

# Electrónica de potencia e instalaciones eléctricas: Instalaciones eléctricas de Baja Tensión (B.T.)



Hola chicos, ¿cómo estáis? Después de estudiar en el primer tema de esta unidad las corrientes trifásicas y el cálculo de tensiones e intensidades en dichas corrientes, nos hace pensar qué pasa con esas corrientes trifásicas que van por las líneas pues en algún momento esa tensión trifásica se tiene que convertir en monofásica, pues ese tipo de corriente: alterna monofásica, es la que nos llega a nuestras casas o viviendas, ¿verdad que sí?

A modo de introducción rápida, os comentamos lo siguiente:

- ▶ La producción de corriente eléctrica se lleva a cabo en las **centrales eléctricas**: termoeléctricas, hidroeléctricas o nucleares. Su misión es suministrar la energía eléctrica necesaria para el abastecimiento del país.
- ▶ El transporte de energía eléctrica se realiza desde las centrales productoras hasta las subestaciones de transformación, a estas líneas se las conoce como **redes primarias**.
- ▶ La distribución de la energía eléctrica parte de las subestaciones hasta las casetas de transformación de media y baja tensión, y desde ahí, hasta los abonados o consumidores. A estas líneas se las denominan **redes secundarias**.  
Estas redes de distribución se pueden clasificar de varias formas:
  - ▶ Según la naturaleza de la corriente eléctrica: corriente continua o corriente alterna.
  - ▶ Según las tensiones de servicio: 230V (entre fase y neutro) y 400V (entre fases).
  - ▶ Según las distintas formas de montaje: aéreas o subterráneas.
- ▶ En cuanto a las **centros de transformación**, su misión es reducir el valor de la tensión de la redes de distribución (11, 15, 20, 35, 45 KV) hasta el valor de consumo (400/230V).

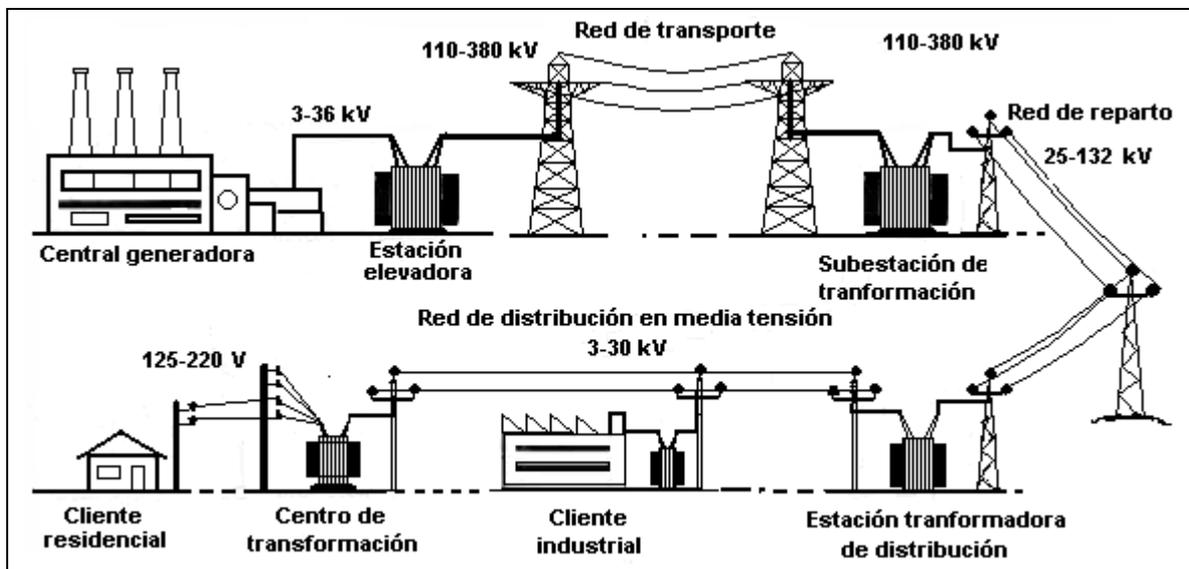


Imagen 1: Sistema del suministro eléctrico.

Fuente: [Wikipedia](#). Licencia Creative Commons.

Los lugares de consumo son las viviendas y las industrias, nosotros en este tema nos centraremos en las instalaciones eléctricas en las viviendas, que son las que alimentadas por una red de distribución eléctrica tienen como finalidad la utilización de dicha energía.

Las condiciones técnicas que han de reunir dichas instalaciones eléctricas quedan determinadas en las instrucciones complementarias correspondientes al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) que estén vigentes en el momento de su aplicación (R.D. 842/2002 de 2 de agosto).

► [Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión \(REBT\)](#)

En el desarrollo de este tema empezaremos describiendo cada uno de los componentes y funcionamiento de los mismos en una instalación eléctrica destinada a viviendas, para seguidamente ver sus circuitos característicos.

¿No os parece interesante este tema? Emilio está entusiasmado, pues conocerá y aplicará partes del tema a la propia vida real. ¡Adelante!

# 1. Instalaciones eléctricas en viviendas: elementos componentes y funcionamiento (I)



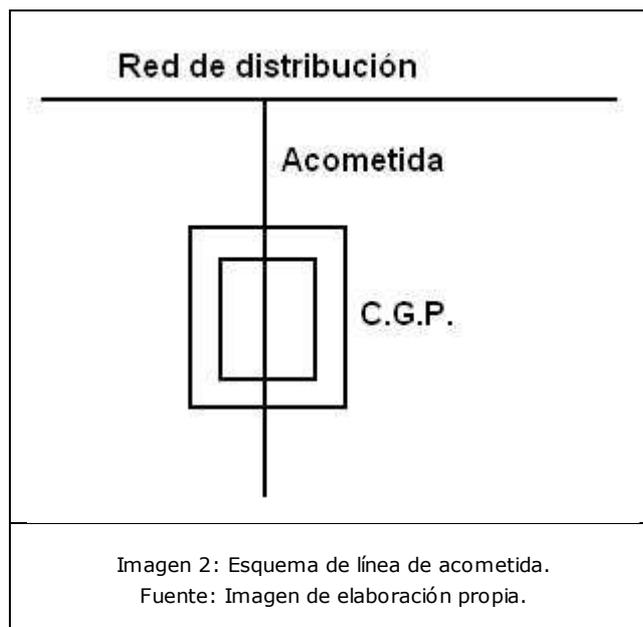
## ***Acometida, caja general de protección, interruptor general de maniobra y línea general de alimentación:***

► **Acometida:** la línea de acometida se define como la parte de la instalación de enlace comprendida entre la red de distribución pública y la caja o cajas generales de protección del edificio.

La acometida, la caja general de protección y la línea repartidora constituyen, por ese orden, las 3 primeras fases de la instalación de enlace de un edificio, lo que permite canalizar la corriente eléctrica desde la red pública de distribución hasta la centralización de contadores.

Se realizan de forma aérea, subterránea o mixta, dependiendo del origen de la red de distribución a la cual se conectan.

Se utilizará un conductor de cobre o aluminio de [0,6/1KV](#).

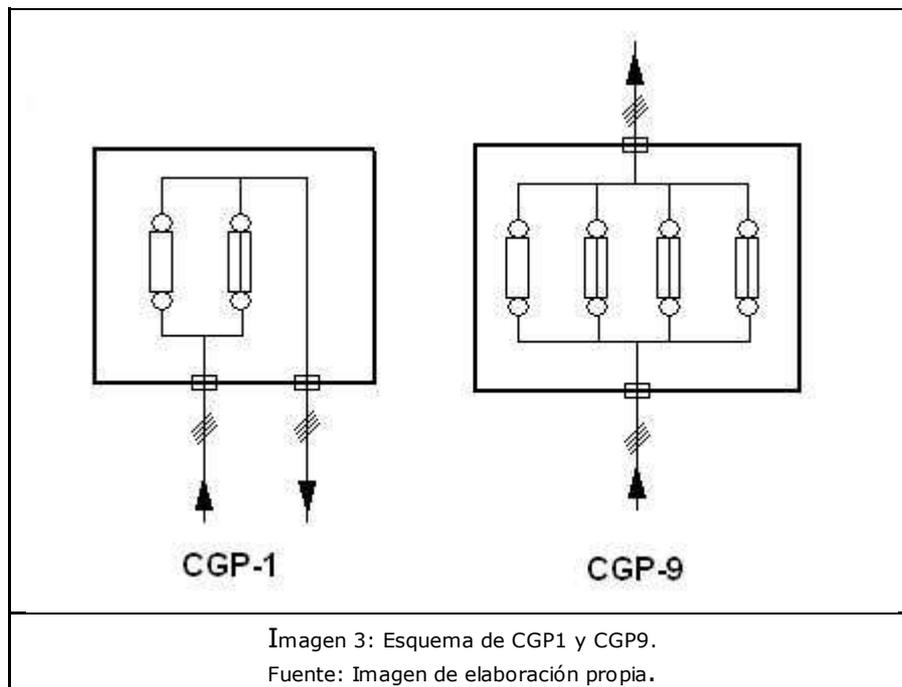


► **Caja general de protección (CGP):** se define como la caja que aloja los elementos de protección de la línea repartidora. Marca el límite de la propiedad de la instalación, entre la compañía suministradora y las instalaciones de los abonados.

Dentro de ellas se instalan cortocircuitos fusibles en todos los conductores de fase, con poder de corte al menos igual que la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. Dispone también de un borne de conexión para el neutro y un borne de conexión para su puesta a tierra si la caja es metálica.

Su emplazamiento se acuerda entre la compañía suministradora y la propiedad del edificio, eligiéndose por lo general la fachada del inmueble o lugares de uso común de libre y fácil acceso.

Existen diferentes tipos de esquemas de conexión dependiendo de la colocación de la caja en el edificio, de que se utilicen una o varias cajas y del número de líneas repartidoras que salgan de las cajas. Se denominan: CGP1, CGP7, CGP9, CGP10, CGP12 Y CGP14.



- ▶ **Interruptor general de maniobra (IGM):** no es un elemento de protección, sino un elemento de seguridad para dejar fuera de servicio la centralización, en caso de necesidad. Es obligatorio para concentraciones de más de 2 usuarios.
- ▶ **Línea general de alimentación (LGA):** es la conducción eléctrica que enlaza la CGP con la centralización de contadores del edificio.

En viviendas unifamiliares esta línea no existe, debido a que la caja general de protección enlaza directamente con el contador del abonado.

El número de líneas repartidoras de que dispone un edificio será de tantas como cajas generales de protección (CGP) tenga.

Los conductores que se emplean para las líneas repartidoras son de cobre o aluminio, [unipolares](#) y [aislados](#) de 0,6/1KV, 3 fases y uno de neutro. Deben ser no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. La sección mínima será de 10mm<sup>2</sup> para cobre y 16 mm<sup>2</sup> para aluminio.

La caída de tensión máxima reglamentaria será del 0,5% y contadores totalmente concentrados y del 1% en contadores parcialmente concentrados.

- ▶ **Cuadro de contadores:** el contador de energía eléctrica es el aparato que contabiliza esta energía en las líneas y redes de corriente alterna, tanto monofásica como trifásica.

Se podrán colocar de forma individual y concentrados.

Se realizará en material [aislante clase A](#), [autoextinguibles](#) y no propagadores de llama.

Los conductores utilizados serán de 6mm<sup>2</sup> de sección.

## Derivación individual e interruptor de control de potencia:

- **Derivación individual (DI):** son las líneas que unen el contador de cada abonado con el interruptor de control de potencia instalado en el interior de la vivienda.

Los conductores utilizados serán de cobre o aluminio, unipolares, aislados, de tensión 450/750V. Serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

La sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para fases, neutro y protección y de 1,5 mm<sup>2</sup> hilo de mando de color rojo.

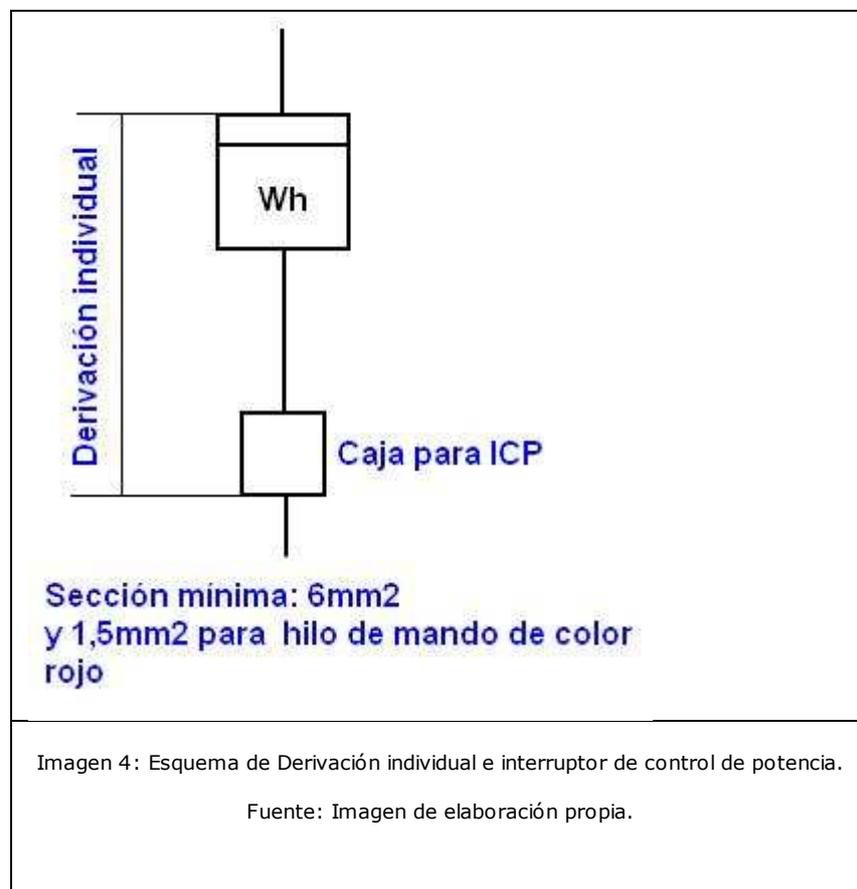
La máxima caída de tensión que permite el reglamento para derivaciones individuales será del 0,5% para derivaciones individuales o concentradas por plantas, del 1% para contadores totalmente concentrados y del 1,5% para un único usuario donde no exista LGA.

Contadores			
L.G.A	Totalmente concentrados 0,5 %	Parcialmente concentrados 1 %	
D.I.	Totalmente concentrados 1 %	Individual o por plantas 0,5 %	Único usuario y no existe LGA 1,5 %

- **Interruptor de control de potencia (ICP):** es un dispositivo automático que forma parte del equipo de medida y que se instala de acuerdo con la potencia contratada para cada vivienda. Su misión es controlar la potencia instantánea demandada en la instalación, por lo que se le considera como elemento de control y no de seguridad.

El control de potencia se efectúa por paso de intensidad.

Se instala delante del cuadro de distribución de la vivienda y lo más cerca posible de la entrada de la derivación individual.





## Importante

Haz una foto de la CGP de tu vivienda y del ICP y envíaselas a tu tutor explicando la función de cada una de ellos.



## Para saber más

Enlace a la norma UNE que rige el conductor que hemos tratado:

- ▶ [UNE 21123](#)

Enlace donde podréis ver una fotografía de una CGP:

- ▶ [Fotografía de una CGP](#)

Enlace para que veáis esquemas y dibujos de una instalación de enlace:

- ▶ [Esquemas de una instalación de enlace \(I\)](#)
- ▶ [Esquemas de una instalación de enlace \(II\)](#)

## 2. Instalaciones eléctricas en viviendas: elementos componentes y funcionamiento (II)



### Instalaciones interiores:

► **Cuadro general de mando y protección (CGMP):** se le denomina también cuadro de distribución. Es el encargado de alojar todos los dispositivos de seguridad, protección y distribución de la instalación interior de la vivienda. Se sitúa próximo a la puerta de entrada de la vivienda.



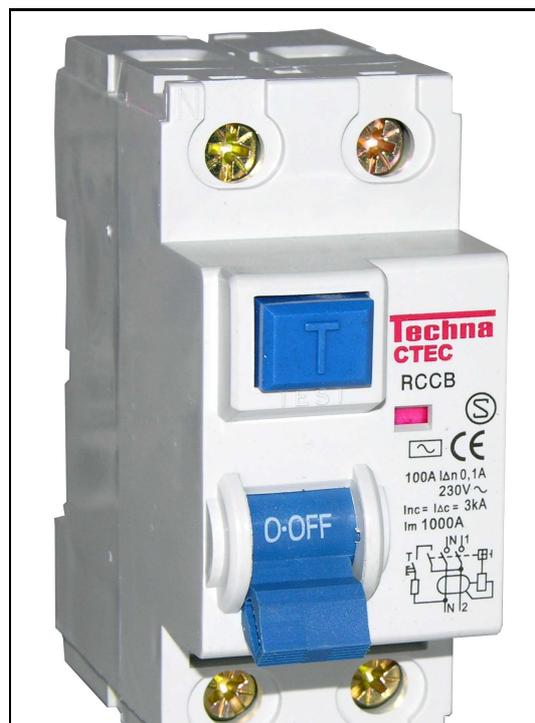
Imagen 5: Cuadro eléctrico de protección en una vivienda. Compuesto por: ICP, IGA, PIAS e ID.

Fuente: [Wikipedia](#).

Licencia Creative Commons.

Está compuesto por los siguientes elementos:

- **Interruptor general automático (IGA):** su función es la de proteger la derivación individual contra [sobrecargas](#) y [cortocircuitos](#). Actúa ante una intensidad de cortocircuito que se produzca en algún punto de la instalación.
- **Interruptor diferencial (ID):** se encarga de proteger a las personas contra contactos indirectos. Los que se instalan en las viviendas son de alta sensibilidad, cuya intensidad máxima es de 30mA y tiempo de respuesta 50mseg.



### ***Instalación interior:***

Es la parte de la instalación eléctrica propiedad de cada abonado.

Parte del cuadro general de mando y protección (CGMP), enlazando con todos los receptores, fundamentalmente a través de puntos de luz y tomas de corriente.

El número de circuitos independientes de una vivienda depende del grado de electrificación de la misma.



### **Importante**

Haz una foto de la CGMP de tu vivienda y del ID y envíaselas a tu tutor explicando la función de cada una de ellos.

### 3. Instalaciones eléctricas en viviendas: elementos componentes y funcionamiento (III)



#### **Elementos de medida y protección:**

En todas las instalaciones eléctricas, en edificios destinados principalmente a viviendas, existen distintos aparatos que protegen a las personas de los contactos indirectos, protegen las instalaciones propiamente dichas, controlan la potencia demandada y registran el consumo.

- ▶ **Fusibles:** son elementos de protección que desconectan con seguridad corrientes de cortocircuito muy elevadas. Son utilizados para la protección de los conductores, aparatos e instalaciones contra sobreintensidades.



Imagen 10: Fusible de porcelana 100A.  
Fuente: Banco de imágenes y sonidos del ITE.

Están formados por un cartucho de porcelana, en cuyo interior se aloja el conductor fusible rodeado de arena de cuarzo que actúa como medio de extinción.

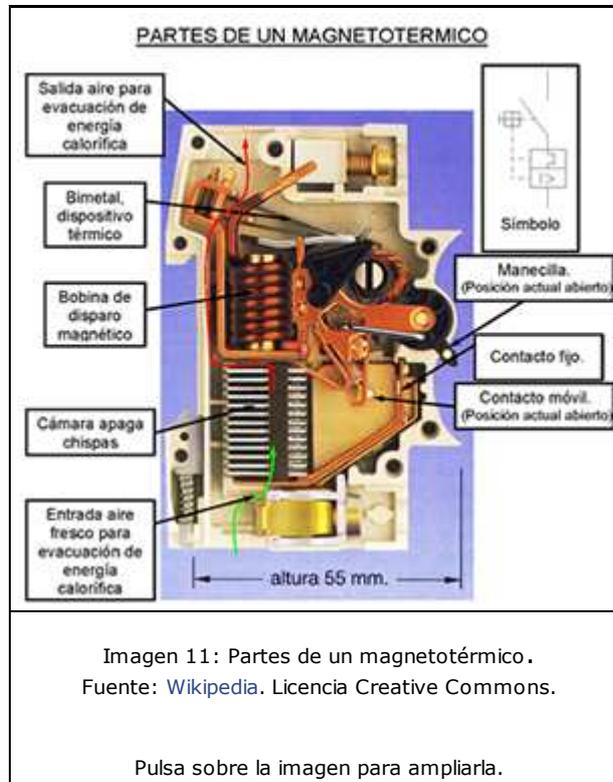
Se clasifican atendiendo a las características de funcionamiento y forma constructiva:

- ▶ **Fusibles de clase gL:** uso general y protección de cables.
- ▶ **Fusibles de clase aM:** protección de aparatos de conexión.
- ▶ **Fusibles de clase gR:** uso general y protección de semiconductores.

- ▶ **Interruptores automáticos:** son los denominados PIAS vistos anteriormente.

Están provistos de un disparador térmico (bimetal) retardado para pequeñas sobreintensidades que dependen del tiempo de permanencia de la sobrecarga.

Constan también de un disparador electromagnético instantáneo para sobreintensidades elevadas o cortocircuitos (tiempo de respuesta en menos de 1mseg.).



En el mercado existen 3 tipos de interruptores: H, L y G, según se apliquen en viviendas, líneas o para protección de aparatos accionados con motor:

- ▶ **Tipo H:** dispara para 2-3 veces la intensidad nominal. Apropriados para circuitos de control.
- ▶ **Tipo L:** dispara para 3-5 veces la intensidad nominal. Apropriados para las líneas.
- ▶ **Tipo G:** dispara para 8-12 veces la intensidad nominal. Destinados a la protección de aparatos.

- ▶ **Interruptor diferencial:** visto anteriormente. Es un dispositivo de protección sensible a la corriente de fuga a tierra.

Recibe el nombre de corriente diferencial, porque es igual a la diferencia entre todas las corrientes entrantes y salientes de una instalación consumidora.

Abre el circuito cuando la corriente hacia tierra supera su umbral de intervención (sensibilidad). Pueden ser:

- ▶ Alta sensibilidad: 0,03 A.
- ▶ Media sensibilidad: 0,3 A.
- ▶ Baja sensibilidad: 0,5 A.

- ▶ **Contador de energía activa:** es el aparato encargado de medir y registrar el consumo de la energía eléctrica.

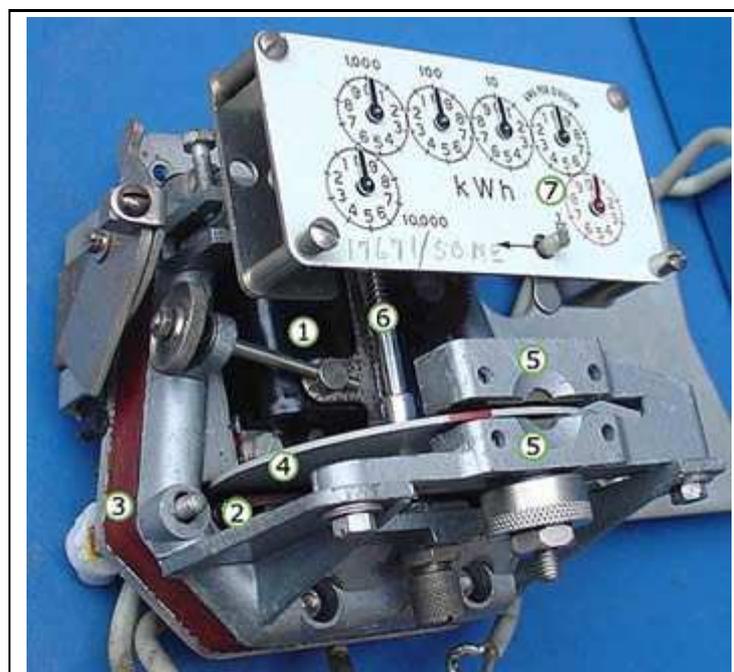
La clasificación más general del contador es la siguiente:

- ▶ **Contador de energía activa:** registran la cantidad de energía que las empresas suministradoras entregan al abonado.
- ▶ **Contador de energía reactiva:** si en la instalación del abonado existen receptores de carácter inductivo, se usa el contador de energía reactiva para calcular el factor de potencia medio de la instalación.



Un contador consta de los siguientes componentes:

- ▶ **Bobina voltimétrica:** se conecta en paralelo al circuito.
- ▶ **Bobina amperimétrica:** se conecta en serie al circuito.
- ▶ Disco giratorio de aluminio.
- ▶ Dispositivo de frenado.
- ▶ Dispositivo contador numérico.





## Importante

Investiga el funcionamiento de un contador eléctrico de una vivienda y coméntalo con tu tutor.

## 4. Instalaciones eléctricas en viviendas: elementos componentes y funcionamiento (IV)



### **Elementos de maniobra:**

- ▶ **Interruptor:** sirve para abrir o cerrar un circuito de modo permanente y a voluntad. Consta de 2 bornes a los que van conexionados el conductor de entrada y el de salida, y de una pieza metálica que interrumpe o establece el contacto eléctrico entre ambos.



Imagen 14: Interruptor de empotrar.

Fuente: Banco de imágenes y sonidos del ITE.

- ▶ **Conmutadores:** externamente son idénticos a los interruptores. Consta de un borde común denominado puente y de 2 bornes de salida. Su misión es conectar a través del puente la entrada de corriente con una u otra salida.

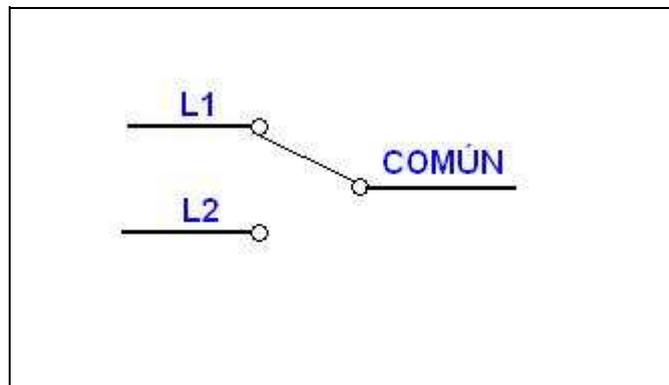
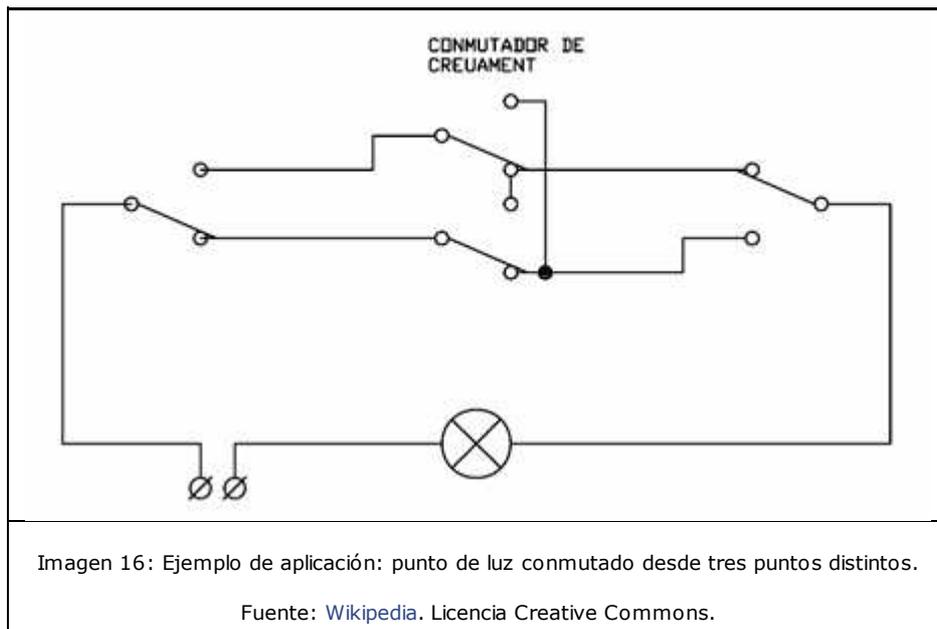


Imagen 15: Símbolo eléctrico de un conmutador.  
El terminal común puede cambiar entre los terminales L1 y L2.

Fuente: Elaboración propia.

► **Conmutador de cruzamiento:** se utiliza en instalaciones en que se requiera realizar el mando desde 3 o más puntos. Es un conmutador de 2 posiciones, con 4 bornes conectados 2 a 2 en cada posición.



► **Pulsadores:** es un tipo de interruptor especial que solamente cierra el circuito mientras se mantiene la presión sobre el sistema de accionamiento, y cesa el contacto al cesar dicha presión.



## **Elementos de conexión:**

► **Enchufe:** es una toma de corriente realizada mediante la unión de 2 piezas metálicas. Las piezas fijas, a las que está conectada la línea de alimentación, van sobre un aparato que constituye la base del enchufe. La pieza móvil, a la que está conectada el aparato receptor, se llama clavija de enchufe.



Imagen 18: Clavija de un enchufe conectada a su base.

Fuente: [Banco de imágenes y sonidos del ITE.](#)  
Licencia Creative Commons.

► **Portalámparas:** sirven para conectar las lámparas a la instalación, y son, al mismo tiempo, su soporte. Consta de un casquillo roscado que sirve de sujeción y lleva un contacto que conecta uno de los extremos del filamento. En el fondo de dicho casquillo se halla, aislado, el segundo contacto, que conecta con el otro extremo del filamento, cuando la lámpara está roscada a fondo.



Imagen 19: Portalámparas para colgar.

Fuente: [Banco de imágenes y sonidos del ITE.](#)  
Licencia Creative Commons.



## Importante

Explica el funcionamiento de un circuito eléctrico en el que se pueda activar y desactivar una lámpara desde 3 puntos diferentes. ¿Qué dispositivos eléctricos utilizaremos? Dibuja el esquema.

## 5. Instalaciones eléctricas en viviendas: elementos componentes y funcionamiento (V)



### ► **Conductores eléctricos:**

Desde que la energía eléctrica comienza su recorrido en las centrales generadoras hasta llegar a los centros de consumo, discurre a través de líneas y redes de distribución formadas por conductores de cobre o aluminio. La utilización de estos metales se debe a su gran conductividad eléctrica; además permite una caída de tensión pequeña y un calentamiento no excesivo.

Los conductores de hasta 450/750V están regulados en la norma UNE 20434 que se compone de 3 partes:

- **Primera parte:** correspondencia a la normalización y tensión nominal.
- **Segunda parte:** constitución del cable:
  - Naturaleza del material aislante y/o cubierta.
  - Particularidades constructivas.
  - Formación del conductor.
- **Tercera parte:** número de conductores y sección nominal.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, por los colores de sus aislamientos:

- **Conductor de Fases:** marrón, negro y gris.
- **Conductor neutro:** azul claro.
- **Conductor de protección:** verde-amarillo.

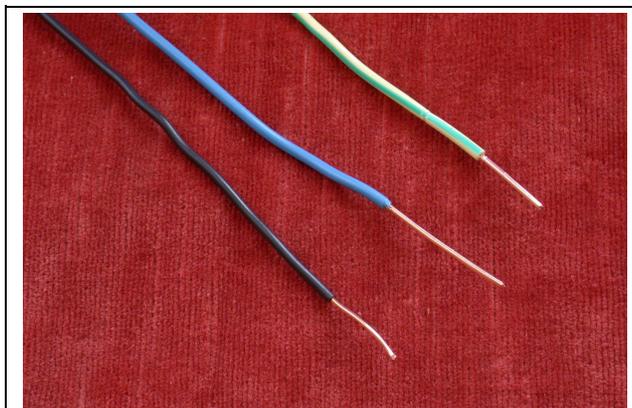


Imagen 20: Conductores eléctricos.

Fuente: Banco de imágenes y sonidos del ITE.  
Licencia Creative Commons.

► **Tubos protectores:**

Los tubos, en viviendas, se pueden instalar en canalizaciones fijas en superficie o en canalizaciones empotradas.

Deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados.



Imagen 21: Tubo protector rígido para conductores eléctricos.

Fuente: Banco de imágenes y sonidos del ITE.  
Licencia Creative Commons.

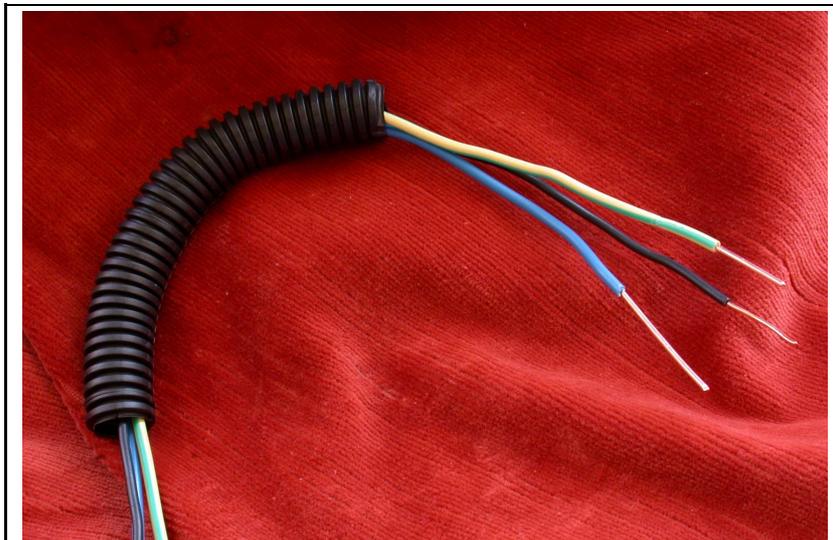


Imagen 22: Tubo protector flexible para conductores eléctricos.

Fuente: Banco de imágenes y sonidos del ITE.  
Licencia Creative Commons.



► **Puestas a tierra:**

El objeto de la puesta a tierra es el de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan representar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material eléctrico utilizado.

Las partes fundamentales de toda puesta a tierra en edificios y viviendas son las siguientes:

- Tomas de tierra compuestas por [electrodo](#), líneas de enlace con tierra y puntos de puesta a tierra.
- Instalaciones de tierra, formada a su vez, por línea principal de tierra, línea secundaria y conductores de protección.

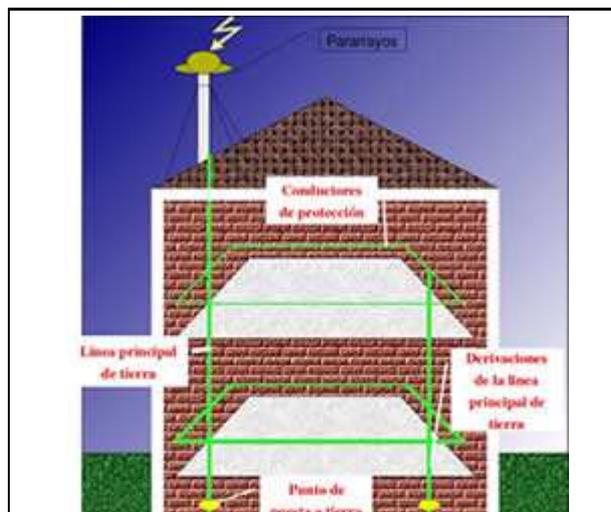


Imagen 24: Electrodo o pica de tierra (Izquierda) de una vivienda. El cable verde y amarillo es el conductor de tierra.

Fuente: [Wikipedia](#). Licencia Creative Commons.

Se conectarán a tierra toda masa metálica, así como las masas metálicas de los aparatos receptores. Deberán conectarse además los depósitos de fuel-oil, calefacción general, antenas de radio y TV y las instalaciones de agua y gas.

La línea principal de tierra será de cobre con una sección mínima de 16 mm<sup>2</sup>.





## Para saber más

Aquí os dejo un enlace a una página donde os quedará mucho más claro este concepto de conductor eléctrico:

- ▶ [Aprender a leer un cable.](#)

Y aquí os dejo el enlace a la norma:

- ▶ [UNE 20434.](#)

## 6. Instalaciones eléctricas en viviendas: cálculo de la sección de conductores (VI)



### ► Cálculo de la sección de conductores:

Dado que los conductores no son perfectos y poseen una cierta resistencia eléctrica, cuando son atravesados por una corriente eléctrica se producen 2 fenómenos:

- Se calientan y pierden potencia.
- Al estar conectados en serie con los aparatos eléctricos que alimentan, se produce una caída de tensión, que hace que se reduzca apreciablemente la tensión, al final de la línea.

Estos son los 2 factores que hay que tener en cuenta para el cálculo de la sección de los conductores eléctricos.

#### 1. Cálculo de la sección teniendo en cuenta el calentamiento de los conductores.

Como hemos visto en temas de unidades anteriores, el calor que producen los conductores se calcula con la expresión:

$$P_{\text{perdida}} = I^2 \times Rl$$

Es decir, la potencia perdida en un conductor es el producto de la Resistencia propia del conductor por la Intensidad de corriente que circula por ese mismo conductor al cuadrado. Esta resistencia depende sobre todo de su sección. Si queremos que se pierda poca potencia, deberemos aumentar su sección.

Veámoslo con un ejemplo.



### Ejercicio resuelto

Calcula la potencia que se pierde en un conductor de cobre de 150m de longitud y  $1,5\text{mm}^2$  de sección que alimenta a un motor eléctrico de 5 Kw de potencia a una tensión de 230V.

**Datos:  $\rho$  del cobre = 0,017.**



### Ejercicio resuelto

¿Cuál será la pérdida de potencia si aumentamos la sección a  $4\text{mm}^2$ ?

Como hemos visto en el ejemplo anterior, al aumentar la sección del conductor, disminuye la pérdida de potencia y por tanto disminuye el calor producido por el mismo.

Por tanto podemos decir que el calentamiento de un conductor depende sobre todo de la intensidad de corriente que circule por el mismo. Por lo que a mayor intensidad que circula por el conductor, mayor tendrá que ser la sección del mismo para que no se caliente demasiado.

También hay que tener en cuenta a la hora de determinar la sección, la forma de instalar los conductores, porque no es lo mismo que un conductor esté al aire que esté instalado bajo tubo, ya que éste concentra más calor, ¿verdad?

Y ante esto se nos plantean varias formas de agrupación de conductores:

- **Conductores unipolares:** línea formada por conductores separados.
- **Conductores bipolares:** línea formada por 2 conductores unidos por material aislante.
- **Conductores tripolares:** línea formada por 3 conductores unidos por material aislante.

Con todo esto, son los fabricantes de conductores eléctricos los que nos indican la intensidad de corriente máxima que pueden soportar éstos conductores, denominada **Intensidad máxima admisible**, en función de las condiciones de instalación.

Para ello el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) nos da una tabla para el cálculo de las secciones de conductores.

Las intensidades máximas admisibles de los conductores se determinan utilizando la tabla 1 de la [ITC-BT-19](#) del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de 2002.



Imagen 26: Tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C.  
Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento de la ITC BT 19 del REBT.

Fuente: [Ministerio de industria](#).

Pulsa sobre la imagen para ampliarla.

Con la ayuda de esta tabla podremos calcular el conductor necesario para cada circuito eléctrico de una vivienda con las características y especificaciones que nos den.



## Ejercicio resuelto

¿Cuál será la intensidad máxima que podrán conducir los conductores de una línea bipolar aislada con PVC instalada directamente sobre la pared si su sección es de  $10\text{mm}^2$ ? ¿Y si se instala bajo tubo?

Consulta la tabla de la ITC 19 del REBT de intensidades admisibles.



## Importante

¿Porqué se emplean altas tensiones en el transporte de energía eléctrica? Razona tu respuesta y envíasela a tu tutor.

### 2. Cálculo de la sección teniendo en cuenta la caída de tensión.

Como sabemos, el conductor eléctrico al ser una resistencia y pasarle una corriente eléctrica es capaz de "retener" un voltaje o tener una caída de tensión, ¿verdad?

Esta caída de tensión puede llegar a ser un problema para el correcto funcionamiento de los receptores, ya que estos funcionan a una tensión determinada y si reciben menos tensión, es fácil de que no funcionen correctamente.

Por tanto la caída de tensión de un conductor debe ser tenida en cuenta, y el REBT nos dice que no puede exceder de unos límites prefijados.

En definitiva, no sólo habrá que tener en cuenta el calentamiento del conductor para determinar su sección, sino que también será necesario no sobrepasar el porcentaje de caída de tensión prefijado por el REBT.

¿Lo vemos con un ejemplo?



## Ejercicio resuelto

Calcular la sección que le correspondería a una línea compuesta por 2 conductores de cobre unipolares instalados bajo tubo empotrado en obra y aislados con PVC de 100m de longitud, que alimenta a un taller de  $15\text{ KW} / 400\text{ V}$ , si la caída máxima de tensión que se admite es del 1% de la alimentación.



## Importante

En el caso de que el conductor tuviese una Intensidad máxima admisible inferior a la que circula por la línea, habría que tomar una sección superior, predominando en este caso el cálculo de la sección por calentamiento de los conductores al cálculo por caída de tensión.



## Ejercicio resuelto

¿Qué sección le correspondería a la línea del ejercicio anterior si no se tuviese en cuenta la caída de tensión de la misma?



## Para saber más

Y aquí os dejo el enlace a todas las ITC del REBT:

- ▶ [Instrucciones Técnicas complementarias del REBT.](#)

## 7. Circuitos característicos. Grados de electrificación



### ► Grado de electrificación básico:

En los circuitos generales de mando y protección se ejecutarán según lo dispuesto en la ITC-BT-17 y constarán como mínimo de:

- Un interruptor general automático de corte onnipolar con accionamiento manual, de intensidad nominal mínima de 25A y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Uno o varios interruptores diferenciales que garanticen la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, con una intensidad diferencial residual de 30mA e intensidad asignada superior o igual que la del interruptor general.
- Un interruptor automático de corte onnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos con una intensidad asignada según su aplicación en cada uno de los circuitos independientes para su protección.

En cuanto a los circuitos independientes, en un grado de electrificación básico tenemos:

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

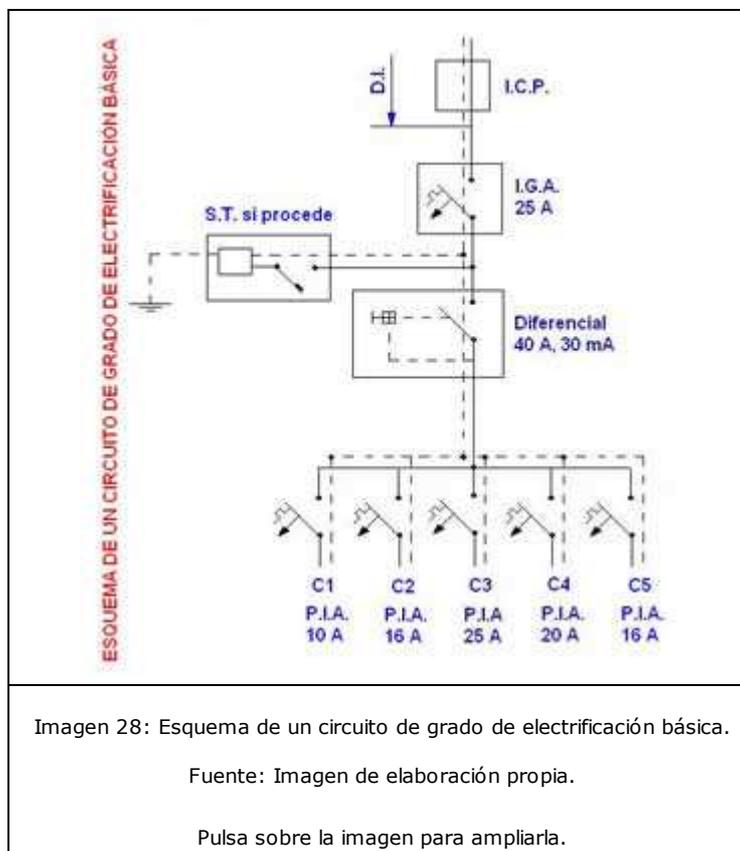


Imagen 28: Esquema de un circuito de grado de electrificación básica.

Fuente: Imagen de elaboración propia.

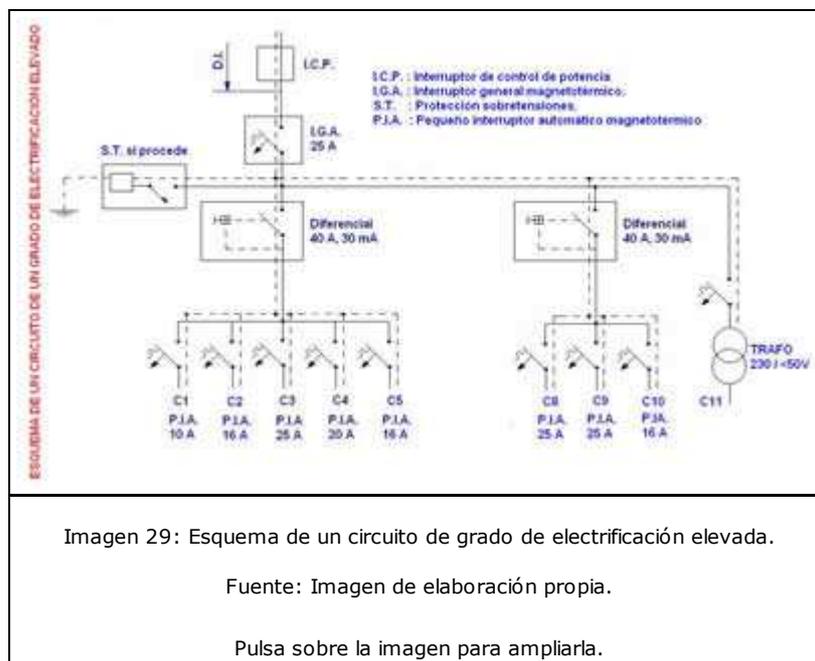
Pulsa sobre la imagen para ampliarla.

► **Grado de electrificación elevado:**

En el caso de viviendas con una previsión importante de aparatos electrodomésticos que obligue a instalar más de un circuito cualquiera de los descritos anteriormente, así como con previsión de sistemas de calefacción eléctrica, acondicionamiento de aire, automatización, gestión técnica de la energía y seguridad o con superficies útiles de las viviendas superiores a 160m<sup>2</sup>, en este caso se instalará, además de los correspondientes a la electrificación básica:

- **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 160m<sup>2</sup>.
- **C8:** circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando existe previsión de ésta.
- **C9:** circuito de distribución interna, destinado a la instalación de aire acondicionado, cuando existe previsión de éste.
- **C10:** circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente.
- **C11:** circuito de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista la previsión de éste.
- **C12:** circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C3 y C4, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C5, cuando su número de tomas de corriente exceda de 6.

Se instalará un interruptor diferencial por cada 5 circuitos instalados, tanto para electrificación básica como elevada.



► **Determinación del número de circuitos, sección de los conductores y de las caídas de tensión:**

En la tabla 1 de la ITC-BT-25 del REBT, se relacionan los circuitos mínimos previstos con sus características eléctricas.

Tabla 1. Características eléctricas de los circuitos<sup>(1)</sup>

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad Fs	Factor utilización Fu	Tipo de toma	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm <sup>2</sup>	Tubo o conducto Diámetro mm
C1 Iluminación	200	0,75	0,8	Punto de luz <sup>(2)</sup>	10	30	1,5	16
C2 Tomas de uso general	3.400	0,7	0,75	Bases 16A 2p+T	16	20	2,5	20
C3 Cocina y horno	3.400	0,5	0,75	Bases 25 A 2p+T	25	3	6	25
C4 Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.400	0,66	0,75	Bases 16A 2p+T instaladas en cuadros e interruptores automáticos de 16 A <sup>(3)</sup>	20	3	4 <sup>(4)</sup>	20
C5 Baño, cuartos de cocina	3.200	0,4	0,5	Bases 16A 2p+T	16	8	2,5	20
C6 Calefacción	—	—	—	—	25	—	6	25
C7 Aire acondicionado	—	—	—	—	25	—	6	25
C8 Secadora	3.400	1	0,75	Bases 16A 2p+T	16	1	2,5	20
C9 Automatización	—	—	—	—	10	—	1,5	16

(1) La tensión nominal es de 230 V entre fase y neutro.  
 (2) La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W.  
 (3) Diámetros según ITC-BT 19.  
 (4) La potencia máxima permisible por circuito será de 2.300 W.  
 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.  
 En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección 2,5 mm<sup>2</sup> que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm<sup>2</sup>.  
 Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán tipo ESB 25-5A y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura G2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura ESB 25-5A, ambas de la norma UNE 20316.  
 Los fusibles e 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.  
 El punto de luz instalará conductor de protección.

Imagen 30: Tabla 1 de la ITC-BT-25.

Fuente: Ministerio de industria.

Pulsa sobre la imagen para ampliarla.

La sección mínima indicada por circuito está calculada para un número limitado de puntos de utilización. De aumentarse el número de puntos de utilización, será necesaria la instalación de circuitos adicionales correspondientes.

El valor de la intensidad de corriente prevista en cada circuito se calculará de acuerdo con la fórmula:

$$I_{ad} = n * I_a * F_s * F_u$$

Donde:

- **n** = nº de tomas o receptores.
- **I<sub>a</sub>** = intensidad prevista por toma o receptor.
- **F<sub>s</sub>** = Factor de simultaneidad, relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total.
- **F<sub>u</sub>** = Factor de utilización. Factor medio de utilización de la potencia máxima de un receptor.

Los conductores serán de cobre y su sección será como mínimo la indicada en la tabla 1 de la ITC-BT-25 del REBT, y además estará condicionada a que la caída de tensión sea como máximo el 3%.

► **Puntos de utilización:**

En cada estancia se utilizará como mínimo los puntos de utilización dispuestos en la tabla 2 de la ITC-BT-25 del REBT.



## Para saber más

Aquí os dejo el enlace de la instrucción técnica complementaria tratada en el apartado:

- ▶ [ITC-BT-25](#)

## 8. Previsión de potencia para un conjunto de viviendas



En la ITC 10 del REBT en su párrafo 3.1, la carga correspondiente a un conjunto de viviendas "se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda por el coeficiente de simultaneidad indicado en la tabla 1, según el número de viviendas".

- ▶ La previsión de potencia para un grado de electrificación básico será como mínimo de 5.750 W/vivienda a 230V (25A).
- ▶ La previsión de potencia para un grado de electrificación elevado será como mínimo de 9,200 W/vivienda a 230V (25A).

Nº Viviendas (n)	Coefficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	$15,3+(n-21)0,5$

**Tabla 1. Coeficiente de simultaneidad, según el número de viviendas**

Imagen 31: Coeficiente de simultaneidad según el número de viviendas.

Fuente: Ministerio de industria.

Pulsa sobre la imagen para ampliarla.

## 9. Carga total de un edificio de viviendas



Según la ITC-BT-10 del REBT, se utilizará la expresión:

$$PT = P_v + P_{sg} + P_l + P_g$$

Donde:

- ▶ **P<sub>v</sub>**: viviendas: Media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda por [factor de simultaneidad](#) (Tabla 1 de ITC-BT-10)
- ▶ **P<sub>sg</sub>**: servicios generales del edificio.
- ▶ **P<sub>l</sub>**: locales comerciales: 10 W/m<sup>2</sup>. Mínimo 3.450 W.
- ▶ **P<sub>g</sub>**: garajes: 10 W/m<sup>2</sup> en garajes de ventilación natural y 20 W/m<sup>2</sup> en garajes de ventilación forzada. Mínimo 3.450W.



### Ejercicio resuelto

Se desea calcular la previsión de potencia de un edificio destinado a viviendas que consta de:

- ▶ 12 viviendas de electrificación básica.
- ▶ 8 viviendas de electrificación elevada.

Dispone de locales comerciales; uno es de 20m<sup>2</sup> y el otro de 40m<sup>2</sup>.

Los servicios generales están compuestos por:

- ▶ 10 lámparas incandescentes de 100w cada una para el alumbrado de la escalera.
- ▶ 4 luminarias fluorescentes de 2 x 36w cada una, para el alumbrado del portal.
- ▶ 2 ascensores de 5CV cada uno.
- ▶ grupos de presión de 3CV cada uno.

Además dispone de un garaje de 750m<sup>2</sup> con ventilación forzada.

**Nota:** Tómese 1CV = 736W



## Autoevaluación

Se desea calcular la previsión de potencia de un edificio destinado a viviendas que consta de:

- 15 viviendas de electrificación básica.
- 4 viviendas de electrificación elevada.

Dispone de 5 locales comerciales; 2 son de 60 m<sup>2</sup> cada uno y 3 son de 34 m<sup>2</sup> cada uno.

Los servicios generales están compuestos por:

- 14 lámparas incandescentes de 60W cada una para el alumbrado de la escalera.
- 8 luminarias fluorescentes de 4 x 18 W cada una para el alumbrado del portal.
- 2 ascensores de 8CV cada uno.
- 3 grupos de presión de 4 CV cada uno.

Además dispone de un garaje de 1.250m<sup>2</sup> con ventilación forzada.

**Nota:** Tómese 1CV = 736W.