

1.- INTRODUCCIÓN

Antes de empezar la Unidad de electrónica y control, vamos a recordar unos conceptos básicos de electricidad:

1.1.- CORRIENTE ELÉCTRICA

Se define como el movimiento ordenado de electrones a través de un material conductor, es decir, se consigue que todos los electrones se desplacen a la vez. La naturaleza de este desplazamiento define dos tipos básicos de corriente:

Corriente continua (CC): Cuando todos los electrones van en la misma dirección.

Corriente alterna (CA o \sim): Cuando los electrones alternan su dirección.

1.2.- MAGNITUDES ELÉCTRICAS

<i>MAGNITUD</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>SIGNIFICADO</i>
Intensidad (I)	Amperio (A)	Cantidad de electrones que pasan en un segundo $1 \text{ A} = 6,24 \cdot 10^{18} \text{ e}^-$ por segundo
Voltaje o Tensión (V)	Voltio (V)	Fuerza con la que se mueven los electrones
Resistencia (R)	Ohmio (Ω)	Oposición al paso de electrones
Potencia (P)	Vatio (W)	Capacidad para producir energía $P = V \cdot I$

La expresión que relaciona intensidad, tensión y resistencia se llama **LEY DE OHM** y su expresión es $V = I \cdot R$

1.3.- CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Un circuito eléctrico es el conjunto de elementos que permiten la circulación de electrones. En general, estos elementos pueden ser de cinco clases:

Generadores: pilas, red, alternador, dinamo.

Conductores: siempre debe haber un camino de ida y otro de vuelta independientes.

Receptores: lámparas fluorescentes, motores, timbres, resistencias.

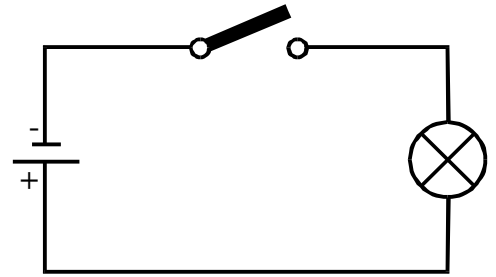
Elementos de control: pulsadores, conmutadores, interruptores.

Elementos de protección: automáticos, fusibles, diferenciales.

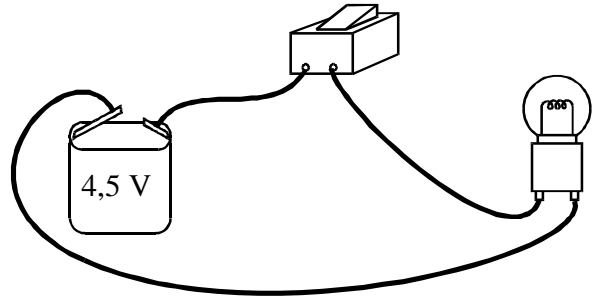
Se dice que un circuito o un componente está cerrado cuando permite la circulación de corriente, y que está abierto en caso de que no lo permita.

Para representar un circuito eléctrico podemos utilizar dos tipos de esquemas: simbólico o de cableado.

Esquema simbólico: en él los componentes se representan mediante símbolos y los conductores mediante líneas verticales y horizontales. Todo el circuito debe representarse en su posición de reposo.

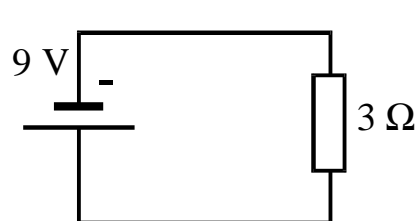


Esquema de cableado: en este caso se dibuja cada elemento con su aspecto real, indicando, mediante círculos, las conexiones; los conductores son líneas a mano alzada.



1.4.- APLICACIÓN DE LA LEY DE OHM A LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

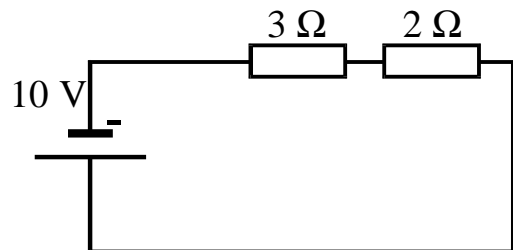
Para calcular la intensidad que circula por un circuito con un generador de voltaje V y un receptor de resistencia R , aplicando directamente la Ley de Ohm, tenemos:



$$V = I \cdot R \quad ; \quad I \cdot R = V \quad ; \quad I = \frac{V}{R} = \frac{9V}{3\Omega} = 3A$$

y el voltaje del generador se gasta íntegramente en el receptor.

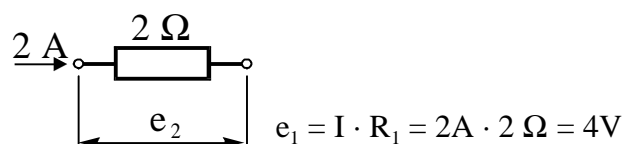
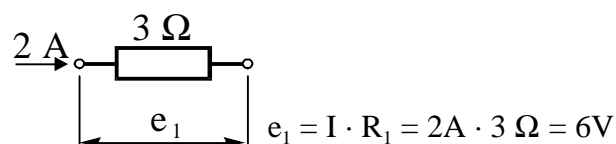
Cuando varios receptores se conectan de forma que la corriente debe atravesar uno detrás de otro, se dice que están conectados **en serie**. En este caso, la resistencia que tiene que vencer el generador es la suma de todas las resistencias de los receptores:



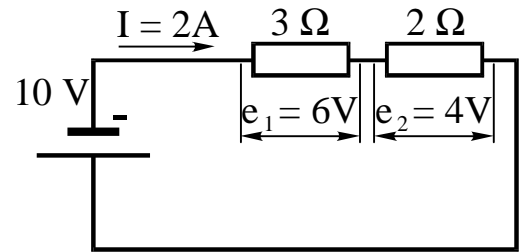
$$V = I \cdot R_{\text{EQUIVALENTE}} \quad ; \quad R_{\text{EQ}} = R_1 + R_2 = 3 + 2 = 5 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R_{\text{EQ}}} = \frac{10V}{5\Omega} = 2A$$

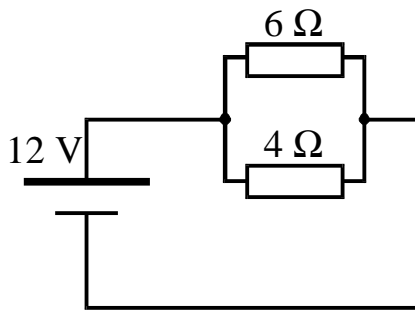
el voltaje de la pila se gasta entre las dos resistencias. A la parte que se gasta en cada una de ellas se le llama **caída de tensión**, y se calcula aplicando la Ley de Ohm:



El ejercicio quedaría completo rellenando el sentido de la corriente, indicando su valor, anotando la caída de tensión y escribiendo la resistencia equivalente. Es decir, de la siguiente forma:



La otra forma básica de conectar receptores se denomina conexión **en paralelo**, y consiste en que la corriente se debe separar en un punto para atravesar todos los receptores, y luego volver a juntarse en otro punto.



Todas las resistencias están enchufadas al mismo voltaje. Por tanto, la intensidad que pasa por cada una es:

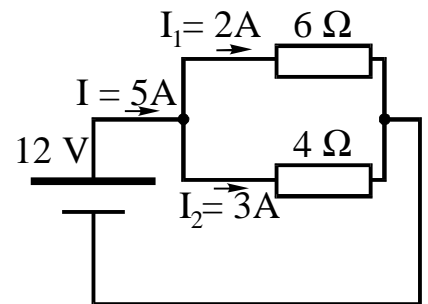
$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{12V}{6\Omega} = 2A \quad ; \quad I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{12V}{4\Omega} = 3A$$

y el generador debe mover una intensidad:

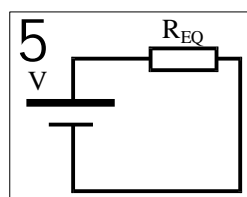
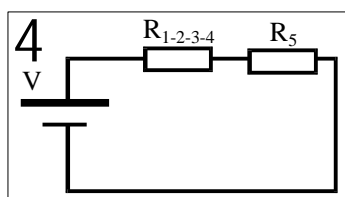
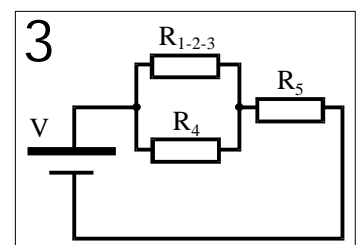
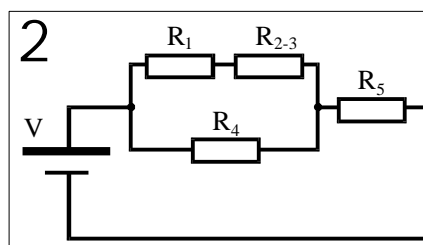
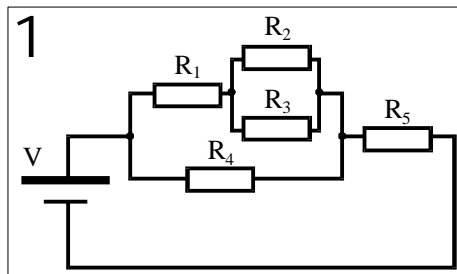
$$I_{TOTAL} = I_1 + I_2 = 2A + 3A = 5A$$

Esta intensidad es muy alta, como si el generador estuviera conectado a un receptor de resistencia muy baja. La resistencia equivalente a un montaje en paralelo siempre es menor que todas las resistencias y se calcula con la expresión siguiente:

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$



La combinación de receptores en serie y en paralelo da lugar a **conexiones mixtas** que pueden complicarse mucho. Para resolver estos circuitos se debe ir calculando la resistencia equivalente de cada asociación hasta llegar a una única resistencia equivalente:

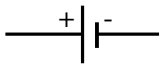
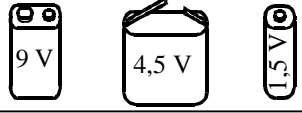
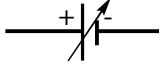




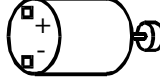




Se calcula la intensidad que mueve el generador y a continuación se vuelve atrás por todos los pasos calculando intensidades y caídas de tensión en cada resistencia.

2.- COMPONENTES DE UN CIRCUITO

2.1.- GENERADORES


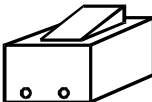

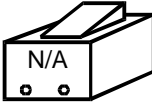

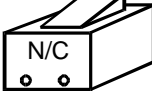

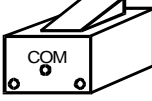
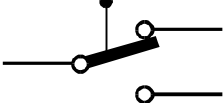
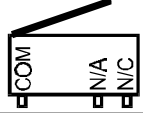
Son los elementos encargados de poner en movimiento a los electrones. Los más frecuentes son:

ELEMENTO	SÍMBOLO	DIBUJO	CARACTERÍSTICAS
Pila			Provocan corriente continua por una reacción química.
Fuente de alimentación			Transforman la corriente alterna en corriente continua.
Enchufe o conexión a la red eléctrica			Conecta con la red eléctrica nacional de corriente alterna.
Dinamo			Al girar su eje se genera corriente continua entre sus bornes.
Aternador			Al girar su eje se genera corriente alterna entre sus bornes.

2.2.- CONDUCTORES

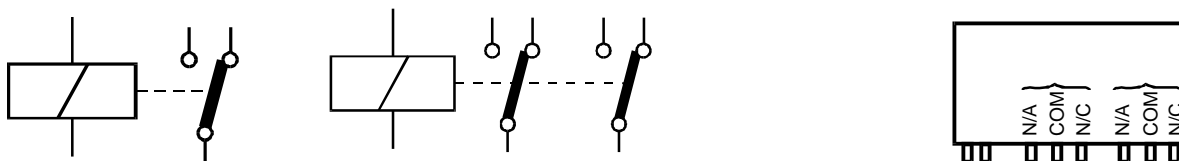
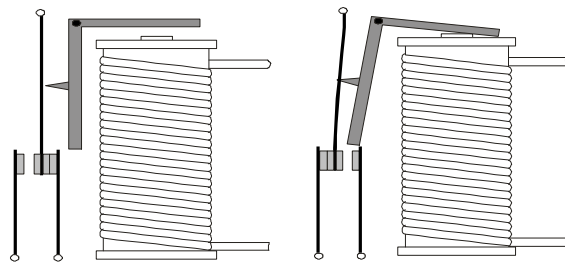
En los circuitos eléctricos suelen ser hilos y cables de cobre, pero cualquier cuerpo conductor (como chapa de hierro o el cuerpo humano) puede servir como conductor. Los aparatos electrónicos suelen sustituir los cables por circuitos impresos.

2.3.- COMPONENTES DE CONEXIÓN

TIPO	SÍMBOLO	DIBUJO	CARACTERÍSTICAS
Interruptor			2 posiciones estables Abre o cierra el circuito
Pulsador N/A Normalmente Abierto			1 posición estable Cierra el circuito mientras está pulsado
Pulsador N/C Normalmente Cerrado			1 posición estable Abre el circuito mientras está pulsado
Conmutador (2 posiciones)			2 posiciones estables Cierra o abre uno de los dos circuitos
Final de carrera			Pulsador de mando mecánico 1 contacto N/A 1 contacto N/C

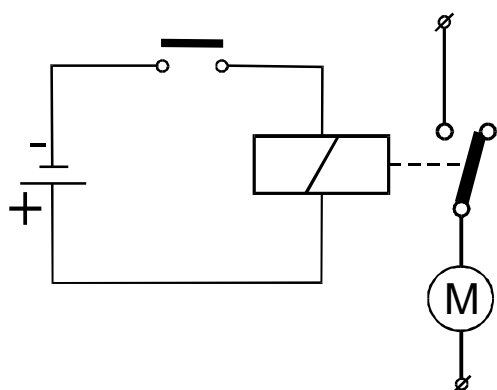
2.4.- EL RELÉ

Aunque también es un elemento de conexión, merece su estudio independiente, tanto por la importancia actual como por la que ha tenido hasta la aparición de los transistores. Se trata de un electroimán que gobierna a un conmutador. Al pasar corriente por la bobina atrae a la armadura y, al moverse ésta, se cambia el contacto móvil. Normalmente, los circuitos conectados por un relé necesitan de un conmutador, y el propio relé necesita otro conmutador. Por esta razón, los relés se construyen con, al menos, dos contactos móviles, y se simboliza por:

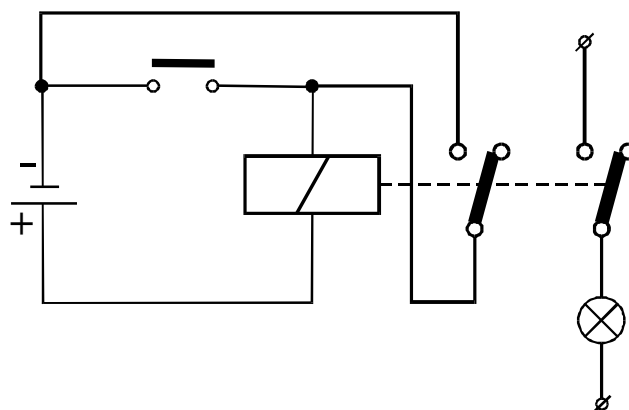


Las aplicaciones básicas de los relés son:

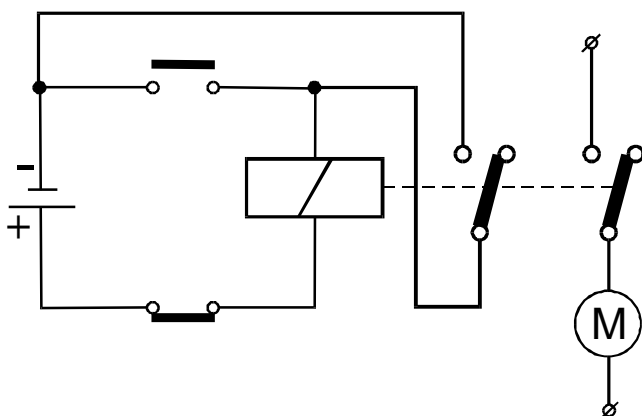
1.- Control de circuitos



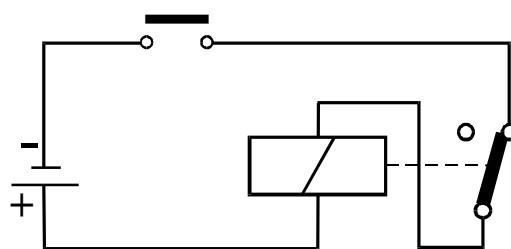
2.- Relé de enganche (enclavamiento)



3.- Marcha-paro



4.- Relé zumbador



En un relé conectado como zumbador el contacto móvil se rompe rápidamente por fatiga. Hay que procurar no conectarle como un zumbador.

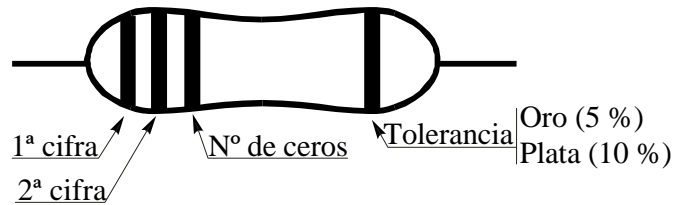
2.5.- RESISTENCIAS

Las resistencias son elementos cuyo valor óhmico es fijo o varía según una ley determinada.

Las **resistencias de valor fijo** se representan por:



El valor en ohmios de una resistencia viene dada por las bandas de colores pintadas sobre ella.



Las dos cifras significativas y el número de ceros tienen el siguiente código de colores:

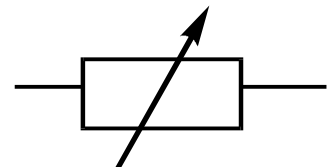
COLOR	Negr o	Marró n	Rojo	Naranja	Amarill o	Verde	Azul	Violeta	Gris	Blanco
VALOR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Por ejemplo, una resistencia que tuviera como bandas: Verde, Azul, Amarillo, Oro tendría un valor de 670.000 W , con un margen de error de hasta $\pm 33.500 \text{ W}$.

Pero comercialmente se puede encontrar valores cuyas dos cifras significativas son 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68 y 82.

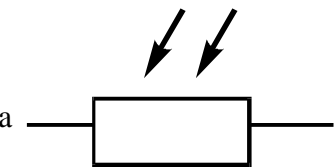
Entre las resistencias variables tenemos:

El **potenciómetro** o **reóstato** es una resistencia cuyo valor podemos cambiar manualmente, moviendo un cursor. Su símbolo es:



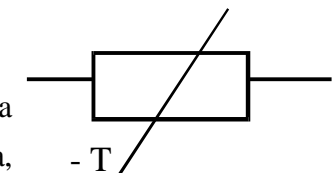
El valor nominal del potenciómetro es el de su resistencia máxima.

Las **resistencias LDR** son elementos cuya resistencia varía dependiendo de la luz que reciben. Se simboliza mediante:



El valor de la resistencia es tanto menor cuanto más luz le llega.

La **resistencia NTC** varía su valor en ohmios al cambiar la temperatura. Si la temperatura aumenta, la resistencia disminuye, y si se enfría, su resistencia aumenta. Se representa por:

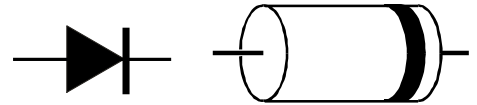


La **resistencia PTC** funciona al revés que una NTC, y en su símbolo se sustituye -T por +T. Es mucho más cara que la NTC, por lo que se usa muy poco.

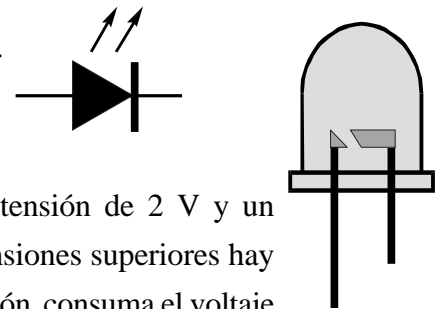
2.6.- DIODOS

Son elementos que permiten el paso de los electrones en un único sentido, bloqueándose en sentido opuesto. Los diodos suelen ser de dos tipos:

Diodo rectificador: es el más común y funciona hasta tensiones de 330 V y varios amperios. Se representa mediante:

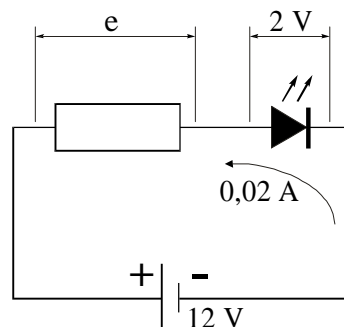


Diodo LED: este diodo emite luz cuando pasan electrones por él. Se representa mediante:



Los diodos LED suelen funcionar (trabajar) con una tensión de 2 V y un consumo de 20 mA según modelos. Cuando trabajemos con tensiones superiores hay que ponerle en serie una resistencia limitadora cuya caída de tensión consuma el voltaje de alimentación menos 2 V.

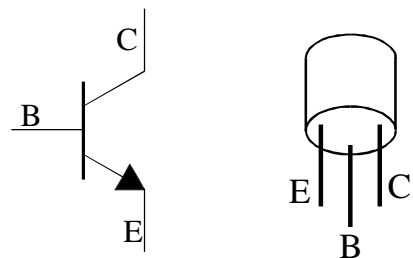
Por ejemplo, la resistencia limitadora que hay que poner a un LED para conectarlo a una fuente de alimentación de 12 V será:



$$e = 12 - 2 = 10V$$
$$R = \frac{e}{I} = \frac{10V}{0,02A} = 500\Omega$$

2.7.- EL TRANSISTOR

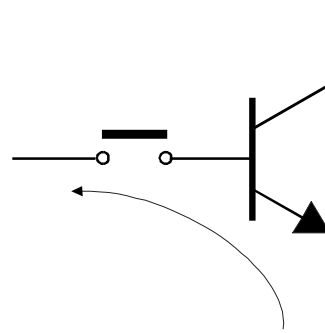
El transistor o relé de estado sólido es un elemento con tres patillas, llamadas emisor, colector y base. Su funcionamiento consiste en permitir la libre circulación de electrones desde el emisor hasta el colector, siempre que permitamos que por la base salgan electrones. Si no sale ningún electrón por la base, el paso entre emisor y colector se queda cortado. Un transistor se representa mediante:



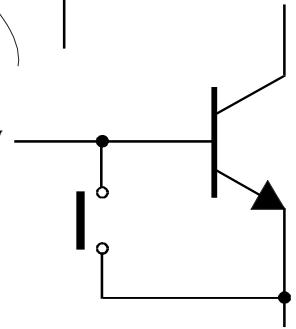
Los transistores se utilizan para permitir el paso libre (estado de **saturación** o conducción) o abrir el circuito emisor-colector (estado de **corte**). Hay otro estado en el que los transistores actúan como amplificadores (estado **activo**) en que la corriente de colector es proporcional a la corriente de base y se da en ciertas condiciones, conectando ciertas resistencias en la base para regular el paso.

Ya sabemos que la aplicación de los transistores se basa en que permiten y regulan el paso de electrones por el colector. Las dos formas de hacerlo son:

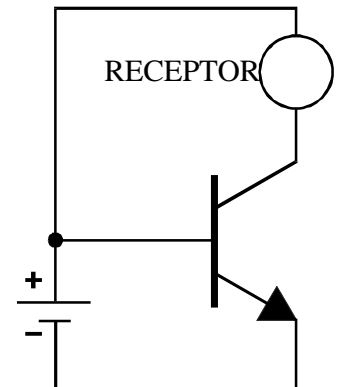
1ª) Saturando el transistor cerrando el circuito base:



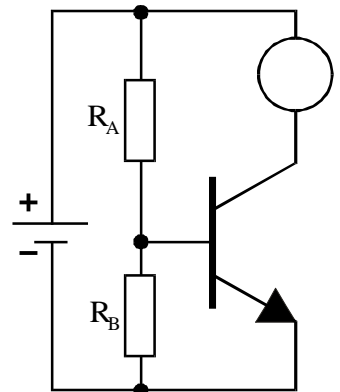
2ª) Cortocircuitando emisor y base se evita el paso de electrones por la base, y por tanto, el transistor pasa a corte:



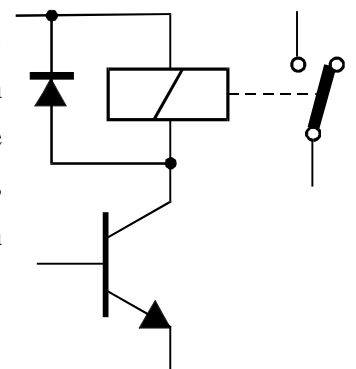
Los circuitos de base y de colector suelen tener el mismo generador, y la conexión básica es la siguiente:



Por la base sólo se permite el paso de muy pocos electrones (del orden de 10^{-6} A), por lo que siempre se le pondrá una resistencia limitadora, o bien se utiliza el llamado **montaje básico de polarización del transistor**, que se obtiene conectando la base a un divisor de tensión con dos resistencias, donde R_A tiene un valor elevado y R_B un valor bajo. De esta forma el transistor conduce parcialmente. Si una de las dos resistencias es variable, su variación sacará al transistor del equilibrio y lo llevará a saturación o a corte.



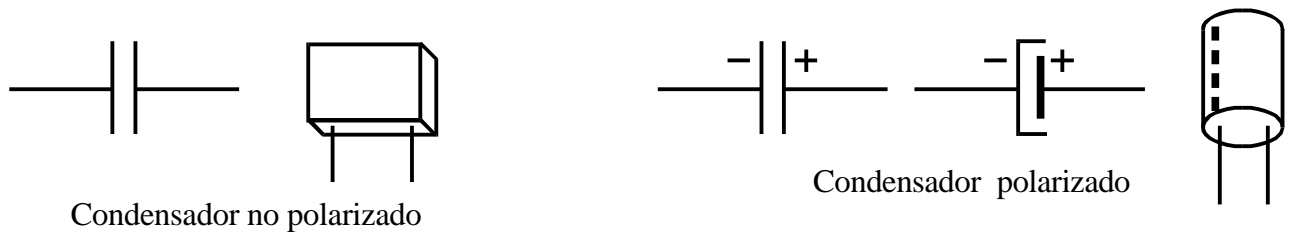
La corriente del colector en transistores baratos suele rondar 0,1 A. Cuando hay que suministrar corrientes superiores a este valor, se pueden utilizar transistores de alta potencia o se puede alimentar un relé. En este caso, hay que poner un diodo en paralelo con el relé para evitar las sobretensiones que genera por efectos electromagnéticos, y que afectarían al transistor.



2.8.- CONDENSADOR

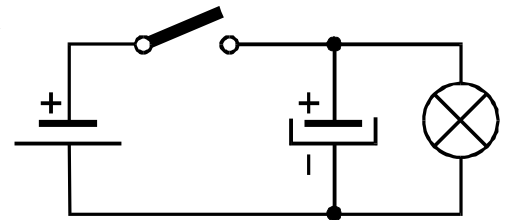
Es un elemento capaz de almacenar energía eléctrica en su interior. Cuando se conecta a un circuito absorbe electrones y adquiere el voltaje al que se haya conectado, y luego puede liberar estos electrones en otro circuito. Esta característica se denomina **capacidad**, y se mide en Faradios, o más frecuentemente, en microfaradios μF .

Los condensadores de baja capacidad se pueden conectar con cualquier polaridad en el circuito y se llaman no polarizados, pero los de alta capacidad tienen un polo negativo y otro positivo, es decir, están polarizados. Sus símbolos son:



Entre las aplicaciones del condensador tenemos:

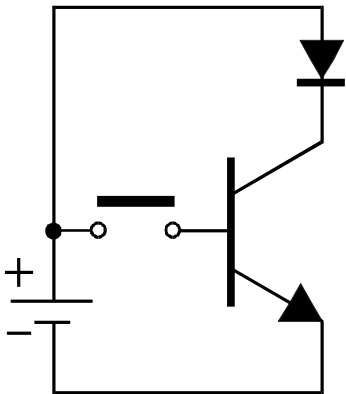
- * **Retardador:** retrasa el funcionamiento de un dispositivo hasta que se carga.
- * **Temporizador:** conectado en serie con el elemento a controlar, sólo circula corriente mientras el condensador se carga.
- * **Almacén de energía:** mantiene encendido un dispositivo mientras se descarga, para ello siempre se pone en paralelo con dicho dispositivo.



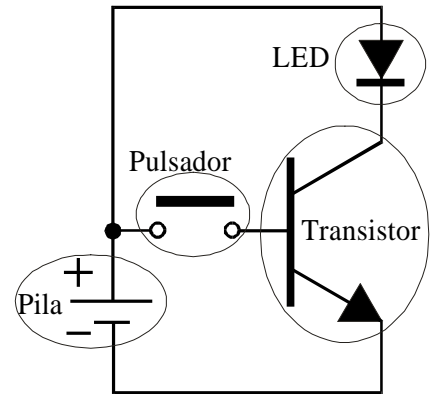
3.- COMENTARIO DE CIRCUITOS

Para analizar un circuito, lo primero que se hace es identificar todos sus elementos. A continuación, se busca qué elemento varía con una acción exterior al circuito y se hace una tabla con todos los elementos que varían dependiendo de lo anterior. En dicha tabla se analizan todos los estados del elemento variable. El análisis se acaba indicando una posible aplicación para el circuito.

Ejemplo:



Solución:



<i>Pulsador</i>	<i>Transistor</i>	<i>LED</i>
Abierto	No conduce	Apagado
Cerrado	Conduce	Encendido

En este circuito se enciende el diodo LED mientras se mantenga cerrado el pulsador. Podría servir como alarma luminosa o como un timbre luminoso.