

## TEMA 3. LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

### 1. CONCEPTOS PREVIOS

La **corriente eléctrica** es el movimiento de electrones, que son portadores de **carga eléctrica**.

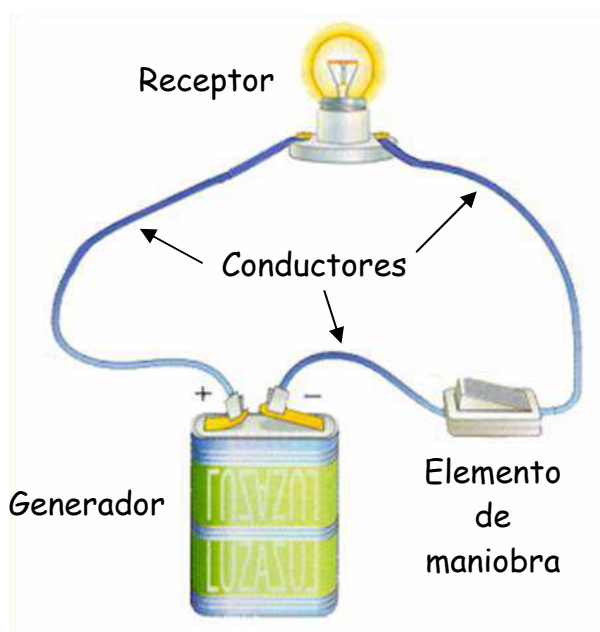
Un **circuito eléctrico** es un conjunto de dispositivos conectados entre sí a través de materiales **conductores** (como los cables de cobre).

Para que los electrones se muevan a través de un circuito es necesario que haya un dispositivo denominado **generador** (como las pilas). Los generadores aportan energía a los electrones.

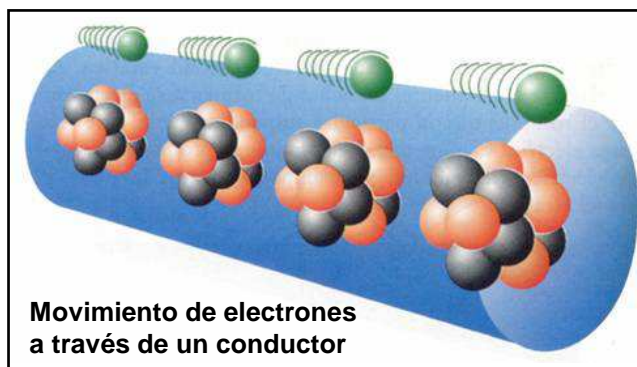
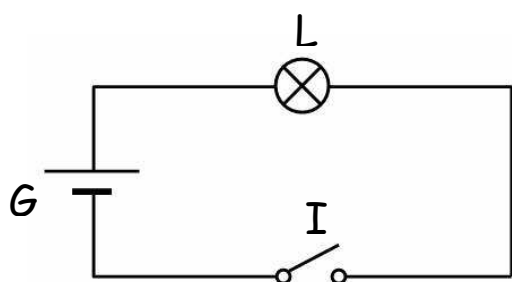
Los generadores se caracterizan por su **voltaje**.

La energía de los electrones se utiliza en otros dispositivos denominados **receptores** (como las lámparas, los motores, etc.).

Para poder controlar la corriente eléctrica, en los circuitos existen **elementos de maniobra** (como los interruptores, los pulsadores, etc.).



Para representar los circuitos eléctricos utilizamos **esquemas eléctricos** con símbolos.



OPERADORES	SÍMBOLO
PILA	
LÁMPARA	
INTERRUPTOR	
CONMUTADOR	
PULSADOR	
MOTOR	
ZUMBADOR	
LED	
RESISTENCIA	
CONEXIÓN	
CRUCE	

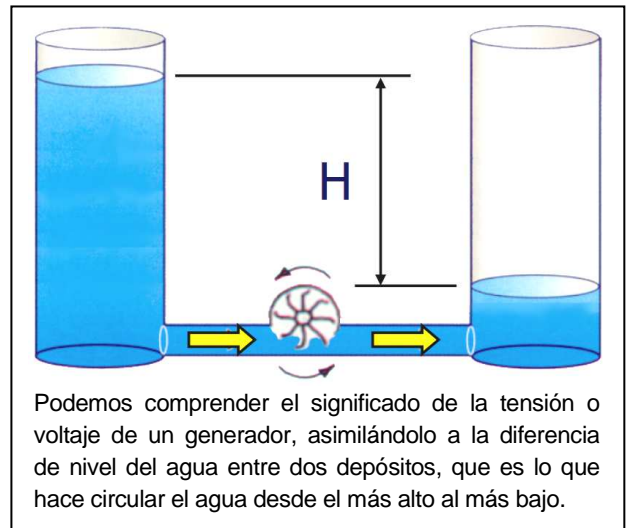
## 2. MAGNITUDES ELÉCTRICAS BÁSICAS

### Voltaje o tensión eléctrica

Es la diferencia de energía que posee la carga eléctrica entre dos puntos de un circuito.

- La tensión en un generador es una medida de la energía que le aporta a las cargas eléctricas cuando pasan por él.
- La tensión en un receptor es una medida de la energía que la carga eléctrica que pasa por él consume en dicho receptor.

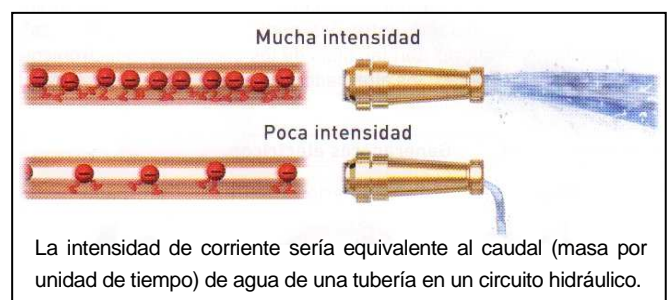
El voltaje o tensión se mide en **voltios (V)**.



### Intensidad de corriente

Es la cantidad de carga eléctrica que circula por un conductor por unidad de tiempo.

La intensidad se mide en **amperios (A)**.



### Resistencia eléctrica

Es la dificultad que opone un material o un receptor al paso de la corriente eléctrica.

La resistencia se mide en **ohmios ( $\Omega$ )**.

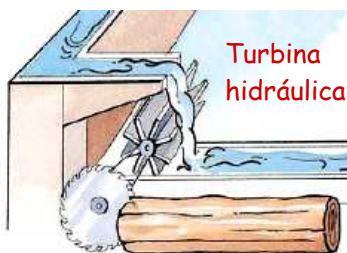


### Potencia eléctrica

Es la cantidad de energía que se consume en un receptor o que se produce en un generador por unidad de tiempo.

La potencia se mide en **vatios (W)**.

Para un receptor, se puede asimilar la potencia con el trabajo realizado por unidad de tiempo por una turbina hidráulica al circular por ella un caudal determinado (similar a I) desde una cierta altura (similar a V).



Para un generador, se puede asimilar la potencia con el trabajo realizado por una bomba para subir una determinada altura (similar a V) un cierto caudal (cantidad de agua por unidad de tiempo) (similar a I).



### Energía eléctrica

Es la energía generada por un generador eléctrico o consumida por un receptor eléctrico.

La unidad de energía más usada en electricidad es el **kilovatio-hora (kwh)**.

En el símil hidráulico, sería el total del trabajo realizado en la bomba o el total del trabajo realizado por la turbina, en un periodo de tiempo

### 3. RELACIONES ENTRE MAGNITUDES

La **Ley de Ohm** relaciona tensión (V), resistencia (R) e intensidad (I), de la forma:

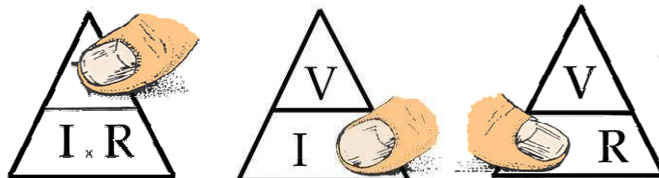
$$V = R \times I$$

La **potencia** puede calcularse como:

$$P = V \times I$$

La **energía** puede calcularse como:

$$E = P \times t$$

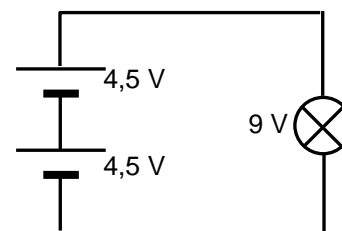
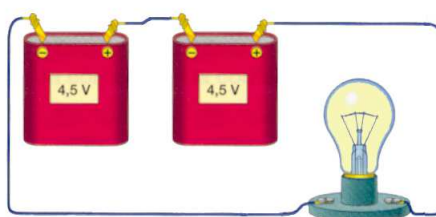
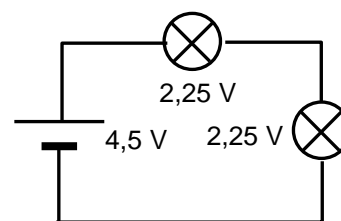
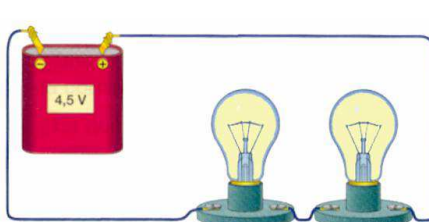


### 4. CONEXIÓN EN SERIE

Por todos los dispositivos conectados en serie **circula la misma intensidad de corriente**.

En el caso de receptores en serie, la tensión del generador se reparte entre los receptores.

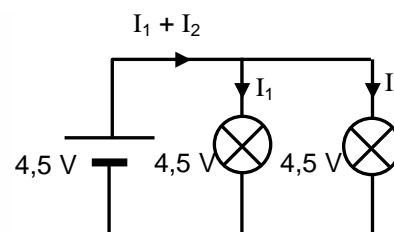
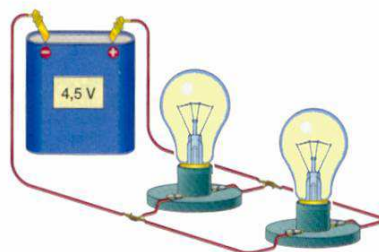
En el caso de generadores en serie, el voltaje que proporciona el conjunto es **igual a la suma de los voltajes de cada generador**.



### 5. CONEXIÓN EN PARALELO

La **tensión en todos los receptores es la misma que la del generador**.

Por cada receptor circula la misma corriente que si estuviera conectado él solo.



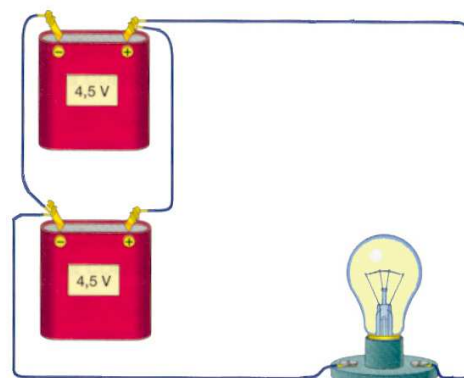
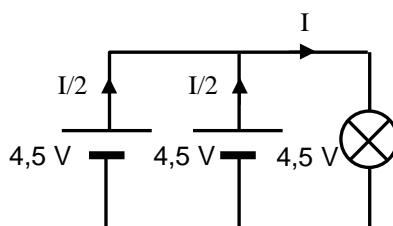
La intensidad de corriente que pasa por el generador es igual a la suma de las intensidades por los receptores.

En el caso de generadores en paralelo, todas las pilas deben ser de la misma tensión.

Se conectan entre sí los polos del mismo signo (los positivos con positivos y los negativos con negativos).

El voltaje que proporciona el conjunto es el mismo que el que da un solo generador.

Cada generador sólo da la mitad de la corriente, por lo que duran más tiempo



## 6. LA MEDIDA DE MAGNITUDES

Para la medida de voltajes, intensidades y resistencias se utiliza un instrumento llamado **polímetro**. Para la medida de cada magnitud existen varias **escalas**. También es necesario conectar las **puntas de prueba** en diferentes bornes.

### 6.1. Normas generales

- Desconectar las puntas de prueba del circuito antes de mover el selector de funciones a escalas de otras magnitudes.
- Asegurarse del buen contacto entre las puntas de prueba y los puntos donde se esté midiendo.
- Colocar el selector de funciones en la magnitud adecuada antes de tocar con las puntas de prueba en el circuito en el que se realizará la medida.
- Un “1” en el lado izquierdo de la pantalla nos indica que hay que cambiar a una escala mayor.
- Para conseguir la máxima exactitud utilizaremos la escala inmediatamente superior al valor de la medida.

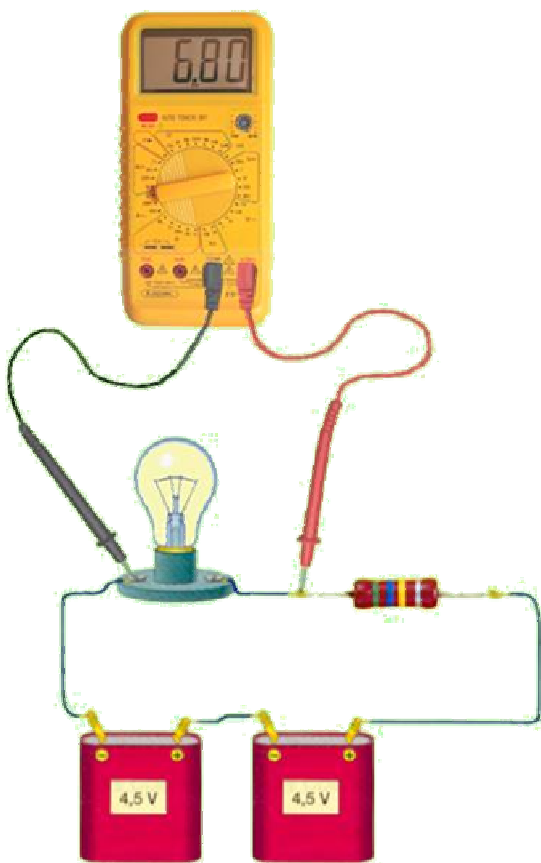
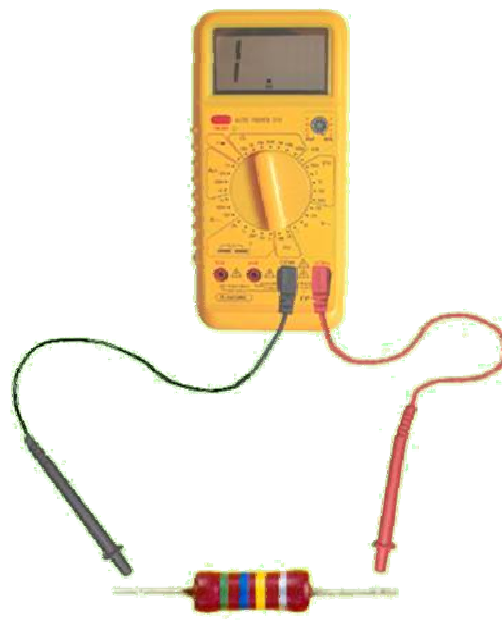
### 6.2. Medida de resistencia

El componente debe tener **desconectado** al menos uno de los dos terminales del resto del circuito. **Se desconecta la alimentación** eléctrica.

El selector de funciones se coloca en una de las escalas de resistencia ( $\Omega$ ).

Se utilizan el borne común y el borne V $\Omega$ Hz (rojo).

El polímetro se conecta **en paralelo** con el elemento a medir.



### 6.3. Medida de tensión continua

El circuito debe estar **cerrado** y con la **alimentación eléctrica conectada**.

El selector de funciones se coloca en una escala de tensión continua (V =).

Se utilizan el borne común y el borne V $\Omega$ Hz (rojo).

El polímetro se conecta **en paralelo** con la rama del circuito donde se mide.



#### 6.4. Medida de intensidad continua de valor superior a 0,2 A

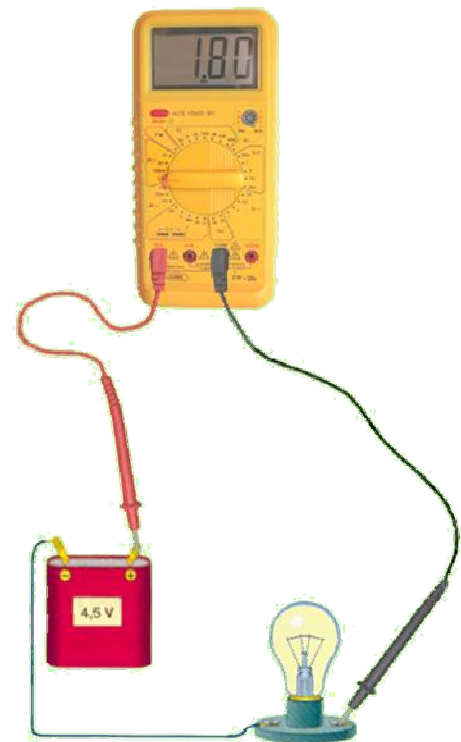
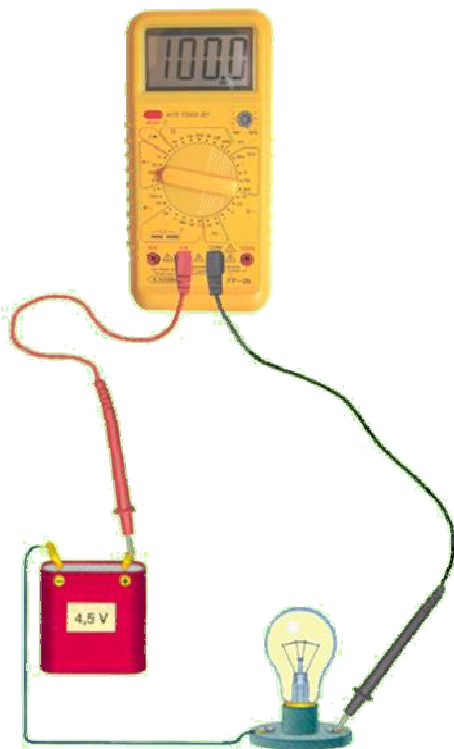
Para medir la intensidad por una rama de un circuito, es necesario abrir el circuito por dicha rama para insertar el polímetro **en serie**.

La **alimentación eléctrica** debe estar **conectada** para realizar la medida.

El selector de funciones se coloca en la escala máxima de intensidad continua (10).

Cuando desconozcamos el valor que puede alcanzar la medida utilizaremos de entrada siempre esta escala con objeto de evitar que se funda el fusible que protege el aparato.

Se utilizan el borne común y el borne 10 A (rojo).



#### 6.5. Medida de intensidad continua de valor inferior a 0,2 A

Una vez comprobado en la escala máxima que el valor de la intensidad es **inferior a 0,2 A**, realizaremos la medida con la escala de intensidad inmediatamente superior a dicha medida.

Al igual que antes, el polímetro se inserta en serie en la rama en la que se quiere medir, y la alimentación eléctrica debe estar conectada.

El selector de funciones se coloca en la escala inmediatamente superior al valor que hayamos obtenido.

Se utilizan el borne común y el borne mA (rojo).

#### 6.6. Prueba de continuidad

Decimos que hay **continuidad** entre dos puntos de un circuito si entre ellos puede circular la corriente sin apenas resistencia.

El selector de funciones se coloca en la posición marcada con el símbolo de una nota musical.

Se utiliza el borne común y el borne VΩHz (rojo).

Sonará un pitido si hay continuidad (si la resistencia es inferior a 50 Ω)

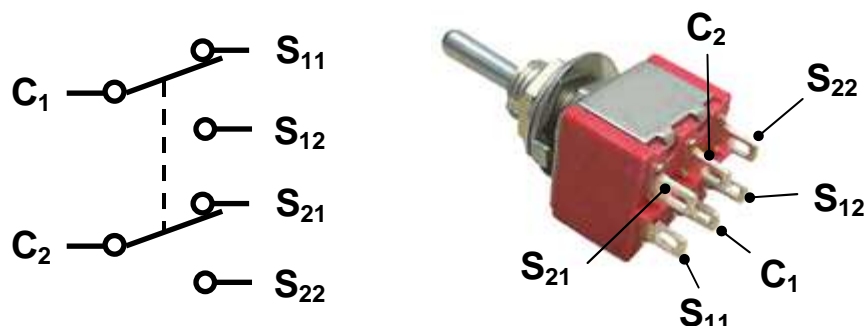
Se utiliza, por ejemplo, para comprobar que un cable no está partido interiormente, o el buen estado de elementos de maniobra.



## 7. OTROS ELEMENTOS DE MANIOBRA

Ya conocemos los elementos de maniobra más comunes: interruptor, conmutador y pulsadores NA y NC. Otros que vamos a utilizar este curso son el conmutador bipolar, el final de carrera y el relé.

1.- El **conmutador bipolar** está formado por dos conmutadores unipolares alojados en el mismo dispositivo, de forma que cuando accionamos el mando cambian de posición ambos conmutadores a la vez. Tiene seis terminales

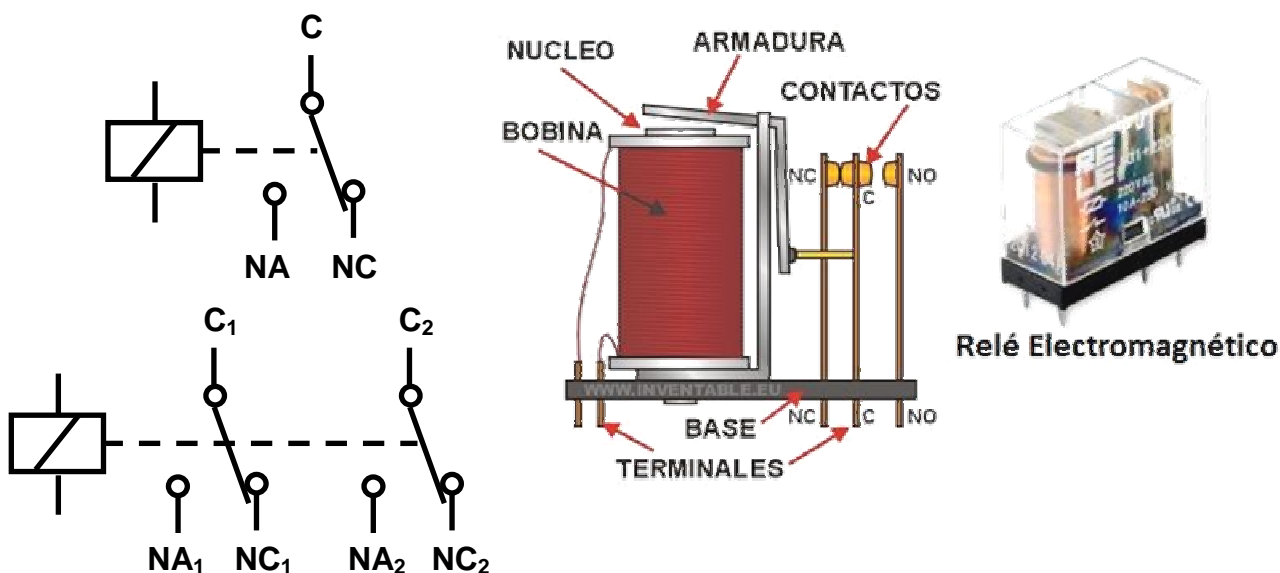


2.- El **final de carrera** es como un conmutador unipolar pero de pulsación. Tiene una posición estable; cuando se acciona cambian los contactos, igual que un conmutador, pero a diferencia de éste, cuando se deja de accionar vuelve a la posición estable. Tiene tres contactos: el común, el contacto normalmente cerrado y el contacto normalmente abierto.



Suele utilizarse para detectar que un objeto que se está moviendo ha llegado a una determinada posición (por ejemplo, una puerta de apertura automática, un ascensor, etc.)

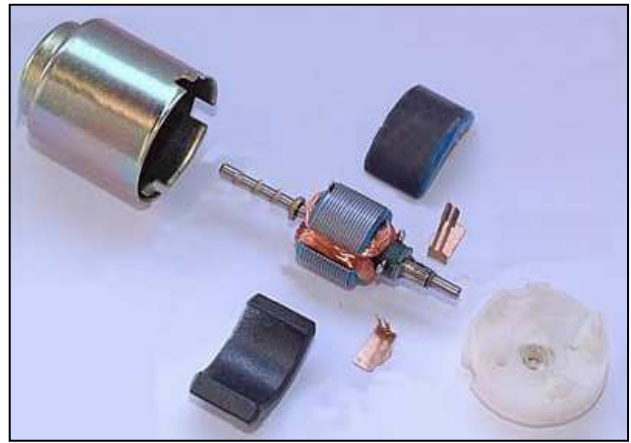
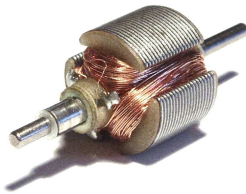
3.- El **relé** es como el conmutador pero accionado por una corriente eléctrica en vez de manualmente. Disponen de una bobina que al ser recorrida por una corriente convierte su núcleo en un electroimán que, al atraer una pequeña palanca (armadura), cambia de posición los contactos. Pueden ser unipolares, bipolares, etc.



## 8. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

Los motores de corriente continua están constituidos interiormente por una **bobina** y unos **imanes**.

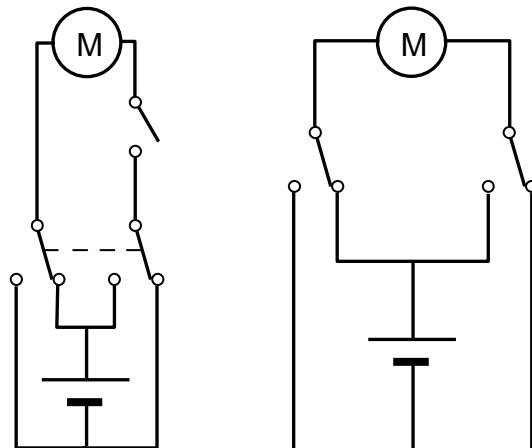
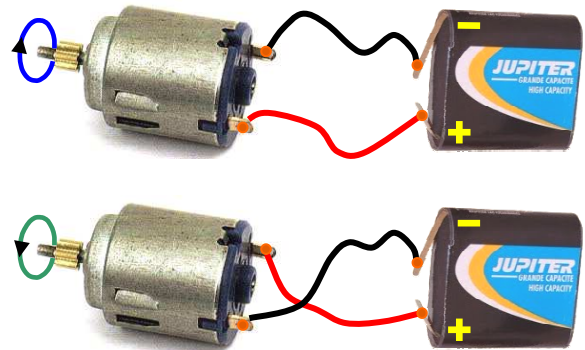
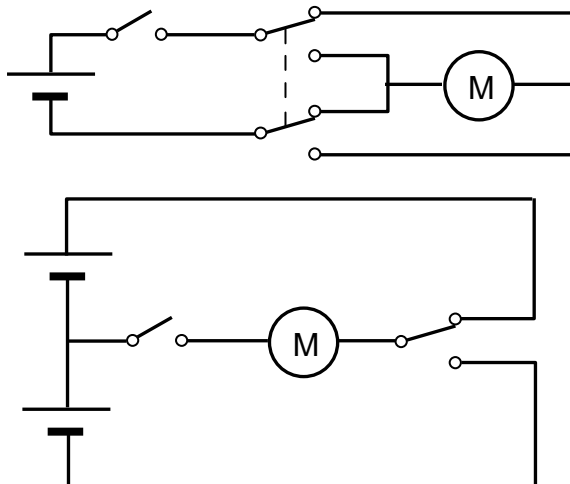
Al pasar corriente eléctrica por la bobina, transforma el núcleo en el que está enrollada en un electroimán, que es atraído por los imanes y produce movimiento.



### 8.1. Cambio de sentido de giro

Los motores de corriente continua tienen la particularidad de que si le cambiamos la polaridad de la tensión aplicada, cambia su sentido de giro.

Aprovechando esta propiedad, se pueden diseñar varios **circuitos eléctricos para cambiar el sentido de giro de un motor**.



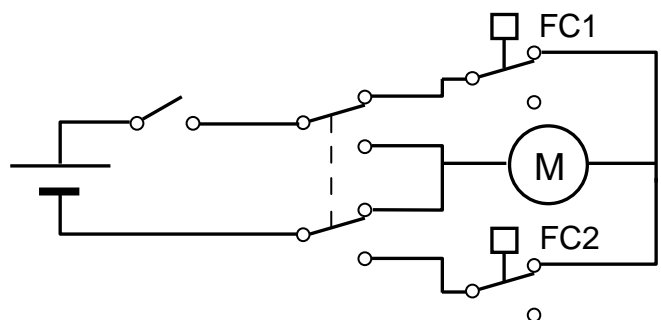
También serían válidos los circuitos anteriores sustituyendo los conmutadores por los contactos de un relé. Los cambios de sentido se lograrían activando y desactivando la bobina del relé en vez de accionando manualmente los conmutadores.

### 8.2. Parada automática de un motor

A veces los motores mueven elementos que deben detenerse al llegar a una determinada posición. Por ejemplo, las puertas de garaje de apertura automática, los ascensores o las barreras de entrada a aparcamientos.

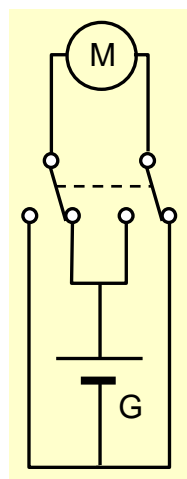
Para ello, utilizaremos **finales de carrera**.

En este circuito, el final de carrera FC1 para el motor cuando gira en un sentido, y el FC2 lo para cuando gira en el sentido contrario.

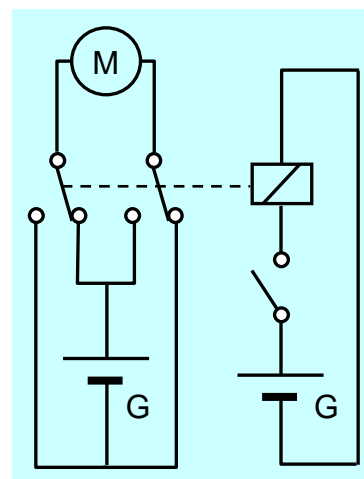


## 9. APLICACIONES DEL RELÉ

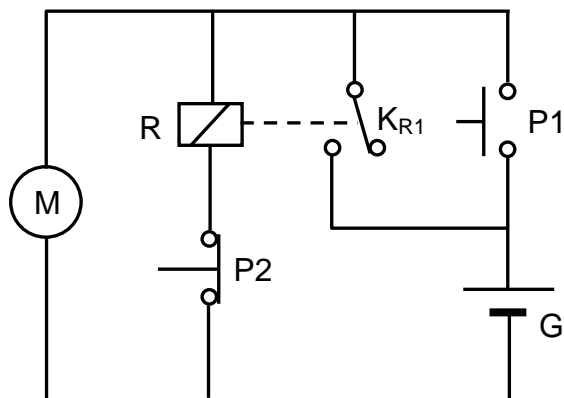
Como hemos mencionado antes, en todos los circuitos de cambio de sentido de giro de motores que hemos visto, podríamos sustituir el conmutador por un relé. Por ejemplo, los circuitos 1 y 2 siguientes hacen exactamente lo mismo. La diferencia es que en el circuito 2 las pilas G1 y G2 pueden ser de tensiones diferentes, con lo que podríamos controlar motores que funcionan, por ejemplo, a 230 V, con relés que funcionan a 5 V.



Circuito 1



Circuito 2

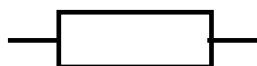


Otra aplicación de los relés es “memorizar” una pulsación. En el siguiente circuito, al pulsar P1 el motor se pondrá en marcha y se activará el relé R. Éste moverá su contacto  $K_{R1}$ , de forma que, aunque dejemos de pulsar P1, el motor seguirá girando y el relé activado. Por tanto, hemos “memorizado” la pulsación de P1. El motor se para y el relé se desactiva al pulsar P2.

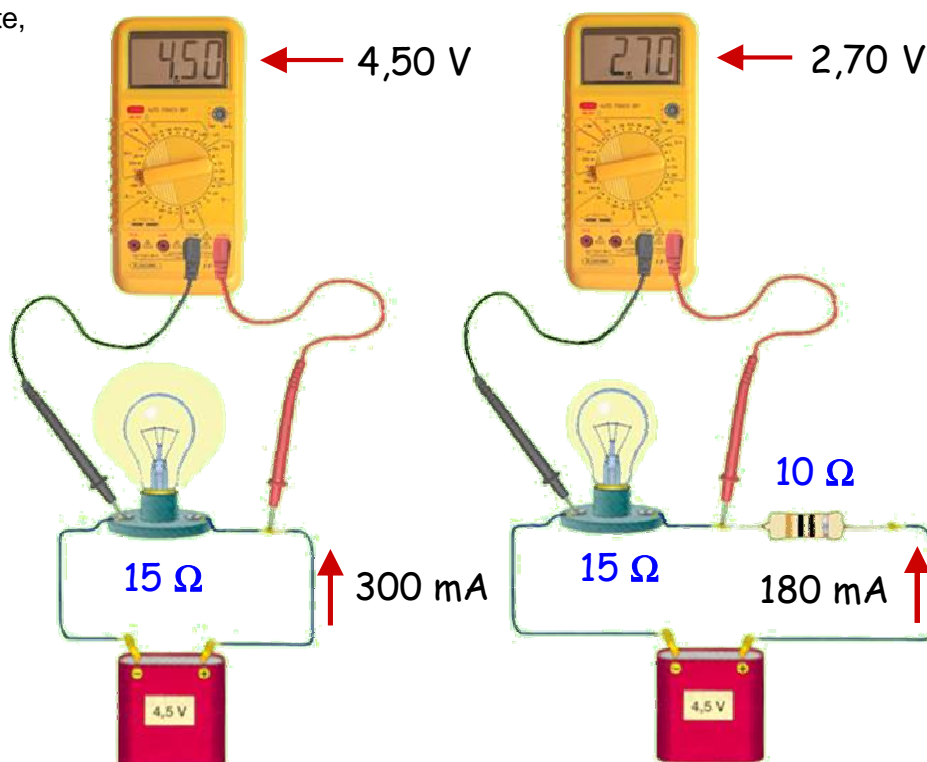
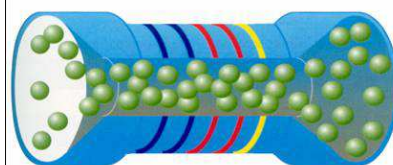
## 10. RESISTENCIAS

Cuando queremos dificultar intencionadamente el paso de corriente por alguna rama de un circuito, utilizamos unos componentes que se llaman, precisamente, **resistencias**.

Su símbolo es:



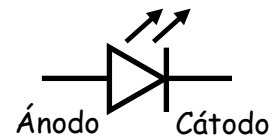
Al insertar resistencias se modifican los valores de las tensiones y las intensidades de corriente en otros componentes del circuito.





## 11. DIODOS EMISORES DE LUZ (LED)

Estos componentes emiten luz al pasar la corriente eléctrica por ellos. Sin embargo, sólo dejan pasar la corriente en un sentido, cuando su terminal llamado **ánodo** se conecta hacia el polo positivo de la pila, y el terminal llamado **cátodo** hacia el polo negativo.



**Nota:** se pueden reconocer los terminales de un LED sabiendo que el ánodo es un poco más largo que el cátodo. También porque la cápsula tiene una parte aplanada junto al cátodo.

Funcionan con una tensión de 1,5 a 2 V, y una intensidad de unos 20 mA, por lo que, si se utilizan en circuitos cuyas pilas son de mayor tensión, debe colocarse una resistencia en serie con ellos para disminuir la tensión y la intensidad por ellos, pues de lo contrario se fundirán al poco tiempo.

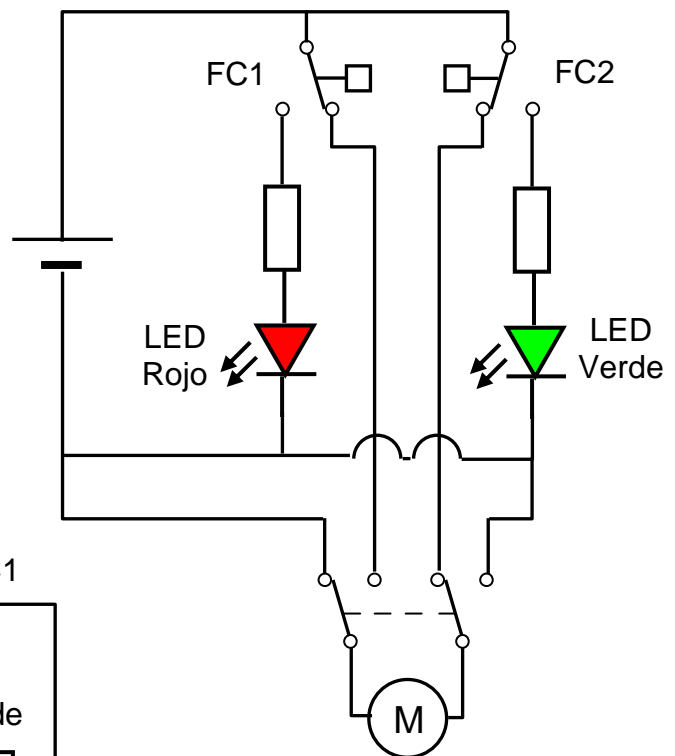
### 11.1. La señalización en los circuitos

En algunos proyectos nos puede resultar interesante señalar, por ejemplo, la posición de un elemento móvil, o bien el sentido en que está girando un motor o que éste está parado o funcionando, etc.

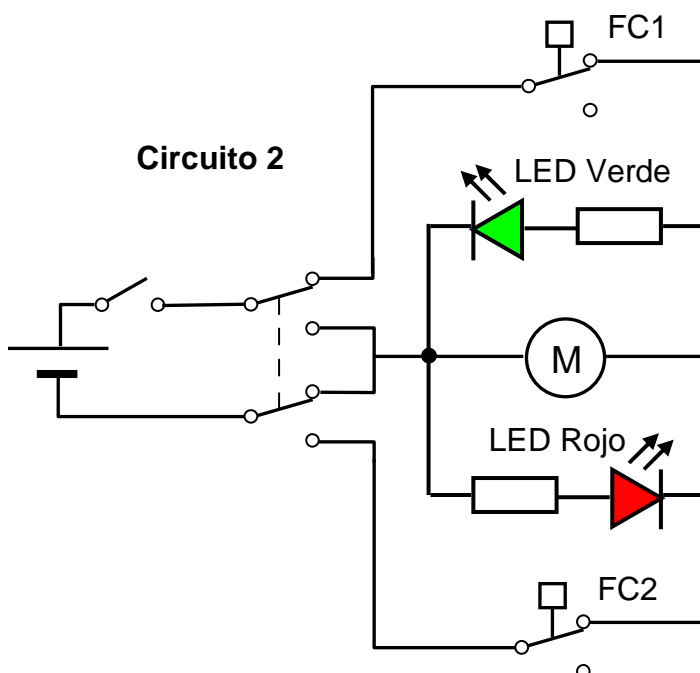
Utilizaremos diodos LED.

En el circuito 1, el LED rojo se enciende cuando el elemento movido por el motor llega y pulsa el final de carrera FC1 y el LED verde cuando se pulsa el final de carrera FC2.

**Circuito 1**



**Circuito 2**



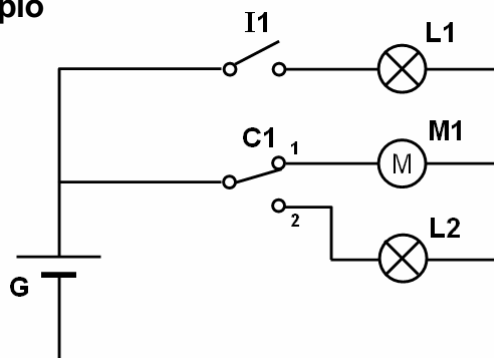
En el circuito 2, el LED verde indica un sentido de giro del motor y el LED rojo el sentido contrario. Se apagan cuando el motor está parado.

## 12. DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS. TABLA DE FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de los receptores de un circuito (lámparas, motores, etc.) dependerá del estado en que coloquemos los elementos de maniobra (interruptores, pulsadores, conmutadores, etc.).

Para describir fácilmente todas las posibilidades de funcionamiento de un circuito utilizaremos una **tabla de funcionamiento**, en la cual, emplearemos los signos de la tabla:

### Ejemplo



	Operadores	Estados	Signos
E. maniobra	Interruptores y pulsadores	Abierto Cerrado	a c
	Conmutadores	Pos. 1 Pos. 2	p1 p2
Receptores	Lámparas y LEDs	No luce Luce nominal Luce menos	0 L L▼
	Motores	Parado Gira Izquierda Gira derecha	0 Gi Gd

Entradas		Salidas		
I1	C1	L1	M1	L2
a	p1	0	Gd	0
a	p2	0	0	L
c	p1	L	Gd	0
c	p2	L	0	L

## 13. IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS

Cuando tengamos que montar un circuito eléctrico en nuestros proyectos, conviene seguir procedimientos que disminuyan la posibilidad de cometer errores en las conexiones y que, en caso de cometerlos, faciliten encontrarlos y corregirlos.

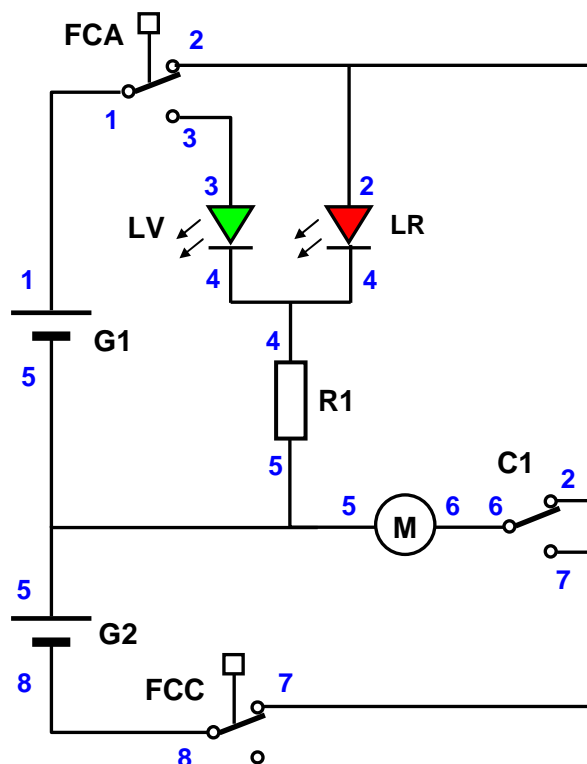
Uno de estos procedimientos consiste en seguir los siguientes pasos:

- Numerar los “nudos” del circuito (los nudos son los puntos del circuito donde se conectan dos o más terminales de componentes).
- Si tenemos cables de diversos colores, asignar un color diferente a cada nudo.
- Utilizar regletas de fichas de conexiones y realizar las conexiones correspondientes a cada nudo en una ficha de la regleta.



Regletas de fichas de conexiones

Observa el circuito de la figura. Se trata del circuito de control de una puerta de garaje de apertura automática. Hemos numerado todos los nudos, colocando el número del nudo en los terminales de todos los componentes.



## Funcionamiento

Con el conmutador en la posición de la figura (conecta los nudos 6 y 2), El LED rojo estará encendido y el motor girará abriendo la puerta. Observemos que al motor le llega el positivo (de la pila G1) por el terminal conectado al nudo 6.

Cuando la puerta topa con el final de carrera FCA, éste cambia de posición, con lo que el motor se parará, se apagará el LED rojo y se encenderá el LED verde. La puerta se queda abierta.

Cuando cambiamos el conmutador a la posición hacia abajo (conecta los nudos 6 y 7), al motor le llega el positivo (de la pila G2) por el terminal del nudo 5, es decir, por el terminal contrario, por lo que empezará a girar en sentido contrario al de antes, cerrando la puerta. Al poco, cuando la puerta deja de pisar el final de carrera FCA, éste cambia de posición, por lo que se apagará el LED verde y se volverá a encender el LED rojo.

La puerta seguirá cerrando hasta que topa con el final de carrera FCC, lo que le cortará la corriente al motor y éste se parará. La puerta se quedará cerrada hasta que vuelva a cambiar la posición del conmutador.

Hacemos una tabla indicando los colores de cables asignados a los nudos y las conexiones.

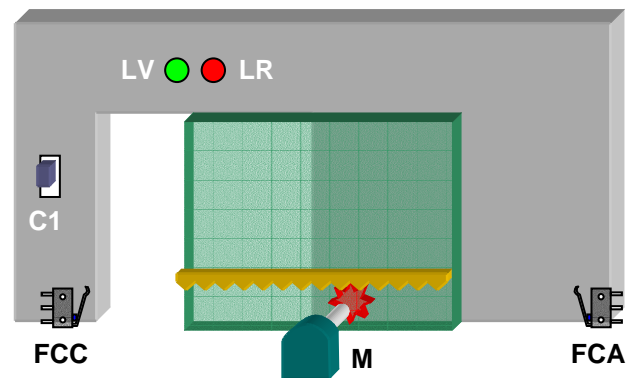


TABLA DE CONEXIONES		
Ficha Nudo	Color Nudo	Terminales
1	Morado	Final de carrera FCA (terminal Común) Pila G1 (terminal positivo)
2	Rojo	Final de carrera FCA (terminal NC) LED rojo LR (ánodo +) Conmutador C1 (terminal salida 1)
3	Marrón	Final de carrera FCA (terminal NA) LED verde LV (ánodo +)
4	Gris	LED rojo LR (cátodo -) LED verde LV (cátodo -) Resistencia R1
5	Verde	Pila G1 (terminal negativo) Pila G2 (terminal positivo) Motor terminal que con + cierra puerta Resistencia R1
6	Rosa	Motor terminal que con + abre la puerta Conmutador C1 (terminal Común)
7	Azul	Conmutador C1 (terminal salida 2) Final de carrera FCC (contacto NC)
8	Negro	Pila G2 (terminal negativo) Final de carrera FCC (terminal Común)

