornes de conexión, unos de entrada y otros de salida, que permiten la conexión en el circuito a proteger.

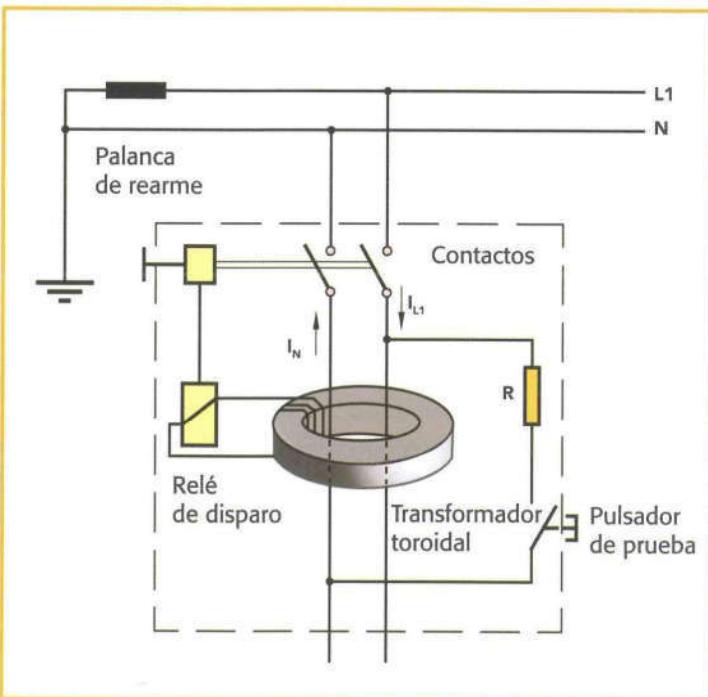


Fig. 6.21.
Esquema de funcionamiento.

- **Relé de disparo** para la conversión de una magnitud eléctrica variable (corriente de fuga) en un desenclavamiento mecánico (desconexión o apertura de contactos).

● **Palanca de rearne.** Permite la conexión y la desconexión del interruptor diferencial manualmente o volver a cerrar el interruptor después de que se haya producido un disparo.

● **Pulsador de prueba.** Se utiliza para comprobar el buen funcionamiento del diferencial. Se compone de un circuito formado por una resistencia y un pulsador conectado entre la entrada de una fase y salida de otra fase. Los fabricantes recomiendan realizar esta prueba una vez al mes.

● **Contactos (fijo + móvil).** El contacto móvil realiza la conexión y la desconexión, sobre el contacto fijo, ya sea, por un defecto eléctrico (corriente de fuga) o por una manipulación manual.

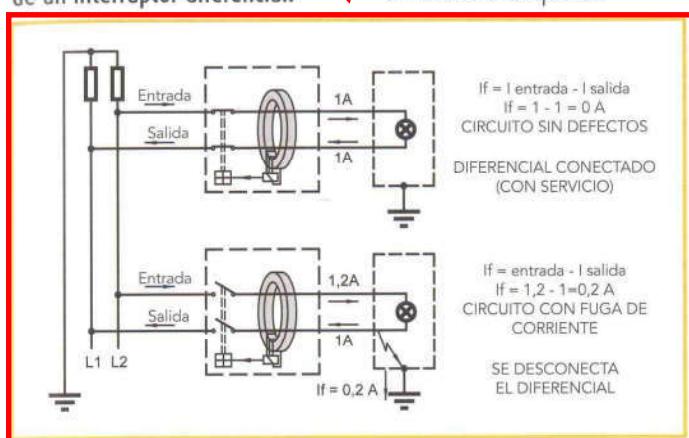
● **Transformador toroidal para la detección de la corriente de fuga.** Abraza a todos los conductores necesarios para la conducción de la corriente, así como, dado el caso, también el conductor de neutro.

6.4.3. Funcionamiento

Fig. 6.22.
Principio de funcionamiento
de un interruptor diferencial.



En una instalación sin defectos (valor de la corriente de fuga igual a 0), los efectos magnéticos de los conductores que transportan la corriente eléctrica se anulan en el transformador toroidal, ya que la suma de todas las corrientes es igual a cero, de acuerdo con las Leyes de Kirchhoff. No existe ningún campo magnético residual que pudiera inducir una tensión en el devanado secundario que alimenta el relé de disparo.



En caso contrario, si hay un fallo de aislamiento y circula una corriente de fuga, el equilibrio se deshace y aparece un campo magnético residual en el transformador toroidal, que genera una tensión en el devanado secundario, la cual a través del relé de disparo acciona el desenclavamiento mecánico, que permite la apertura de los contactos y desconecta el circuito afectado. Para comprobar su correcto funcionamiento, los interruptores diferenciales llevan integrados un circuito de prueba conectado entre dos fases (una en la entrada de una fase y la otra en salida de otra fase diferente), con una resistencia y un pulsador.

Al pulsarlo, aparece una corriente aproximadamente 2,5 veces superior a la corriente de sensibilidad de disparo, si el aparato se encuentra en buen estado, se provoca la desconexión del mismo.

Definición de las principales características técnicas

- **Número de polos.** Atendiendo al número de polos, los interruptores diferenciales se clasifican en bipolares, tripolares y tetrapolares.
- **Tensión asignada (U_n).** Valor máximo de tensión para el cual el interruptor diferencial está diseñado. Los valores normalizados de tensión asignada son: 230 – 400 V.
- **Corriente asignada (I_n).** Valor máximo de corriente que puede soportar en servicio ininterrumpido un interruptor diferencial, a una temperatura ambiente normalizada. Los valores normalizados de corriente asignada son: 25 – 40 – 63 A.
- **Corriente diferencial de funcionamiento asignada ($I_{\Delta n}$).** Los valores normalizados de la corriente diferencial de funcionamiento asignada son: 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 0,5 – 1 A.
- **Corriente diferencial de no funcionamiento asignada ($I_{\Delta no}$).** El valor de la corriente diferencial de no funcionamiento asignada es $0,5 I_{\Delta n}$.
- **Tiempo de funcionamiento máximo con una corriente diferencial.** Tiempo máximo que tarda el interruptor diferencial entre la aparición de una corriente diferencial de funcionamiento y el instante en que se elimina, al extinguirse el arco en todos sus polos.
- **Tiempo de no funcionamiento mínimo con una corriente diferencial.** Tiempo mínimo durante el cual el interruptor diferencial al aparecer una corriente diferencial no actúa.
- **Selectividad:** selectivo o no selectivo

6.4.4. Tipos de interruptores diferenciales

Por lo general, los catálogos de los fabricantes nos dan unas condiciones de ensayo tipificadas, que se adaptan a la mayoría de aplicaciones que nos podemos encontrar y que enumeramos a continuación:

- Temperatura ambiente entre -5 y $+40$ °C.
- Corriente alterna de frecuencia $f = 50$ Hz.
- Secciones de los conductores utilizados en el conexionado según normas vigentes.
- Ventilación natural.

La elección del interruptor diferencial se complementa con las siguientes condiciones:

- La tensión asignada (U_n) del interruptor diferencial ha de ser igual o mayor que la tensión nominal de la aplicación.
- La intensidad asignada (I_n) del interruptor diferencial ha de ser igual o mayor que la intensidad nominal de la aplicación.
- La corriente diferencial de funcionamiento asignada ($I_{\Delta n}$) se ha de elegir según las recomendaciones del REBT. Para las instalaciones eléctricas interiores se utilizan los de $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ o inferiores. En las instalaciones de tipo industrial, se utilizan desde $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ hasta 1 A.

Generalmente el tipo de interruptor diferencial se elige además dependiendo de los receptores a proteger. Los tipos más utilizados en los interruptores diferenciales se clasifican:

- Segundo el comportamiento en presencia de componentes continuas:
 - **Tipo AC.** Asegura la desconexión para corrientes diferenciales alternas senoidales (uso general).
 - **Tipo A.** Asegura la desconexión para corrientes diferenciales alternas senoidales o continuas pulsantes (si existen semiconductores en los receptores, por ejemplo un ordenador personal).
- Segundo el retardo en presencia de una corriente diferencial:
 - **Tipo no retardado.** Para uso general.
 - **Tipo selectivo "S" o retardado.** Son aquellos que durante un tiempo máximo se puede aplicar una corriente diferencial de funcionamiento, sin provocar su funcionamiento. Se aplican en lugares donde se producen desconexiones no deseadas, debido a sobretensiones atmosféricas, líneas de gran longitud, etc.

HACER EJERCICIO DE PROTECCIONES (PREGUNTAS DE LA 1 A LA 18)

Cuando se montan interruptores diferenciales en cascada (uno a continuación del otro), el primero se utiliza del tipo selectivo "S" o retardado, para que exista selectividad (cuando se produce una corriente de fuga se ha de desconectar el interruptor diferencial más próximo al defecto, sin que afecte a los otros interruptores diferenciales).

NO

Tabla 6.5. Cuadro de los tiempos de funcionamiento y no funcionamiento de los diferentes tipos de interruptores diferenciales

Tipo	Intensidad asignada I_n (A)	Intensidad diferencial asignada $I_{\Delta n}$ (A)	Valores normalizados del tiempo de funcionamiento máximo y del tiempo de no actuación con una corriente diferencial igual a:				Tiempo de funcionamiento máximo (s)
			$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	500A	
General	Cualquier valor	Cualquier valor	0,30	0,15	0,04	0,04	Tiempo de funcionamiento máximo (s)
Selectivo "S" o Retardado	≥ 25	$> 0,030$	0,50	0,20	0,15	0,15	Tiempo de funcionamiento máximo (s)
			0,13	0,06	0,05	0,04	Tiempo de no actuación mínimo (s)

Actividades

9. Explica qué es una corriente de fuga, pon un ejemplo, y explica cómo actúa el interruptor diferencial para evitar los peligros que conlleva.

10. Desmontad un interruptor diferencial e identificad cada una de las piezas que lo compone.

I.E.S.

PABLO SERRANO

**PROTECCIONES
CONTRA
SOBRETENSIONES**

**(apuntes obtenidos
del seminario de
formación DEHN en
IBERSYSTEM)**

© Oscar Ferrer Fuertes



I.E.S.

PABLO SERRANO

TIPOS DE SOBRETENSIONES

- **Sobretensiones permanentes**
- **Sobretensiones transitorias**

© Oscar Ferrer Fuertes

SOBRETENSIONES PERMANENTES

Sobretensiones permanentes:
incrementos de la tensión por
encima del 10% de la tensión
nominal y de duración mayor de un
segundo, producidos por la
desconexión del neutro

SOBRETENSIONES PERMANENTES

En Aragón es obligatorio colocar uno en el cuadro general de mando y protección de la vivienda.

Suelen ir acoplado al IGA PERO PUEDE HABER QUE CABLEARLO

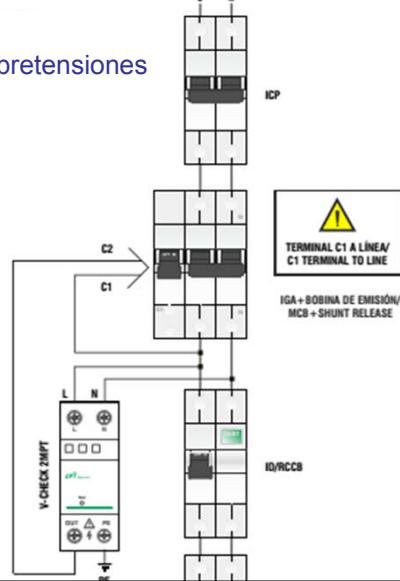
SOBRETENSIONES



SOBRETENSIONES PERMANENTES

También hay modelos que incorporan:
sobretensiones transitorias (tipo II)+sobretensiones permanentes+IGA

TAMBIÉN HAY QUE CABLEARLOS

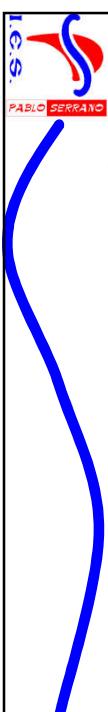


SOBRETENSIONES TRANSITORIAS

Sobretensiones transitorias: son picos de tensión muy elevados y de corta duración como consecuencia de:

- Descargas atmosféricas (rayos)
- Conmutación

CAUSAS DE LAS SOBRETENSIONES TRANSITORIAS

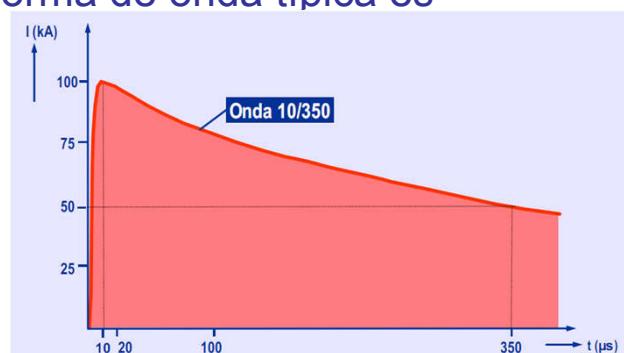


1º.- Origen de las sobretensiones por descarga de rayo directa o cercana a la instalación



1.- Origen de las sobretensiones por descarga de rayo directa o cercana a la instalación

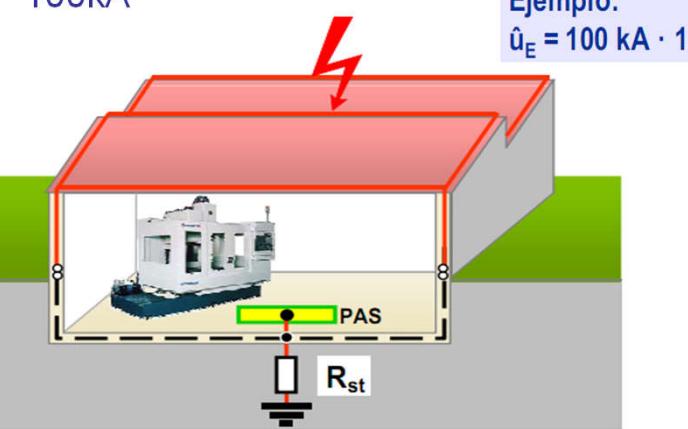
- El rayo puede derivar hasta 200kA de corriente
- Su forma de onda típica es

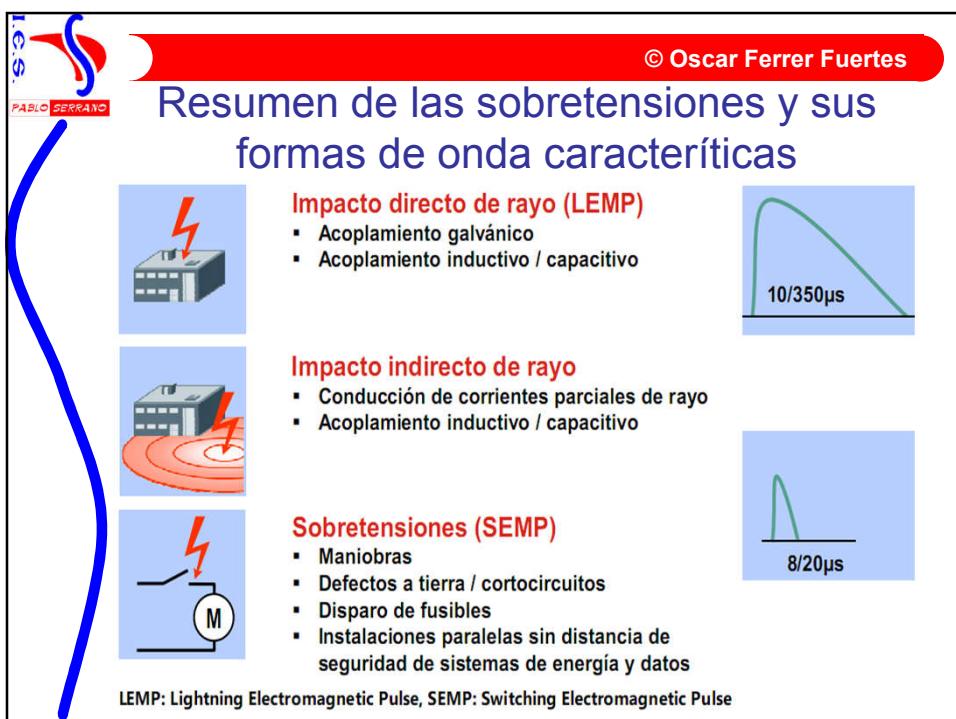


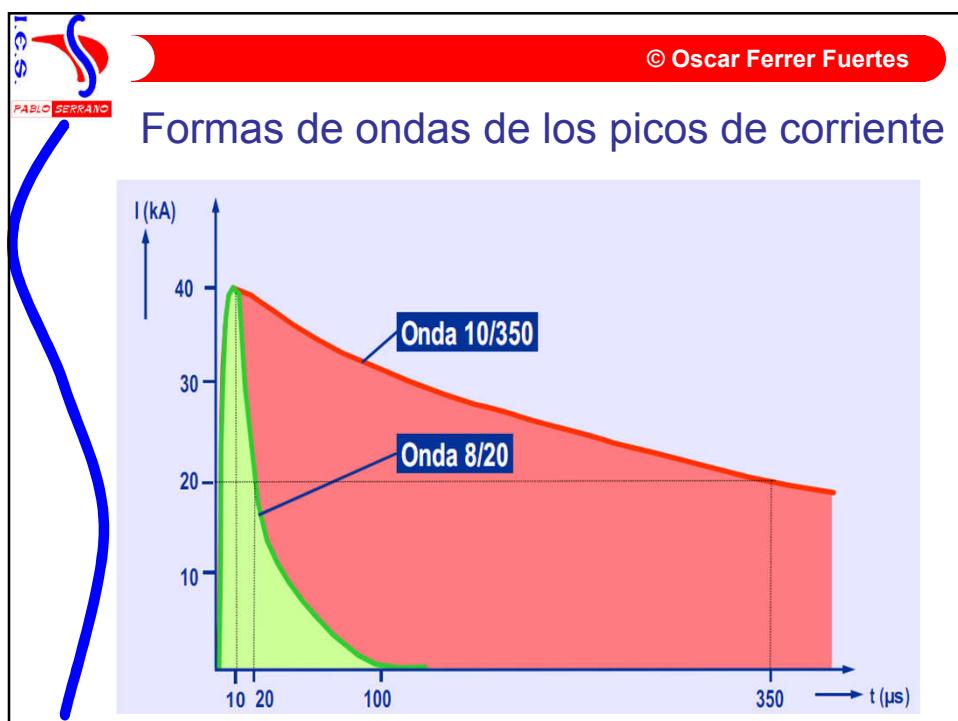
1a.- Al caer en el pararrayos o en la jaula de Faraday el rayo es derivado a tierra y hace que se eleve el nivel de potencial de la tierra. Ejemplo con tierra de 1ohmio y descarga de 100kA

Ejemplo:

$$U_E = 100 \text{ kA} \cdot 1 \Omega = 100 \text{ kV}$$

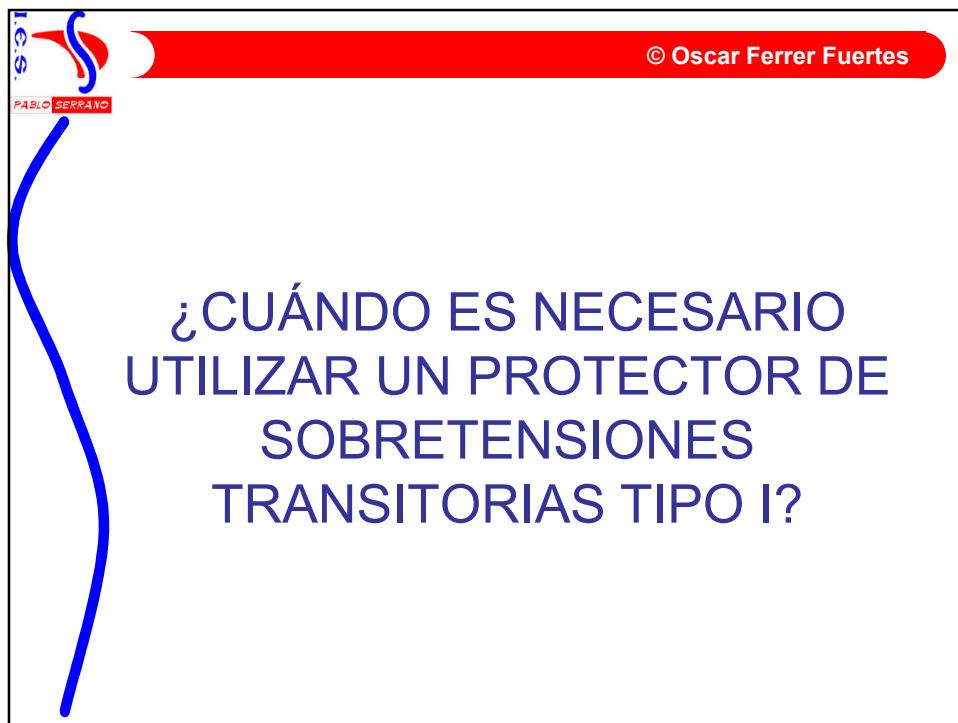
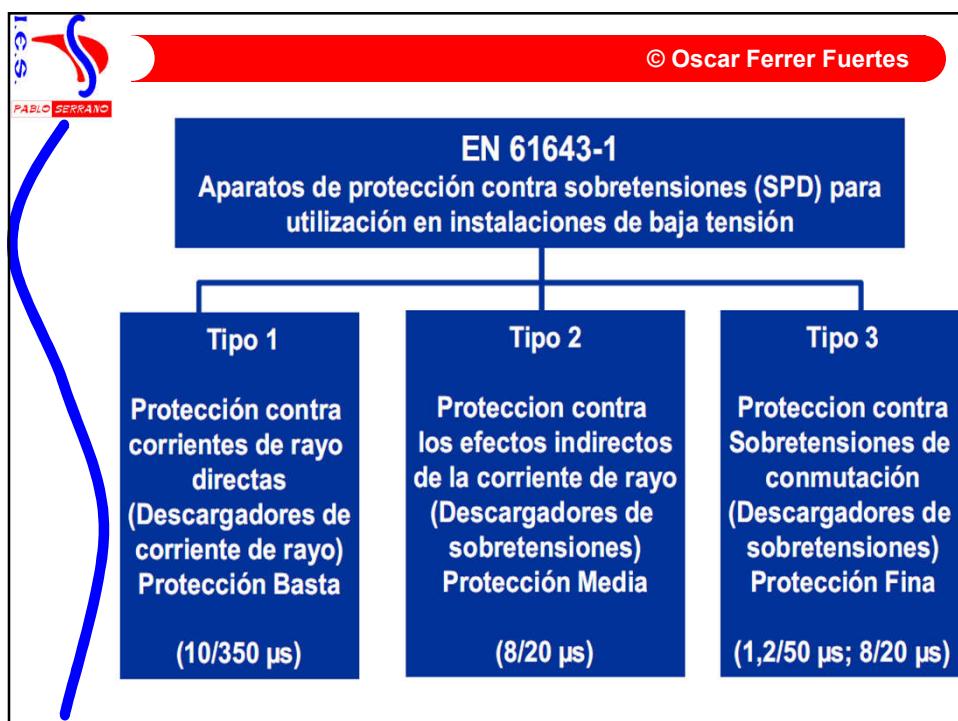







 © Oscar Ferrer Fuertes

TIPOS DE DESCARGADORES (elementos protectores de sobretensiones TRANSITORIAS)

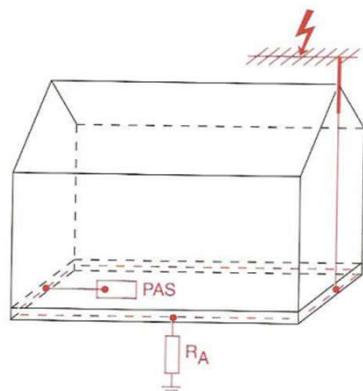


- Cuando la acometida sea aérea
- Cuando haya antenas o puntos altos
- Cuando la instalación esté muy expuesta al impacto de rayos
 - Aislada en el campo
 - Situada en el punto más alto de la zona
- **EXISTENCIA DE INSTALACIÓN EXTERNA CONTRA EL RAYO (PARARRAYOS, JAULAS DE FARADAY...)**
- Y si existe alguna de las condiciones mencionadas anteriormente en edificios próximos

• Acometida aérea.

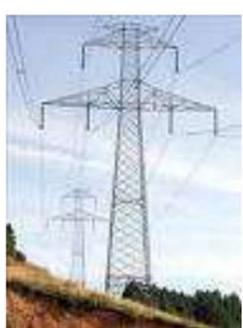


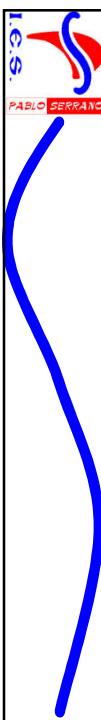
- Existencia de antenas u otros puntos altos.



- Instalación muy expuesta a impacto directo.

- Aislada en campo.
 - Situado en el punto más alto de la zona.

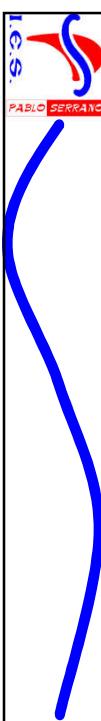




PABLO SERRANO

© Oscar Ferrer Fuertes

¿CUÁNDO ES NECESARIO UTILIZAR UN PROTECTOR DE SOBRETENSIONES TRANSITORIAS TIPO II?



PABLO SERRANO

MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO

GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN:
PROTECCIÓN DE INSTALACIONES INTERIORES
PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

GUÍA-BT-23
Edición: Oct 0
Revisión: 1

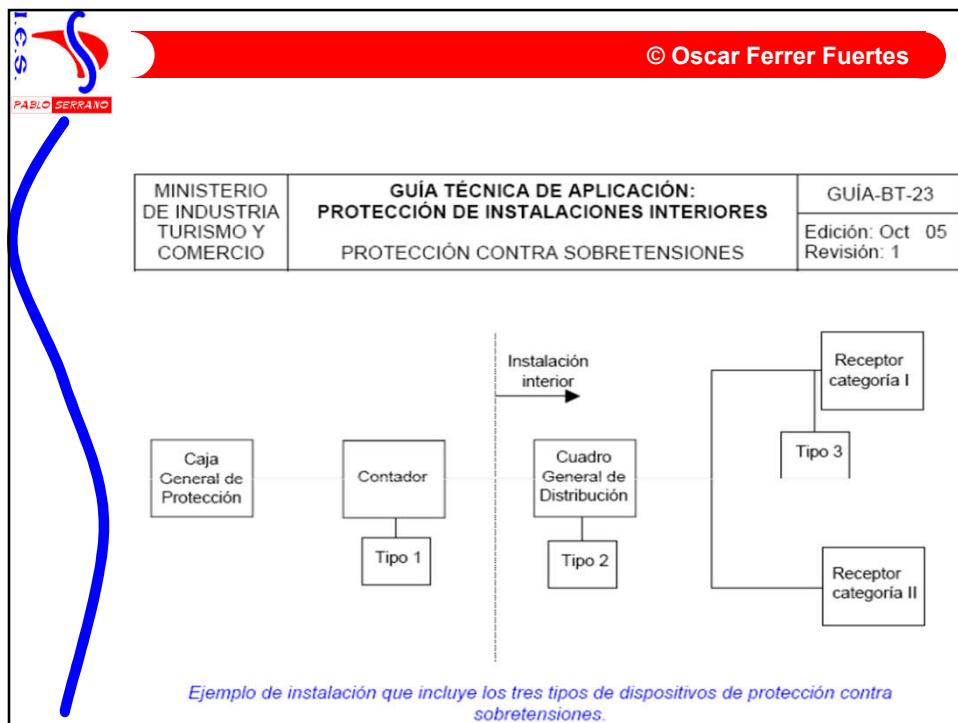
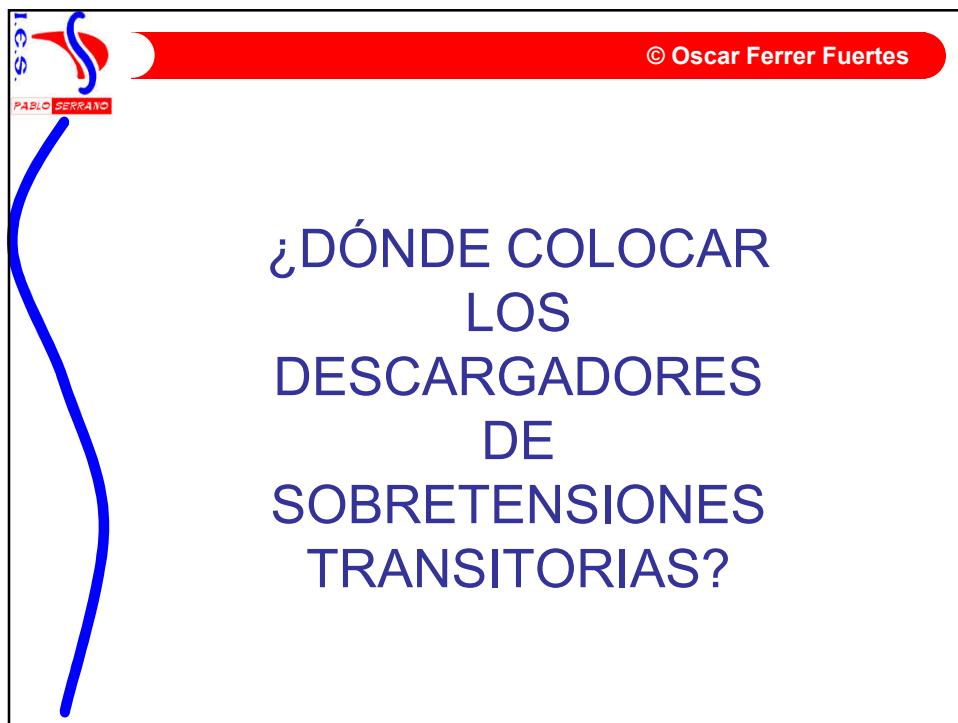
Tabla A. Situaciones en las que es obligatorio el uso de dispositivos de protección contra sobretensiones, sea cual sea el sistema de alimentación.

Situaciones	Ejemplos	Requisitos
Línea de alimentación de baja tensión total o parcialmente aérea o cuando la instalación incluye líneas aéreas.	Todas las instalaciones, ya sean industriales, terciarias viviendas, etc.	Obligatorio
Riesgo de fallo afectando la vida humana	Los servicios de seguridad, centros de emergencias, equipo médico en hospitales.	Obligatorio
Riesgo de fallo afectando la vida de los animales	Las explotaciones ganaderas, piscifactorias, etc.	Obligatorio
Riesgo de fallo afectando los servicios públicos	La pérdida de servicios para el público, centros informáticos, sistemas de telecomunicación.	Obligatorio
Riesgo de fallo afectando actividades agrícolas o industriales no interrumpibles	Industrias con hornos o en general procesos industriales continuos no interrumpibles	Obligatorio
Riesgo de fallo afectando las instalaciones y equipos de los locales de pública concurrencia que tengan servicios de seguridad no autónomos	Sistemas de alumbrado de emergencia no autónomos.	Obligatorio
Instalaciones en edificios con sistemas de protección externa contra descargas atmosféricas o contra rayos tales como: Pararrayos, puntas Franklin, jaulas de Faraday instalados en el mismo edificio o en un radio menor de 50 m	Todas las instalaciones, ya sean industriales, terciarias, viviendas, etc.	Obligatorio

¿CUÁNDΟ ES NECESARIO UTILIZAR UN PROTECTOR DE SOBRETENSIONES TRANSITORIAS TIPO III?

- Cuando el equipo sea de especial importancia o valor

- Cuando exista mucha distancia desde un descargador tipo II y el equipo a proteger



OBLIGATORIEDAD DE INSTALAR UN SOBRETENSIONES EN CGMP

Según REBT 2002, hay que proteger contra sobretensiones toda instalación eléctrica, según el artículo 16.3.

Tanto sobretensiones permanentes como transitorias.

Adicionalmente, existe la ITC-BT-23 (Instrucción Técnica Complementaria-Baja Tensión-) que trata exclusivamente las sobretensiones transitorias.

En ciertas comunidades autónomas, se ha reforzado esta obligatoriedad mediante normativa específica e igualmente obligatoria:

OBLIGATORIEDAD DE INSTALAR UN SOBRETENSIONES

Cataluña y Aragón

Obligación de protectores contra sobretensiones permanentes SIEMPRE (norma técnica ERZ ENDESA). Protectores contra sobretensiones transitorias según del ITC-23.

Andalucía

Obligación de protectores contra sobretensiones transitorias y permanentes SIEMPRE

Canarias

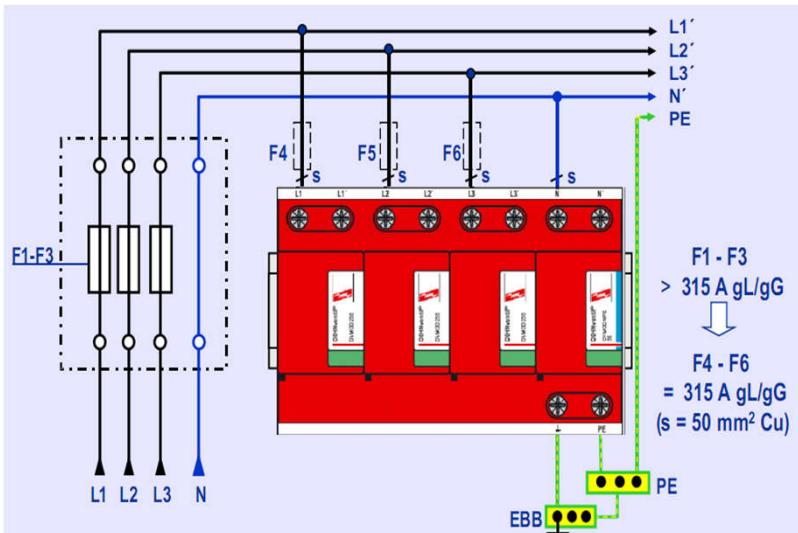
Obligación de un protector en acometida (tipo 1) (cuadro de contadores)

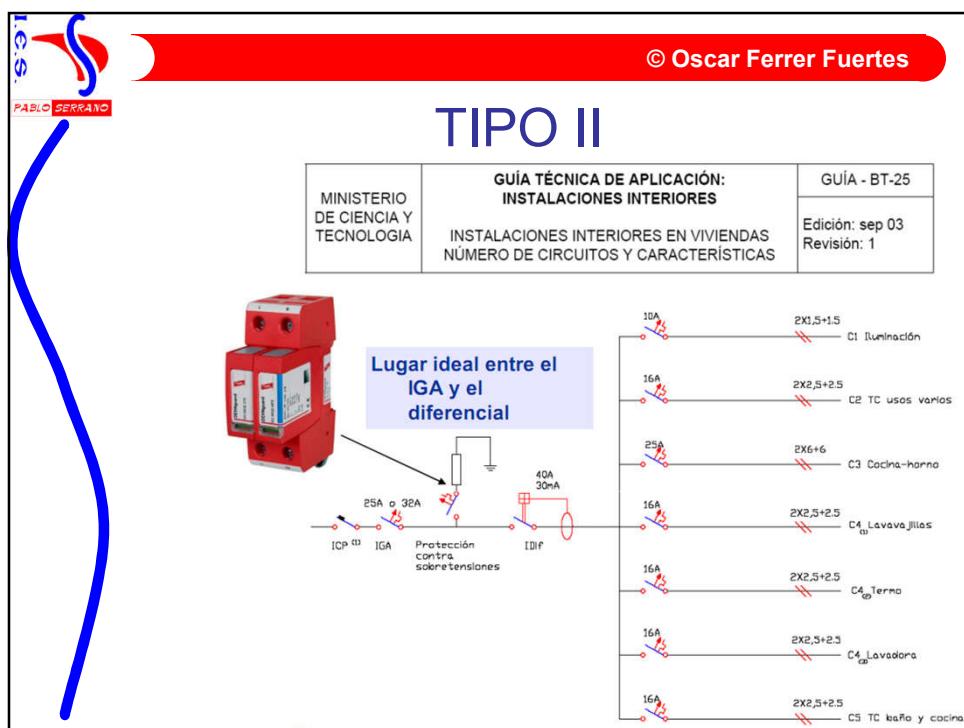
Obligación de protectores contra sobretensiones transitorias y permanentes, siempre

INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO

(ojo son solo ejemplos,
seguir siempre el esquema
de conexionado
proporciado por el
fabricante)

TIPO I

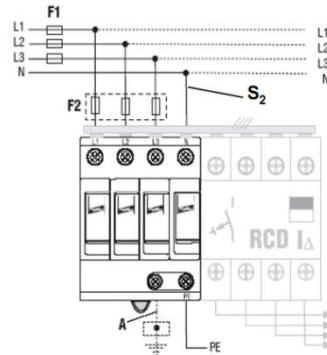




TIPO II

Fusible previo y secciones de cable

Conexión paralelo



F1 (A gL/gG) Fusibles de línea

F2 (A gL/gG) Fusibles previos

S₂ (mm²) Sección cable conexión

A (mm²) Sección cable tierra

DEHNguard® modular DG M TNC 275 (FM)
DG M TNS 275 (FM), DG M TT 275 (FM)

F1	$F1 \leq 125 \text{ A gL / gG}$	\downarrow	$F2$
F2	$F2 \leq 125 \text{ A gL / gG}$	\downarrow	
A	min. 6 mm ² Cu		

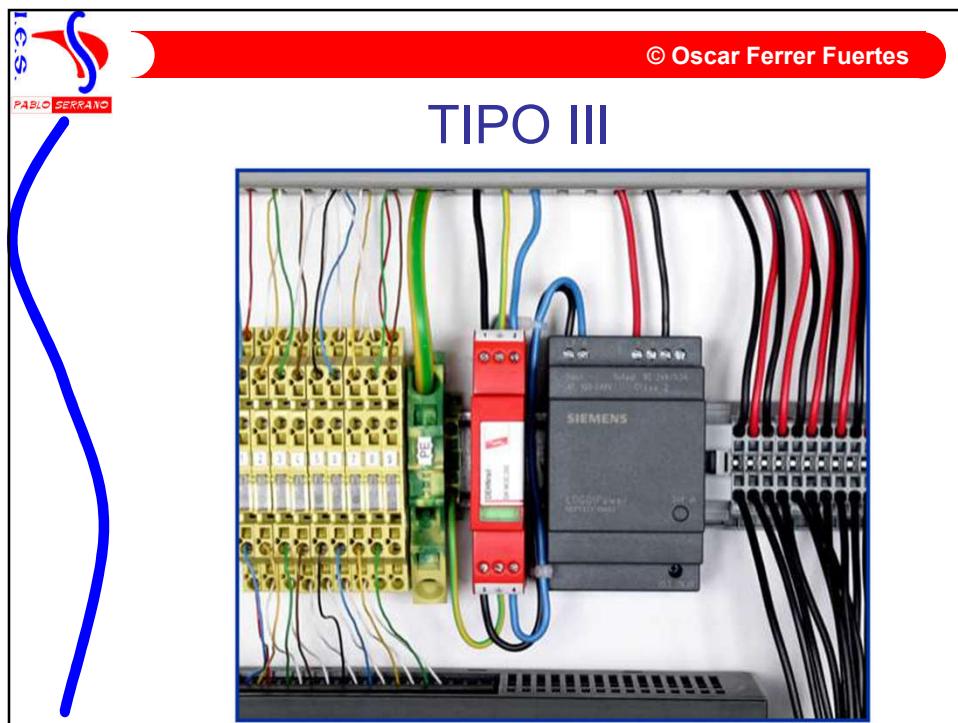
$S_2 \geq 1,5 \text{ mm}^2$

$\leq 25 \text{ mm}^2$ cable flexible

$\leq 35 \text{ mm}^2$ cable rígido

TIPO II





 © Oscar Ferrer Fuertes

TIPO III

Distintos tipos de descargadores de clase III



S + SF-Protector



DEHNSafe



ÜS Modul STC



 © Oscar Ferrer Fuertes

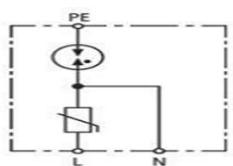
MANTENIMIENTO

- Indicación de fallo para todos los polos sin necesidad de alimentación y sin corrientes de fuga

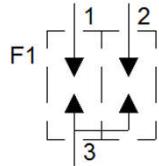
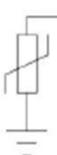



¡ La indicación en el Módulo N-PE permite conocer que no tenemos protección y proceder a su sustitución inmediata ¡

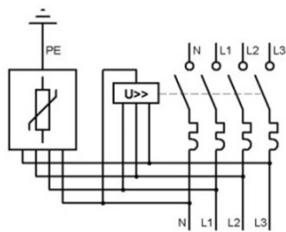
SÍMBOLOS ELÉCTRICOS



P1
3F+N
65 kA
2,5 kA



PROTECTOR DE SOBRETENSIONES TRANSITORIAS



PROTECTOR DE SOBRETENSIONES PERMANENTES+TRANSITORIAS (TETRAPOLAR)

SÍ EXAMEN

TECNOLOGÍA DE LOS SOBRETENSIONES TRANSITORIAS

Varistor-VDR <http://electronica-electronics.com/info/VDR-Varistor-MOV.html>

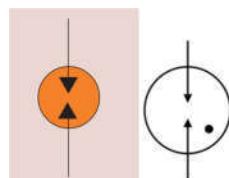


El VDR (Voltage Dependent Resistors) o **Varistor**, es una resistencia dependiente de la tensión, ya que varía su resistencia de acuerdo a la tensión (voltaje) aplicada entre sus extremos. La propiedad que caracteriza a esta resistencia consiste en que cuando aumenta la tensión aplicada entre sus extremos esta rápidamente disminuye su valor óhmico. Frente a picos altos de tensión se comporta casi como un cortocircuito. Los varistores son construidos para diferentes valores de tensión de ruptura. Tienen una amplia gama de voltajes, que van desde 14v a 550v (RMS).

MOV Este es un varistor de óxido de metal (MOV). Está fabricado con una masa cerámica de granos de óxido de zinc mezclado con otros óxidos de metal como pequeñas cantidades de bismuto, cobalto y manganeso unidos entre sí por dos placas metálicas que se usan como terminales.



DESCARGADOR DE GAS



Descargadores de gas: constan de un tubo de cerámica o cristal lleno de gas noble (argón, neón...) a una presión determinada, en el que encontramos dos electrodos. Su función principal es la de funcionar como circuito abierto a tensiones normales y hacer fluir la corriente de rayo desde que la sobretensión que aparece en la línea es suficiente para cebar el gas.



1.2 INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS

9.1. Introducción

9.1.1. Instalaciones interiores de viviendas. ¿Qué son?

El REBT dedica al desarrollo de las instalaciones interiores de viviendas principalmente tres instrucciones:

- ITC-BT-025.
- ITC-BT-026.
- ITC-BT-027.

Fig. 9.1.

El grado de electrificación determina la cantidad de electrodomésticos que podremos utilizar.

La **instalación interior de una vivienda** comprende cada uno de los circuitos que parten del cuadro general de mando y protección (CGMP) y que recorren cada una de las estancias de la vivienda.

Las instalaciones interiores en viviendas están alimentadas por una red de distribución pública de baja tensión según el esquema de distribución TT, (como vemos en la UNIDAD DIDÁCTICA 6) y a una tensión de 230 V en alimentación monofásica y 230/400 V en alimentación trifásica.

9.1.2. Grados de electrificación

Podemos definir el **grado de electrificación** como la potencia eléctrica que se asigna a una vivienda y determina la cantidad de aparatos electrodomésticos que podremos utilizar.

En la instalación eléctrica interior de una vivienda existen dos grados de electrificación posibles: **básica** y **elevada**.



○ **Grado de electrificación básica.** Es el grado de electrificación mínimo indispensable para el uso de una instalación interior de viviendas en edificios de nueva construcción, tal como se indica en la ITC-BT-10. Su objeto es permitir la utilización de los aparatos electrodomésticos de uso básico sin necesidad de ampliaciones posteriores. Una instalación interior de viviendas con un grado de electrificación básica deberá disponer como mínimo de 5 circuitos independientes y la potencia mínima que se podrá contratar es de 5.750 W.



○ **Grado de electrificación elevada.** Se utilizará en las viviendas de edificios de nueva construcción con una previsión de potencia elevada causada por la utilización de otros aparatos electrodomésticos, como por ejemplo sistemas de calefacción eléctrica, aire acondicionado, automatización, gestión técnica de la energía y seguridad o con superficies útiles de las viviendas superiores a 160 m².

Una instalación interior de viviendas con un grado de electrificación elevada como mínimo deberá disponer de seis circuitos independientes y la potencia mínima que se podrá contratar es de 9.200 W.

Actividades

1. De los diferentes ejemplos, indica en cuáles, a priori se utilizaría un grado de electrificación básica o elevada. Justifica tu decisión:
 - Apartamento de 60 m².
 - Casa unifamiliar de dos plantas de 120 m² con calefacción eléctrica.
 - Torre de 2 plantas con una superficie total de 180 m².
 - Piso de 80 m² equipado con un sistema domótico.
 - Piso de 130 m² con 5 habitaciones que dispone de instalación de gas natural.

9.2. Componentes de una instalación interior de vivienda

Por la ubicación en el interior de la vivienda, nos encontramos los siguientes componentes:

- El cuadro general de mando y protección (CGMP) donde finalizan las instalaciones de enlace y comienzan las instalaciones eléctricas interiores.
- Las derivaciones o circuitos individuales.

9.2.1. Cuadro general de mando y protección

En el **cuadro general de mando y protección (CGMP)** se alojarán las protecciones de la instalación de una vivienda y de él partirán cada uno de los circuitos independientes, ya sean de grado de electrificación básica o elevada.

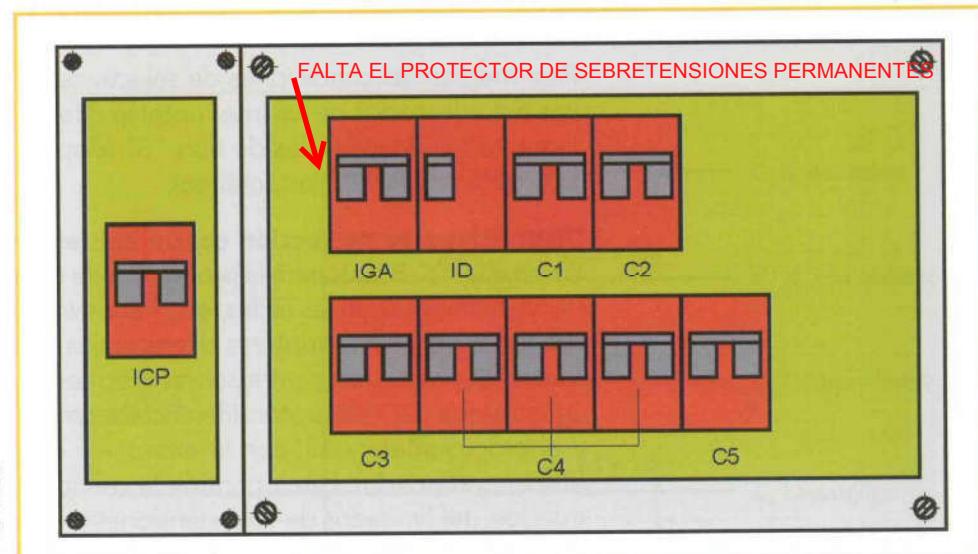


Fig. 9.2.

Ejemplo de instalación del cuadro general de mando y protección de una vivienda.

El cuadro general de mando y protección se tiene que montar lo más cerca posible de la entrada de la derivación individual a la vivienda y constará como mínimo de los siguientes dispositivos:

- **Un interruptor de control de potencia (ICP).** Es un interruptor magnetotérmico, propiedad de la compañía eléctrica, que se utiliza para controlar la potencia demandada por el consumidor y de un valor de intensidad nominal acorde a dicha potencia. Se encuentra en el interior de una caja precintada, para evitar su manipulación.

EN ALGUNAS COMUNIDADES YA NO ES OBLIGATORIO SI SE TIENE CONTADOR DIGITAL

En el caso de que el consumo interno en un determinado momento, supere la potencia contratada de la vivienda, se desconectará por sobrecarga. Si lo intentamos rearmar rápidamente, no será posible; debemos esperar unos segundos para que el bimetal se enfrie para volver a realizar esta operación.

- **Un interruptor general automático (IGA).** Es un interruptor magnetotérmico de corte omnipolar (corta las fases y el neutro) de una intensidad mínima de 25 A. Su función es la de proteger todos los circuitos de la instalación de la vivienda de los efectos de sobrecargas y cortocircuitos. Este interruptor no puede ser sustituido por el interruptor de control de potencia (ICP).

Electrificación	Interruptor General Automático I.G.A.	Grado de Electrificación	ICP (A)	Potencias normalizadas (kW)		
				Monofásico (V)	Trifásico (V)	
Básica	63A 50A 40A 32A	Grado de Electrificación Básico	25A	1,5	0,191	0,345
				3	0,381	0,690
				3,5	0,445	0,805
				5	0,635	1,150
				7,5	0,953	1,725
				10	1,270	2,300
				15	1,905	3,450
				20	2,540	4,600
				25	3,175	5,750
				30	3,810	6,900
Elevada	63A 50A 40A 32A	Grado de Electrificación Elevado	25A	35	4,445	8,050
				40	5,080	9,200
				45	5,715	10,350
				50	6,350	11,500
				63	8,001	14,490
						--

Dependiendo de la previsión de potencia en los suministros monofásicos, la intensidad nominal del interruptor general automático (IGA) se indica en la tabla 9.1.

- Uno o varios **interruptores diferenciales** de disparo instantáneo (ID), que garanticen la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, de una intensidad diferencial residual máxima de **30 mA** y una intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general automático (IGA).

También se permite la utilización de diferenciales en serie, siempre que se garantice la condición anterior. Para garantizar la selectividad total (en pocas palabras, que actúe sólo el ID más cercano al defecto, para evitar desconectar otros circuitos en los que no hay anomalías) entre los diferenciales conectados en serie, se deben cumplir las siguientes condiciones:

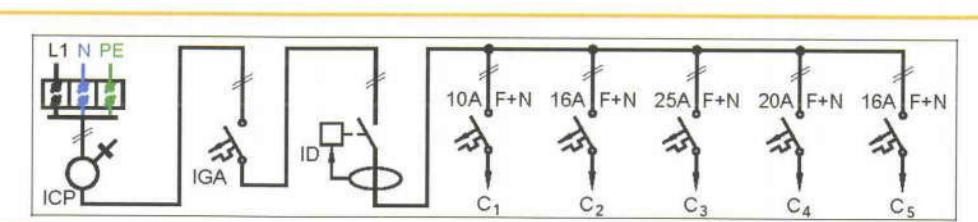
- El tiempo de no-actuación del diferencial instalado aguas arriba (el colocado en primer lugar) deberá ser superior al tiempo total de operación del diferencial situado aguas abajo (el colocado a continuación del primer diferencial).
- La intensidad diferencial residual del diferencial instalado aguas arriba deberá ser como mínimo tres veces superior a la del diferencial aguas abajo.

Para mejorar las condiciones de selectividad y evitar los disparos intempestivos o no deseados de los interruptores diferenciales se pueden utilizar conjuntamente los diferenciales de tipo "S" (disparo retardado) en serie con los de tipo general (disparo instantáneo). **Tanto permanentes como transitorias (según normativa)**

- Dispositivos de protección contra sobretensiones, si fuese necesario, conforme a la ITC-BT-23, para la protección de las instalaciones frente a la caída de rayos, maniobras en las redes, etc. Para evitar los disparos intempestivos o no deseados de los interruptores diferenciales en caso de actuación de los dispositivos de protección contra sobretensiones, dicho dispositivo debe instalarse aguas arriba del interruptor diferencial (entre el interruptor general automático y el propio diferencial), con la excepción de si el diferencial es de tipo "S" (disparo retardado). Para optimizar la continuidad de servicio, en caso de destrucción del limitador de sobretensiones a causa de una descarga de rayo, el dispositivo de protección (ya sea un interruptor magnetotérmico o un fusible) se debe colocar aguas arriba del limitador, para mantener la continuidad de todo el sistema evitando el disparo del interruptor general automático (IGA).

- Un **interruptor magnetotérmico (PIA)** de corte omnípolar y de una intensidad asignada según su aplicación, por cada uno de los circuitos independientes que componen el grado de electrificación de la vivienda. En el caso particular de instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad, la protección se hará mediante un interruptor automático magnetotérmico de corte omnípolar (PIA), situado aguas arriba de cualquier interruptor diferencial, siempre que su alimentación se realice a través de una fuente de MBTS o MBTP, según la ITC-BT-36.

Fig. 9.3.
Esquema unifilar de un CGMP, de una vivienda con grado de electrificación básica.



9.2.2. Derivaciones o circuitos independientes

El número de circuitos independientes diferentes que podríamos llegar a encontrar en una instalación interior en viviendas es igual a 12 y se identifican con la letra C (en mayúscula) seguida del número de circuito (en subíndice).

A continuación se indican los circuitos independientes que componen los dos grados de electrificación posibles.

Circuitos que componen un nivel de electrificación básica

Como acabamos de ver, una instalación interior de viviendas con un nivel de electrificación básica dispondrá como mínimo de 5 circuitos:

- **C₁**. Destinado a alimentar los puntos de iluminación.
- **C₂**. Destinado a alimentar las tomas de corriente de uso general y frigorífico.
- **C₃**. Destinado a alimentar la cocina y el horno.
- **C₄**. Destinado a alimentar la lavadora, el lavavajillas y el termo eléctrico.
- **C₅**. Destinado a alimentar las tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de la cocina.

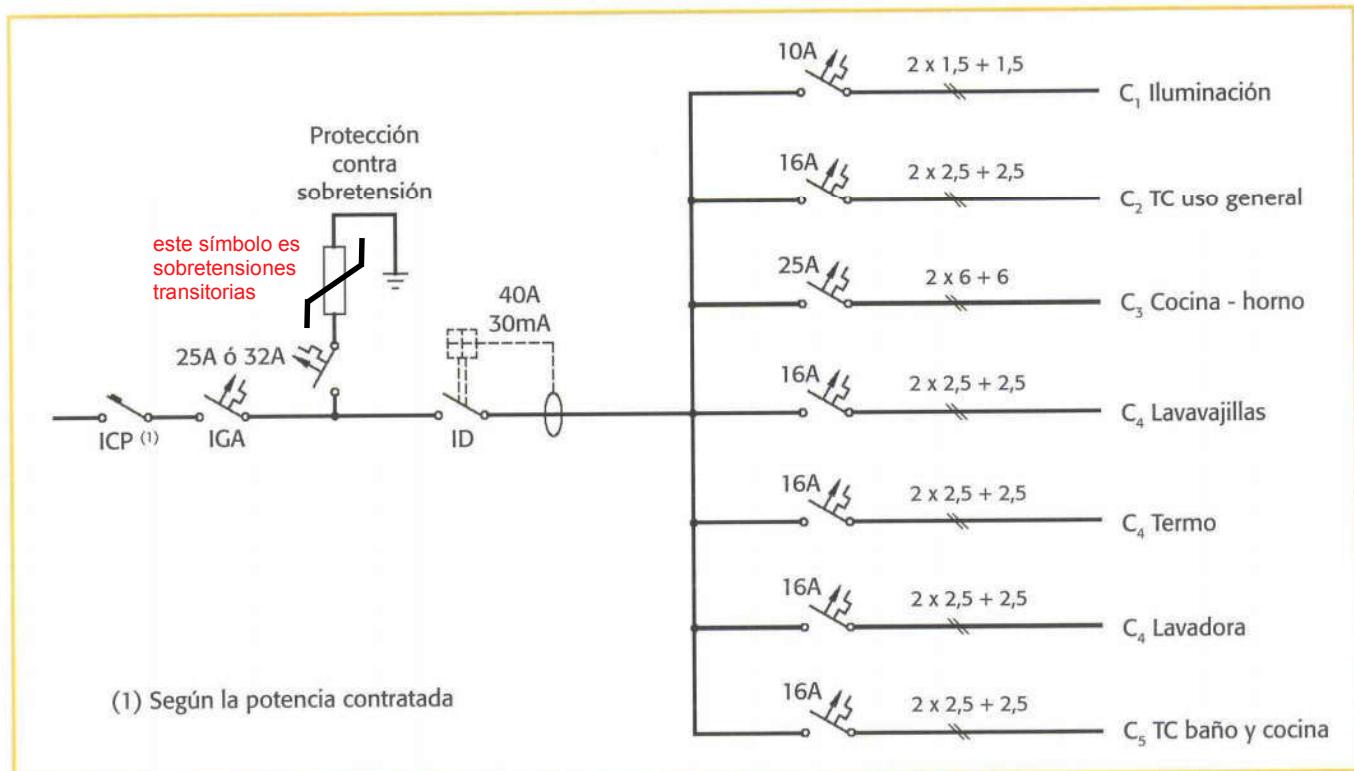
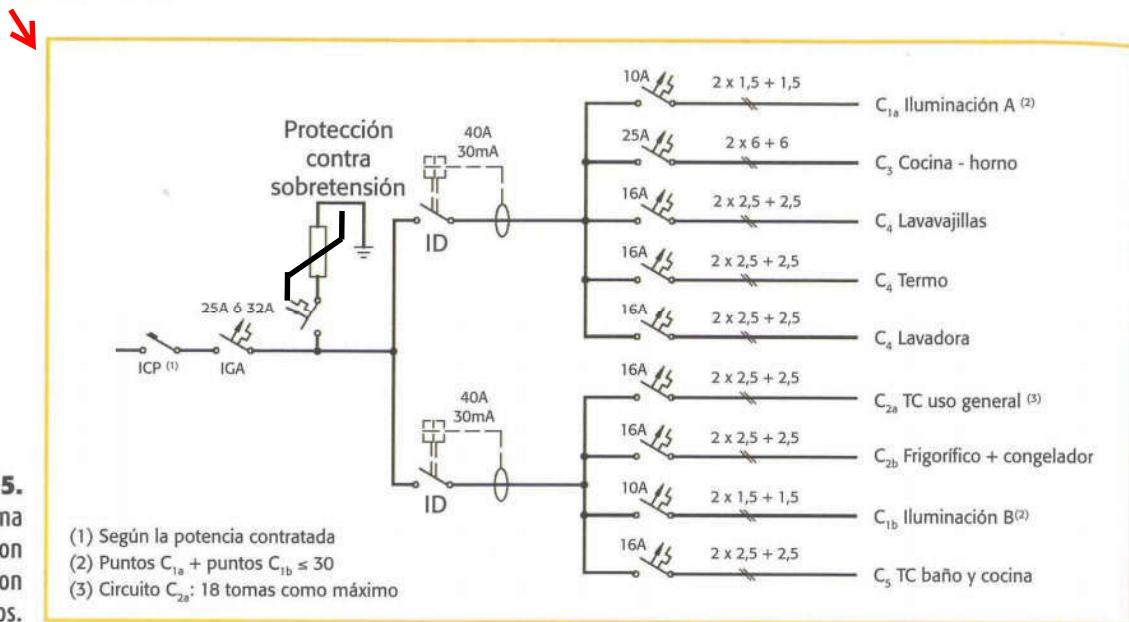


Fig. 9.4.

Ejemplo de esquema unifilar en vivienda con electrificación básica.

En la figura 9.4 podemos ver un ejemplo de electrificación básica con 7 circuitos independientes. Se recomienda el uso de un circuito independiente para cada uno de los receptores conectados al circuito C₄ (lavavajillas, termo y lavadora). Este aumento de número de circuitos no implica el paso a electrificación elevada.

En la figura 9.5 podemos ver un ejemplo de electrificación básica con 9 circuitos independientes. Este aumento del número de circuitos tampoco implica el paso a electrificación elevada. Para cada 5 circuitos instalados se colocará como mínimo un interruptor diferencial.



Ejemplo 1

Describe cada uno de los circuitos que componen la instalación unifilar en vivienda con electrificación básica de la figura 9.4.

El cuadro general de mando y protección se compone de una serie de dispositivos de protección comunes a todos los circuitos, que son, por orden:

- ICP (interruptor de control de potencia), con una intensidad acorde a la potencia contratada a la compañía eléctrica.
- IGA (interruptor general automático), de una intensidad asignada de 25 o 32 A. Protege contra sobrecargas y cortocircuitos al interruptor diferencial y a todos los circuitos que se encuentran a continuación (C_1 hasta C_5).
- Protector de sobretensiones, en caso de que fuese necesario.
- ID (interruptor diferencial), de una intensidad asignada de 40 A y una sensibilidad de disparo de 30 mA. En caso de que se produzca una fuga a tierra superior a la sensibilidad, se desconectaría y dejaría sin tensión todos los circuitos.

A continuación se describen cada uno de los circuitos existentes:

- **Circuito C_1 .** Destinado a alimentar los puntos de iluminación, ya sean fijos o a través de una toma de corriente. A la entrada, este circuito está protegido por un interruptor magnetotérmico bipolar de una intensidad asignada de 10 A. El circuito eléctrico estará formado por 3 conductores de una sección mínima de $1,5 \text{ mm}^2$ (fase, neutro y tierra), respetando el código de identificación de colores.

• **Circuito C_2 .** Destinado a alimentar las tomas de corriente de uso general y el frigorífico. A la entrada, este circuito estará protegido por un interruptor magnetotérmico bipolar de 16 A. El circuito estará formado por 3 conductores de una sección mínima de $2,5 \text{ mm}^2$ (fase, neutro y tierra). Las tomas de corriente para estos receptores son de 16 A (2P + TT).

• **Circuito C_3 .** Destinado a alimentar la cocina y el horno. Estará protegido por un interruptor magnetotérmico bipolar de 25 A. El circuito estará formado por 3 conductores de una sección mínima de 6 mm^2 (fase, neutro y tierra). La toma de corriente de la cocina y el horno es de 25 A (2P + TT).

• **Circuito C_4 .** Destinado a alimentar la lavadora, el lavavajillas y el termo eléctrico. Este circuito se ha dividido en tres independientes, uno para cada uno de los receptores. Cada uno de ellos se identifica con el número de circuito seguido del nombre del receptor (lavadora, lavavajillas y termo). A la entrada de cada uno de estos circuitos se encontrará un interruptor magnetotérmico bipolar de 16 A. Cada uno de estos circuitos estará formado por 3 conductores de una sección mínima de $2,5 \text{ mm}^2$ (fase, neutro y tierra). Las tomas de corriente para estos receptores son de 16 A (2P + TT).

• **Circuito C_5 .** Destinado a alimentar las tomas de corriente de los baños y las tomas de corriente auxiliares de la cocina. Estará protegido por un interruptor magnetotérmico bipolar de 16 A. El circuito estará formado por 3 conductores de una sección mínima de $2,5 \text{ mm}^2$ (fase, neutro y tierra). Las tomas de corriente para estos receptores son de 16 A (2P + TT).

Circuitos que componen un nivel de electrificación elevada

En una instalación con un nivel de electrificación elevada, además de los circuitos correspondientes a la electrificación básica, se instalarán:

- **C₆**. Circuito adicional del tipo C₁, por cada 30 puntos de luz.
- **C₇**. Circuito adicional del tipo C₂, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m².
- **C₈**. Destinado a la instalación de calefacción eléctrica.
- **C₉**. Destinado a la instalación de aire acondicionado.
- **C₁₀**. Destinado a la instalación de una secadora independiente.
- **C₁₁**. Destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad.
- **C₁₂**. Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C₃ o C₄, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C₅, cuando el número de tomas de corriente exceda de 6.

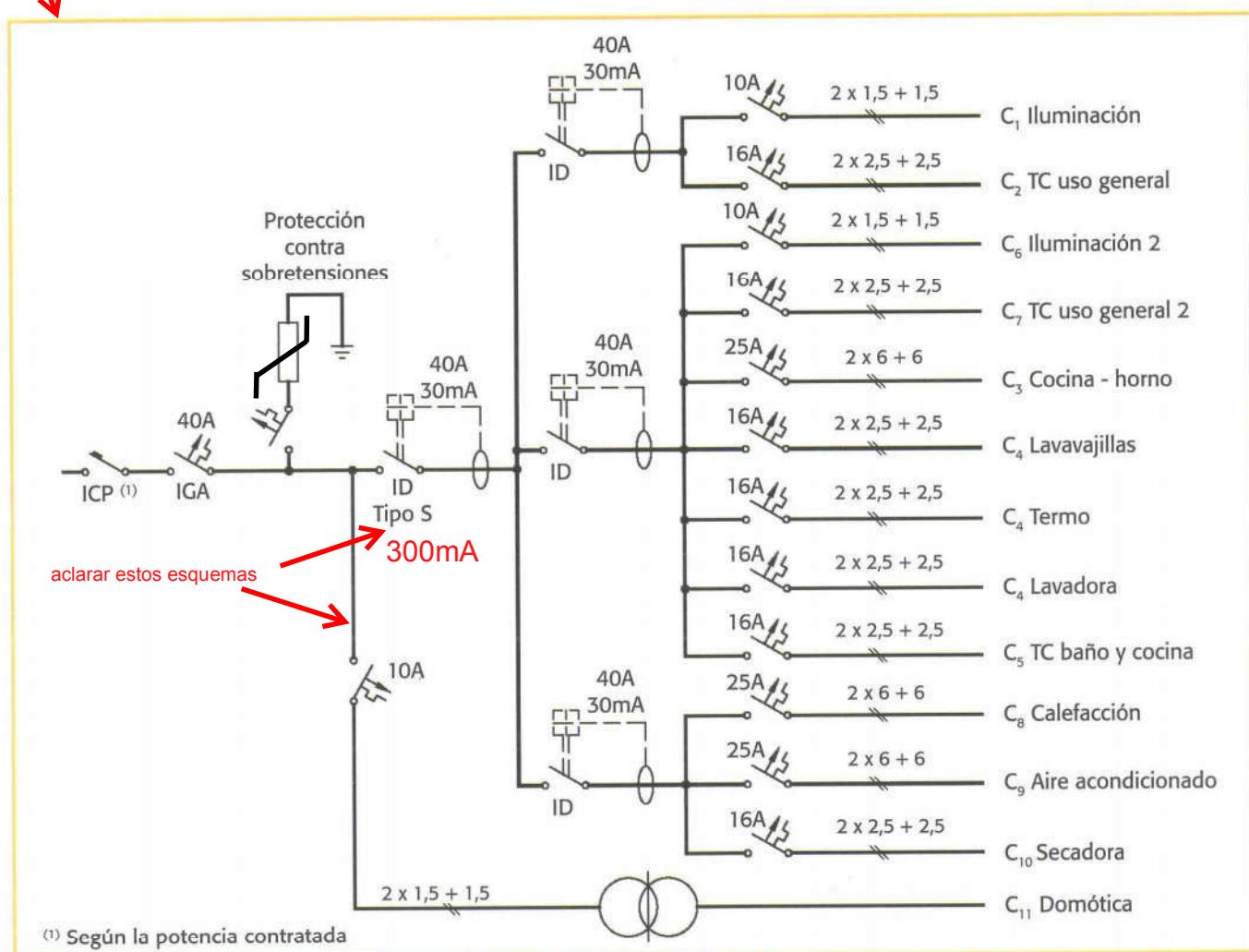


Fig. 9.6.
Ejemplo de esquema unifilar en vivienda con electrificación elevada con 13 circuitos independientes.

En este tipo de instalación se colocará un interruptor diferencial como mínimo para cada 5 circuitos instalados. En el caso de utilizar otros interruptores diferenciales además del interruptor diferencial general, éste debe ser del tipo S (selectivo) y de una corriente diferencial residual superior a 30 mA (por ejemplo 300 mA).

Actividades

2. Describe cada uno de los circuitos que componen la instalación unifilar en vivienda con electrificación básica con circuitos desdoblados del esquema de la figura 9.5.
3. Describe cada uno de los circuitos que componen la instalación unifilar en vivienda con electrificación elevada de la figura 9.6.
4. Analiza la instalación de tu vivienda:
- ¿Se trata de una instalación de grado de electrificación básica o elevada?
 - Identifica cada uno de los componentes del cuadro general de mando y protección.
 - Identifica los diferentes circuitos independientes e indica qué dispositivos gobiernan.

9.3. Características eléctricas de los circuitos

En la tabla 9.2 se relacionan los circuitos mínimos previstos con sus características eléctricas.

MUY IMPORTANTE: INTENSIDADES Y SECCIONES

Tabla 9.2. Características eléctricas de los circuitos ⁽¹⁾

Círculo de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad F_s	Factor utilización F_u	Tipo de toma ⁽⁷⁾	Interruptor automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima (mm ²) ⁽⁵⁾	Tubo o conducto Diámetro (mm) ⁽³⁾
C ₁ Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz ⁽⁹⁾	10	30	1,5	16
C ₂ Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16 A 2p+T	16	20	2,5	20
C ₃ Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C ₄ Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16 A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A ⁽⁸⁾	20	3	4 ^[6]	20
C ₅ Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16 A 2p+T	16	6	2,5	20
C ₆ Calefacción	⁽²⁾	—	—	—	25	—	6	25
C ₇ Aire acondicionado	⁽²⁾	—	—	—	25	—	6	25
C ₁₀ Secadora	3.450	1	0,75	Base 16 A 2p+T	16	1	2,5	20
C ₁₁ Automatización	⁽⁴⁾	—	—	—	10	—	1,5	16

(1) La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro.

(2) La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W.

(3) Diámetros externos según ITC-BT-19.

(4) La potencia máxima permisible por circuito será de 2.300 W.

(5) Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de ITC-BT-19. Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de instalación.

(6) En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección 2,5 mm² que parte de una caja de derivación del circuito de 4 mm².

(7) Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura C2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura ESB 25-5A ambas de la norma UNE 20315.

(8) Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito, el desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional.

(9) El punto de luz incluirá conductor de protección.

La sección mínima indicada por circuito está calculada para un número limitado de puntos de utilización. Si se aumentase el número de puntos de utilización, sería necesaria la instalación de circuitos adicionales.

9.5. Ejecución de las instalaciones

Tubos y canalizaciones

Las instalaciones interiores de viviendas se realizarán de manera **empotrada** o **superficial**, en ambos casos los cables van alojados dentro de unos tubos o canalizaciones. Recuerda que en la UNIDAD DIDÁCTICA 2 hemos hablado de estos tipos de instalaciones y de los tipos y diámetro de tubo que se deben utilizar en cada una de ellas.



En las tablas 2.5 y 2.6 de la UNIDAD DIDÁCTICA 2, puedes consultar el diámetro exterior de los tubos para cada tipo de instalación en función del número de cables que vayan a alojar y de su sección.

SI



Conductores

Por lo que se refiere a los **conductores activos**, estos serán de cobre y una tensión mínima asignada de 450/750 V. Los más utilizados serán los siguientes: H07V-U, H07V-R y H07V-K.

Si recuerdas la nomenclatura que hemos estudiado en la UNIDAD DIDÁCTICA 2, veremos qué significan estas siglas:

Denominación de conductores		
Normalización	H	Conforme a normalización europea
Tensión asignada	07	Tensión asignada de 450/750 V
Aislamiento	V	Policloruro de vinilo PVC
	-U	Conductor rígido circular de un hilo
Forma constructiva	-R	Conductor rígido circular de varios hilos
	-K	Conductor flexible para instalaciones fijas

Tabla 9.23. Identificación de los conductores mediante colores

Conductor	Coloración
Neutro (o previsión de que un conductor de fase pase posteriormente a neutro)	Azul
Protección	Verde - amarillo
Fase	Marrón Negro Gris

Los **conductores de protección** serán también de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Por lo general la sección del conductor de protección será igual que la del conductor de fase, ya que en instalaciones interiores no suele utilizarse una sección de fase superior a 16 mm².

Recuerda también que la **identificación de los conductores** se realiza mediante los colores que presentan sus aislamientos. En tabla 9.23 tienes un recordatorio de los colores que se utilizan para cada uno de los tipos de conductores (neutro, protección y fase), tanto en instalaciones monofásicas como trifásicas.

Conexiones

Es importante recordar que está prohibida la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, ésta deberá realizarse utilizando bornes de conexión, regletas o bridas de conexión, siempre en el interior de cajas de empalme y/o derivación.

Para conductores cableados (formados por varios alambres), el modo de conexión debe garantizar que la corriente se reparta por todos los alambres que componen el cable.

Si el sistema adoptado es el de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden sometidas a esfuerzo mecánico (ver figura 9.16).

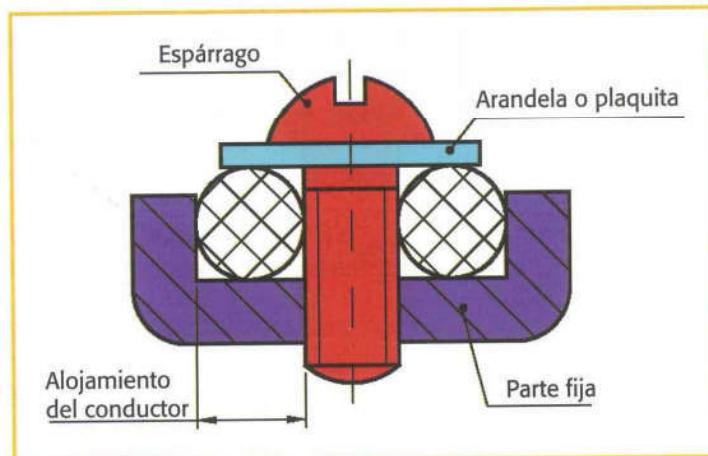


Fig. 9.16.
Ejemplo de una conexión por apriete de tornillo entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica.

NO Bases de toma de corriente

Las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores en viviendas son:

- Base bipolar con contacto de tierra lateral (10/16 A 250 V) para uso general (figura 9.17).
- Base bipolar con espiga de contacto de tierra (10/16 A 250 V) para cuando haya que distinguir entre la fase y el neutro (figura 9.18).
- Base bipolar con contacto de tierra (25 A 250 V) para circuito C₃ cocina y horno (figura 9.19).

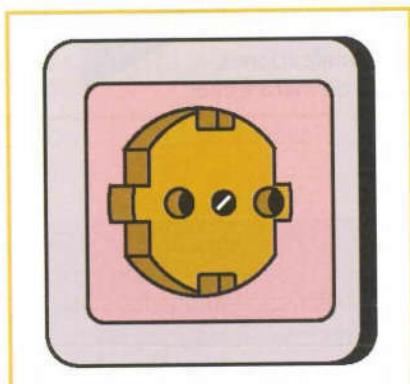


Fig. 9.17.
Base bipolar con contacto de tierra lateral 10/16A 250V.

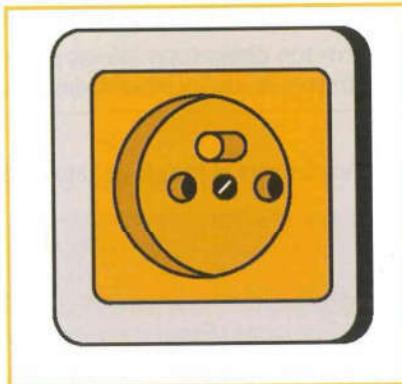


Fig. 9.18.
Base bipolar con espiga de contacto de tierra 10/16A 250V.

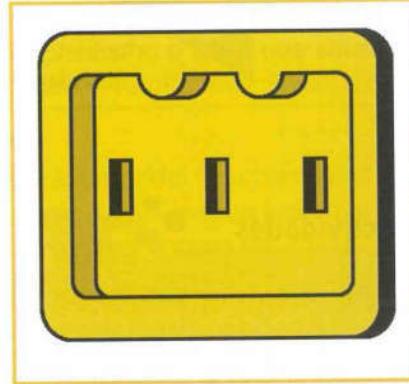
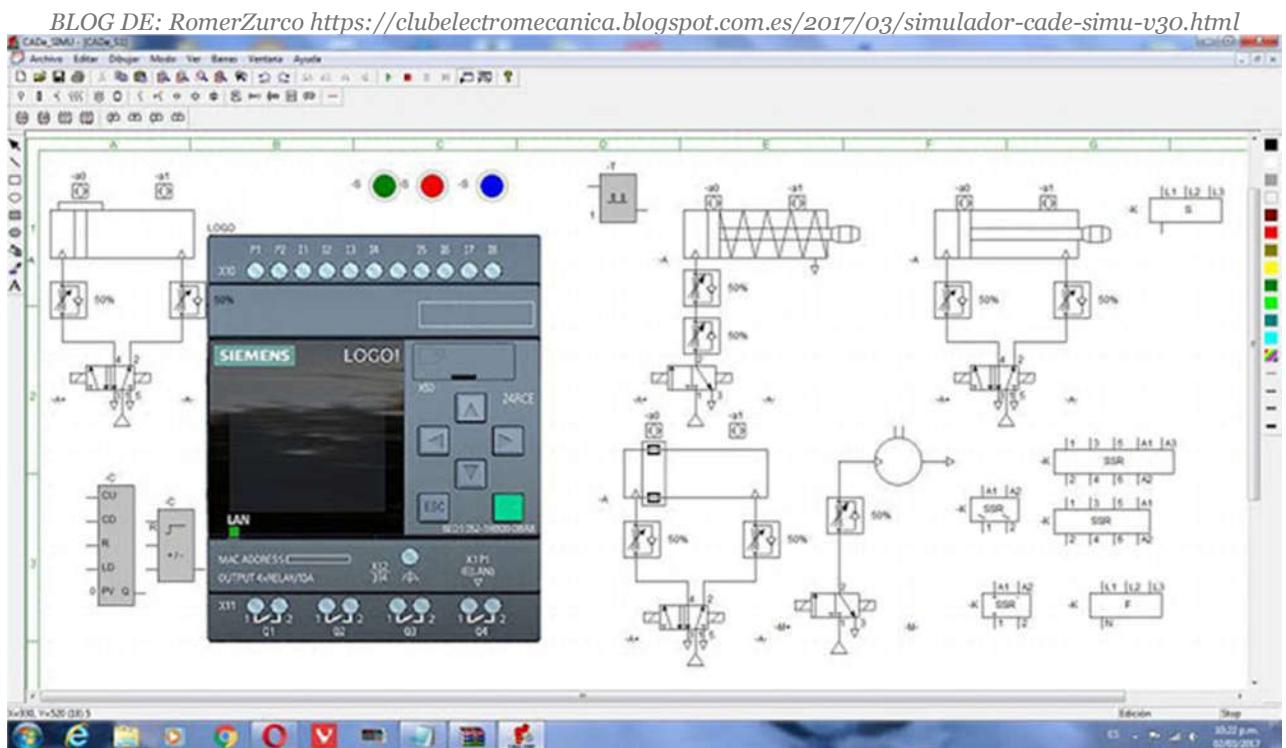


Fig. 9.19.
Base bipolar con contacto de tierra 25 A 250 V.

1.3. Simulador CADeSIMU v3.0



Es un sencillo programa para dibujar esquemas eléctricos y simularlos.

En la nueva versión V3 (2017) no solo te permite simular como en las versiones anteriores, ahora te permite también:

Realizar y simular circuitos de automatización

Circuitos neumáticos

Cambiar color de cables en el circuito

Diagrama de Bloques

Lógica

Diagrama Ladder

Diagrama GRAFCET

Manejo de PLC I/O

Relés electrónicos

Limitadores de Sobre tensiones

Pulsadores (Botoneras) que interacción con el esquema

Actualización de la librería de sensores

LINK PARA DESCARGAR

<https://mega.nz/#!mU5DxYhT!kKH3obx-1aYQZIZC6CanH3shqVCJkJf2ko66bRFybm4>