

1.- INTRODUCCIÓN

La **ELECTRÓNICA** estudia los circuitos formados por componentes que están fabricados con materiales **semiconductores**. Estos materiales tienen un **comportamiento intermedio entre los aislantes y los conductores**.

Los semiconductores son materiales que **normalmente son aislantes**, pero que en determinadas circunstancias, permiten el paso de la corriente eléctrica.

Podemos dividir a los semiconductores en **dos tipos diferenciados**, los semiconductores **intrínsecos**, y los **extrínsecos**.

Los **intrínsecos** mas utilizados son el Germanio y el Silicio. **Son semiconductores puros**, que no se encuentran mezclados con ningún otro material.

Los **extrínsecos** son el resultado de añadir a un semiconductor intrínseco pequeñas cantidades de otros materiales, llamados impurezas, para aumentar su conductividad. A este proceso de adición de impurezas se le denomina **dopado**. Según el tipo de impurezas añadidas se obtiene dos tipos de semiconductores, dentro de los extrínsecos:

- **Semiconductores tipo "N"**, que se caracterizan por su tendencia a ceder electrones (tienen electrones libres » carga ligeramente negativa).
- **Semiconductores tipo "P"**, que se caracterizan, porque tienen la tendencia a captar electrones (tienen defecto de electrones » carga ligeramente positiva).

Nota: Los circuitos electrónicos se pueden emplear para muy diversos fines, pero nos vamos a centrar en aquellos circuitos capaces de controlar automáticamente el funcionamiento de algunas máquinas. Estos son los llamados sistemas electrónicos.

2.- SISTEMAS ELECTRÓNICOS

En general, todos los sistemas electrónicos constan de tres bloques funcionales claramente diferenciados: bloques de entrada, bloques de proceso y bloques de salida.

- Un **bloque de entrada** es aquel a través del cual se introduce la orden o señal, bien a través de un elemento accionador (interruptor, pulsador, pedal,...) o bien a través de sensores (finales de carrera, células fotoeléctricas, ...).
- Un **bloque de proceso** es aquel que se ocupa de transformar la señal de entrada en otra (señal de salida) capaz de accionar el módulo de salida. Son dispositivos que deciden cuál es la acción a realizar.
- Un **bloque de salida** se encarga de realizar la acción correspondiente para la que se diseña, recibiendo la señal de salida del bloque de proceso para actuar (motores, lámparas, timbres,...).

Gráficamente cualquier sistema electrónico se representa con el diagrama de bloques de la siguiente figura.



3.- ELEMENTOS BÁSICOS DE UN CIRCUITO ELECTRÓNICO

En un circuito electrónico hay una gran variedad de componentes , estos, se clasifican en :

- **Dispositivos pasivos** , dentro de los cuales tenemos: resistencias, condensadores y bobinas.
- **Dispositivos activos** , dentro de los cuales tenemos : diodos , transistores y circuitos integrados .

3.1.- ★★ RESISTENCIAS ★★

Las **Resistencias** son componentes pasivos, es decir no generan intensidad ni tensión en el circuito. Se intercalan en un circuito **para provocar una caída de tensión** en puntos determinados , **limitar la corriente que pasa por diversos puntos** o para hacer que la **corriente se transforme en calor**.

Se clasifican en lineales y no lineales (o dependientes).

3.1.1.- Resistencias lineales

Son las que cumplen la **Ley de Ohm** , es decir existe una proporcionalidad directa entre el voltaje aplicado y la intensidad que circula por ellas. El factor de proporcionalidad es el valor de la resistencia.

A su vez las resistencias lineales se clasifican en fijas y variables.



Resistencias fijas

a) Resistencias fijas.

Son componentes de dos terminales que presentan un valor óhmico constante, dentro de los márgenes de tolerancia, que viene expresado por un código de colores que aparece impreso sobre la cápsula de protección y que consiste en unas bandas de colores normalizados.

Normalmente el código de colores consta de cuatro bandas de colores, tres hacia un extremo y otra mas en el otro extremo y ligeramente separada de las anteriores , que es la de tolerancia.

Para leer el valor de una resistencia , esta se ha de colocar de manera que las tres bandas de colores queden situadas a la izquierda y la otra a la derecha. Los colores de las dos primeras bandas indican el valor en ohmios , mientras que el valor de la tercera indica el número de ceros que han de añadirse a la anterior .La banda de la derecha indica el valor de la tolerancia o valores máximo y mínimo entre los que puede variar el valor teórico de dicha resistencia.

CÓDIGO INTERNACIONAL DE COLORES PARA RESISTENCIAS Y CONDENSADORES					
	1. ^a cifra		2. ^a cifra	Multiplicador	Tolerancia
Colores	1. ^o anillo (1. ^a cifra)	2. ^o anillo (2. ^a cifra)	3. ^o anillo n. ^o de ceros	4. ^o anillo tolerancia	
Negro	0	0	---	---	
Marrón	1	1	0	± 1%	
Rojo	2	2	00	± 2%	
Naranja	3	3	000		
Amarillo	4	4	0000		
Verde	5	5	00000		
Azul	6	6	000000		
Violeta	7	7			
Gris	8	8			
Blanco	9	9			
Dorado			x 0,1	± 5%	
Plateado			x 0,01	± 10%	
Sin color				± 20%	

Aplicación del código de colores a la resistencia dibujada:

1. ^o anillo → Rojo	→ 1. ^a cifra = 2	} R = 230 000 Ω
2. ^o anillo → Naranja	→ 2. ^a cifra = 3	
3. ^o anillo → Amarillo	→ N. ^o de ceros = 0000	
4. ^o anillo → Dorado	→ Tolerancia = ± 5%	

Símbolo :



Ejemplo : Una resistencia marrón-negro-rojo-oro, tendrá un valor de :

- Marrón=1, Negro=0, Rojo=00, Oro= $\pm 5\%$.
- Componiendo las cifras tendremos: $1000 \pm 5\% = 1000 \Omega \pm 5\%$. Si la medimos con el polímetro dicha resistencia estará en el intervalo 950 - 1050 Ω .

Lógicamente no se fabrican resistencias de cualquier valor imaginable, sino tan solo de unos valores determinados, que son unos valores normalizados.

Las características técnicas generales de estos tipos de resistencias son:

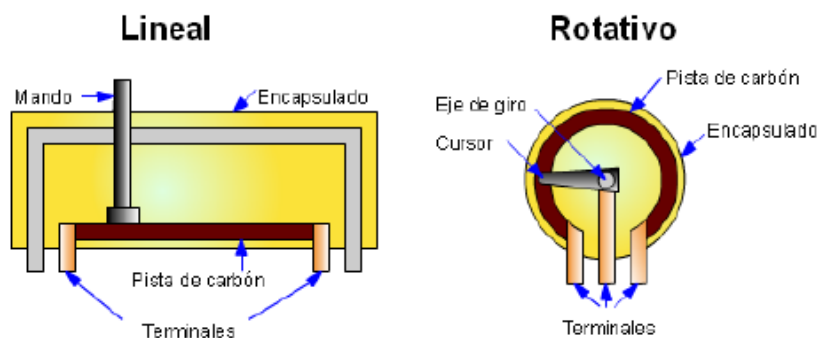
Resistencia nominal. Es el valor teórico esperado al acabar el proceso de fabricación. Se expresa en ohmios (O) y viene indicado mediante un código de colores.

Tolerancia. Es la diferencia entre las desviaciones superior e inferior. Se expresa en tanto por ciento. Indica la precisión del componente, de forma que cuando la tolerancia presenta un valor grande la resistencia es poco precisa, y cuando la tolerancia presenta un valor pequeño la resistencia es más precisa.

Potencia nominal. Es el valor de la potencia, expresada en vatios, que el componente puede disipar de manera continua sin sufrir deterioro.

b) Resistencias variables

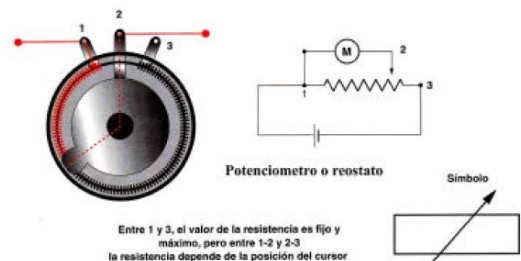
Son componentes pasivos de tres terminales cuyo valor óhmico se puede variar entre 0 y el valor máximo del componente de forma manual por medio de un contacto móvil, corredera o cursor, que suele ser el terminal central. El ajuste de este componente puede ser lineal o rotativo.



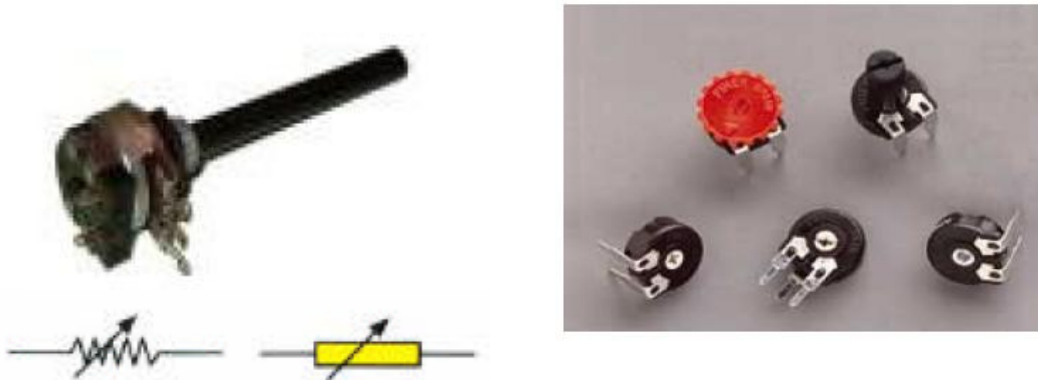
Resistencias variables lineal y rotativa

La resistencia nominal es el valor teórico que presenta en sus extremos y se marca directamente sobre el cuerpo del componente.

En general, una resistencia variable, por ejemplo de 10 K Ω , tendrá tres contactos y actúa como dos resistencias en serie. Entre el contacto central y uno de los contactos laterales tendrá un valor menor de 10 K Ω y entre la central y el otro contacto lateral un valor complementario. Por ejemplo, si entre el centro y el contacto izquierdo pongo 3K Ω , entre el centro y el derecho tendré 10 K Ω - 3K Ω = 7K Ω .



Cuando se varían con ayuda de una herramienta se denominan ajustables, mientras que cuando disponen de un vástago para variarlas se denominan potenciómetros.

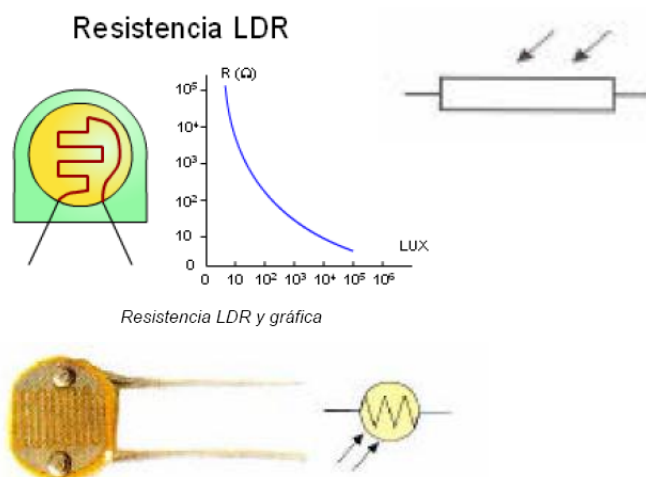
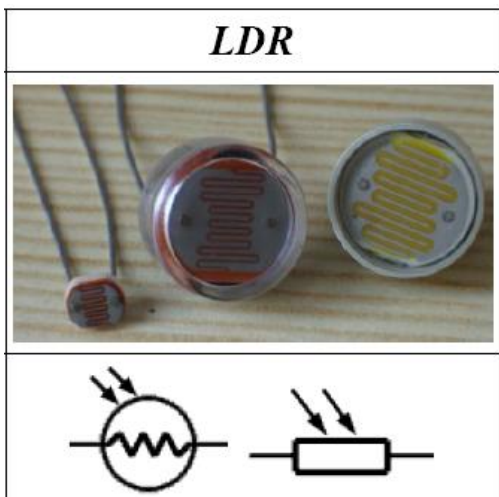


3.1.2. - Resistencias dependientes

Las resistencias dependientes son resistencias construidas a base de semiconductores y cuyos valores dependen de parámetros externos al circuito. Tendremos en este grupo las resistencias que dependen de la temperatura exterior (NTC y PTC) , las resistencias que dependen de la luz (LDR) y las que dependen de la tensión a la que se les somete (VDR).

LDRs

El valor óhmico de la resistencia de estos componentes varía en función de la luz que reciben en su superficie: cuando están en condiciones de oscuridad su resistencia es muy elevada y cuando reciben una gran cantidad de luz su resistencia disminuye considerablemente. Es decir a medida que aumenta el nivel de luz, disminuye su valor óhmico.

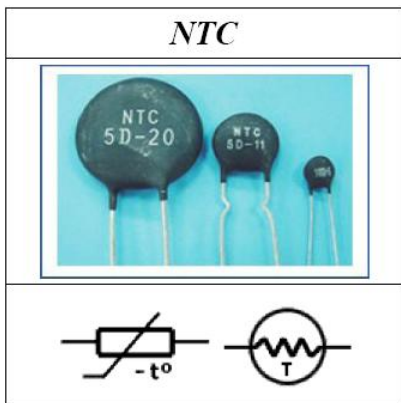


Se emplean sobretodo s en la automatización y control de sistemas de iluminación.

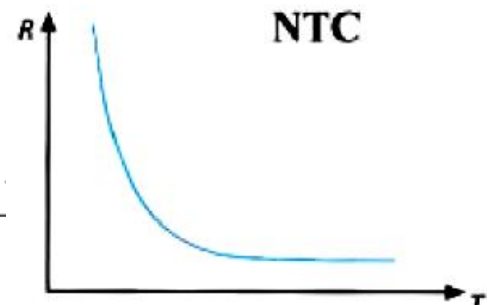
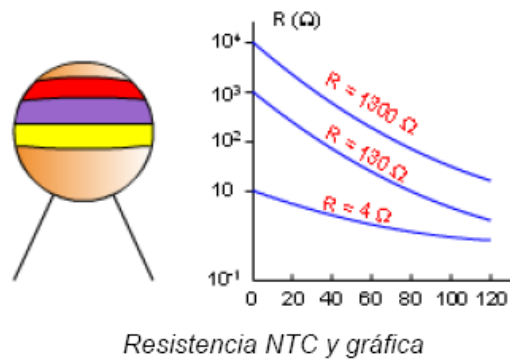
TERMISTORES

El valor óhmico de la resistencia de estos componentes varía en función de la temperatura ambiental. Existen dos tipos las NTC y las PTC.

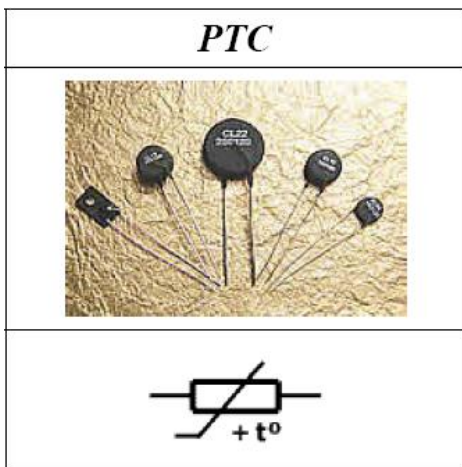
- El **termistor NTC** (coeficiente negativo de temperatura) se caracteriza porque su valor óhmico disminuye al aumentar la temperatura, y porque aumenta cuando la temperatura es baja.
Su valor óhmico se indica numéricamente en el componente o mediante unas bandas de colores que siguen el mismo código que las resistencias fijas (la primera banda es la que está más cerca de las patillas del componente).
Se emplea en la medida, regulación y alarmas de temperatura, termostatos, etc.



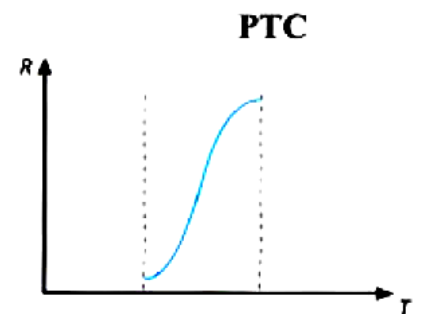
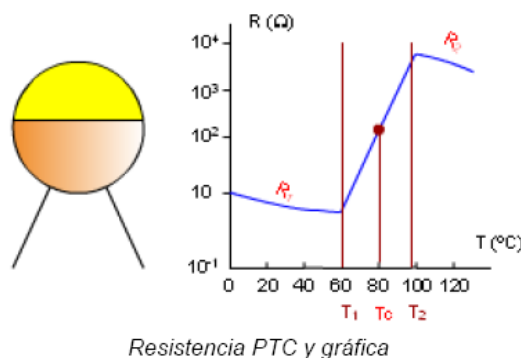
Resistencia NTC



- El **termistor PTC** (coeficiente positivo de temperatura) se caracteriza porque su valor óhmico aumenta al aumentar la temperatura, y porque disminuye cuando la temperatura es baja.
Se emplea en dispositivos de alarma, por ejemplo en los circuitos de control de la temperatura del agua en los automóviles, para evitar que se quemen las bobinas de los motores eléctricos,...



Resistencia PTC



3.1.3.- Aplicaciones de los Resistores

Los resistores fijos actúan como limitadores de corriente por lo que entre otras aplicaciones se usan para proteger a otros componentes por los que no puede circular corriente elevada.

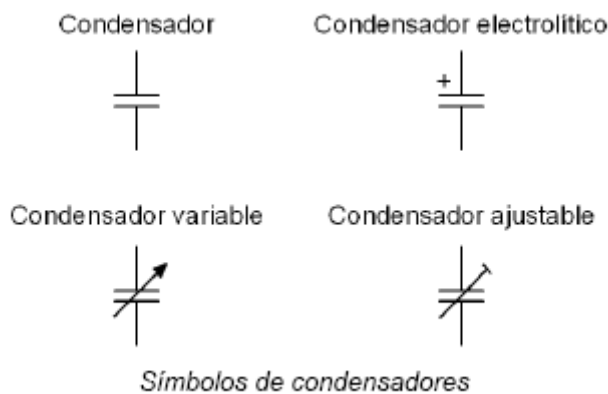
Las resistencias variables (potenciómetros), nos permiten variar su resistencia a voluntad, lo cual les hace útiles como reguladores de corriente y tensión.

Las resistencias dependientes (LDR, NTC, PTC...) varían su resistencia en función de distintas magnitudes físicas (luz, T^o, ...) , por lo que se usan como sensores en sistemas automáticos.

3.2.- ★★ CONDENSADORES ★★

Los condensadores son elementos indispensables en los circuitos. Su misión principal es la de almacenar carga eléctrica ("almacenan" un número determinado de electrones).

Consisten en dos placas o armaduras metálicas separadas entre sí por un aislante al que se le suele denominar *dieléctrico*. Los terminales del condensador van soldados a las placas metálicas.



Condensadores

El dato más importante de un condensador es su *capacidad eléctrica*. La capacidad es la relación entre la carga del condensador (número de electrones expresados en culombios) dividido entre el voltaje al que se somete el condensador.

$$C = \frac{Q}{V}$$

La Capacidad de un condensador se mide en *Faradios (F)*. Dado que el Faradio es una unidad que suele resultar excesivamente grande, se emplean submúltiplos:

- 1 microfaradio = 1 μ F = 10⁻⁶F = 10⁻⁶ Faradios
- 1 nanofaradio = 1nF = 10⁻⁹ F = 10⁻⁹ Faradios
- 1 picofaradio = 1pF = 10⁻¹² F = 10⁻¹² Faradios

Ejercicio: Calcula la capacidad de un faradio cargado con $5 \cdot 10^{20}$ electrones en su armadura negativa sometido a un potencial de 10 Voltios.

1. Calcular la carga de ese número de electrones. Recordar que 1 Culombio equivale a

$$6.25 \cdot 10^{18} \text{ electrones: } Q = \frac{5 \cdot 10^{20}}{6,25 \cdot 10^{18}} = 80 \text{ C}$$

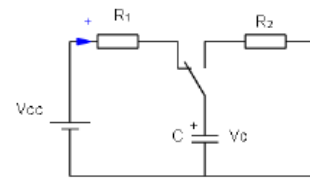
2. La capacidad sería: $C = \frac{Q}{V} = \frac{80 \text{ C}}{10 \text{ V}} = 8 \text{ F} = 8000 \text{ mF} = 8 \cdot 10^3 \text{ mF}$

Para entender el funcionamiento de un condensador lo vamos a someter a la carga y descarga del mismo en serie con una resistencia.

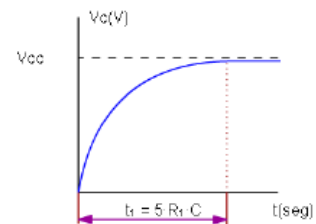
Proceso de carga :

Cuando cerramos el circuito de carga el condensador se carga hasta alcanzar casi la tensión de alimentación. El tiempo de carga depende de la capacidad del condensador y del valor óhmico de la resistencia que está en serie con él R1, siguiendo la fórmula:

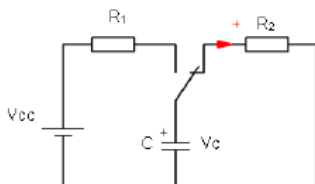
$$t_1 = 5 \cdot R_1 \cdot C$$



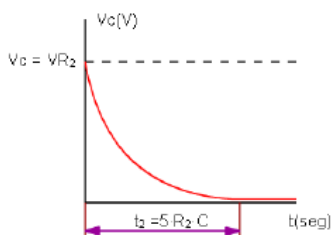
Carga del condensador



Carga del condensador



Descarga del condensador



Descarga del condensador

Proceso de descarga .

Cuando cerramos el circuito de descarga, es el condensador el que entrega la corriente a la resistencia hasta agotarse su carga.

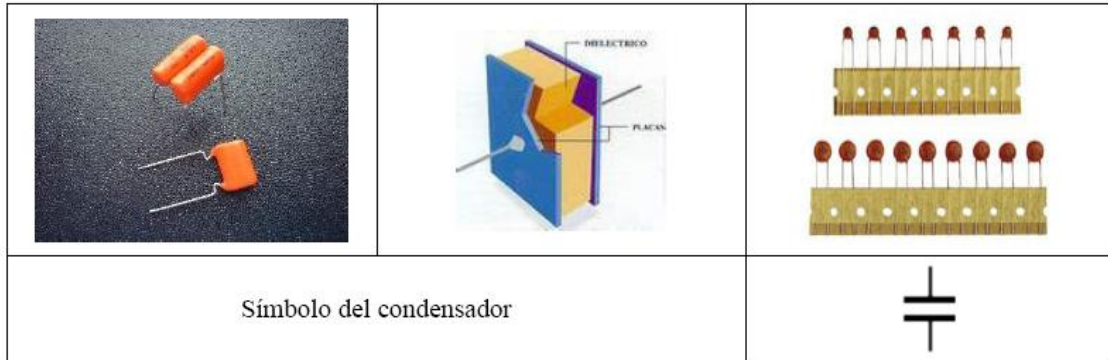
El tiempo de descarga ahora depende de la capacidad y de la resistencia de descarga R2.

$$t_2 = 5 \cdot R_2 \cdot C$$

Tipos de condensadores

En cuanto a los tipos de condensador que existen básicamente son dos: polarizados o no polarizados.

En los **no polarizados** no existen diferencias entre los terminales. Cualquier armadura puede ser positiva o negativa. Para saber su valor o bien viene impreso, o bien viene con un código de colores.



Los otros tipos posibles son los **polarizados**. En estos hay que diferenciar la armadura negativa de la positiva. Son cilíndricos, y en ellos viene su valor (normalmente en microfaradios - μF -) y bien señalizado el terminal negativo.

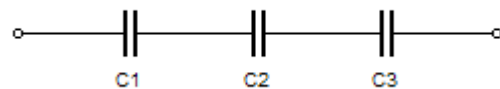


Asociación de condensadores

Al igual que las resistencias, los condensadores se pueden asociar en serie, en paralelo y formando una asociación mixta.

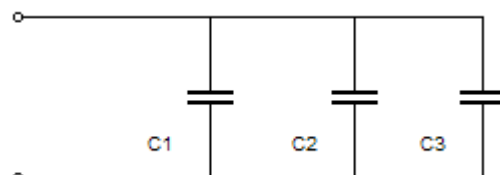
- **Asociación serie**: Se dice que un conjunto de condensadores está conectado en serie cuando la salida de uno está conectada con la entrada del siguiente, y así sucesivamente hasta obtener dos únicos bornes que se conectan a la tensión de alimentación. Para calcular la capacidad equivalente de la asociación se aplica la expresión siguiente:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$



- **Asociación en paralelo**: Se dice que un conjunto de condensadores está conectado en paralelo cuando todas las salidas están conectadas a un punto común y todas las entradas a otro, de forma que sólo hay dos bornes que se conectan a la tensión de alimentación. Para calcular la capacidad equivalente de la asociación se aplica la expresión siguiente:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$



- **Asociación mixta** : Se dice que un conjunto de condensadores está conectado de forma mixta cuando hay condensadores en serie y en paralelo. Para calcular la capacidad equivalente de la asociación se solucionan independientemente los montajes serie y paralelo que lo compongan, hasta obtener un circuito único que se resuelve mediante la expresión correspondiente.

Aplicaciones de los condensadores

Pueden actuar como acumuladores de carga y alimentar circuitos con dicha carga, pero además la duración conocida de sus procesos de carga y descarga los hace imprescindibles como circuitos temporizadores..

3.3.- ★★ BOBINAS ★★

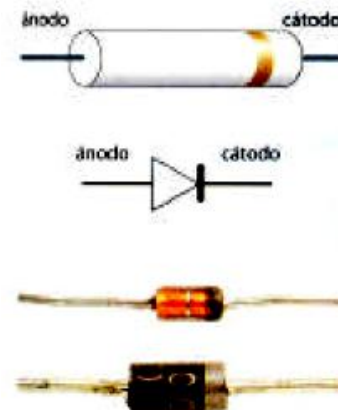
Las bobinas son arrollamientos de conductores sobre piezas metálicas. Tienen la propiedad de crear campos magnéticos al paso de la corriente eléctrica. Su capacidad de generación de campos magnéticos se mide en Henrios (H) y comúnmente en mH.



Hay bobinas de núcleo de aire, núcleo sólido, toroidales, etc. Sin embargo, su uso en electrónica es mínimo pudiendo sustituirse su funcionalidad con otros dispositivos.

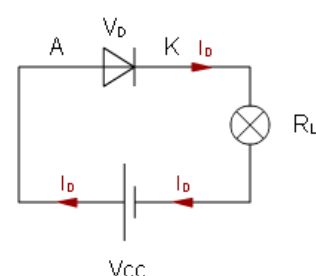
3.4.- ★★ DIODOS ★★

Un diodo es un componente electrónico que **permite el paso de la corriente eléctrica en un sentido y lo impide en sentido contrario**. Está formado por la unión de dos materiales semiconductores, uno de tipo "P" y otro de tipo "N". Por tanto está provisto de dos terminales denominados ánodo (+) y cátodo (-). Para los diodos, digamos con un funcionamiento normal, el sentido de circulación de la corriente es de ánodo a cátodo.

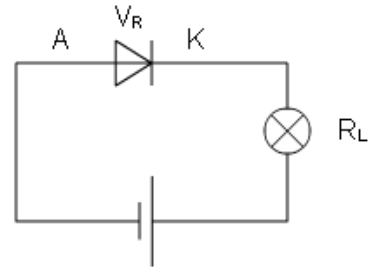


Cuando un diodo se conecta a una tensión eléctrica, se dice que está **polarizado**. Esta polarización puede ser **directa o inversa**.

- La polarización **directa** se produce cuando se conecta el polo positivo del generador al ánodo y el polo negativo del generador al cátodo. De este modo el diodo se comporta como un conductor de corriente.



- La polarización inversa se produce en el caso contrario, es decir, el polo positivo al cátodo y el negativo al ánodo. En este caso el diodo impide el paso de la corriente eléctrica y se comporta como un aislante o un circuito abierto.



Queda claro que un diodo polarizado directamente deja pasar la corriente eléctrica, mientras que un diodo polarizado inversamente no deja pasar la corriente eléctrica.

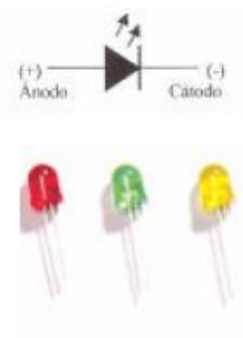
Tipos de diodos

Existen diferentes tipos de diodos, los diodos normales, diodos LED, Fotodiodos, etc.



a) Diodos LED

Los diodos LED (Light Emitting Diode) o diodos emisores de luz, al igual que cualquier diodo, sólo dejan pasar la corriente en un sentido, pero además, cuando son atravesados por una corriente eléctrica es cuando se pone de manifiesto su característica fundamental que es la capacidad para emitir luz, cuyo color depende de los materiales con los que se fabrica. Cuando el diodo LED se encuentra en conducción, la energía generada por la recombinación de los portadores de carga se libera en forma de radiación electromagnética visible. Cuando se polarizan de forma inversa no emiten luz y no dejan pasar la corriente.



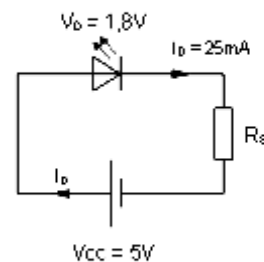
El cátodo es el terminal más corto y el ánodo el más largo. El encapsulado es de plástico.

Estos diodos se conectan en serie con una resistencia que limita la intensidad que circula por ellos de manera que en sus terminales el voltaje no debe sobrepasar los 2V y no debe atravesarlo una intensidad superior a los 15mA (la intensidad mínima para que emita luz visible es de 4 mA).

Se utilizan como pilotos de señalización y como indicadores visuales.

Por ejemplo:

Calcula la resistencia de limitación que debemos poner para proteger el diodo LED que tiene los siguientes parámetros ($V_D = 1,8V$, $I_D = 25 \text{ mA}$), cuando lo conectamos a 5 V.



Solución:

$$R_S = \frac{V_{cc} - V_D}{I_D} = \frac{5 - 1.8}{0.025} = 128\Omega$$

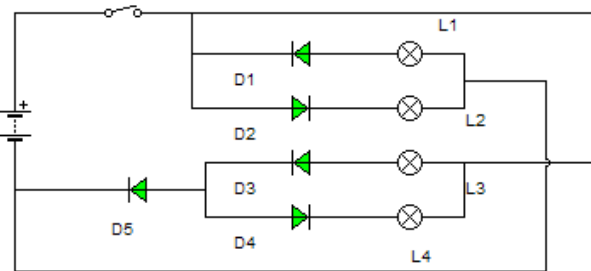
b) Fotodiodos

Son dispositivos detectores de luz. Consisten en un diodo encerrado en una cápsula con una lente mediante la cual se hace incidir la luz. Tienen la propiedad de convertir la señal de luz recibida en señales eléctricas, por lo que podríamos decir que se comporta básicamente como un generador de corriente eléctrica.

Aplicaciones de los diodos

La principal aplicación de los diodos es intervenir en la conversión de la corriente alterna en corriente continua mediante la rectificación de aquella. También se puede considerar una de sus principales aplicaciones la conmutación o conexión-desconexión automática, ya que permite el paso de corriente para voltajes positivos y la bloquea para voltajes negativos.

Ejercicio : Indica qué bombillas se encenderán al cerrar el interruptor, en el siguiente circuito. Explica porque.



3.5.- ★★ TRANSISTORES ★★

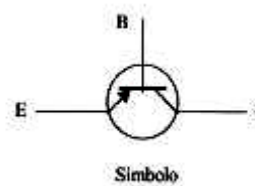
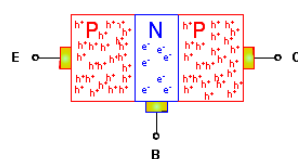
Los transistores son dispositivos semiconductores que permiten el control y la regulación de una corriente grande mediante una señal muy pequeña. Son capaces de realizar dos tareas básicas distintas: amplificar señales y servir de interruptores controlados.

Son componentes electrónicos con tres terminales de conexión denominados **emisor**, **colector** y **base**. Los transistores están formados por dos uniones PN juntas dando lugar a tres regiones P-N-P o N-P-N, que son los dos tipos de transistores bipolares existentes.

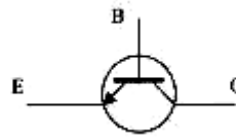
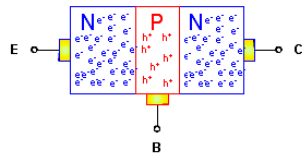


- E - EMISOR** (Emite electrones)
- B - BASE** (Controla el flujo de electrones)
- C = COLECTOR** (Recoge los electrones)

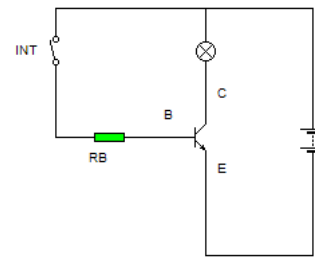
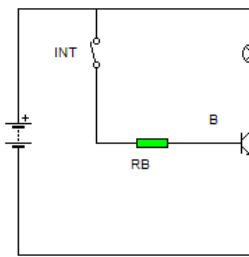
- **Transistores PNP.** Están formados por un semiconductor con una región dopada con impurezas tipo N situada entre dos regiones dopadas con impurezas tipo P, formando dos uniones PN



- **Transistores NPN.** Están formados por un semiconductor con una región dopada con impurezas tipo P situada entre dos regiones dopadas con impurezas tipo N, formando dos uniones PN.



Generalmente se usan transistores NPN , cuyo circuito de funcionamiento es el siguiente:

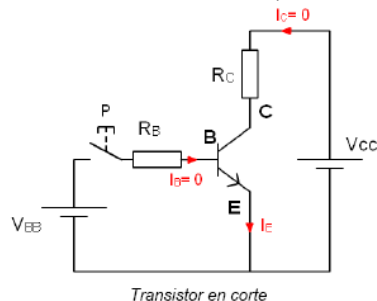


Si no hacemos circular corriente entre la base y el emisor (interruptor abierto), el transistor estará cortado, es decir , no dejará pasar corriente entre el colector y el emisor (lámpara apagada). En cambio si dejamos pasar una pequeña corriente entre la base y el emisor /interruptor cerrado) , el transistor dejará circular corriente entre el colector y el emisor (lámpara encendida).

Nota: Los dos montajes anteriores son el mismo. Solamente se ha cambiado la posición de la pila. Es necesario en ambos casos colocar una resistencia en la base (RB), con el fin de limitar la corriente que entre por la base del transistor, para evitar su deterioro.

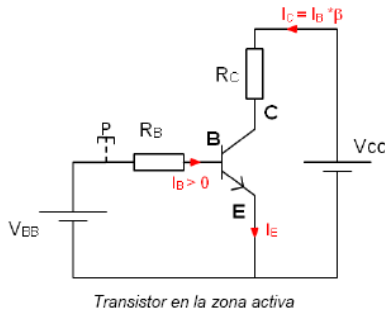
Todo transistor presenta 3 zonas de funcionamiento caracterizadas por la polarización de sus uniones PN:

- **Transistor en corte :** Se dice que el transistor está en corte y que se comporta como un interruptor abierto cuando está sin polarizar, esto es, no hay circulación de electrones por la base y por lo tanto tampoco entre el colector y el emisor. El transistor , entre colector y emisor se comporta como un interruptor abierto.



$$I_B = I_C = I_E = 0$$

- Transistor en zona Activa** : Se dice que el transistor está en la zona activa cuando por el circuito de base del transistor circula una pequeña corriente que produce una corriente mucho mayor en el circuito de colector-emisor.



Transistor en la zona activa

$$I_C = I_B \cdot \beta$$

donde "β" es la ganancia del transistor.

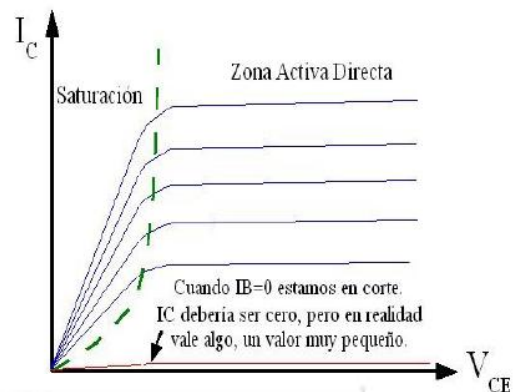
Trabajando en esta región decimos que actúa como un **amplificador** de corriente.

- Transistor en saturación** : Se dice que el transistor está en zona de saturación, cuando se comporta como un interruptor cerrado, deja pasar corriente entre el colector y el emisor. En esta región la intensidad de la base es la máxima admisible. En esta situación, por mucha intensidad que pase por la base, por el Emisor sigue pasando prácticamente lo mismo y en el Colector igual. Se expresa matemáticamente de esta forma:

$$I_C \leq \beta \cdot I_B$$

Cuando hacemos trabajar a un **transistor en corte-saturación** su comportamiento es como el de un **interruptor electrónico**.

- Si circula corriente por la base, también circulará por el colector.
- Si no circula corriente por la base no circulará por el colector.

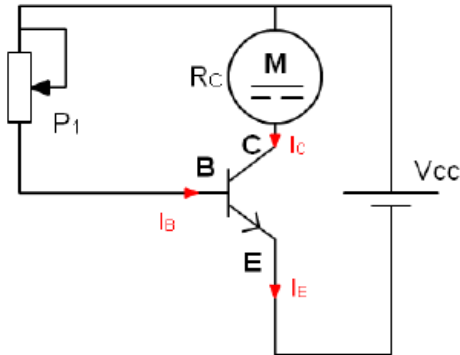


Resumiendo

Una pequeña corriente entre base y emisor nos permite controlar corrientes mayores entre colector y emisor. En muchos casos la corriente que emite un dispositivo es demasiado débil como para producir cierto efecto, por ejemplo poner en marcha un motor. En estos casos hay que amplificar la señal por medio de un circuito electrónico que emplee uno o varios transistores. Por lo tanto, los transistores son componentes electrónicos que generalmente se emplean para amplificar impulsos eléctricos, es decir, para obtener corrientes de salida de mayor intensidad que las de entrada.

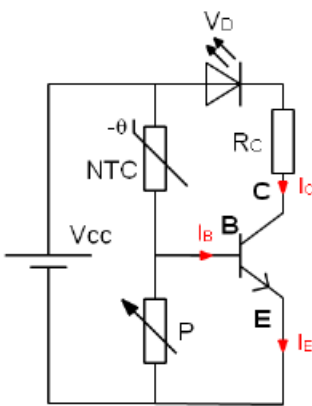
Montajes con transistores

- **Control de velocidad de un motor**, con ayuda de un potenciómetro, variamos la velocidad de giro de un motor de corriente continua.



Cuando el valor de resistencia del potenciómetro es grande la corriente de base es pequeña y por lo tanto la corriente de colector que circula por el motor también es pequeña y girará despacio. Cuando la resistencia del potenciómetro es pequeña la corriente de base es grande y también es grande la del colector y el motor girará más rápido.

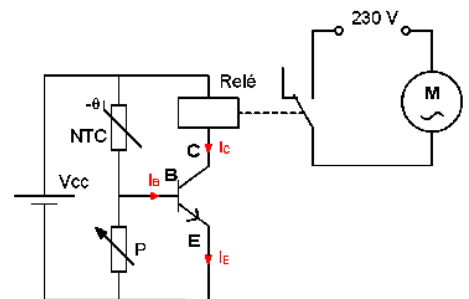
- **Control de temperatura con NTC**, cuando la temperatura supera un valor de consigna, indicado por la resistencia ajustable, hace que el transistor conduzca y que se encienda el diodo led. Cuando la temperatura baja se apaga el led.



Control de temperatura con NTC

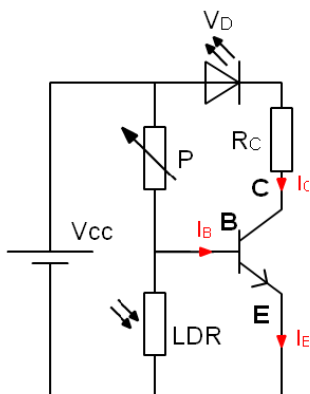
En este montaje se aprovecha la característica de las NTC, cuando la temperatura aumenta, bajan su valor óhmico. En ese instante la tensión en la resistencia ajustable es lo suficientemente grande como para hacer que el transistor pase a conducción y hacer que luzca el led. Si baja de nuevo la temperatura la tensión en la base del transistor baja y deja de lucir el led.

En lugar de un diodo led, puede colocarse un motor con un ventilador o un relé que active un ventilador de 230 V, el circuito sirve como sistema automático que pone en marcha un ventilador cuando la temperatura supera un valor.



Control de temperatura con NTC, relé y motor de 230 V

- **Control de intensidad luminosa con LDR**, cuando la intensidad luminosa ambiente disminuye por debajo del valor prefijado en P, se enciende la bombilla.



El montaje es similar al de la NTC pero ahora se aprovecha la característica de la LDR. Cuando la intensidad luminosa aumenta, su valor óhmico disminuye. Luego cuando la intensidad es lo suficientemente baja, el valor óhmico de la LDR es lo bastante grande como para que el transistor pase a conducción y se encienda el led, o la bombilla a través de un relé.

3.6.- ★★ RELÉ ★★

Los relés son unos componentes electromagnéticos muy utilizados en electrónica, que pueden funcionar como un interruptor o como un conmutador activado mediante un electroimán.

Constan de dos circuitos independientes:

- **Circuito electromagnético o de mando.** Este circuito es alimentado por una corriente de bajo voltaje, que es capaz de activar el electroimán. Cuando una corriente de baja intensidad circula por la bobina del electroimán se crea un campo magnético que imanta un núcleo de hierro dulce que es capaz de atraer un inducido móvil. Las características técnicas de este circuito son:
 - **Corriente de excitación.** Es la intensidad necesaria para activar el relé.
 - **Tensión nominal.** Es la tensión de trabajo para la cual el relé se activa.
- **Circuito eléctrico de potencia.** Es el circuito de uso, esto es, donde se produce la conexión/desconexión de unos contactos por lo que pasan corrientes mayores. Como el número de contactos puede ser muy elevado, con un relé es posible gobernar varios circuitos diferentes.

Las aplicaciones de este tipo de componentes son múltiples: en electricidad, en automatismos eléctricos, en el control de motores industriales, en electrónica, en interruptores crepusculares, en alarmas,...

