

# Montaje de circuitos eléctricos básicos de maniobra y fuerza

## Caso práctico

Parece que hoy vamos a tener un día despejado, algo que resulta inólito porque casi siempre está nublado o lloviendo. Al menos, eso beneficia a nuestra futura energía - comenta Lorenzo, mientras camina hasta el despacho con Marisol.

Tras unos minutos de charla para amenizar la jornada, dice Marisol. - Al tema, ¿qué dudas me traes hoy?

- Pues la verdad es que estoy un poco oxidado y cuando he visto los planos y la documentación con los cálculos, ... me he venido abajo, y te he llamado- dice sonriendo Lorenzo.

- Bueno, ¿y por dónde empezamos?

- Pues si me haces un resumen de todo para recordar...- responde con mirada suplicante.

- Muy bien, pero luego te toca invitar a la comida- sonrío Marisol. -La utilización de energía eléctrica es algo muy reciente en la historia humana. La primera central eléctrica con éxito comercial fue construida por Edison en 1882, en la ciudad de Nueva York. La central ofrecía electricidad a las casas y negocios del barrio, algo que no había pasado hasta entonces en ningún otro lugar del mundo. Poco a poco, los vecinos, las tiendas, los talleres fueron conectándose a la central para disfrutar de la iluminación eléctrica recién desarrollada. Fue el inicio de la electrificación, cuyo éxito sería enorme ...-

- Gracias por la lección de historia, muy interesante; pero tal vez algo de este siglo- interrumpe Lorenzo.

- Entonces y como tienes prisa, jajaj empecemos por lo básico, conceptos que ya conoces, como el circuito eléctrico...

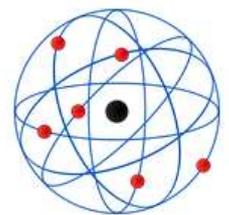
## ¿Qué es la electricidad?

La electricidad constituye una forma de energía que está presente en casi todas las actividades humanas de una sociedad desarrollada. Gran parte de los aparatos y máquinas que utilizamos funcionan gracias a ella. Entre sus ventajas cabe mencionar la facilidad con la que se transforma en otras formas de energía, así como la relativa sencillez con la que se genera y se hace llegar hasta los puntos de consumo. Sin embargo, la energía eléctrica no está exenta de inconvenientes: desde su tan debatido origen hasta los riesgos de accidentes, potencialmente graves.

## Carga eléctrica

Cuando un átomo tiene el mismo número de electrones que de protones, se dice que es **eléctricamente neutro**. Debido a fuerzas externas, los átomos pueden ganar o perder electrones, transformándose en iones. Si se produce un exceso de electrones, el átomo queda cargado negativamente (**ión negativo**); en caso contrario, el átomo queda cargado positivamente (**ión positivo**). Es posible producir, por frotamiento, un transvase de electrones de ciertos materiales a otros; cuando eso ocurre, el material receptor queda cargado negativamente. Este fenómeno se conoce con el nombre de electricidad estática.

En ocasiones, como consecuencia de un aporte de energía externa, se liberan electrones de la última capa (llamada capa de valencia), que "fluyen" o se mueven libremente de un átomo a otro. Este fenómeno es conocido como **corriente eléctrica**.



[Wikipedia \(CC0\)](#)

**La carga eléctrica o cantidad de electricidad** ( $Q$ ) que posee un cuerpo cargado es el exceso o defecto de electrones que este presenta. La unidad de carga es el culombio (C). La carga de un electrón equivale a  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

## Ley de Coulomb

Las cargas eléctricas del mismo signo se repelen, mientras que las de distinto signo se atraen. La ley de Coulomb permite cuantificar esta atracción o repulsión entre cargas eléctricas, mediante la siguiente expresión:

dónde  $F$  es la fuerza de atracción o repulsión, expresada en newtons (N);  $r$ , la distancia de separación de las cargas eléctricas, en metros (m);  $q_1$  y  $q_2$ , las cargas eléctricas, en culombios (C), y  $k$ , una constante, en  $N \cdot m^2 / C^2$

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$



**Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional.**

[Aviso Legal](#)

# 1.- El circuito eléctrico

## Caso práctico

- Ok, el circuito eléctrico ya lo conozco un poco, a lo que te refieres es al conjunto de elementos que lo conforman y cómo está conectado.- dice Lorenzo.

- Si, y lo que también es muy importante, ¿cuándo y cómo abrimos y cerramos el circuito?- añade Marisol. - La clave es entender que un circuito eléctrico puede ser muy sencillo, como una bombilla conectada a una pila, o muy complicado como, por ejemplo, el que hay en el interior del ratón que utilizas en tu ordenador. Si abrimos un ratón podemos ver el complejo circuito que esconde dentro. los circuitos eléctricos en los que hay muchos componentes y sólo circula una pequeña cantidad de corriente, como en este caso, se llaman también circuitos electrónicos.

Se denomina **corriente eléctrica** al desplazamiento continuo de electrones en el interior de un conductor.

La circulación de electrones a través de un circuito eléctrico se produce desde un punto de menor potencial eléctrico (mayor energía) a otro de mayor potencial eléctrico (menor energía). Cabe definir dos sentidos de la corriente eléctrica: **el sentido real**, que es el que marca la circulación de los electrones desde el polo negativo al polo positivo, y **el sentido convencional**, que es el de circulación de los "huecos" que dejan los electrones en su recorrido, desde el polo positivo al polo negativo.

La estructura atómica de los materiales determina la facilidad con que se desplaza el flujo de electrones, los cuales se dividen en: **aislantes, conductores y semiconductores**.

### Circuito eléctrico

Un **circuito eléctrico** es un conjunto de elementos unidos entre sí, a través de los cuales circula la corriente eléctrica produciendo unos efectos determinados.

Los elementos de que consta un circuito eléctrico son:

Elemento	Función
Generadores	Producen la diferencia de potencial o tensión que impulsa el flujo de electrones a través del circuito: pilas, baterías, fuentes de alimentación, alternadores, ...
Receptores	Transforma la energía eléctrica en otro tipo de energía. Las lámparas, los motores y las resistencias.
Conductores	Se encargan de unir todos los elementos del circuito y permitir el paso de la corriente eléctrica. Suelen ser cables de cobre o aluminio.
Elementos de control	Permiten o impiden el paso de la corriente eléctrica o regulan el modo de funcionamiento del circuito: pulsadores, interruptores, conmutadores, ...
Elementos de protección	Protegen de los efectos de la electricidad tanto a las personas como las instalaciones: interruptores automáticos, magnetotérmicos, diferenciales, ...

## 2.- Magnitudes, unidades y leyes eléctricas

### Caso práctico

- ¿A qué te ha gustado el vídeo?- pregunta Marisol.
- Me has hecho ver el vídeo que utilicé para la presentación del otro día ...
- Para refrescar, así que sigamos con la lección - dice Marisol con voz seria y una medio sonrisa- Ahora tocan las magnitudes eléctricas, ¿sabes cuáles son?
- Por supuesto ... la Intensidad de corriente, la resistencia, etc.
- Exacto, una magnitud es todo aquello que se puede medir, por ejemplo, la temperatura, el volumen, ... pero como bien has añadido; la electricidad tiene 3 magnitudes fundamentales. Las dos que has dicho junto al voltaje y aún más importante el ¿cómo relacionarlas entre ellas? ¿La Ley de Ohm o el efecto Joule?, ¿cómo calcular cada elemento?, ... Te lo explico un poco por encima y te buscas unos ejercicios de ejemplo.- comenta seriamente Marisol.
- ¿Que busque ejemplos?- pregunta confundido Lorenzo.
- Si, y me vas a hacer los ejercicios 3, 6 y 7 del libro.... estoy bromeando- termina Marisol sin poder contener la risa.

En los circuitos eléctricos existen una serie de magnitudes básicas (V, I, R, P, E) que permiten entenderlos y cuantificar los efectos que se derivan de su funcionamiento. Antes de iniciar el estudio de dichas magnitudes, realizaremos la comparación entre un circuito eléctrico y uno hidráulico, lo que nos ayudará a entender mejor lo que ocurre en el circuito eléctrico.

<https://www.youtube.com/embed/weFj0444VIE>

*Analogía de un circuito eléctrico y uno hidráulico*

En conclusión:

Circuito hidráulico	Bomba hidráulica	Turbina	Válvula	Tubería de agua	Diferencia de nivel
Circuito eléctrico	Generador	Motor	Interruptor	Conductor	Diferencia de potencial

## 2.1.- Intensidad de corriente eléctrica

Se denomina **intensidad de corriente eléctrica** a la cantidad de carga eléctrica que circula por un conductor en un determinado tiempo. Se representa por la letra  $I$  y su unidad es el amperio (A).

$$I = \frac{Q}{t} \quad I: \text{intensidad [A]}; Q: \text{carga eléctrica [C]}; t: \text{tiempo [s]}$$

Es una magnitud comparable al caudal de agua que fluye por una tubería. Para que haya corriente eléctrica por un circuito, son necesarias al menos dos condiciones:

- ✓ Que exista diferencial de potencial eléctrico.
- ✓ Que el circuito esté cerrado.

El amperímetro es el instrumento de medida empleado para medir la intensidad de la corriente. Sus terminales se intercalan en el conductor, de forma que por el instrumento de medida circula la corriente que se desea medir (conexión en serie).

### Para saber más

En el siguiente video, podemos ver una explicación gráfica de los que es la corriente eléctrica y cómo se genera.

<https://www.youtube.com/embed/RyZxOWINowQ>

*Intensidad*

## 2.2.- Resistencia

Se le denomina **resistencia eléctrica** a la oposición al flujo de corriente eléctrica a través de un conductor. La unidad de resistencia en el Sistema Internacional es el ohmio, que se representa con la letra griega omega ( $\Omega$ ), en honor al físico alemán Georg Simon Ohm, quien descubrió el principio que ahora lleva su nombre.

La resistencia de un conductor depende fundamentalmente del material en cuestión. El coeficiente que expresa esta característica se denomina **coeficiente de resistividad** y se expresa con la letra griega  $\rho$ . Pero también depende de la longitud y de la sección del conductor. La relación exacta se expresa en la ecuación siguiente:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

R: resistencia del conductor [ $\Omega$ ];  $\rho$ : coeficiente de resistividad [ $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ ]  
L: longitud del conductor [m] S: sección del conductor [ $\text{mm}^2$ ]

### Influencia de la temperatura sobre la resistividad

Se observa experimentalmente que la resistividad de los materiales no es constante sino que varía con la temperatura. La ecuación que define esta variación es la siguiente:

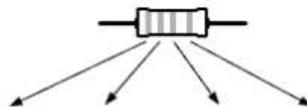
$$\rho = \rho_{20} (1 + \alpha \Delta T) = \rho_{20} (1 + \alpha (T_2 - T_1))$$

$\rho$ : resistividad a la temperatura que deseamos calcular     $\alpha$ : coeficiente de temperatura [ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ]  
 $\rho$ : resistividad a 20  $^{\circ}\text{C}$      $\Delta T$ : incremento de temperatura ( $T_2 - T_1$ )

### Código de colores

Para saber el valor de las resistencias de carbón, debemos recurrir al código de colores. Cada resistencia consta de cuatro bandas, de forma que:

- ✓ La 1a banda nos proporciona la primera cifra del valor de la resistencia.
- ✓ La 2a banda nos proporciona la segunda cifra del valor de la resistencia.
- ✓ La 3a banda nos proporciona el factor multiplicador (es el exponente de la potencia de 10 por la que debemos multiplicar las dos primeras cifras).
- ✓ La 4a banda nos proporciona la tolerancia (valores entre los que puede trabajar sin quemarse).



Color	1era y 2da banda	3ra banda	4ta banda	
	1era y 2da cifra significativa	Factor multiplicador	Tolerancia	%
plata		0.01		+/- 10
oro		0.1		+/- 5
negro	0	x 1	Sin color	+/- 20
marrón	1	x 10	Plateado	+/- 1
rojo	2	x 100	Dorado	+/- 2
naranja	3	x 1,000		+/- 3
amarillo	4	x 10,000		+/- 4
verde	5	x 100,000		
azul	6	x 1,000,000		
violeta	7			
gris	8	x 0.1		
blanco	9	x 0.01		

[Wikipedia \(CC0\)](#)

## Para saber más

El siguiente enlace podemos ver la diferencia entre conductividad y resistividad, hay una tabla al final donde aparecen los valores para los principales materiales.

[Conductividad y resistividad](#)



## 2.3.- Asociación de componentes de un circuito

### Asociación de resistencias

Un circuito equivalente es una simplificación del circuito primitivo que produce los mismos efectos que aquel en su conjunto y que nos permite realizar el cálculo del mismo de forma más sencilla.

#### Circuitos con resistencias en serie

Se dice que varias resistencias se conectan en serie cuando se une el final de una con el principio de la siguiente. En un circuito con resistencias en serie se cumple lo siguiente:

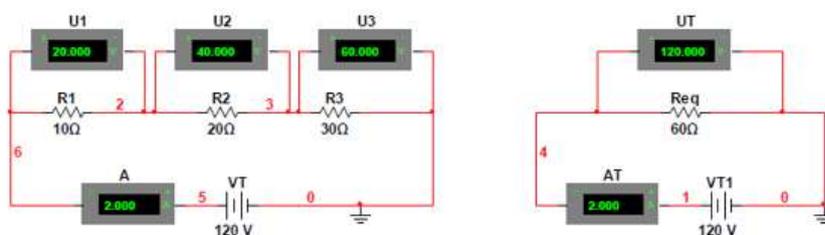
- La intensidad es igual en todos los puntos del circuito.
- La tensión total se reparte en cada resistencia.  $V_1+V_2+V_3=V_T$

Teniendo en cuenta esto, como  $V=I.R$ , se puede deducir lo siguiente:

$$V_1+V_2+V_3=V_T=I.R_1+I.R_2+I.R_3=I.(R_1+R_2+R_3)=I.Req$$

Luego también se cumple que la resistencia equivalente es igual a la suma de las resistencias del circuito.

$$Req=(R_1+R_2+R_3)$$



Circuito con resistencias colocadas en serie (CC0)

Para resolver circuitos con resistencias en serie, primero se calcula la resistencia equivalente, luego se halla la intensidad y después se calcula la tensión en cada resistencia. Los circuitos en serie no se utilizan para instalar lámparas porque si una se fundiese, las demás no lucirían. Además, la tensión se repartiría en función de su potencia, con lo que no lucirían bien.

Se utilizan estos circuitos para limitar la corriente que circula por un circuito o como divisor de tensión, para obtener una tensión más pequeña a partir de una mayor.

#### Circuito con resistencias en paralelo:

Se dice que varias resistencias se colocan en paralelo cuando se unen los principios y los finales entre sí, y estos a la tensión de alimentación. En un circuito con resistencias en paralelo se cumple lo siguiente:

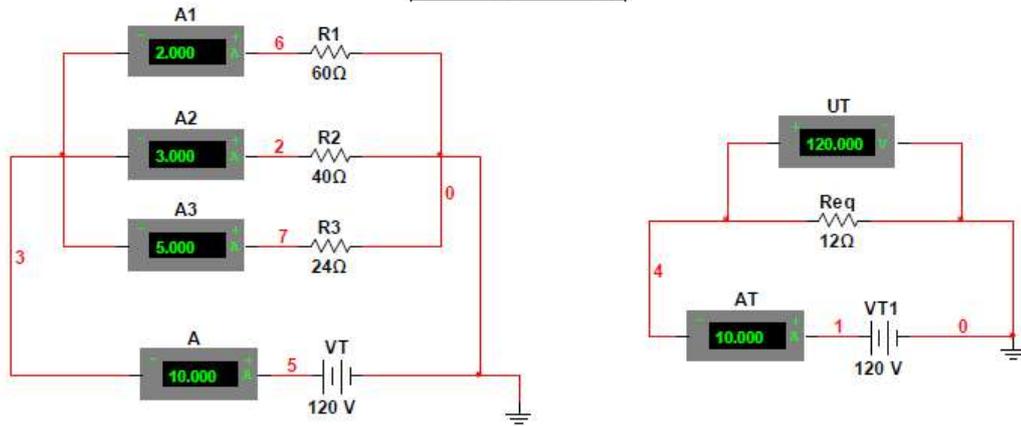
- La intensidad es igual a la suma de las intensidades del circuito.  $I_1+I_2+I_3=I_T$
- La tensión en cada resistencia es igual a la tensión total.  $V_1=V_2=V_3=V_T$

Teniendo en cuenta esto, como  $I=V/R$ , se puede deducir lo siguiente:

$$I_1+I_2+I_3=I_T = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} = V \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) = \frac{V}{R_{eq}} \quad \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Luego también se cumple que la resistencia equivalente es igual a la inversa suma de las inversas de las resistencias del circuito.

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

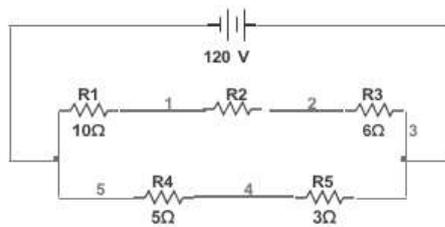


Circuito con resistencias en paralelo (CC0)

### Circuitos mixtos

En los circuitos mixtos, se asocian las resistencias en serie y en paralelo. Para resolverlos, se aplica lo visto en los circuitos en serie y paralelo.

Un circuito mixto se resuelve simplificándolo hasta obtener la resistencia equivalente. A partir de aquí, se van calculando las intensidades y tensiones parciales.



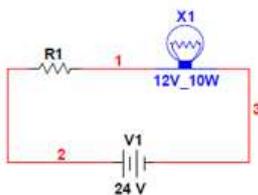
Circuito mixto (CC0)

La clave para progresar en el conocimiento de la electricidad es ir asegurando los conocimientos adquiridos y eso, sólo se puede conseguir mediante la práctica.

[https://es.educaplay.com/juego/4226857-t4\\_electricidad\\_resistencias\\_equivalentes.html](https://es.educaplay.com/juego/4226857-t4_electricidad_resistencias_equivalentes.html)

## Para saber más

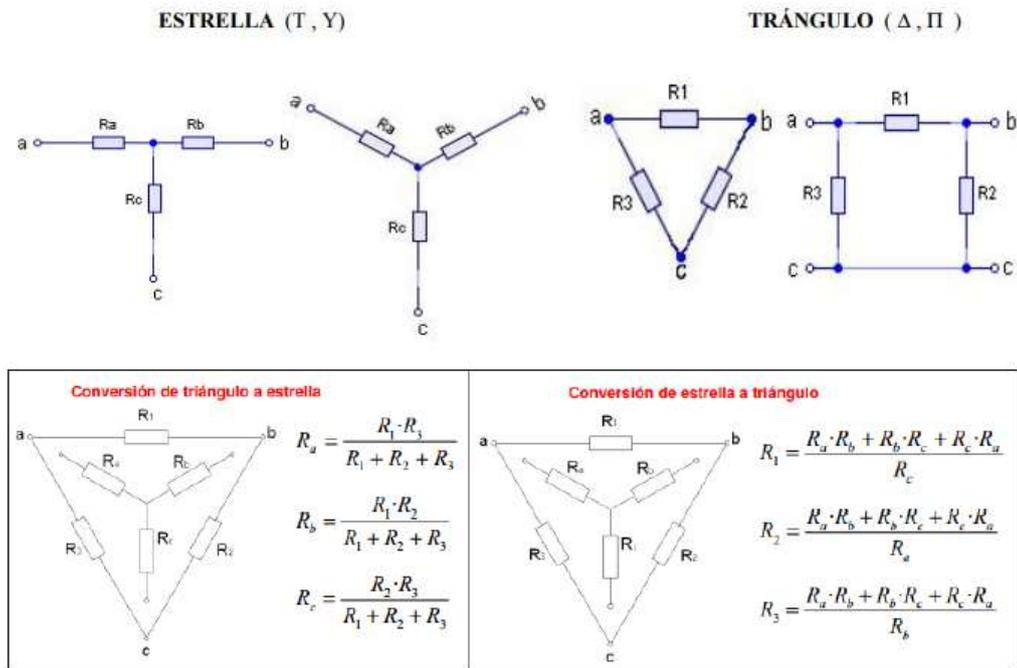
### Ejemplo de resistencia limitadora:



Se dispone de una lamparita de 12V y 10 vatios y hay que conectarla a una tensión de 24V. Si se conecta directamente, la lámpara se fundirá. La solución es colocar una resistencia limitadora. En la resistencia limitadora deberán caer los voltios sobrantes, en este caso 12V.

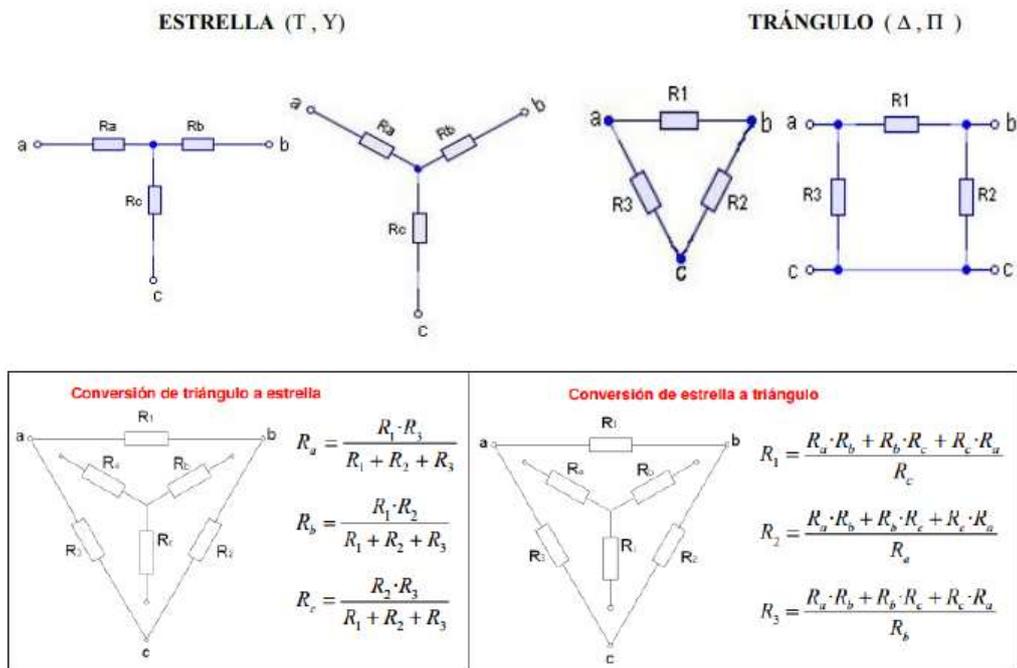
## 2.4.- Transformación estrella - triángulo

En ocasiones nos podemos encontrar con circuitos donde no hay elementos en serie ni en paralelo. El teorema de Millman permite transformar un conjunto de tres resistencias en conexión estrella en otras tres resistencias equivalentes conectadas en triángulo o viceversa. Las tensiones, intensidades y potencias en el resto del circuito seguirán siendo las mismas.



[Wikipedia. \(CC0\)](#)

Aunque el circuito resultante no se ve simplificado, aplicando convenientemente este teorema, podemos transformar un circuito no simplificable en otro en el que sí es posible aplicar las reglas de asociación serie y paralelo.



[Wikipedia. \(CC0\)](#)

## 2.5.- Tensión de voltaje

---

Tal y como se ha dicho previamente, en un circuito eléctrico; **el generador es el encargado de crear la diferencia de cargas**. A esta diferencia de cargas se le denomina **diferencia de potencial o tensión eléctrica** y se representa por la letras U o V. La unidad de medida es el voltio [V].

Para realizar la medida de la tensión existente entre dos puntos se utiliza un aparato denominado voltímetro. Para realizar la medida se debe conectar un conductor entre un primer punto de medida y el terminal (+) del voltímetro. Otro conductor unirá el otro punto de medida con el terminal (-) del voltímetro. Debe existir un camino para que la corriente circule por el circuito de modo que existan dos caminos posibles: el del circuito y el del voltímetro. Este modo de conexión se denomina **montaje en paralelo**. Si la medida es negativa significa que el punto de mayor potencial es el que hemos conectado al terminal (-).

Para crear esta diferencia de cargas el generador tiene que arrancar electrones del polo positivo y depositarlos en el polo negativo. A esta fuerza se la denomina **fuerza electromotriz (f.e.m)**, se mide en las mismas unidades que la tensión y se representa mediante la letra  $\epsilon$ . Se puede decir que la f.e.m. es la causa y la tensión es el efecto.

### Citas Para Pensar

*"Hay una fuerza motriz mas poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad" (Albert Einstein)*

## 2.6.- Ley de Ohm

Hasta este momento se han estudiado tres de las magnitudes más importantes en electrotecnia: U, I y R. Fue el físico alemán Georg Simon Ohm quién estableció experimentalmente la relación entre ellas. Esta relación es conocida como la **Ley de Ohm** y se refleja en la siguiente expresión:

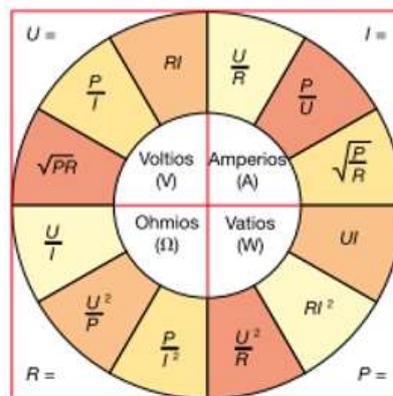
$$V = I \cdot R$$

Trabajando en el Sistema Internacional, tenemos:

- ✓ V = voltaje en voltios (V)
- ✓ I = intensidad en amperios (A)
- ✓ R = resistencia en ohmios ( $\Omega$ )

**Ley de Ohm:** La intensidad de la corriente que circula por un circuito cerrado es directamente proporcional a la tensión que se le aplica e inversamente proporcional a su resistencia eléctrica.

Resumen de fórmulas derivadas de la Ley de Ohm



### Debes conocer

En muchas ocasiones, los circuitos no son tan simples que tienen una sola resistencia; por lo que es necesario conocer cómo reducir el sistema a una única resistencia para conocer los valores de consumos. En el siguiente enlace tenemos unos ejemplos para obtener la resistencia equivalente de sistemas que están en serie, en paralelo o mixtos.

[Resistencia equivalente](#)

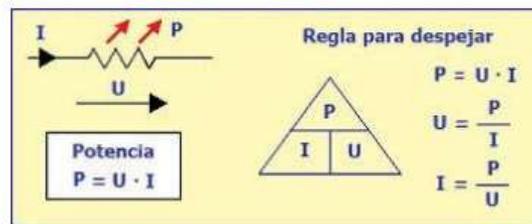
## 2.7.- Potencia eléctrica

La **potencia eléctrica** es la proporción por unidad de tiempo, o ritmo, con la cual la energía eléctrica es transferida por un circuito eléctrico, es decir, la cantidad de energía eléctrica entregada o absorbida por un elemento en un momento determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio o watt [W].

En física se define la potencia medida en Vatios [W] como la relación entre el trabajo (medido en Julios [J]) y el tiempo (medido en segundos [s]).

$$\text{Potencia} = \frac{\text{Trabajo}}{\text{Tiempo}}$$

La ecuación fundamental de la potencia es:



Otra unidad de medida utilizada para medir la potencia es el caballo de vapor [CV] cuya equivalencia es de 736 W (1 CV=736 W).

### Debes conocer

En el siguiente video se explica ¿qué es la potencia? y se hace referencia a las unidades de la misma y sus múltiplos. Más adelante, veremos ¿cómo se relaciona la potencia con el resto de unidades vistas?, pero ... como cambian las ecuaciones en función del tipo de corriente que estemos utilizando, preferimos explicarlas individualmente.

<https://www.youtube.com/embed/yWH1wUTLrTo>

Potencia eléctrica

## 2.8.- Energía eléctrica

---

La **energía eléctrica** es la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía lumínica o luz, la energía mecánica y la energía térmica.

La unidad de energía en el Sistema Internacional es el **Joule (J)**, pero también se suele utilizar el **vatio-hora (Wh)**. La energía se calcula en función del tiempo con lo que tenemos:

$$E = P \cdot t$$

*Trabajando todo en el sistema internacional, ya sabemos que el tiempo (t) debe estar en segundos y la potencia (P) en vatios, con lo que obtenemos la energía (E) en Julios, como habíamos indicado anteriormente.*

Para medir la energía eléctrica se utiliza el contador de energía que todos tenemos en casa. Se conecta igual que un vatímetro (pues tiene que medir la potencia) e internamente realiza el producto por el tiempo durante el que es consumida.

### Para saber más

En el siguiente enlace podemos ver diferentes formas de generación de energía.

[Endesa](#)

## 2.9.- Efecto Joule

---

El roce del flujo de cargas eléctricas (electrones libres) con los átomos produce un calentamiento del material. Por ello, todos los materiales conductores, al ser atravesados por una corriente eléctrica, se calientan. Este fenómeno, se conoce como efecto Joule, en honor del físico inglés James Prescott Joule, que lo investigó y enunció del siguiente modo:

**La cantidad de calor** producida por el paso de la corriente eléctrica a través de cierto material depende de tres factores; la intensidad de la corriente, la resistencia del material y el tiempo durante el cual está pasando dicha corriente.

La expresión matemática de la Ley de Joule es la siguiente:

$$H = I^2 * R * t * 0,24$$

Donde  $H$  es la cantidad de calor generado, expresado en calorías;  $I$ , la intensidad de la corriente eléctrica, en amperios;  $R$ , la resistencia, en ohmios, y  $t$ , el tiempo, en segundos.

Este fenómeno es el utilizado en todos los aparatos en los que se necesita la producción de calor como pueden ser: planchas, calefactores eléctricos, secadores, ...

### Debes conocer

En el siguiente enlace, encontraréis ejercicios resueltos aplicando esta fórmula y sus derivadas. Es importante que los veáis para que podáis resolver los ejercicios del examen que implicarán un mayor grado de dificultad.

[Ejercicios Joule](#)

## 2.10.- Inductancia

---

En electromagnetismo y electrónica, la inductancia (L), es la medida de la oposición a un cambio de corriente de un inductor o bobina que almacena energía en presencia de un campo magnético, y se define como la relación entre el flujo magnético ( $\Phi$ ) y la intensidad de corriente eléctrica (I) que circula por la bobina y el número de vueltas (N) del devanado:

$$L = \Phi \cdot N / I$$

La inductancia depende de las características físicas del conductor y de la longitud del mismo. Si se enrolla un conductor, la inductancia aparece. Con muchas espiras se tendrá más inductancia que con pocas. Si a esto añadimos un núcleo de ferrita, aumentaremos considerablemente la inductancia.

El flujo que aparece en esta definición es el flujo producido por la corriente I exclusivamente. No deben incluirse flujos producidos por otras corrientes ni por imanes situados cerca ni por ondas electromagnéticas.

*Una bobina es una inductancia, el bobinado de los transformadores son inductancias, un hilo conductor aislado enrollado alrededor de un clavo, es una inductancia.*

### Para saber más

En el siguiente vídeo veremos un experimento casero donde explican el fenómeno de la autoinducción.

<https://www.youtube.com/embed/08K8oXa9Qa8>

*Autoinducción*

## 2.11.- Conductancia

---

Se denomina **conductancia eléctrica** (símbolo **G**) a la facilidad que ofrece un material al paso de la corriente eléctrica, es decir, que la conductancia es la propiedad inversa de la resistencia eléctrica. Se mide en siemens (**S**).

No debe confundirse con conducción, que es el mecanismo mediante el cual las cargas fluyen, o con conductividad, que es la conductancia específica de un material.

Este parámetro es especialmente útil a la hora de tener que manejar valores de resistencia muy pequeños, como es el caso de los conductores eléctricos.

La relación entre la conductancia y la resistencia está dada por:

$$G = 1/R = I/V$$

donde:

**G** es la conductancia (viene del inglés gate),

**R** es la resistencia en ohmios,

**I** es la corriente en amperios,

**V** es el voltaje en voltios.

*(Nota: esta relación solo es aplicable en el caso de circuitos puramente resistivos.)*

### Para saber más

En el siguiente enlace, podemos ver unos ejemplos de cálculo de conductancia en circuitos en serie y paralelo.

[Ejercicios conductancia](#)

## 2.12.- Magnitudes significativas que intervienen en un circuito

Magnitud	Símbolo	Unidad	Símbolo	Definición	Fórmula	Expresiones derivadas de la ley de Ohm
Fuerza electromotriz	fem	Voltio	V	La causa capaz de mantener en movimiento los electrones en un circuito eléctrico. La produce el generador.		
Tensión	$U$	Voltio	V	El desnivel eléctrico existente entre dos puntos de un circuito eléctrico.		$U = R \cdot I$ $U = \sqrt{P \cdot R}$ $U = \frac{P}{I}$
Diferencia de potencial	ddp					
Cantidad de electricidad	Q	Culombio	C	La cantidad de electrones que recorren un conductor que une dos puntos de diferente potencial eléctrico.		
Intensidad	$I$	Amperio	A	La cantidad de electricidad que atraviesa un conductor en la unidad de tiempo (un segundo).	$I = \frac{Q}{t}$	$I = \frac{U}{R}$ $I = \frac{P}{U}$ $I = \sqrt{\frac{P}{R}}$
Resistencia	R	Ohmio	$\Omega$	La dificultad que ofrece un conductor, un elemento, un circuito, etc., al paso de la corriente.	$R = \rho \frac{l}{S}$	$R = \frac{U}{I}$ $R = \frac{U^2}{P}$ $R = \frac{P}{I^2}$
Resistividad	$\rho$	Ohmio · mm <sup>2</sup> / metro	$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	La resistencia específica de cada material. La resistencia de un cilindro de esa sustancia que tiene 1 mm <sup>2</sup> de sección y 1 m de longitud. [Viene dada en tablas.]		
Densidad	$\delta$	Amperios/mm <sup>2</sup>	A/mm <sup>2</sup>	La relación entre la intensidad de corriente que recorre un conductor y la sección geométrica de este.	$\delta = \frac{I}{S}$	
Potencia eléctrica	P	Vatio Caballo de vapor [736 W]	W CV	La cantidad de trabajo desarrollado por un receptor eléctrico en la unidad de tiempo.	$P = \frac{W}{t}$	$P = U \cdot I$ $P = R \cdot I^2$ $P = \frac{U^2}{R}$
Energía	E	Vatio · segundo Julio = 1 W · 1 s Kilovatio-hora	W · s J KWh	La potencia o el trabajo desarrollados por un receptor eléctrico durante un tiempo determinado.	$E = P \cdot t$	$E = U \cdot I \cdot t$ $E = R \cdot I^2 \cdot t$ $E = \frac{U^2}{R} \cdot t$

### Para saber más

La electricidad nos rodea todo el tiempo, hace nuestras vidas más fáciles, seguras y divertidas y la mayoría de nosotros nunca pensamos en ello.

¿Pero es posible que haya demasiada electricidad? Los dispositivos electrónicos emiten un campo electromagnético, que algunos sospechan que pueda causar cáncer.

<https://www.youtube.com/embed/FfgT6zx4k3Q>

*¿Podría dañarte tu teléfono móvil? Contaminación Electromagnética*

## 3.- El esquema eléctrico

### Caso práctico

- Te lo estás pasando de cine, ¿verdad?- afirma Lorenzo sonriendo.
- Un poco, la verdad. Bueno después de esto vamos a ver el esquema eléctrico. Dime más o menos lo que es.
- Bueno, a ver... Los componentes eléctricos se conectan para formar circuitos eléctricos. Hemos visto que cada componente tiene un símbolo, que sirve para dibujarlo de una manera simplificada y que todo el mundo lo pueda entender. Lo mismo pasa con un circuito entero. A la representación gráfica de un circuito se le llama esquema eléctrico del circuito y está formado por los símbolos de sus componentes unidos entre sí - dice Lorenzo mirando hacia sus manos.
- Muy bien - responde Marisol sorprendida y entrecerrando los ojos- demasiado perfecto, ¿no lo habrás buscado por internet?
- Jajaja, me has pillado.- se ríe Lorenzo.
- Así no vale- replica Marisol- pero ya que estás, busca ¿los diferentes tipos de representación de circuitos que más se utilizan?
- Auch -se queja Lorenzo.

Un **esquema eléctrico** es una representación gráfica simplificada, ordenada y simbólica del conjunto de elementos que forman parte del circuito eléctrico. Permite reconocerlos e interpretar su funcionamiento con facilidad. Para ello, utiliza códigos y símbolos, regulados a través de una normativa convenida y armonizada por la CEI (Comisión Electrotécnica Internacional)

#### ¿Circuito abierto o cerrado?

Cuando todos los componentes de un circuito están conectados entre sí, y no hay ninguna discontinuidad, la corriente eléctrica puede circular; se dice entonces que el circuito está cerrado. Si existe alguna discontinuidad (como un cable roto, un componente desconectado o un interruptor apagado) la corriente no circulará, se dice que el circuito está abierto.

#### El sentido de la corriente (Un lío histórico)

Cuando conectamos todos los elementos de un circuito eléctrico, el generador produce una fuerza llamada fuerza electromotriz que induce la formación de una corriente de electrones. Los electrones salen del polo - de la pila y van hacia el polo +. Este es el llamado *sentido real de la corriente*.

A pesar de lo que acabamos de ver, para analizar circuitos, diseñar máquinas o hacer cálculos eléctricos se utiliza la interpretación contraria: *la corriente eléctrica fluye desde el polo + de la pila y va hacia el polo -*. Éste es el llamado *sentido convencional de la corriente*, y es el que tienes que utilizar siempre a partir de ahora, aunque sabemos que los electrones se mueven en el sentido contrario.

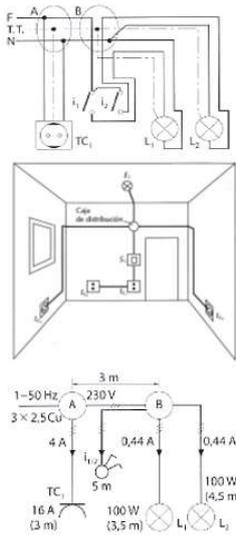
La razón de utilizar esta interpretación es histórica. Los primeros científicos que estudiaron la electricidad pensaban que la corriente era un flujo de partículas con carga positiva y con un sentido de circulación de positivo a negativo. Después se descubrió que las partículas que se movían no tenían carga positiva, sino negativa (los electrones) y que el sentido de circulación era el contrario, pero quedó esta manera de interpretar y calcular la electricidad.

# 3.1.- Representación de circuitos. Simbología eléctrica

Elemento	Símbolo		Función o efecto	Símbolo	Función o efecto
	Unifilar	Multifilar			
Línea eléctrica			Permite el paso de la corriente eléctrica		Permite la conexión de receptores monofásicos a la red de alimentación. La intensidad máxima admisible para el elemento puede ser de 10 A, 16 A o 25 A.
Caja de derivación			Hace posible la conexión y derivación de líneas. En ella se alojan las regletas para la conexión de los conductores		Permite la conexión de receptores externos a la red trifásica de alimentación
Toma de tierra			Pica o electrodo en contacto con la tierra, al que están conectados todos los conductores de protección en las instalaciones eléctricas		Transforman la energía eléctrica en luminosa y térmica. Las lámparas halógenas de 12 V precisan de un transformador de tensión de 230 V/12V.
Toma de masa			Punto de contacto con el chasis metálico de los receptores eléctricos; se conecta a tierra a través del conductor de protección.		Transforman la energía eléctrica en sonora. Se utilizan como elementos de alarma o señalización acústica
Pila			Genera energía eléctrica a partir de la energía química. Produce una fuerza electromotriz (fem). Es un generador químico de corriente continua.		Transforman la energía eléctrica en mecánica. (rotación de un eje)
Batería			Se trata de varias pilas conectadas entre sí en serie o en paralelo. La más frecuente es la asociación en serie		Transforman la energía eléctrica en térmica (calorífica)
Generador de CC (dinamos)			Produce energía eléctrica a partir de la energía mecánica procedente de la rotación de algún elemento (turbina, ...)		Transforman la energía eléctrica en térmica. Permite la variación del valor mediante un cursor.
Generador monofásico de CA			Produce energía eléctrica a partir de la energía mecánica procedente de un motor de combustión interna, ...		Transforma la energía eléctrica en magnética
Generador trifásico de CA			EL alternador trifásico se instala en centrales y en grupos electrógenos.		Almacenan carga eléctrica
Pulsador			Elemento de control que permite el paso de la corriente eléctrica en un circuito cuando se mantiene pulsado.		Instrumentos de medida que permiten conocer el valor del voltaje y de la intensidad de la corriente, respectivamente.
Interruptor			Elemento de control que permite o interrumpe de modo alternativo el paso de la corriente eléctrica en un circuito.		Miden la resistencia eléctrica de un componente y la potencia eléctrica, respectivamente.
Conmutador			Permite o interrumpe de modo alternativo el paso de la corriente eléctrica en una de las dos direcciones de salida.		Permite la medición de la energía eléctrica activa y reactiva consumida en una instalación.
Conmutador doble			Su funcionamiento es idéntico al anterior; ahora bien, este dispone de dos circuitos de salida.		Interrumpe el paso de la corriente eléctrica cuando se produce una sobreintensidad o un cortocircuito.
Conmutador de cruzamiento o llave de cruce			Dispone de dos entradas y dos salidas. En una de sus dos posiciones cruza los contactos de entrada y salida; en la otra no.		Interrumpe el paso de la corriente cuando se produce una sobreintensidad o un cortocircuito. Se puede rearmar
Relé			Interruptor electromagnético que permite el cierre y la apertura de un circuito eléctrico mediante la acción de un electroimán.		

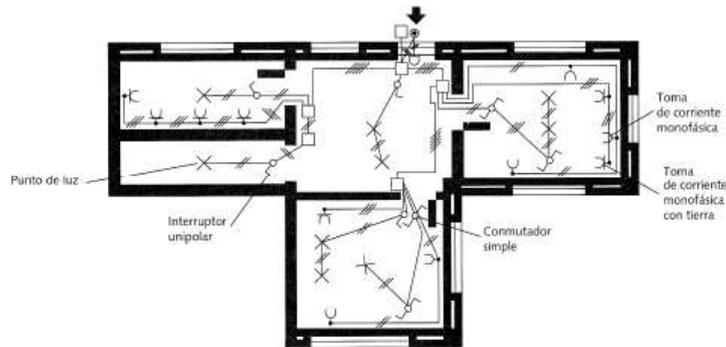
## 3.2.- Sistemas para representar circuitos eléctricos

Ya conocemos los símbolos con los que se representan los elementos que forman parte de un circuito eléctrico. A continuación, vamos a ver los distintos sistemas que se emplean para representar dichos circuitos:



- ✓ **Representación topográfica.** Consiste en un dibujo en perspectiva de la habitación donde se halla la instalación eléctrica, en el que se muestran los elementos y conducciones que la integran.
- ✓ **Representación unifilar.** Permite simplificar la representación de una instalación eléctrica. Se indican los elementos y las canalizaciones que contienen los conductores de enlace entre la alimentación, los elementos de control y los receptores. Sobre la línea que simboliza el tubo o canalización, se traza una línea oblicua y al lado se registra el número y la sección de los conductores que contiene. Resulta muy útil en instalaciones complejas.
- ✓ **Representación funcional o multifilar.** Se utiliza para explicar el funcionamiento y cometido de los elementos que conforman el circuito o instalación eléctricos. Es el más característico de la instalación y el que se emplea con mayor frecuencia para definirla.
- ✓ **Representación circuital.** Muestra los elementos, canalizaciones, cajas de derivación, conductores que intervienen y el modo en que se conectan con las líneas repartidoras, los elementos de control y los receptores. Proporciona la información necesaria para realizar el montaje del circuito, aunque en ocasiones resulta difícil comprender su funcionamiento.

[Wikipedia](#). Formas de representación de circuitos eléctricos (CCU)



[Wikipedia](#). Esquema multifilar en el circuito eléctrico de una vivienda (Dominio público)

## 4.- Corriente eléctrica

### Caso práctico

- Lo siguiente de nuestra lista es ... la corriente eléctrica. Como ya sabes, los aparatos eléctricos funcionan gracias al movimiento de una gran cantidad de electrones a través de ellos. A esta circulación de electrones se le llama corriente eléctrica. La corriente eléctrica puede ser de dos tipos: alterna o continua. La alterna tiene valores positivos y negativos y la continua tiene solo valores de un tipo o un solo flujo. A ver, Lorenzo, ponme un ejemplo de corriente continua y de corriente alterna.- pide Marisol

Lorenzo observa dubitativamente

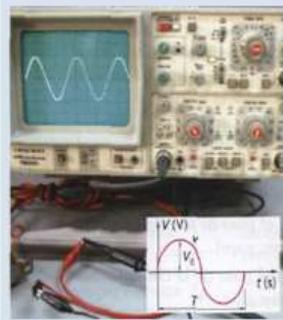
- Esta vez sin móvil. -añade Marisol

- Pues la corriente alterna en circuitos alimentados con la red eléctrica de los edificios y la continua es la usada por los coches- dice Lorenzo.

- Muy bien, Señor Mejías, me sorprende usted.

#### ¿Cuál es la diferencia entre corriente AC (alterna) y DC (continua)?

La principal diferencia entre ambas corrientes la encontramos en el flujo de corriente eléctrica, donde *la corriente continua es de un solo flujo y la corriente alterna tiene dos*. Asimismo, el flujo de electrones en la corriente continua tiene lugar a través de un cable metálico u otro material conductor. Entonces, los electrones son repelidos por uno de los polos del campo magnético y siempre atraídos por otro.

Tipo	Representación grafica y visualización en laboratorio	Características mas relevantes y parámetros	Fuentes de suministro	Aplicaciones
Corriente continua (CC)		<ul style="list-style-type: none"> <li>El valor del voltaje es constante en el tiempo <math>V=cte</math></li> <li>La corriente eléctrica siempre tiene el mismo sentido al recorrer el circuito.</li> </ul> <p><b>Parámetros:</b> voltaje</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pila</li> <li>Acumulador</li> <li>Bateria</li> <li>Fuente de alimentación</li> <li>Dinamo</li> <li>Celula fotovoltaica</li> <li>Celula de hidrogeno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentación de aparatos electrónicos</li> <li>Tracción eléctrica (coches, tranvías, trenes, ...)</li> <li>Baños electrolíticos</li> </ul>
Corriente alterna (CA)		<ul style="list-style-type: none"> <li>El valor del voltaje no se mantiene constante en el tiempo.</li> <li>El flujo de electrones se mueve por el circuito eléctrico en un sentido y en otro, pues los terminales de la fuente de alimentación cambian periódicamente de polaridad.</li> <li>Es más fácil de producir y transportar que la CC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generador de Ca o alternador, situado en las centrales eléctricas y en grupos electrogénos.</li> <li>Oscilador</li> <li>Inversor u ondulador</li> <li>Generador electrónico de funciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es la más utilizada como fuente de alimentación de máquinas y aparatos electrónicos. Se emplea en instalaciones domésticas, industriales, transportes, alumbrado, ...</li> <li>Sirve para alimentar cualquier aparato que consuma CC, aunque para ello es necesario rectificarla previamente.</li> </ul>
Corriente pulsante		<p>El valor del voltaje varía periódicamente La corriente eléctrica mantiene el mismo sentido</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generador electrónico de funciones</li> <li>Oscilador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistemas digitales (transmisión de datos, telefonía, comunicaciones, ...)</li> <li>Circuitos electrónicos de conmutación, contadores, relojes digitales, ...</li> </ul>

## 4.1.- Corriente continua

---

La **corriente continua** (abreviada **CC** en español, así como CD, por influencia del inglés **DC**, *direct current*) se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial y carga eléctrica, que no cambia de sentido con el tiempo. A diferencia de la corriente alterna, en la corriente continua las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección. Aunque comúnmente se identifica la corriente continua con una corriente constante, es continua toda corriente que mantenga siempre la misma polaridad, así disminuya su intensidad conforme se va consumiendo la carga (por ejemplo cuando se descarga una batería eléctrica).

También se dice corriente continua cuando los electrones se mueven siempre en el mismo sentido, el flujo se denomina corriente continua y va (por convenio) del polo positivo al negativo.

### Para saber más

En el siguiente video veremos la diferencia entre corriente continua y alterna, y sus aplicaciones.

<https://www.youtube.com/embed/BPaliaoYkNY>

*Continua VS Alterna*

## 4.2.- Corriente alterna

---

**Corriente alterna** se denomina a la corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente.

Fue desarrollada e impulsada por el inventor, ingeniero mecánico, eléctrico y físico **Nikola Tesla**. Todas las patentes referentes a esta corriente fueron cedidas a la empresa Westinghouse Electric para conseguir capital y poder continuar los proyectos con la corriente alterna.

La forma de oscilación de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la oscilación senoidal con la que se consigue una transmisión más eficiente de la energía, a tal punto; que al hablar de corriente alterna se sobrentiende que se refiere a la corriente alterna senoidal.

Sin embargo, en ciertas aplicaciones se utilizan otras formas de oscilación periódicas, tales como la triangular o la rectangular.

Utilizada genéricamente, la corriente alterna ... se refiere a la forma en la cual la electricidad llega a los hogares y a las industrias. Sin embargo, las señales de audio y de radio transmitidas por los cables eléctricos, son también ejemplos de corriente alterna. En estos usos, el fin más importante suele ser la transmisión y recuperación de la información codificada (o modulada) sobre la señal de la corriente alterna.

### Autoevaluación

Teniendo una señal que pasa de 10 A a 0 A y luego vuelve a subir y bajar repetidamente, siempre con valores positivos, ¿estamos hablando de?

- Corriente alterna.
- Corriente continua.

No es correcto, pasa por cero pero no tiene valores negativos.

Muy bien, al no tener valores negativos, la corriente siempre va en la misma dirección aunque pase por 0.

### Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

## 4.2.1.- Ejercicios de corriente alterna monofásica

### Ejercicio Resuelto

#### Problemas de corriente alterna monofásica.

Trata de resolver los siguientes ejercicios. Puedes consultar este [enlace](#) donde encontrarás información adicional.

1.-Una corriente alterna tiene por ecuación  $i = 28,28 \cdot \text{seno}(157t)$ . Se pide:

- Pulsación.
- Frecuencia.
- Periodo.
- Valor eficaz de la intensidad.
- Valor máximo.
- Valor instantáneo para un tiempo de 1,223 segundos.

Mostrar retroalimentación

Soluciones:  $\omega = 157 \text{ rad/seg}$ ;  $f = 25 \text{ Hz}$ ;  $T = 0,04 \text{ seg.}$ ;  $I = 20\text{A}$ ;  $I_{\text{máx}} = 28,28\text{A}$ ;  $i = -10,32\text{A}$

2.-Una tensión alterna tiene una frecuencia de 50 Hz. Sabiendo que su valor instantáneo para un tiempo de 0,327 segundos es de 242,7 V, determinar su ecuación.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $v = 300 \cdot \text{seno}(314,16t)$

3.- Por un circuito formado por una resistencia de 10 ohmios y una bobina de 20 mH, circula una corriente  $i = 2 \text{ sen } 500t$  amperios. Hallar:

- Reactancia inductiva.
- Impedancia.
- Tensión en la resistencia.
- Tensión en la reactancia.
- Tensión total aplicada.
- Desfase entre tensión e intensidad.

Mostrar retroalimentación

Solucion:  $R=10\Omega$ ,  $Z=14,142\angle 45^\circ$ ,  $V_R=14,142\angle 0^\circ$ ,  $V_L=14,142\angle 90^\circ$ ,  $V_t=20\angle 45^\circ$ ,  $\phi=45^\circ$

4.-En un circuito serie RL, con  $R = 20$  ohmios y  $L = 0,06$  henrios, el retraso de la corriente con respecto a la tensión aplicada es de  $80^\circ$ . Hallar  $\omega$ .

Mostrar retroalimentación

Solución:  $\omega = 1893 \text{ rad/seg}$

5.- En un circuito serie RL,  $L = 0,02$  henrios y la impedancia es de 17,85 ohmios. Aplicando una tensión senoidal, la corriente que circula está retrasada respecto de la tensión un ángulo de  $63,4^\circ$ . Hallar R y  $\omega$ .

Mostrar retroalimentación

Solución:  $R=8\Omega$ ,  $\omega = 800 \text{ rad/seg}$

6.- En un circuito serie RC, en el cual  $R = 5$  ohmios y  $C = 20 \mu\text{F}$ , la intensidad que circula tiene por ecuación  $i = 2 \text{ sen } 5000t$  A. Hallar la tensión aplicada.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $15,8\angle -63,4^\circ$

7.- Una resistencia de 5 ohmios y un condensador de  $66,7 \mu\text{F}$  se unen en serie. La tensión en el condensador es  $35,35\angle 0^\circ \text{ V}$ . Hallar el valor de la tensión total aplicada. La frecuencia es de  $238,73 \text{ Hz}$ .

Mostrar retroalimentación

Solución:  $39,52\angle +26,57\text{V}$

8.- Un circuito serie RLC, con  $R = 5 \text{ ohmios}$ ,  $L = 0,02 \text{ henrios}$  y  $C = 80 \text{ microfaradios}$ , tiene aplicada una tensión senoidal de frecuencia variable. Determinar los valores de  $\omega$  para los cuales la corriente (a) adelanta  $45^\circ$  a la tensión, (b) está en fase con ella, (c) retrasa  $45^\circ$ .

Mostrar retroalimentación

Solución:  $675, 790, 925 \text{ rad/seg}$

9.- En un circuito serie RLC, al que se le aplica una tensión de  $110\text{V}$  y  $60 \text{ Hz}$ , se sabe que la intensidad que circula tiene un valor de  $0,8 \text{ amperios}$ , y que el desfase con respecto a la tensión aplicada es de  $+43,3^\circ$ . Si el condensador tiene un valor de  $20 \text{ microfaradios}$ , hallar los valores de  $R$  y de  $L$ .

Mostrar retroalimentación

Solución:  $R = 100 \Omega$ ,  $L = 0,1 \text{ H}$

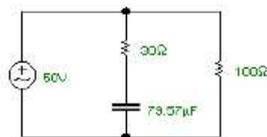
10.- Se conectan en paralelo con una tensión de  $120 \text{ V}$  y  $50 \text{ Hz}$ , una resistencia de  $100 \text{ ohmios}$ , una bobina de  $0,159 \text{ henrios}$  y un condensador de  $53 \text{ microfaradios}$ . Hallar:

- Intensidad que circula por la resistencia
- Intensidad que circula por la bobina
- Intensidad que circula por el condensador
- Intensidad total
- Impedancia total
- Triángulo de intensidades

Mostrar retroalimentación

Solución:  $I_R = 1,2\angle 0^\circ \text{ A}$ ,  $I_L = 2,4\angle -90^\circ \text{ A}$ ,  $I_C = 2\angle +90^\circ \text{ A}$ ,  $I_T = 1,26\angle -18,43^\circ \text{ A}$ ,  $Z_T = 95,23\angle 18,43^\circ \Omega$

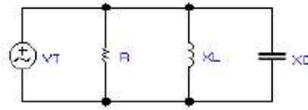
11.- Dado el circuito de la figura, hallar la impedancia equivalente y representar el triángulo de intensidades.



Mostrar retroalimentación

Solución:  $Z = 36,7\angle -36^\circ \Omega$ ,  $I_1 = 1\angle 53,1^\circ \text{ A}$ ,  $I_2 = 0,5\angle 0^\circ \text{ A}$ ,  $I_t = 1,36\angle 36^\circ \text{ A}$ ,

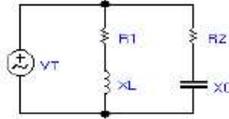
12.- En el circuito de la figura, la tensión aplicada vale  $100 \text{ voltios}$ , la intensidad total  $10 \text{ amperios}$ , la intensidad que circula por la resistencia  $8 \text{ amperios}$  y la intensidad por el condensador  $4 \text{ amperios}$ . Hallar los valores de  $R$ ,  $X_L$  y  $X_C$ .



Mostrar retroalimentación

Solución:  $I_R = 12,5\Omega$ ,  $X_L = 10\Omega$ ,  $X_C = 25\Omega$

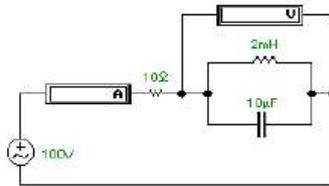
13.- En el circuito de la figura, los valores de los componentes son:  $V_t = 200\text{ V}$ ,  $R_1 = 10\text{ ohmios}$ ,  $R_2 = 15\text{ ohmios}$ ,  $X_L = 20\text{ ohmios}$  y  $X_C = 15\text{ ohmios}$ . Hallar el valor de la impedancia equivalente y de la intensidad total.



Mostrar retroalimentación

Solución:  $I_R = Z_{eq} = 18,6\angle 7,13^\circ\Omega$ ,  $I_T = 10,75\angle -7,13^\circ\text{ A}$

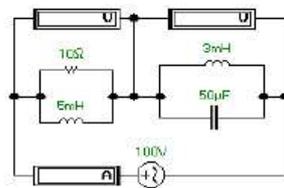
14.- Dado el circuito de la figura, hallar lo que marcarán los aparatos de medida. La frecuencia es de 50 hz.



Mostrar retroalimentación

Solución: 10 A, 6,28V

15.- Dado el circuito de la figura, hallar lo que marcarán los aparatos de medida. La frecuencia es de 50 hz.



Mostrar retroalimentación

Solución: 40 A, 62 V, 38,2 V

## 4.2.2.- Ejercicios de corriente alterna. Potencias

### Ejercicio Resuelto

#### Ejercicios de corriente alterna. Potencias

1.- Hallar la potencia activa, reactiva y aparente de un circuito cuya tensión es  $v = 150 \text{ sen}(wt + 10^\circ)$  voltios y cuya intensidad viene dada por la ecuación  $i = 5 \text{ sen}(wt - 50^\circ)$  amperios. Trazar el triángulo de potencias.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $P = 187,5 \text{ W}$ ,  $Q = 325 \text{ VAR}$ ,  $S = 375 \text{ VA}$ ,  $\cos \varphi = 0,5$  en retraso

2.- La potencia activa consumida por un circuito serie de dos elementos vale  $940 \text{ W}$ , siendo el factor de potencia igual a  $0,707$  en adelanto. Hallar el valor de los componentes del circuito sabiendo que la tensión aplicada tiene por ecuación  $v = 99 \text{ sen}(6000t)$  voltios.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $R = 2,6 \text{ ohmios}$ ,  $C = 64,1 \mu\text{F}$

3.- Determinar el triángulo de potencias de un circuito serie compuesto por una resistencia de  $3 \text{ ohmios}$ , una bobina cuya reactancia vale  $6 \text{ ohmios}$  y un condensador cuya reactancia vale  $2 \text{ ohmios}$ . Al circuito se le aplica una tensión eficaz de  $50 \text{ voltios}$ .

Mostrar retroalimentación

Solución:  $P = 300 \text{ W}$ ,  $Q = 400 \text{ VAR}$ ,  $S = 500 \text{ VA}$ ,  $\cos \varphi = 0,6$  en retraso

4.- Un circuito formado por una resistencia de  $3 \text{ ohmios}$  en serie con una impedancia desconocida, consume una potencia de  $300 \text{ vatios}$  con un factor de potencia de  $0,6$  en retraso. Sabiendo que la tensión aplicada es  $50 \angle 30^\circ$  voltios, hallar el valor de la impedancia desconocida.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $Z = 4 \angle 90^\circ \text{ ohmios}$

5.- A un circuito formado por dos impedancias en paralelo de valor  $Z_1 = 4 \angle -30^\circ$  y  $Z_2 = 5 \angle 60^\circ$  ohmios, se le aplica una tensión de  $20 \angle 0^\circ$  voltios. Hallar el triángulo de potencias de cada rama, así como el triángulo de potencias total.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $P_t = 126,6 \text{ W}$ ,  $Q = 19,3 \text{ VA}$ ,  $F.P. = 0,988$  en adelanto

6.- Un circuito está formado por dos ramas en paralelo. En la primera rama se coloca una bobina de  $5 \text{ ohmios}$  y en la otra rama se coloca una resistencia de  $4 \text{ ohmios}$  en serie con una bobina de  $2 \text{ ohmios}$ . Sabiendo que la primera rama consume una potencia reactiva de  $8 \text{ KVAR}$ , hallar la potencia total consumida por el circuito, así como el factor de potencia.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $P = 8 \text{ KW}$ ,  $F.P. = 0,555$  en retraso

7.- Un circuito está formado por dos ramas en paralelo. En la primera rama se coloca una resistencia de  $4 \text{ ohmios}$  y en la otra rama se coloca una resistencia de  $5 \text{ ohmios}$  en serie con un condensador cuya reactancia

vale 2 ohmios. Sabiendo que la intensidad total que circula por el circuito es de 30 amperios, hallar la potencia consumida en cada rama y el triángulo de potencias total.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $P_1 = 1225 \text{ W}$ ,  $P_2 = 844.8 \text{ W}$   $P_t = 2069,8 \text{ W}$   $Q_t = 338 \text{ VAR}$ ,  $\cos\phi = 0,987$  en adelanto

8.- A una impedancia de  $20 \angle 30^\circ$  ohmios, se le aplica una tensión de  $120 \angle 0^\circ$  voltios y 60 Hz. Hallar el valor de la capacidad del condensador que se debe de colocar en paralelo para corregir el factor de potencia a 0.95 en retraso.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $C = 28,5 \mu\text{F}$

9.- Una fuente de tensión de 240 voltios y 60 hertzios suministra una potencia aparente de 4500 VA con un factor de potencia de 0,75 en retraso. Hallar la capacidad del condensador que ha de colocarse en paralelo con la carga para que el factor de potencia sea de 0.9 en retraso.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $C = 52,5 \mu\text{F}$

10.- Hallar la capacidad del condensador que se ha de colocar en paralelo con una instalación de 220 voltios y 50 Hz, para que el factor de potencia sea la unidad, que alimenta a las siguientes cargas: Carga 1: 250 VA, F.P. = 0,5 en retraso. Carga 2: 180W, F.P. = 0,8 en adelanto, Carga 3: 300 VA y 100 VAR en retraso.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $C = 11,9 \mu\text{F}$

## 4.2.3.- Ejercicios de corriente alterna. Trifásica

### Ejercicio Resuelto

#### Ejercicios de Trifásica.

Trata de resolver los siguientes ejercicios:

1.- Se une a un sistema trifásico de tres conductores, 208 voltios y secuencia CBA, una carga equilibrada en estrella con impedancias de  $6\angle 45^\circ$  ohmios. Hallar las intensidades de corriente de línea.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $20\angle -135^\circ$ ,  $20\angle -15^\circ$ ,  $20\angle 105^\circ$  A.

2.- Una carga equilibrada con impedancias de  $65\angle -20^\circ$  ohmios se conecta en estrella a un sistema trifásico de tres conductores, 480 voltios y secuencia CBA. Hallar las intensidades de corriente de línea y la potencia total.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $4,26\angle -70^\circ$ ,  $4,26\angle 50^\circ$ ,  $4,26\angle 170^\circ$  A, 3328 W

3.- Se conectan en triángulo tres impedancias iguales de  $10\angle 53,1^\circ$  ohmios a un sistema trifásico de tres conductores, 240 voltios y secuencia ABC. Hallar las intensidades de corriente de línea.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $41,6\angle 36,9^\circ$ ,  $41,6\angle -83,1^\circ$ ,  $41,6\angle 156,9^\circ$  A.

4.- Se conectan en triángulo a un sistema trifásico de tres conductores, 100 voltios y secuencia CBA tres impedancias iguales de  $15,9\angle 70^\circ$  ohmios. Hallar las intensidades de corriente de línea y la potencia total.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $10,9\angle -160^\circ$ ,  $10,9\angle -40^\circ$ ,  $10,9\angle 80^\circ$  A, 646 W.

5.- Un motor de inducción trifásico de 186,5 KW, con un rendimiento a plena carga del 82% y un factor de potencia de 0,75, se conecta a un sistema trifásico de 208 voltios. Hallar el valor de la impedancia equivalente en triángulo que puede sustituir al motor.

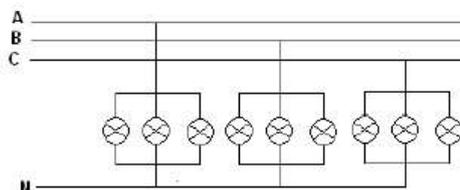
Mostrar retroalimentación

Solución:  $0,428\angle 41,4^\circ$  ohmios

6.- Se dispone de 9 lámparas de 60W y 230V conectadas a un sistema trifásico de 400V y secuencia ABC, tal como se muestra en la figura:

Deducir la intensidad del neutro en los siguientes casos:

- Todas lucen correctamente.
- Se funde la primera.
- Se funde la primera y la cuarta.



Mostrar retroalimentación

Solución:  $I_n = 0A$ ;  $I_n = 0,261\angle -90^\circ A$ ,  $I_n = 0,261\angle -150^\circ A$

7.-Un sistema trifásico de tres conductores 173,2V y secuencia CBA, alimenta a tres cargas equilibradas con las siguientes conexiones e impedancias: estrella de  $10\angle 0^\circ$  ohmios, en triángulo de  $24\angle 90^\circ$  ohmios y la tercera en triángulo de impedancia desconocida. Determinar esta impedancia si la intensidad de la línea A es  $32,7\angle -138,1^\circ A$ .

Mostrar retroalimentación

Solución:  $18\angle 45^\circ$  ohmios

8.- Tres impedancias idénticas de  $9\angle 30^\circ \Omega$  conectadas en triángulo y tres impedancias de  $5\angle 45^\circ \Omega$  en estrella se conectan al mismo sistema trifásico de tres conductores, 480 V y secuencia ABC. Hallar la capacidad de los condensadores necesarios para que el factor de potencia sea la unidad

Mostrar retroalimentación

Solución:  $372\mu F$

9.- Un sistema trifásico de 400 V, alimenta a tres cargas equilibradas:

- a. Carga 1:  $P=6000W$ ,  $\cos\phi=1$
- b. Carga2:  $P=5000W$ ,  $Q=3750VAR$
- c. Motor 5 CV,  $\cos\phi=0,6$ ,  $\eta=85\%$

Hallar la intensidad de la instalación.

Mostrar retroalimentación

Solución: 26,05A

10.- Un sistema trifásico de 400V, alimenta a las siguientes cargas:

- a. Carga 1:  $P=8000W$ ,  $\cos\phi=0,9$ , trifásica equilibrada
- b. Carga2:  $P=4000W$ ,  $Q=4000VAR$ , trifásica equilibrada
- c. Carga 3: Motor 2,5 CV,  $\cos\phi=0,6$ ,  $\eta=85\%$ , monofásico entre Fase A y Neutro
- d. Carga 4: 16 fluorescentes de 40W y  $\cos\phi=0,8$  entre fase B y neutro

Hallar las intensidades de la instalación y la potencia entregada por cada línea.

Mostrar retroalimentación

Soluciones:

IA	IA1+IA2+IA3	23.915	26.732	35.868	48.184
IB	IB1+IB2+IB4	10.683	-21.702	24.189	-63.791
IC	IC1+IC2	-20.683	1.183	20.717	-183.274
IN	IA+IB+IC	13.915	6.213	15.239	-155.940

P línea A	6148.42	W	Q línea A	- 5500.47	VAR
P línea B	4623.72	W	Q línea B	- 3094.20	VAR
P línea C	3983.72	W	Q línea C	- 2614.20	VAR
P total	14755.85	W	Q total	- 11208.86	VAR



## 4.2.4.- Ejercicios de corriente alterna. Secciones

### Ejercicio Resuelto

#### Ejercicios de secciones.

Trata de resolver los siguientes ejercicios. Para su resolución se ha utilizado la tabla del siguiente enlace: [Tabla UNE 20460](#) Llamaremos I a la intensidad que vaya a circular en el circuito, e Iz a la intensidad admisible del cable, seleccionado en la tabla. Encontrarás teoría y problemas relacionados en este enlace: [Cálculo de secciones](#) Podéis comprobar resultados con una tabla de Excel en el siguiente enlace: [Tabla Excel](#)

1.- Una línea compuesta por un cable bipolar de cobre (conductividad  $c=56$  a  $20^{\circ}\text{C}$ ) y aislado con PVC e instalado bajo conducto en pared aislante, alimenta una vivienda unifamiliar mediante paneles fotovoltaicos. La longitud de la línea es de 8 m y se admite una caída de tensión del 4%. La carga prevista es de 2 kW a 24 V. Coseno de  $\text{Fi} = 1$ . Se pide:

- Intensidad del circuito.
- Cálculo de la sección por caída de tensión.
- Sección comercial elegida.

Mostrar retroalimentación

Solución: 83 A; 24,6 mm<sup>2</sup>; 35 mm<sup>2</sup>

2.- Calcular la sección de un cable afumex de cobre y 1000V, considerando temperaturas de trabajo de 20 y 90°C, sabiendo que su conductividad  $C=56$  y 45,49 respectivamente. La línea es monofásica, alimentada a 230V, con una intensidad de 70 amperios, un  $\text{cos}\phi = 0,9$ , una longitud de 48 metros y una caída de tensión del 5%.

Mostrar retroalimentación

Soluciones: 9,39 mm<sup>2</sup>; 11,56 mm<sup>2</sup>;

3.- La línea general que alimenta al pequeño taller, tiene una intensidad de 77A con un coseno de  $\text{fi}$  de 0,76 de los receptores y consta de tres conductores unipolares más el neutro de PVC instalados bajo tubo empotrado en obra. Además posee una longitud de 150 m. ¿Cuál será la sección más recomendable si se exige que la caída de tensión en la línea no supere el 2% de la de alimentación?. Considerar la conductividad a la máxima temperatura admisible del aislante, 70°C, que es  $C=48,8$ . La tensión es de 400V.

Mostrar retroalimentación

Solución: 39,6 mm<sup>2</sup>; (50 mm<sup>2</sup>)

4.- Un cable tetrapolar de cobre con aislamiento de XLPE, tensión nominal 1kV, longitud 30 m, caída de tensión 1%, alimenta a 400/230 V, 50Hz una instalación que consume 34kW con un factor de potencia 0,8 inductivo. Calcular: a) Intensidad que consume la instalación, considerando el consumo equilibrado. b) Sección necesaria del conductor si el cable está con una parte empotrada en pared de obra bajo tubo, considerando la máxima temperatura de trabajo 90°C.

Mostrar retroalimentación

Solución: 61,34 A; 14,6 mm<sup>2</sup>; 16 mm<sup>2</sup>;

5.- Un local comercial, situado en la planta baja de un edificio, tiene los siguientes receptores:

#### Alumbrado:

Seis pantallas de 2 tubos fluorescentes de 58 W, 230V

Veinte lámparas fluorescentes de 36 W, 230V

#### Fuerza:

Un motor de 2 CV, 400/230 V, 3,6/6,2 A, 50 Hz,  $\cos\varphi=0,80$

Un motor de 3 CV, 400/230 V, 5,2/8,8 A, 50 Hz,  $\cos\varphi=0,82$

Una línea de tomas de corriente, con una potencia a considerar de 1 kW

Una línea de calefacción, con la potencia a considerar de 6 kW

La tensión de servicio es trifásica con neutro, 400/230 V, 50 Hz.

Los conductores son de cobre, unipolares, aislados con poliolefina termoplástico para 750 V, en instalación empotrada en pared de obra bajo tubo y la caída de tensión en la derivación es el 1%.

Considerar los siguientes factores de corrección: 1,8 para lámparas de descarga, (ITC-BT-44); 1,25 para motor de mayor potencia (ITC-BT-47).

Calcular:

- Previsión de cargas del local.
- Sección mínima de la derivación individual desde el cuadro de contadores al cuadro general del local, trifásico con neutro. Longitud 30 m.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $P_t=15236,85$  W;  $S=5,1$  mm<sup>2</sup>;  $S$  mínima= 6 mm<sup>2</sup>;

6.- En un taller se instalan los siguientes receptores:

**Fuerza:**

Un motor de 7,5 CV, 400/230 V, 12/20,7 A, 50 Hz,  $\cos\varphi=0,83$

Dos motores de 3 CV, 400/230 V, 5,2/9 A, 50 Hz,  $\cos\varphi=0,82$ .

Tres líneas de tomas de corriente de 16A, trifásicas con neutro y conductor de protección, considerando un potencia de 1kW cada una.

**Alumbrado:**

Ocho luminarias para alumbrado general con una lámpara de vapor de mercurio de 125 W, 220 V, cada una.

Seis tubos fluorescentes 58 W, 220 V.

La tensión de servicio es trifásica con neutro, 400/230 V, 50 Hz.

La línea general de alimentación estará formada por conductores unipolares de cobre, aislados con polietileno reticulado y cubierta de poliolefina para 1 000 V (tipo RZ1), en canalización bajo tubo empotrada en obra.

Las derivaciones estarán formadas por conductores de cobre, unipolares, aislados con poliolefina termoplástica para 750 V, (tipo ES07Z1) en canalización bajo tubo en montaje superficial.

Considerar los siguientes factores de corrección: 1,8 para lámparas de descarga, (ITC-BT-44); 1,25 para motor de mayor potencia y 1,3 para aparatos de elevación (ITCBT- 47).

Calcular:

- La previsión de carga del taller.
- Sección de la línea general de alimentación, trifásica con neutro. Longitud 30m. Caída de tensión admisible 0,5%. Considerar la máxima temperatura de trabajo del cable.
- Sección de la derivación al cuadro de control de fuerza, trifásica con neutro. Longitud 30 m. Caída de tensión admisible 1%. Considerar la máxima temperatura de trabajo del cable.

Mostrar retroalimentación

Solución:  $P_t=19960,38$  W;  $S= 16,03$  (25 mm<sup>2</sup>);  $S = 7,04$  (10 mm<sup>2</sup>);

## 5.- Sistemas eléctricos

### Caso práctico

- Continuaremos con los sistemas eléctricos. El sistema monofásico y trifásico, ¿los conoces?, ¿algo que me puedas decir de ellos?
- Ambos son de corriente alterna, en este caso; de ondas senoidales y el trifásico es como tres veces el monofásico.
- Bueno, el trifásico es como si fuesen tres monofásicos en uno. Lo que sucede es que empiezan descompensados o a distinto tiempo, a lo que llaman desfase. ¿Te acuerdas de cuánto es ese desfase?- pregunta Marisol.
- 120 grados.
- Muy bien. Otra cosa a tener en cuenta es que la onda senoidal, varía entre un máximo positivo y un mínimo negativo, y lo que nosotros medimos con el polímetro, es el valor eficaz, el cuál es menor que el máximo. - explica Marisol.
- Es decir, que en casa, cuando medimos 220V, en verdad tenemos momentos de tensión más elevados.
- Si, ese valor máximo que puede darse es el valor pico.

#### Sistema monofásico

En ingeniería eléctrica, un sistema monofásico es un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por una única corriente alterna o fase y por lo tanto todo el voltaje varía de la misma forma. **La distribución monofásica de la electricidad se suele usar cuando las cargas son principalmente de iluminación y de calefacción, y para pequeños motores eléctricos.** Un suministro monofásico conectado a un motor eléctrico de corriente alterna no producirá un campo magnético giratorio, por lo que los motores monofásicos necesitan circuitos adicionales para su arranque, y son poco usuales para potencias por encima de los 10 kW. El voltaje y la frecuencia de esta corriente dependen del país o región, siendo 115 y 230 los valores más extendidos para el voltaje (siendo dominante el de 230, debido a la recarga de vehículos eléctricos) y 50 o 60 Hercios para la frecuencia.

*La corriente alterna que llega a nuestros hogares es monofásica. En corriente monofásica existe una única señal de corriente, que se transmite por el cable de fase (R, color marrón) y retorna por el cable de neutro que cierra el circuito (N, color azul). El cable de tierra es siempre verde o amarillo-verde.*

*El sistema monofásico usa una tensión de 230V entre fase y neutro. El neutro en realidad es un cable de potencial cero, esto es, que no tiene ninguna carga eléctrica, ni voltaje.*

*Debemos recordar que el cable a tierra es un conductor el cual esta destinado a conducir la descarga a tierra de algún artefacto en mal estado o mal manejo de estos por parte del usuario.*

#### Sistema trifásico

*Un sistema trifásico es un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud (y por consiguiente valor eficaz), que presentan una diferencia de fase entre ellas de 120° eléctricos, y están dadas en un orden determinado. Cada una de las corrientes monofásicas que forman el sistema se designa con el nombre de fase.*

Tensión en las fases de un sistema trifásico equilibrado. Entre cada una de las fases hay un desfase de 120°.

Un sistema trifásico de tensiones se dice que es equilibrado cuando sus corrientes tienen magnitudes iguales y están desfasadas simétricamente.

Cuando alguna de las condiciones anteriores no se cumple (corrientes diferentes o distintos desfases entre ellas), el sistema de tensiones está desequilibrado o más comúnmente llamado un sistema desbalanceado. Recibe el nombre de sistema de cargas desequilibradas, el conjunto de impedancias distintas que dan lugar a que por el receptor circulen corrientes de amplitudes diferentes o con diferencias de fase entre ellas distintas a 120°, aunque las tensiones del sistema o de la línea sean equilibradas o balanceadas.

El sistema trifásico presenta una serie de ventajas, como son la economía de sus líneas de transporte de energía (hilos de menor sección que en una línea monofásica equivalente) y de los transformadores utilizados, así como su elevado rendimiento de los receptores, especialmente motores, a los que la línea trifásica alimenta con potencia constante.

Los generadores utilizados en centrales eléctricas son trifásicos, dado que la conexión a la red eléctrica debe ser trifásica (salvo para centrales de poca potencia). La trifásica se usa masivamente en industrias, donde las máquinas funcionan con motores trifásicos.

## Debes conocer

El siguiente enlace es una explicación de la diferencia que hay en la tensión de pico y la tensión eficaz, tenemos que tener en cuenta, que cuando medimos con un polímetro, éste nos da el valor eficaz.

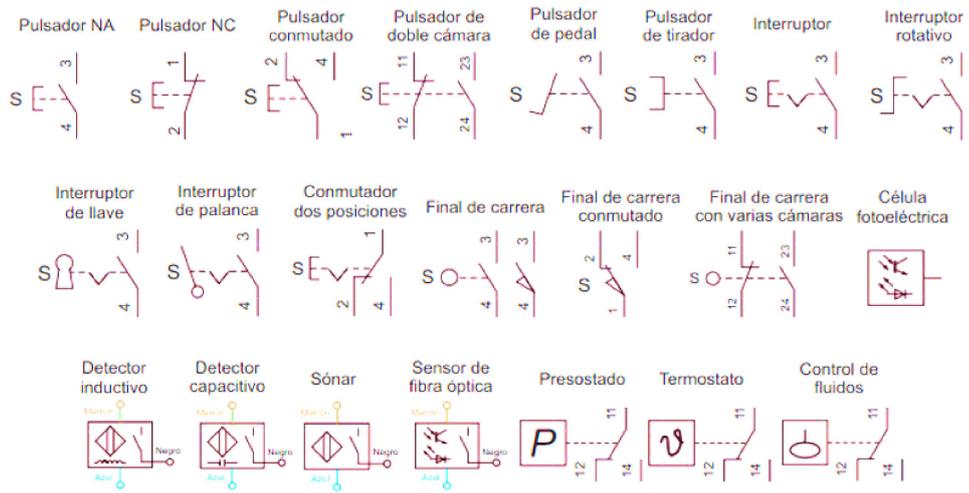
[Tensión eficaz y de pico](#)

## Para saber más

El siguiente enlace es un PDF donde hay un resumen de las fórmulas para calcular las potencias trifásicas y monofásicas, así como los motores.

[Formulario](#)

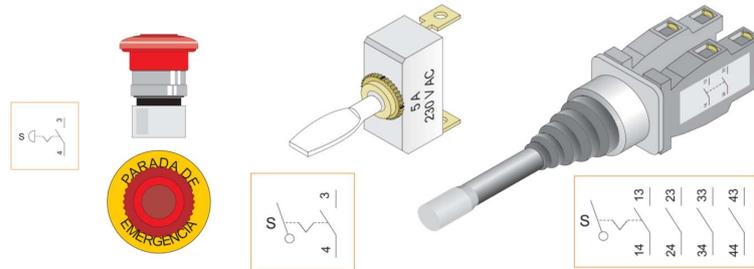




Licencia: [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## 6.1.- Interruptores

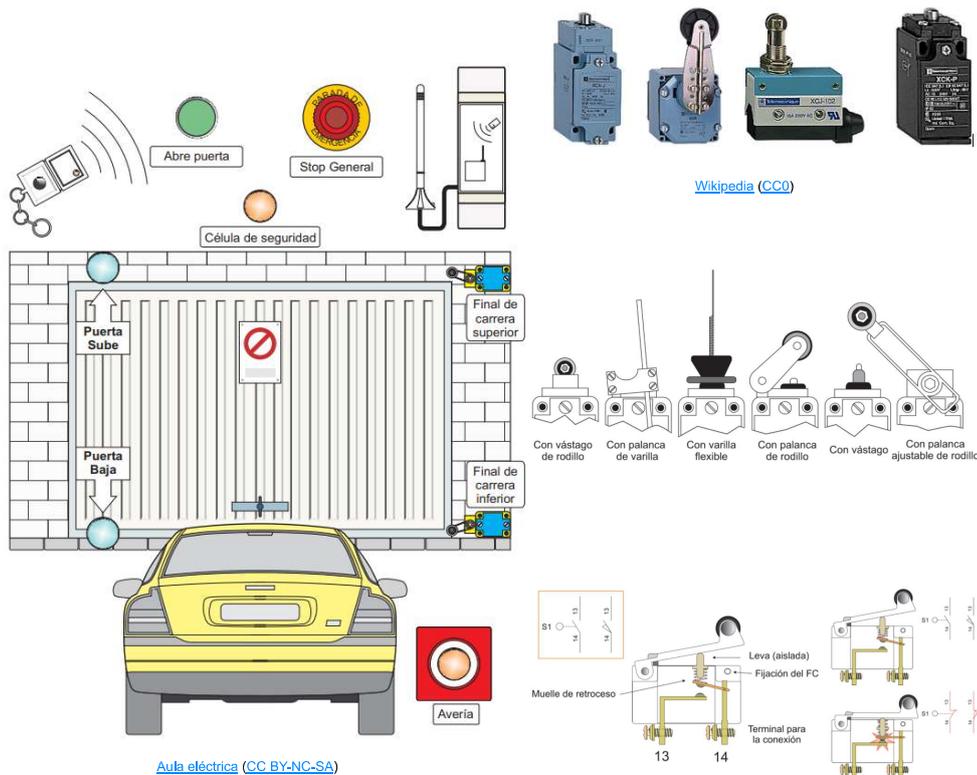
Un **interruptor eléctrico** (también llamado en algunos países hispanoamericanos suiche, del inglés switch) es un dispositivo que permite desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. En el mundo moderno sus tipos y aplicaciones son innumerables, desde un simple interruptor que apaga o enciende una bombilla, hasta un complicado selector de transferencia automático de múltiples capas, controlado por ordenador.



[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

También podemos encontrar otro tipo de interruptores denominados finales de carrera, los cuales, están formados por contactos abiertos y cerrados, al igual que los pulsadores, pero se diferencian de los anteriores en que el accionamiento no es humano sino que se accionan por objetos. Por ejemplo, en la puerta de un garaje existen dos finales de carrera, uno cerca del techo y otro cerca del suelo, para detectar la posición de la puerta.



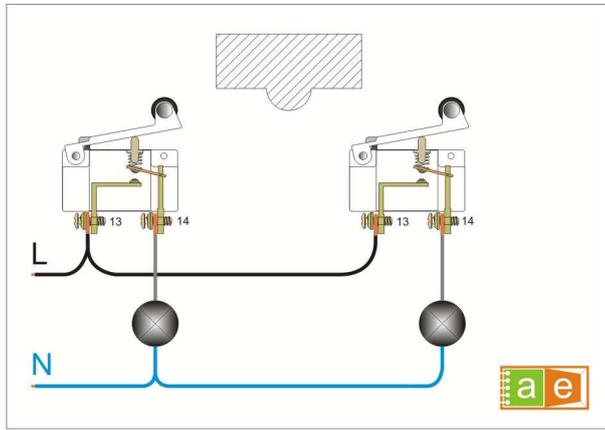
[Wikipedia \(CC0\)](#)

[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

## Para saber más

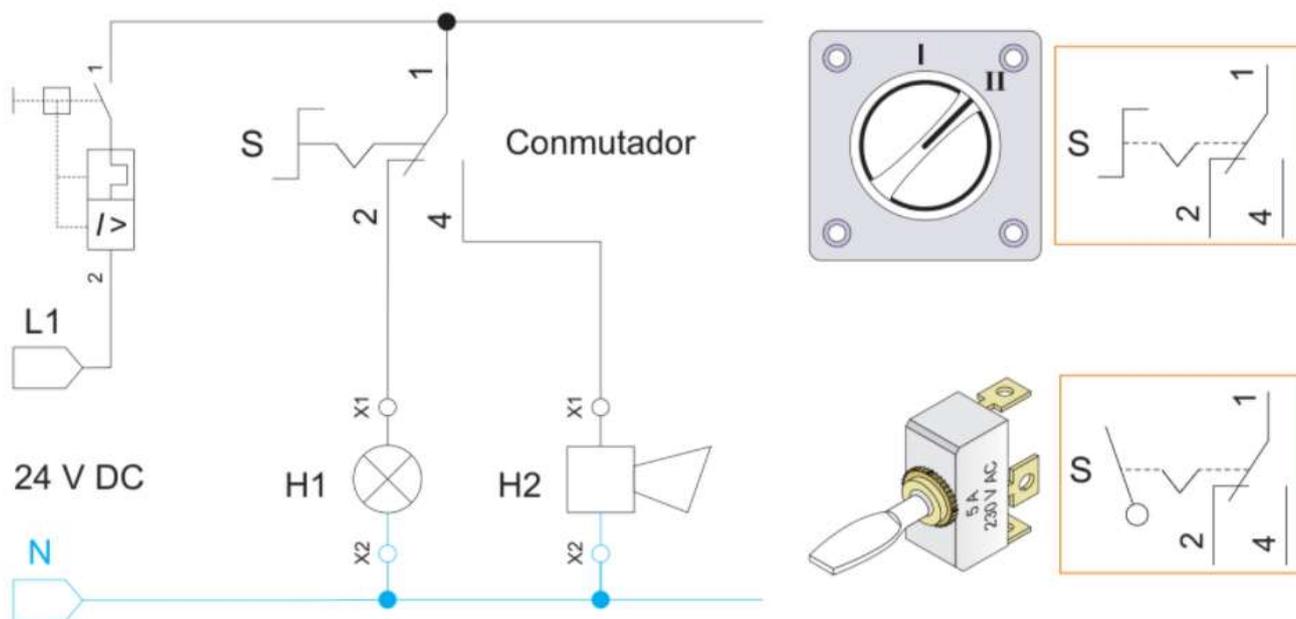
Ejemplo funcionamiento de un final de carrera



[Aula eléctrica \(CC0\)](#)

## 6.2.- Conmutadores

En una instalación eléctrica, un **conmutador** es un dispositivo eléctrico o electrónico que permite modificar el camino que deben seguir los electrones.



[Aula eléctrica \(CC-BY-NC-SA\)](#)

### Debes conocer

Es interesante diferenciar entre un interruptor y un conmutador, y la mejor manera es aprendiéndolo desde una versión práctica; por ello os pongo un enlace a una web donde lo explican, además añaden la definición o que implica un conmutador de cruce.

[Interruptor vs Conmutador](#)

# 6.3.- Pulsadores

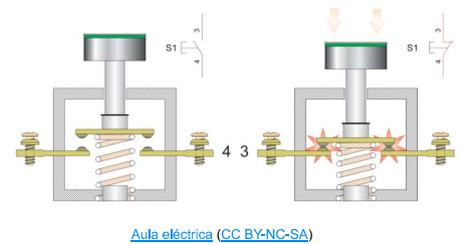
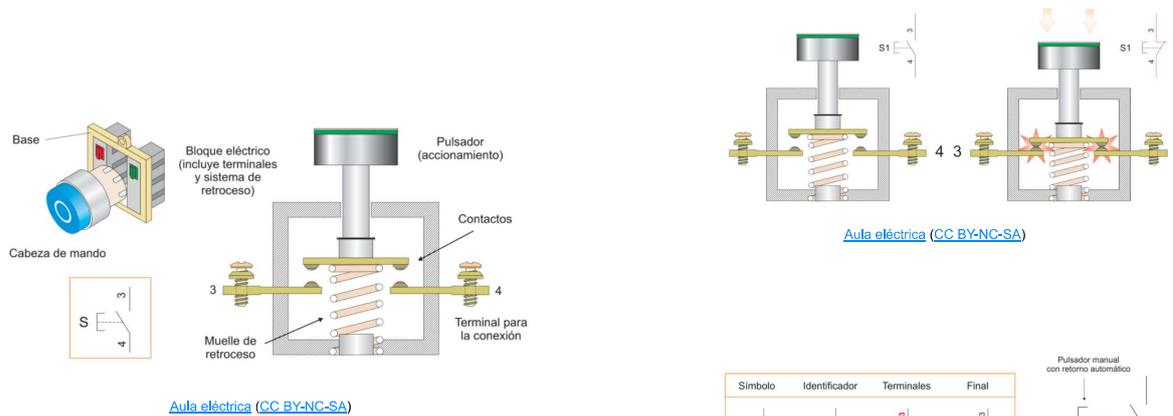
Los **pulsadores** son elementos de conexión y desconexión mecánicos, activados por un operario. Están formados por contactos abiertos o cerrados y tienen la particularidad de permitir o no el paso de la corriente mientras se presiona sobre un mando. Una vez que la presión deja de existir, los contactos vuelven a su posición inicial.



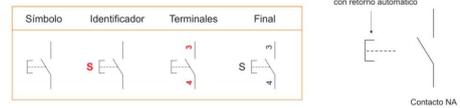
[Wikipedia](#). *Varios pulsadores* (CC0)

## PULSADORES SEGÚN SUS CONTACTOS

### Pulsador NA (normalmente abierto)

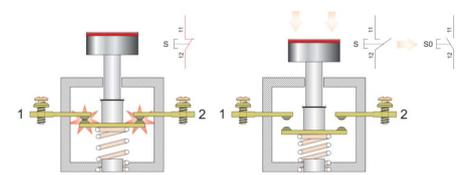
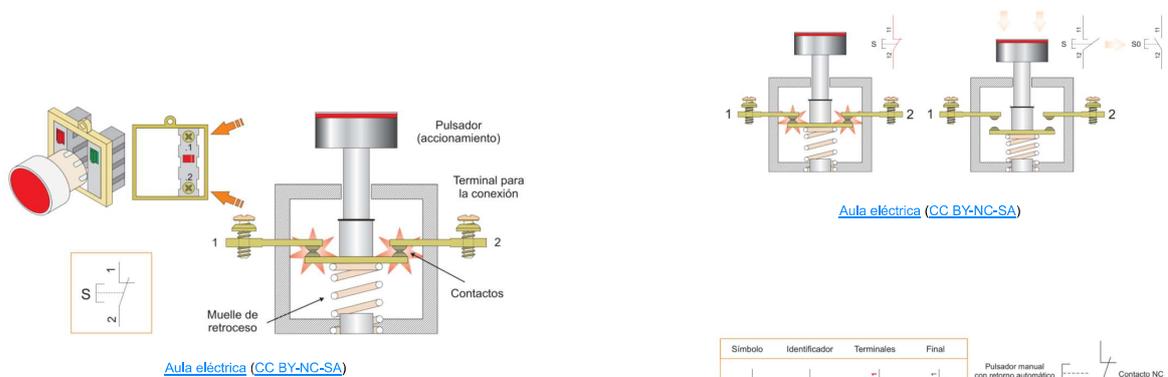


[Aula eléctrica](#) (CC BY-NC-SA)

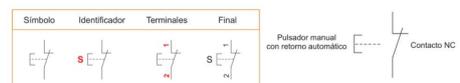


[Aula eléctrica](#) (CC BY-NC-SA)

### Pulsador NC (normalmente cerrado)

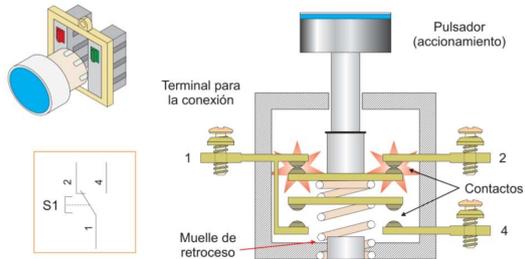


[Aula eléctrica](#) (CC BY-NC-SA)

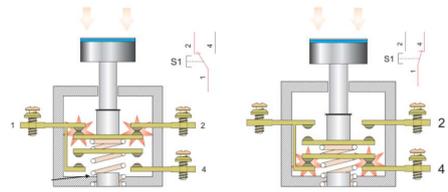


[Aula eléctrica](#) (CC BY-NC-SA)

### Pulsador conmutador NA-NC

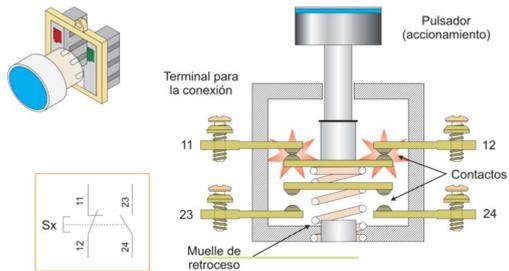


[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

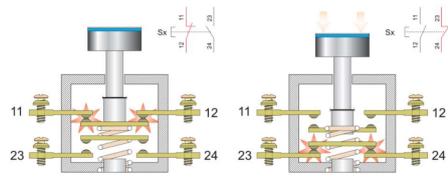


[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

### Pulsador de doble cámara NC-NA

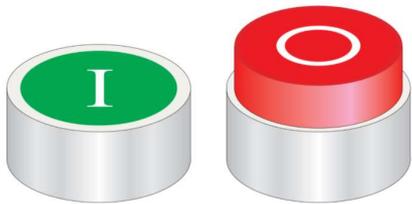


[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

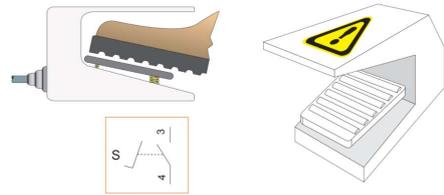


[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

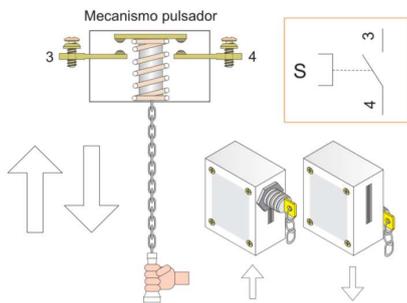
### PULSADORES SEGÚN SU SISTEMA DE ACCIONAMIENTO



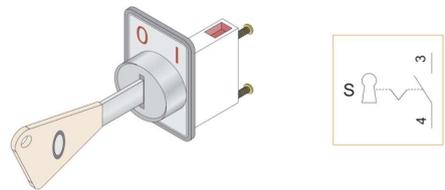
[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)



[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)



[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

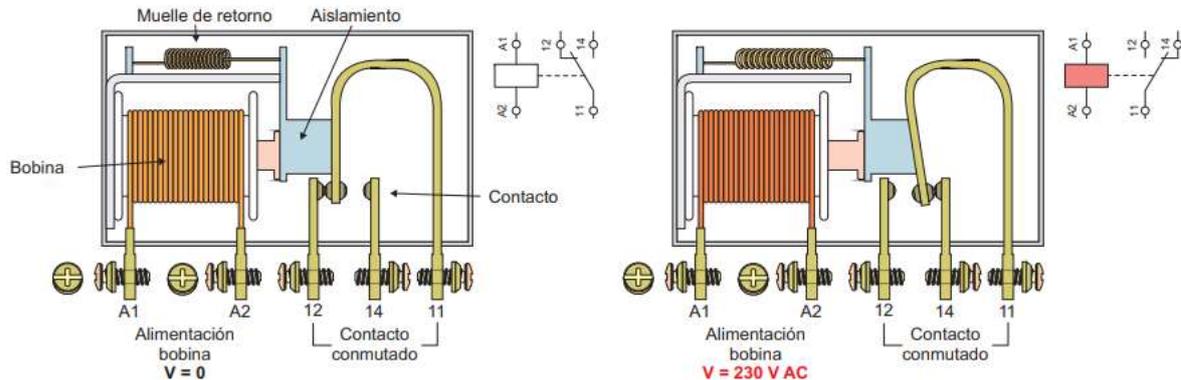


[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

## 6.4.- Relés

El **relé** (en francés, relais 'relevo') o relevador es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835.

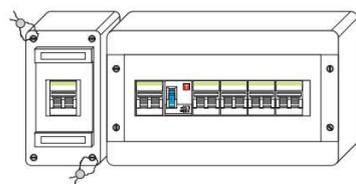
Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. Como tal se emplearon en telegrafía, haciendo la función de repetidores que generaban una nueva señal con corriente procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea. Se les llamaba «relevadores».



[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

El electroimán hace girar la armadura verticalmente al ser alimentada, cambiando el estado de los contactos: contactos NA o NC (normal abierto o normal cerrado). Si la bobina del relé se energiza, el contacto NA se cerrará, mientras que el contacto NC se abrirá. (Si se le aplica un voltaje a la bobina se genera un campo electro-magnético, que provoca que los contactos cambien su estado). En la figura se puede apreciar los contactos NA y NC. Ambos están conectados a un "común", en el cual se le aplica un potencial positivo.

### Aparatos de protección que contienen circuitos con relé



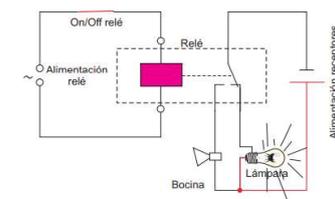
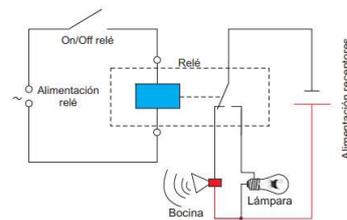
[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

#### Relé magnetotérmico

De protección contra sobre-cargas con protección tipo relé térmico + relé electromagnético. En viviendas, a este relé se le conoce como PIA (pequeño interruptor automático).

#### Relé diferencial

Destinado a la protección de personas contra contactos eléctricos directos e indirectos. Podemos encontrarlos en nuestra vivienda dentro del cuadro general de protección. Es característico un botón tipo "Test" que tiene en su exterior que ayuda a comprobar su estado de funcionamiento.



[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

## Para saber más

La página a la que os enlace, hace referencia al relé; explicándolo un poco más en detalle. Concretamente, me interesa sobre todo que seáis capaces de identificar los diferentes [Tipos de relés](#). Además, os adjunto un archivo .swf que como ya hemos visto previamente debemos descargar y ejecutar desde Abrir con ... (desplegable que aparece al clicar con el botón derecho del ratón sobre el archivo) usando Internet Explorer e ilustra el [Funcionamiento y accionamiento de un relé](#).

## Caso práctico

Simulación del funcionamiento de un relé empleado para el control de la transferencia hídrica de un pozo a un depósito.

<https://www.youtube.com/embed/5M7CNQQkewg>

*Transferencia hídrica pozo depósito*

## 6.5.- Contactores

Un contactor es un dispositivo de conmutación que se acciona electromagnéticamente. Podemos definirlo como el mecanismo capaz de cerrar un circuito mediante el suministro de una señal eléctrica y abrirlo de nuevo al cesar esta.

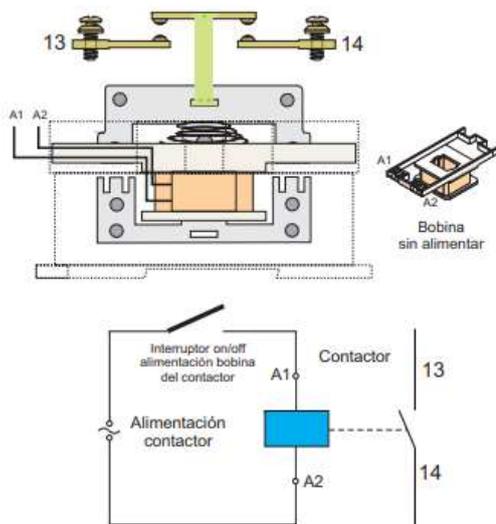
### Funcionamiento

Cuando se alimenta la bobina del electroimán, el contactor conecta o desconecta una serie de contactos formados internamente por láminas (polos) que pueden soportar grandes corrientes.

Estado del contactor.

#### Caso 1. Bobina del contactor sin excitar.

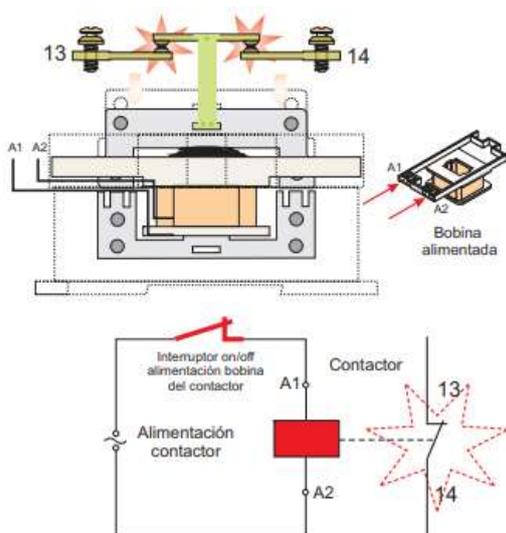
Al no existir corriente, no hay campo magnético capaz de desplazar el martillo hacia la culata. El martillo está unido físicamente al grupo de contactos del contactor.



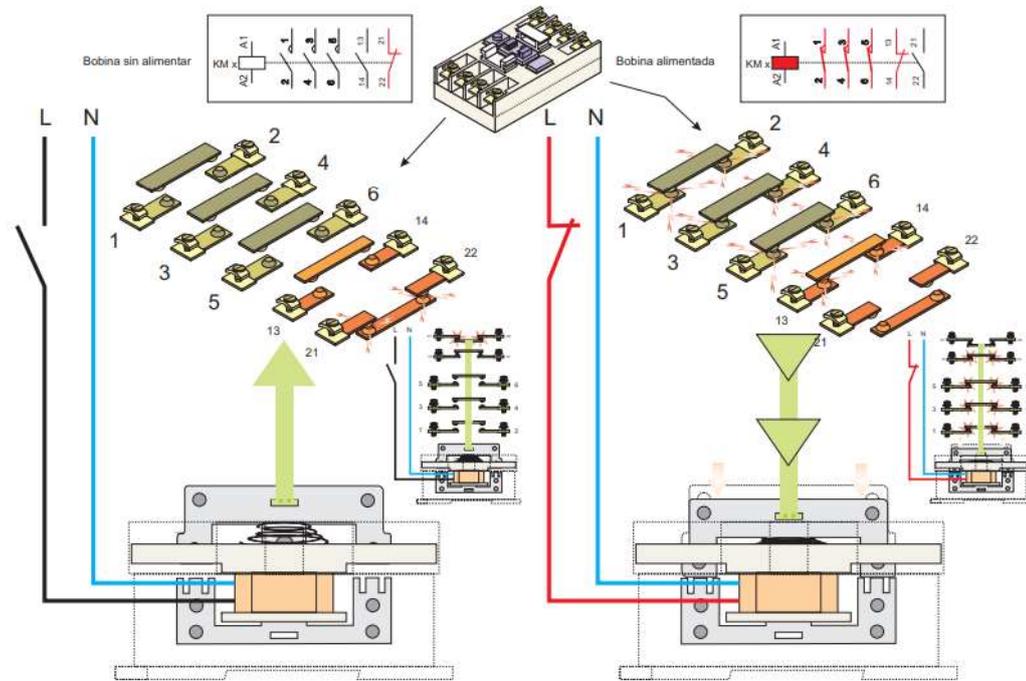
[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

#### Caso 2. Bobina del contactor excitada.

El campo magnético creado por la bobina del contactor al ser alimentado con corriente eléctrica, conseguirá desplazar el conjunto formado por el martillo y el grupo de contactos eléctricos asociados, realizando la conexión (o desconexión) de los mismos.



[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)



Aula eléctrica (CC BY-NC-SA)

### Partes de un contactor y parámetros que lo definen

La norma IEC 60947 define las características eléctricas y mecánicas de los contactores. Están sacadas de la norma IEC 60947.

- ✔ Número de polos y número de contactos auxiliares.
- ✔ Tensión asignada de empleo  $U_e$ .

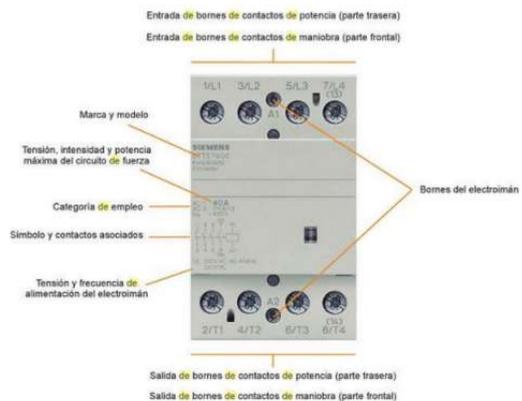
Tensión para la cual los polos trabajan en óptimas condiciones.

- ✔ Tensión asignada de aislamiento  $U_i$ .

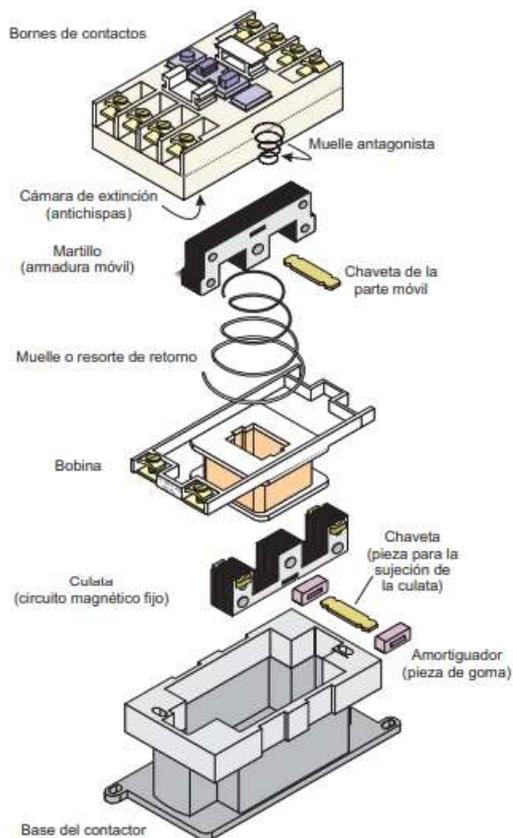
Es la máxima tensión que son capaces de soportar los polos sin que aparezcan problemas de aislamiento.

- ✔ Corriente asignada de empleo.  $I_n = I_{nominal}$ .

Es la corriente nominal máxima del receptor que el contactor puede establecer, soportar e interrumpir en unas condiciones de utilización definidas, sin recalentamiento excesivo ni desgaste exagerado de los contactos (máxima intensidad aconsejable para que conmute). *Es la característica más representativa de cualquier contactor.*



Aula eléctrica (CC BY-NC)



[Aula eléctrica \(CC BY-NC\)](#)

Marca comercial: R																					
Modelo de contactor Contactador AC CE																					
<table border="1"> <tr> <td>L1</td> <td>L2</td> <td>L3</td> <td>NO</td> <td>NC</td> </tr> <tr> <td>A1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>T1</td> <td>T2</td> <td>T3</td> <td>NO</td> <td>NC</td> </tr> </table>		L1	L2	L3	NO	NC	A1	1	2	3	21	A2	2	4	4	31	T1	T2	T3	NO	NC
L1	L2	L3	NO	NC																	
A1	1	2	3	21																	
A2	2	4	4	31																	
T1	T2	T3	NO	NC																	
Esquema eléctrico																					
IEC/EN 60947-4-1																					
Norma que lo regula																					
U <sub>e</sub> 690V	U <sub>imp</sub> 9500V																				
AC-1 18A/20A	50/60Hz																				
3-Ue	380/400	690																			
AC-3 Ia A	12	9.9																			
AC-3 kW	5.5	7.5																			
AC-4 Ia A	5	2																			
Fecha:																					
Grupo empresarial:																					

[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

#### ✔ Corriente térmica convencional $I_{th}$ .

Es la máxima intensidad que pueden soportar los polos de forma continuada durante 8 horas. Debe ser al menos igual al valor máximo de la corriente asignada de empleo del material sin envolvente, en servicio de 8 horas. La corriente térmica convencional de un contactor se determina mediante un ensayo de recalentamiento de 8 h de duración a una temperatura ambiente de 40 °C.

#### ✔ Poder asignado de cierre (conexión) $I_e = I_{establecimiento} \cdot I_a = I_{arranque}$

Intensidad en el momento de la conexión del contactor. El poder asignado de cierre se expresa por el valor eficaz de la corriente que puede establecer un contactor sin desgaste exagerado ni soldadura de los contactos (intensidad máxima que puede soportar un contactor en el momento de conmutación).

#### ✔ Durabilidad mecánica.

En cuanto a la resistencia al desgaste mecánico, un material se caracteriza por el número, indicado en la correspondiente norma de material, de ciclos de maniobras en vacío (es decir, sin corriente en los principales contactos) que debe poder efectuar el material sin que sea necesario revisarlo o cambiar piezas mecánicas; no obstante, puede admitirse un mantenimiento normal según las instrucciones del fabricante para material es diseñados para ser mantenidos. Cada ciclo de maniobras consiste en una maniobra de cierre seguida de una maniobra de apertura.

#### ✔ Durabilidad eléctrica

En cuanto a su resistencia al desgaste eléctrico, un material se caracteriza por el número de ciclos de maniobras en carga que es capaz de efectuar sin reparaciones ni cambios de piezas, en las condiciones de servicio indicadas en la correspondiente norma.

## Para saber más

¿Qué es un contactor? En la página web de Cadenza Electric podéis encontrar información que complete un poco más lo descrito previamente.

## 6.5.1.- Elección de un contactor

Para la elección de un contactor se tendrán en cuenta los aspectos siguientes:

- 1.- *Poder de corte*: valor de la intensidad que un contactor es capaz de interrumpir bajo una tensión dada y las condiciones prescritas de empleo y funcionamiento.
- 2.- *Poder de cierre*: El valor de la intensidad que un contactor es capaz de restablecer bajo una tensión dada y en las condiciones prescritas de empleo y funcionamiento.
- 3.- *Intensidad de servicio*: El valor de la intensidad permanente que circula por sus contactos principales.
- 4.- *Vida de un contactor*: El tiempo en años que dura un contactor según las condiciones de servicio. Se da en millones de maniobras.
- 5.- *Tensión de la bobina*: Se fabrican para diferentes tensiones en alterna o continua.
- 6.- *La categoría de servicio*: El tipo de aplicación para la que se va a utilizar. Según esto se distinguen las siguientes:

Categoría de servicio	Aplicaciones
AC1	Cargas puramente resistivas para calefacción eléctrica,...
AC2	Motores asíncronos para mezcladoras, centrifugas,...
AC3	Motores asíncronos para aparatos de aire acondicionado, compresores, ventiladores,...
AC4	Motores asíncronos para grúas, ascensores,...

Los contactos de un contactor soportan:

- ✓ En el instante de su cierre, la intensidad de establecimiento  $I_e = I_a$ .

Dicha intensidad puede ser prácticamente la nominal del receptor si su naturaleza es resistiva, pero será alta ( $I_a$  de arranque) si se trata de un motor inductivo.

- ✓ Mientras permanecen cerrados, la intensidad de consumo nominal del receptor o motor  $I_n$ . Dicha intensidad puede producir en ellos unos calentamientos excesivos si no están debidamente dimensionados.
- ✓ En el instante de la apertura en carga, la intensidad de corte  $I_c$ . Este es el momento de máximo deterioro de los contactos, ya que en la "chispa" producida se vaporizan fragmentos del metal que los constituye.
- ✓ Resulta, entonces, que un contactor puede conectar y desconectar un receptor de determinada intensidad nominal, en diversas circunstancias.

**La categoría de empleo del contactor los define.**

Resumen de intensidades

Tipo de intensidad	Significado
$I_e = I_a$	Intensidad de establecimiento = Intensidad de arranque
$I_n$	Intensidad nominal o de funcionamiento
$I_c$	Intensidad de corte o paro
$I_f$	Intensidad de frenado a contracorriente

### Ejercicio Resuelto

Por ejemplo, un contactor para arranque directo de un motor de 4CV, con un factor de potencia de 0,8 y un rendimiento del 75%, que consume en el arranque 6 veces la intensidad nominal, con una tensión de 400V. El contactor se alimenta con 230V.

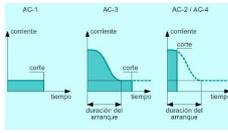
La intensidad de servicio o nominal del motor será:

[Mostrar retroalimentación](#)

La intensidad de cierre  $I_c$  será de  $7,58 \cdot 6 = 45,5A$

Eligiendo un contactor LC1 D09 P7 de Telemecanique, que tiene una corriente asignada de 9A en categoría AC3, con un poder de cierre y de corte de 250A, la elección será adecuada.

## Debes conocer

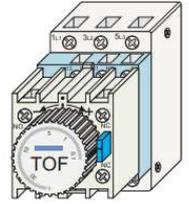


Os adjunto un listado más definido de las categorías y necesidades a cubrir a la hora de [Seleccionar un contactor](#); junto al procedimiento a seguir.

## 6.6.- Temporizadores

En las cámaras de contactos temporizados, encontramos dos tipos de temporización:

- ✓ Con retardo a la conexión (TON, Timer ON Delay).
- ✓ Con retardo a la desactivación (TOF, Timer OFF Delay).

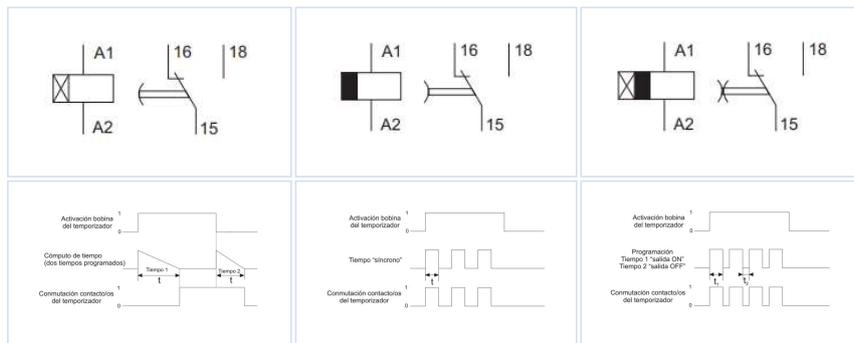


Normalmente, las cámaras temporizadas neumáticas utilizan como elemento principal un fuelle de goma y un resorte antagonista dentro de él. Un tornillo solidario al conjunto fuelle-cámara, servirá para la regulación del tiempo. No se consideran instrumentos de precisión.

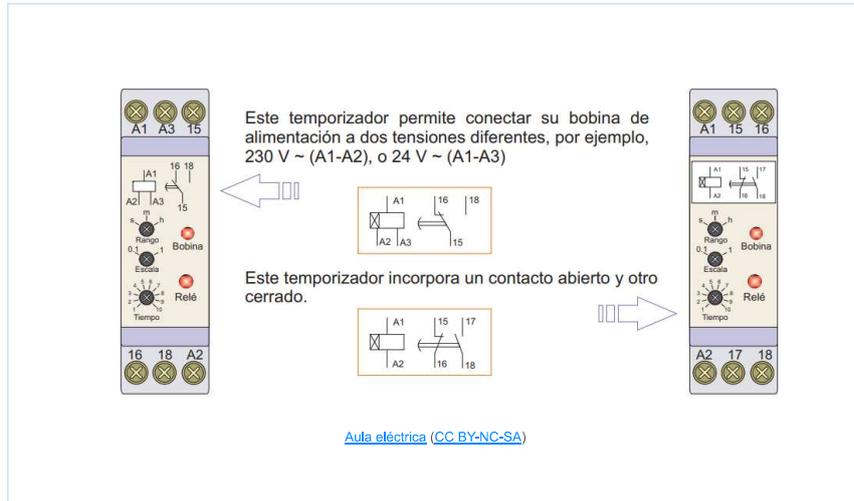
El temporizador se representa por las letras KT n°.

- ✓ TON. Timer On Delay, hace referencia a los temporizadores con retardo a la conexión.
- ✓ TOF. Timer Off Delay, hace referencia a los temporizadores con retardo a la desconexión.
- ✓ TON-TOF. Hace referencia a los temporizadores con retardo a la conexión-desconexión, donde:
  - A1-A2 alimentación
  - bobina del temporizador.
  - 15-16-18 contacto conmutado del temporizador.

[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

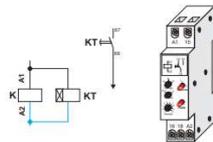


Existen otras temporizaciones además de las comentadas en este tema, y aunque algunos modelos de temporizadores electrónicos permiten configurar una estructura de temporización concreta, se suelen usar micro autómatas programables, porque facilitan considerablemente esta labor.



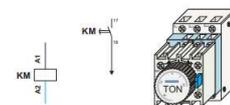
[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

Si el temporizador tiene bobina independiente, por ejemplo un electrónico, se debe representar, tanto la bobina como los contactos con las siglas KT n°.



[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

Por otro lado, si el temporizador es un bloque acoplado a un contactor, los contactos de éste llevarán el indicativo del contactor.



[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)

## Para saber más

En la siguiente página web, hay una clasificación de los tipos de temporizadores en función del momento de activación que nos interese. A veces nos puede interesar que suceda algo para que se active el temporizador, por ejemplo un pulsador de escalera, lo pulsamos y durante 90 segundos está activo; otras veces nos interesa que deje de pasar algo para que se active.

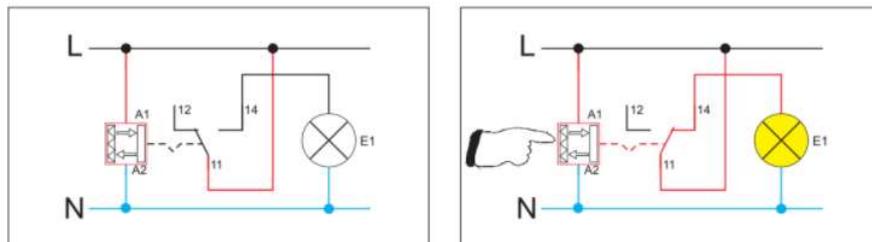
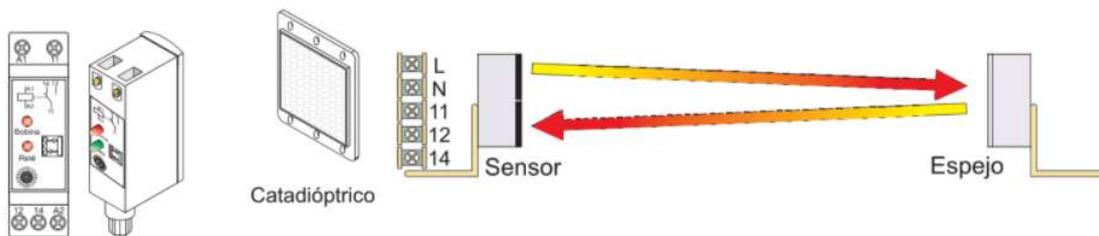
[Tipos de temporizadores](#)

## Debes conocer

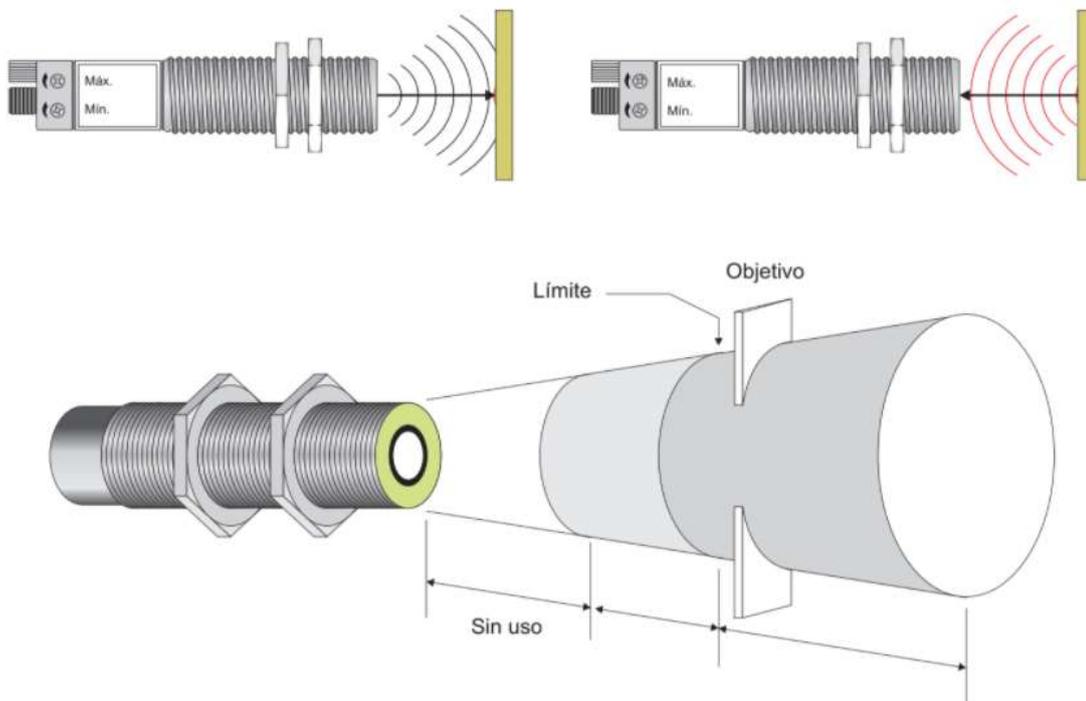
Archivo .swf que como ya hemos visto previamente debemos descargar y ejecutar desde Abrir con ... (desplegable que aparece al clicar con el botón derecho del ratón sobre el archivo) usando Internet Explorer e ilustra el [Funcionamiento y accionamiento de un bloque TOF](#).

Además, en el siguiente enlace os adjunto varias [cronogramas temporizados](#) para que observeis su evolución.

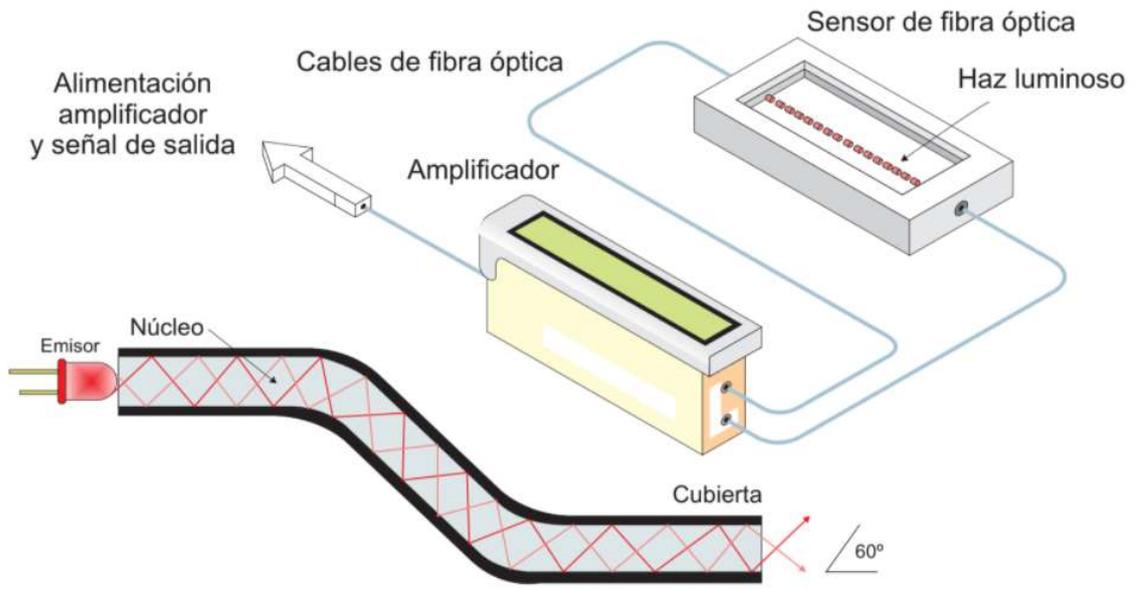
## 6.7.- Otros captadores y sensores eléctricos



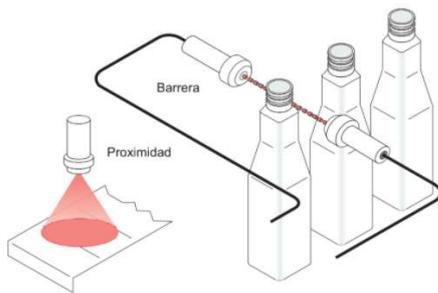
[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)



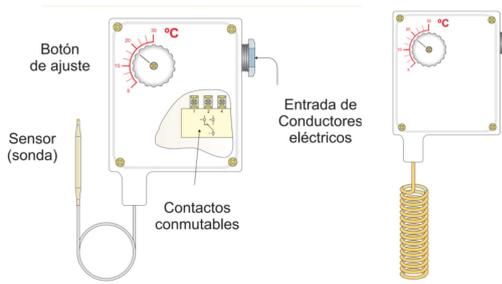
[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)



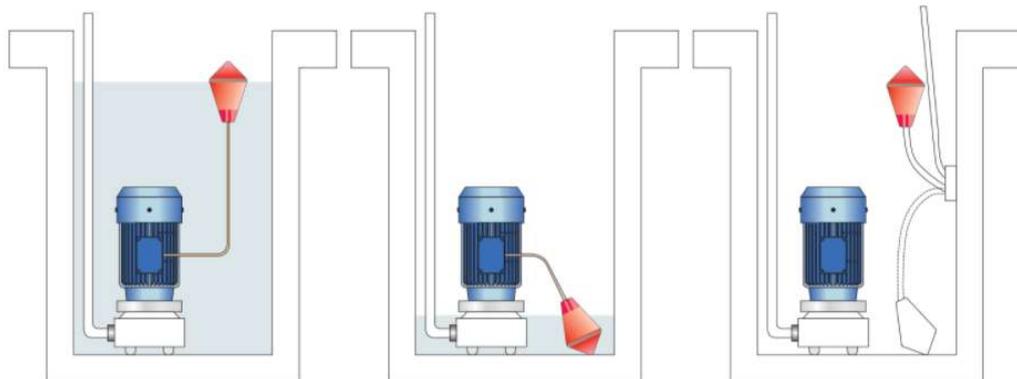
[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)



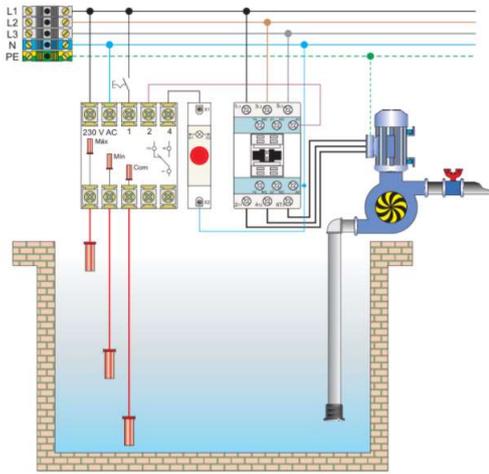
[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)



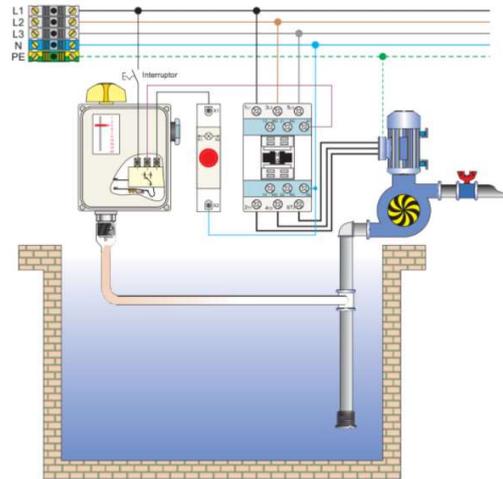
[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)



[Aula eléctrica \(CC BY-NC-SA\)](#)



Aula eléctrica (CC BY-NC-SA)



Aula eléctrica (CC BY-NC-SA)

## Para saber más

Os adjunto unos enlaces con aportes interactivos dónde podéis observar el funcionamiento de una [Célula fotoeléctrica](#), un [Detector inductivo](#), un [Presostato](#) y un [sistema de control de fluidos por sondas](#).

Cada apartado lleva adherido un hipervínculo a un archivo descargable con formato .swf, para abrirlo sólo necesitais clicar en abrir con Internet explorer y comenzar a interactuar con la web propuesta.

## 7.- Elementos pasivos de los circuitos

### Caso práctico

- A lo que iba antes, los elementos pasivos, no es que no hagan nada, sino que tienen una función permanente en el circuito, principalmente almacenan energía o la disipan. -continúa Marisol.
- Ya bueno, las resistencias se calientan y disipan energía, se utilizan entre otras cosas para reducir la tensión, ya me acuerdo.- comenta Lorenzo.
- Exacto, y los condensadores almacenan energía muy rápidamente, no almacenan gran cantidad, pero tiene también sus funciones, una de ellas es para la rectificación de ondas.- explica Marisol.
- Esos componentes son los que complican los ejercicios.
- Jajaja, no es que sean para complicar las cosas, tienen su función y hay que poner el adecuado, porque sino no trabajan adecuadamente. - dice Marisol

Elementos pasivos son aquellos componentes de los circuitos, que disipan o almacenan energía eléctrica o magnética y constituyen por ello los receptores o cargas de un circuito. Los receptores eléctricos, motores, lámparas, etc., cuando se conectan en un circuito de corriente alterna (c.a.) se pueden comportar de 3 formas diferentes.

- ✓ Como Receptores Resistivos puros. Solo tienen resistencia pura. Se llaman receptores **R o Resistivos**.
- ✓ Como Receptores Inductivos puros. Solo tienen un componente inductivo puro (**bobina**). Se llaman **L o inductivos**.
- ✓ Como Receptores Capacitivos puros. Solo tienen un componente capacitivo (**condensadores**). Se llaman **C o capacitivos**.

En realidad *no hay ningún receptor R, L o C puro*, ya que por ejemplo, la bobina de un motor será un receptor inductivo, pero al ser un conductor también tendrá una resistencia, y por lo tanto, también tendrá un componente resistivo, por lo que realmente será un receptor RL.

Incluso el motor también tiene una parte capacitiva, por lo que en realidad será un receptor RLC.

Aunque no tengamos receptores puros R, L o C, para comenzar con el estudio de los Circuitos Eléctricos en corriente alterna es mejor estudiar primero cada uno de ellos por separado, para posteriormente estudiar los circuitos reales RLC.

### Debes conocer

Os adjunto un enlace a la página web del área de tecnología que ya hemos consultado previamente y va a ser una constante a lo largo de todo el curso como un apoyo y soporte para la resolución de ejercicios prácticos sobre corriente alterna. [Conceptos básicos, formularios y ejercicios resueltos de corriente alterna](#)

## 7.1.- Resistencias

---

Se denomina **resistencia** o **resistor** al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito eléctrico. En otros casos, como en las planchas, calentadores, etc., se emplean resistencias para producir calor aprovechando el efecto Joule. Es un material formado por carbón y otros elementos resistivos para disminuir la corriente que pasa. Se opone al paso de la corriente.

La corriente máxima y diferencia de potencial máxima en una resistencia viene condicionada por la máxima potencia que pueda disipar su cuerpo. Esta potencia se puede identificar visualmente a partir del diámetro sin que sea necesaria otra indicación. Los valores más comunes son 0.25 W, 0.5 W y 1 W.

Existen resistores cuyo valor puede ser ajustado manualmente llamados potenciómetros, reostatos o simplemente resistencias variables. También se producen dispositivos cuya resistencia varía en función de parámetros externos, como los termistores, que son resistores que varían con la temperatura; los varistores que dependen de la tensión a la cual son sometidos, o las fotorresistencias que lo hacen de acuerdo a la luz recibida.

### Para saber más

Aunque hemos hablado de resistencias electrónicas, también tenemos otras resistencias más grandes, como pueden ser la de los calefactores eléctricos o las que se introducen en los motores para cambiar la velocidad del mismo, aunque ya se utilizan más con variadores de frecuencia.

La siguiente web es una calculadora de resistencias en base a los colores de las mismas.

[Calculadora resistencias electrónicas](#)

## 7.2.- Bobinas

---

Un **inductor**, **bobina** o reactor es un componente pasivo de un circuito eléctrico que, debido al fenómeno de la autoinducción, almacena energía en forma de campo magnético.

Un inductor está constituido normalmente por una bobina de conductor, típicamente alambre o hilo de cobre esmaltado. Existen inductores con núcleo de aire o con núcleo hecho de material ferroso (por ejemplo, acero magnético), para incrementar su capacidad de magnetismo.

Los inductores también pueden estar contruidos en circuitos integrados, usando el mismo proceso utilizado para realizar microprocesadores. En estos casos se usa, comúnmente, el aluminio como material conductor. Sin embargo, es raro que se construyan inductores dentro de los circuitos integrados; es mucho más práctico usar un circuito llamado "girador" que, mediante un amplificador operacional, hace que un condensador se comporte como si fuese un inductor.

### Para saber más

En el siguiente video nos explican el funcionamiento y las características de la bobina de una forma más dinámica.

<https://www.youtube.com/embed/0w0ycQobkq0>

*Bobina o inductor*

## 7.3.- Condensadores



Pixsels (CC BY-NC-SA)

Un **condensador eléctrico** (también conocido frecuentemente con el anglicismo **capacitor**, proveniente del nombre equivalente en inglés) es un dispositivo pasivo, utilizado en electricidad y electrónica, capaz de almacenar energía sustentando un campo eléctrico. Está formado por un par de superficies conductoras, generalmente en forma de láminas o placas, en situación de influencia total (esto es, que todas las líneas de campo eléctrico que parten de una van a parar a la otra) separadas por un material dieléctrico o por vacío. Las placas, sometidas a una diferencia de potencial, adquieren una determinada carga eléctrica, positiva en una de ellas y negativa en la otra, siendo nula la variación de carga total.

Aunque desde el punto de vista físico un condensador no almacena carga ni corriente eléctrica, sino simplemente energía mecánica latente, al ser introducido en un circuito, se comporta en la práctica como un elemento "capaz" de almacenar la energía eléctrica que recibe durante el periodo de carga, la misma energía que cede después durante el periodo de descarga.

### Debes conocer

Aunque estamos hablando de condensadores pequeños, electrónica, que son del orden de  $\mu\text{F}$ , también hay que tener en cuenta que existen condensadores más grandes. En industria se utilizan para compensar la energía reactiva (de las bobinas de los motores), se usan las baterías de condensadores, del orden de faradios (F).

Otro uso cada vez más demandado es en los vehículos, donde utilizan supercondensadores para acumular energía rápidamente durante la frenada de los mismos. En el siguiente vídeo veremos cómo funciona un condensador.

<https://www.youtube.com/embed/GKz06HPWjuU>

*Funcionamiento condensador*

## 8.- Montaje de circuitos básicos

### Caso práctico

Después del café vuelven a la oficina, porque Marisol quería utilizar los planos que tenían allí para resolver las dudas de Lorenzo. Extiende dos planos encima de la mesa y pregunta:

- ¿Qué ves aquí?

- Dos planos muy bonitos, por decir algo.- comenta Lorenzo.

- ¿En serio?

- Bueno, no me acuerdo de la representación de algunos elementos, pero lo que sí veo es lo que me habías explicado antes. Este es un esquema multifilar porque tiene representados todos los cables y este es unifilar porque tiene solo una línea y con ello, indican cuántos cables hay en cada tramo. -expone Lorenzo.

- Eso está mejor. En este caso, el multifilar es el esquema de fuerza, que son los cables por donde pasan más intensidad, y el unifilar es el de mando, que simplemente accionan los elementos del circuito de fuerza. - explica Marisol.

- ¿Pero no sería más sencillo hacer todo en uno?

- No, porque al pasar tanta intensidad por los elementos de fuerza, los interruptores deberían ser muy robustos para manipularlos manualmente, y muy caros. Es más seguro para la manipulación y para el bolsillo hacerlo por separado.- responde Marisol.

Los circuitos básicos que se hacen en las prácticas, una batería, una bombilla, un interruptor y el cable, es un circuito simple donde combinan el mando y la fuerza. Los circuitos reales que podemos encontrarnos en casa para encender una luz, combinan mando y fuerza. La parte que activa la bombilla será el mando y la alimentación de la bombilla sería la fuerza.

Donde mejor podemos diferenciar los circuitos de mando y fuerza, es cuando empezamos a utilizar contactores, ya que están claramente diferenciados ambos circuitos e incluso van con colores diferentes el cableado.

Una actividad directamente relacionada con la composición de instalaciones eléctricas, es la representación de las mismas, en papel u otros medios. Se hace necesario por tanto, disponer de un protocolo normalizado de herramientas gráficas, capaces de identificar de forma clara todos los componentes participantes en las instalaciones.

#### Esquemas multifilares

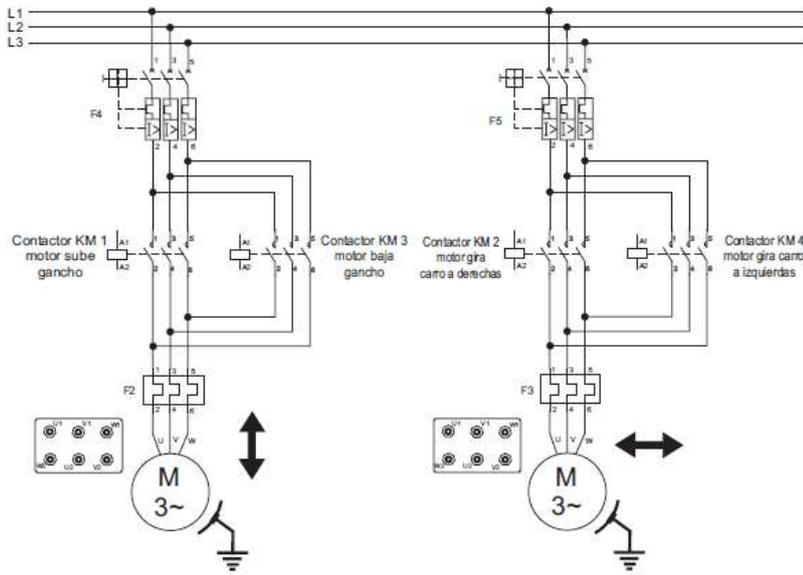
En los cuales, se indican todos los conductores y mecanismos que intervienen en la instalación eléctrica. El conocimiento adecuado de la simbología, permitirá una interpretación correcta del esquema. En la figura siguiente, se representan los mecanismos y conductores necesarios para la puesta en marcha e inversión de sentido de giro de dos motores trifásicos.

#### Esquemas unifilares

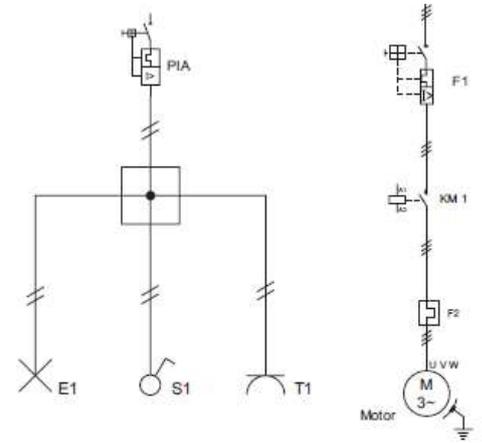
En representaciones cuyos conductores y mecanismos son repetitivos de forma generalizada, se hace necesaria una simplificación simbólica de la instalación. Para ello, se recurre a los esquemas unifilares, que sobre un mismo trazo un conductor es capaz de incorporar una línea polifásica. Veamos un ejemplo:



En el primer caso, una única línea cruzada con tres pequeños trazos oblicuos, indica que es tripolar, es decir, que representa a tres conductores. Junto a él, aparece una línea bipolar (dos cables) también representada de forma unifilar y multifilar. Un mecanismo, también puede mostrar que opera sobre varias líneas si es "atravesado" por trazos oblicuos. Los siguientes dibujos representan esquemas unifilares; el primero esquematiza un punto de luz, con toma de corriente, y el segundo, muestra las líneas que alimentan a un motor trifásico con protecciones.



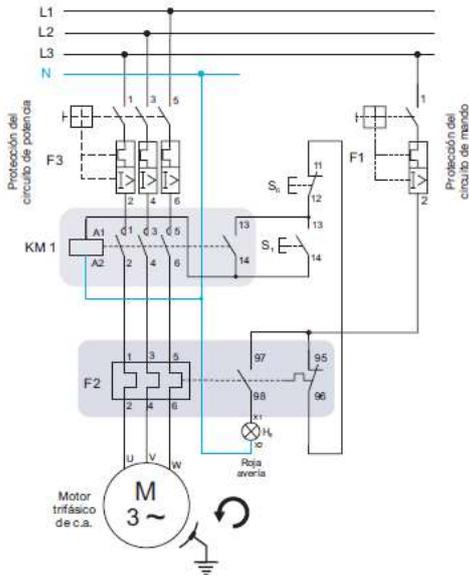
Aula eléctrica. Esquema multifilar (CC BY-NC-SA)



Aula eléctrica. Esquema unifilar (CC BY-NC-SA)

### Representación conjunta

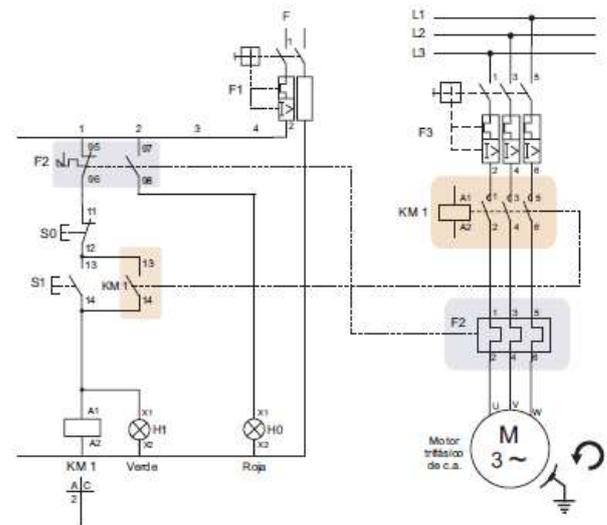
En un mismo esquema serán representados los esquemas de mando y potencia. Note el grosor de las líneas diferenciando ambos circuitos. Es poco práctico en instalaciones con un número elevado de componentes.



Aula eléctrica. Representación conjunta de mando y potencia (CC BY-NC-SA)

### Representación semidesarrollada

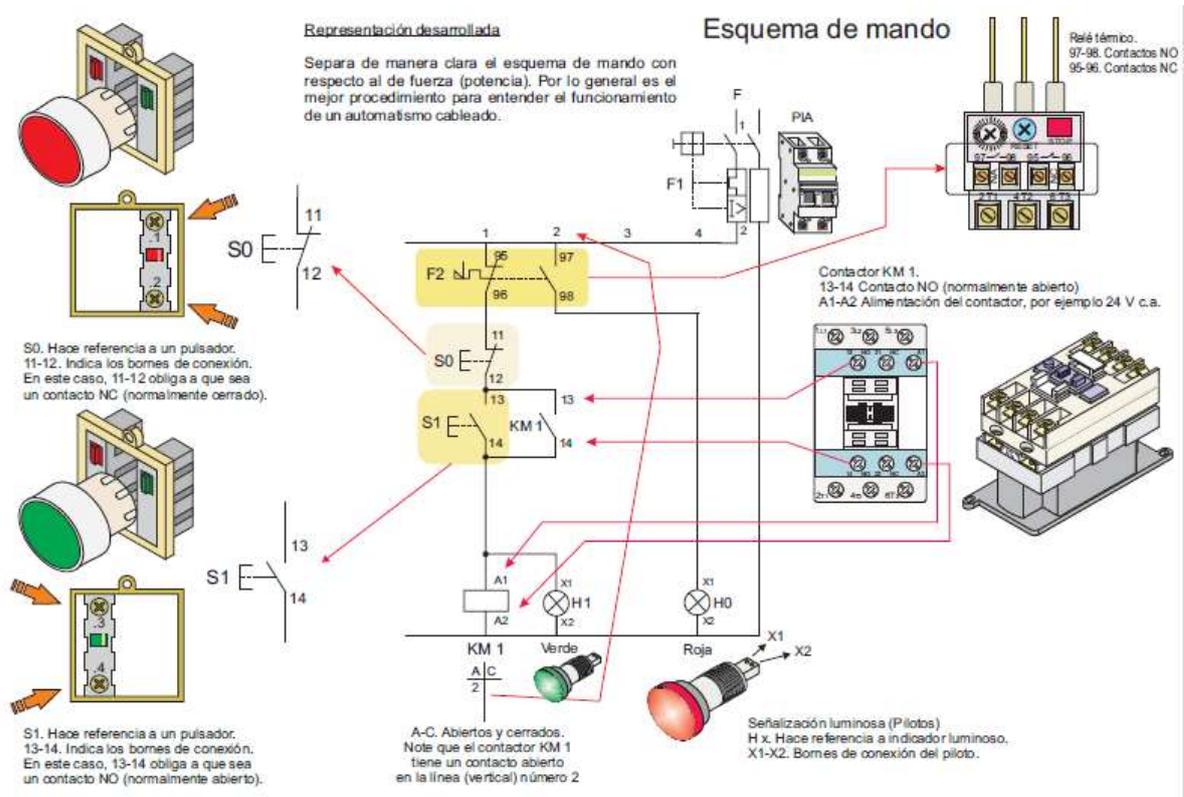
Separa circuitos de mando y potencia, aunque vincula con líneas discontinuas la unión física de los componentes



Aula eléctrica. Representación semidesarrollada de un circuito de mando y protección (CC BY-NC-SA)

## 8.1.- Circuitos de maniobra

Los circuitos de maniobra son los encargados de abrir y cerrar los sistemas, ya sean de forma manual o de forma automática. De forma manual sería un pulsador para activar o apagar un motor y de forma automática, mediante autómatas o componentes especiales, a partir de ciertas condiciones programadas, activar o desactivar los sistemas.



[Aula eléctrica](#), Esquema de mando o maniobra (CC BY-NC-SA)

Los circuitos de maniobra son los encargados de alimentar a los sensores y captadores, encargados de suministrar información en forma de señales eléctricas o digitales a los sistemas de Lógica Cableada (Contactores, relés, etc.) o Lógica Programada (Relés programables o autómatas programables). Estos circuitos son normalmente alimentados con tensiones de Muy Baja Tensión (MBT) o de Seguridad a 24 V.

El ejemplo más sencillo es el encendido de un motor mediante un contactor. Nosotros encendemos el motor mediante un interruptor que va al contactor (maniobra) el cual se activa con la bobina y cierra la alimentación del motor (fuerza) por un circuito diferente.

### Debes conocer

La siguiente web explica de forma más completa una instalación básica de un circuito de maniobra con fuerza. Es interesante que veáis los dos vídeos ya que os ayudaran a entender el funcionamiento de los esquemas.

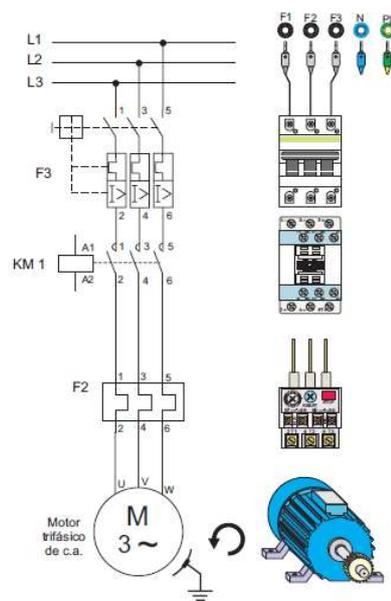
[Maniobra](#)

## 8.2.- Circuitos de fuerza

Los circuitos de fuerza o potencia son los utilizados para suministrar electricidad a los receptores de la instalación como motores, baterías de condensadores, lámparas, etc. y cuya finalidad persigue convertirla en trabajo útil. Estos circuitos normalmente son alimentados con tensiones de Baja Tensión (BT), normalmente Monofásicas a 230 V. o Trifásicas a 400 V.

Por poner un ejemplo, el circuito de fuerza de un motor se compone de fusibles, contactos de la línea y elementos calentadores de las protecciones térmicas. Por el circuito de fuerza la energía eléctrica de la corriente trifásica va al devanado del estator gobernado.

El circuito de mando del arrancador se compone de un cuadro de dos botones: (arranque) y (stop), que conecta la bobina del interruptor magnético el bloque de contacto y los contactos de la protección térmica, el circuito de mando sirve para gobernar el arrancador propiamente dicho.



Aula eléctrica. Esquema de potencia (CC BY-NC-SA)

### Para saber más

En el siguiente vídeo veremos los diferentes sistemas para el arranque de un motor.

<https://www.youtube.com/embed/hHqm3-03D3A>

Arranque motor

