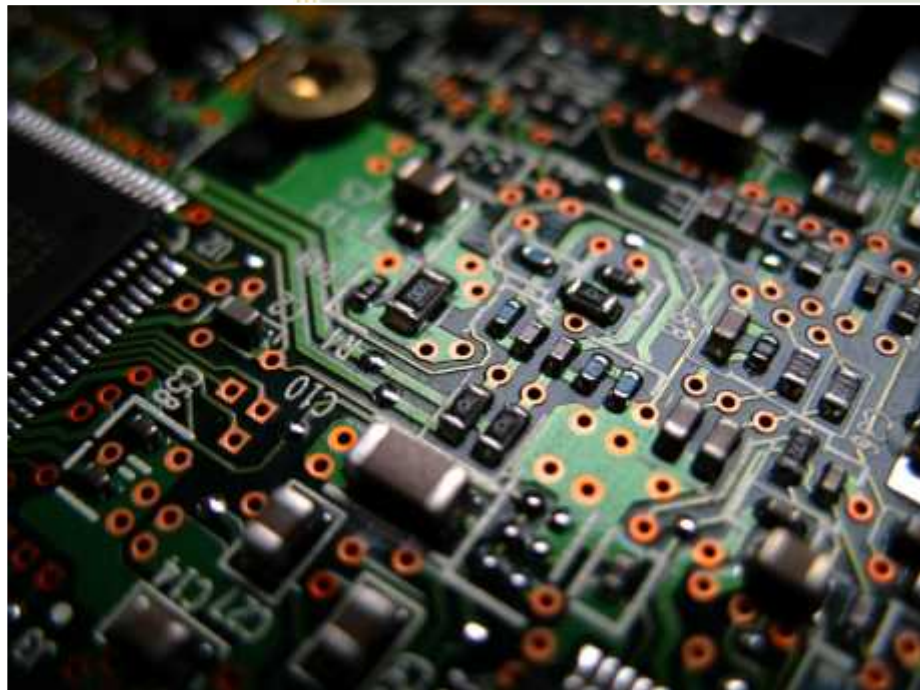


Tema 2. Electrónica analógica



Víctor M. Acosta Guerrero
Profesor de Tecnología

Tema2. Electrónica analógica.

1. INTRODUCCIÓN.

La Electrónica nos rodea, desde la televisión, hasta los modernos teléfonos inteligentes, pasando por todo tipo de programadores. Sería muy difícil imaginarnos el mundo sin la Electrónica, ya que ha supuesto un importantísimo avance en nuestra calidad de vida. Además, sigue avanzando rápidamente, ya que se utiliza la propia Electrónica en la investigación sobre nuevos dispositivos.

Uno de los grandes avances ha sido el ordenador, ya que entre otras utilidades, nos ha facilitado la realización de cálculos, tareas repetitivas, la automatización de procesos, etc... A lo largo de este tema, vamos a estudiar los principales componentes electrónicos, así como su funcionamiento y los procedimientos de conexión.

2. MAGNITUDES ELÉCTRICAS FUNDAMENTALES.

A modo repaso, en las siguientes tablas puedes encontrar las magnitudes eléctricas fundamentales y las principales relaciones entre ellas:

Magnitud	Definición	Unidad
Voltaje, tensión o diferencia de potencial	Energía por unidad de carga que hace que circulen por el circuito los electrones.	Voltio (V)
Intensidad o corriente eléctrica	Es la cantidad de carga eléctrica (electrones), que atraviesa una sección de conductor por unidad de tiempo.	Amperio (A)
Resistencia eléctrica	Es la dificultad de circulación de los electrones a través de un determinado material.	Ohmio (Ω)
Energía eléctrica	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.	Julio (J)
Potencia eléctrica	Energía consumida por un receptor por unidad de tiempo	Watio (W)

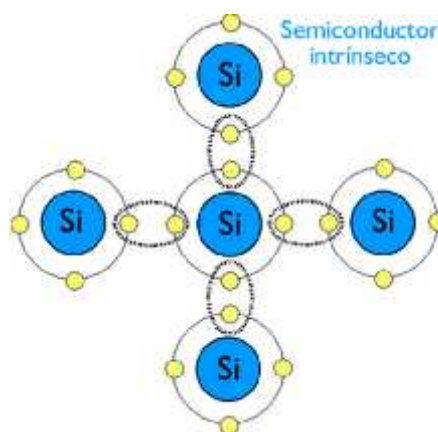
Ley	Definición			
Ley de Ohm	$U = I \cdot R$	$I = \frac{U}{R}$	$R = \frac{U}{I}$	
Ley de Joule	$E = Q \cdot U$	$E = U \cdot I \cdot t$	$E = I^2 \cdot R \cdot t$	
Potencia eléctrica	$P = \frac{E}{t}$	$P = U \cdot I$	$P = \frac{U^2}{R}$	$P = I^2 \cdot R$

3. LOS SEMICONDUCTORES.

El funcionamiento de los componentes electrónicos se basa en la “Teoría de Semiconductores”. Los semiconductores son unos materiales que son conductores bajo unas determinadas condiciones, y no conductores bajo otras. Se dividen en dos grupos:

3.1. Semiconductores intrínsecos.

Son los formados por elementos de la Columna XIV de la tabla periódica, siendo los más utilizados el Silicio y el Germanio. Su característica más interesante es que forman enlaces covalentes con los átomos que tienen a su alrededor, es decir, comparten sus electrones.



Como los elementos de la Columna XIV tienen cuatro electrones en la última capa, y todos son compartidos, a todos los efectos es como si tuvieran ocho, y este es el estado básico de estabilidad según la Regla del Octeto.

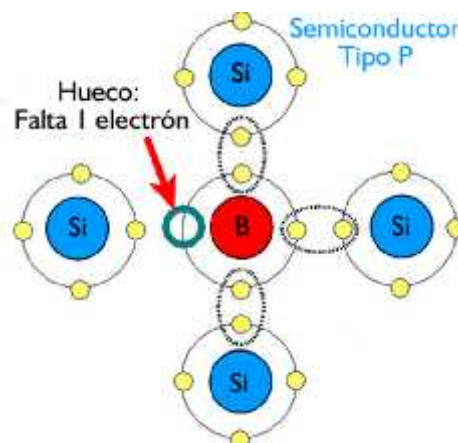
Si sometiéramos a un semiconductor intrínseco a un campo magnético con intensidad suficiente como para que un electrón abandone su enlace, este electrón se mueve, estableciéndose una corriente eléctrica. El hueco dejado es ocupado por el electrón de al lado.

Es importante aclarar que en la Teoría de Semiconductores, en lugar de estudiar el movimiento de los electrones hacia el polo positivo, se estudia el movimiento de los huecos hacia el polo negativo. Al número de huecos creados se le llama “p”, y al número de electrones libres se le llama “n”. Por tanto, en los semiconductores intrínsecos, el número de electrones libres es igual al número de huecos creados, y por tanto $n=p$.

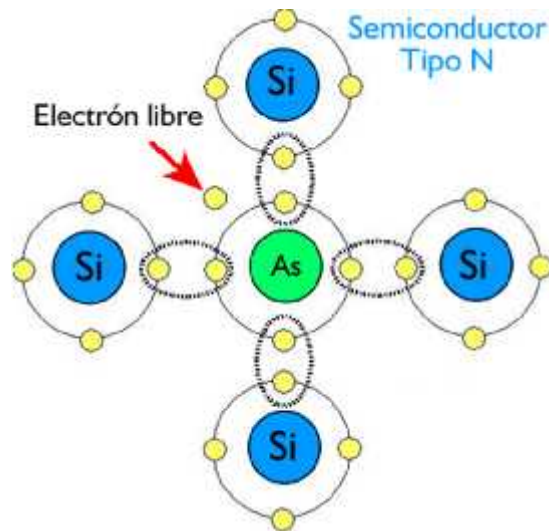
3.2. Semiconductores extrínsecos.

Se consiguen a través de los intrínsecos, añadiendo átomos de las columnas XIII y XV a los que llamamos impurezas. Al hecho de añadir impurezas se le llama “dopaje” y se suele añadir desde un átomo de impureza por cada 100.000 de Si en el caso de mayor concentración, a un átomo de impureza por cada 100.000.000 de átomos de Si en el caso de menor concentración. Existen dos tipos de semiconductores extrínsecos en función del tipo de impurezas que añadamos:

- **Tipo p.** Se añaden impurezas del Grupo XIII, fundamentalmente Boro, Indio y Galio. Estos sólo tienen tres electrones en la última capa, por lo que estaríamos creando artificialmente huecos. Al aplicar una diferencia de potencial, se irían ocupando estos huecos por electrones. Por tanto, en este tipo de semiconductores, el número de huecos es mayor que el número de electrones libres ($p > n$), y se dice que los portadores son los huecos.



- **Tipo n.** Se añaden impurezas del Grupo XV, como el Arsénico o el Antimonio. Éstos cuentan con cinco electrones en la última capa, por lo que se comparten cuatro, y uno queda libre. Al aplicar un campo eléctrico, este electrón libre se mueve, estableciéndose una corriente eléctrica, sin que sea necesaria la creación de ningún hueco. En este caso, por tanto, el número de electrones es mayor que el de huecos ($n > p$), y los portadores son los electrones.

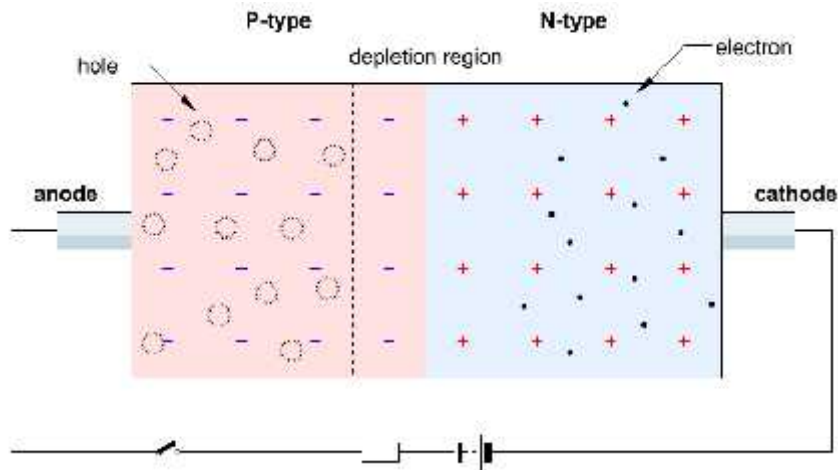


4. EL DIODO.

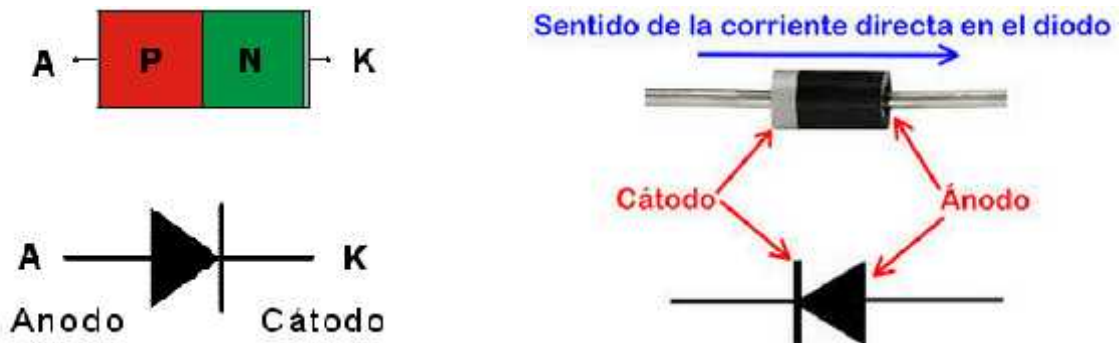
Es el componente electrónico básico, y se consigue tras unir dos semiconductores extrínsecos, uno de Tipo P y otro de Tipo N. Como sabemos, en la parte P predominan los huecos y en la parte N los electrones libres, por lo que existirá una tendencia a transferir electrones desde la parte N hasta la parte P, hasta alcanzar el equilibrio.

A este fenómeno se le llama recombinación, y supone una franja central en la zona de unión con carga eléctrica nula. Por tanto, en la zona de unión de los semiconductores, los electrones se recombinarán con los huecos, llamándose "zona de recombinación" o "zona de difusión".

Para pasar de una zona a otra, habrá que superar la barrera de potencial que supone la zona de difusión, y que sólo afecta a la zona de unión. A dicha barrera de potencial se le llama "tensión umbral", y es de aproximadamente 0,7 V para los diodos de Si y de 0,3 V para los diodos de Ge.



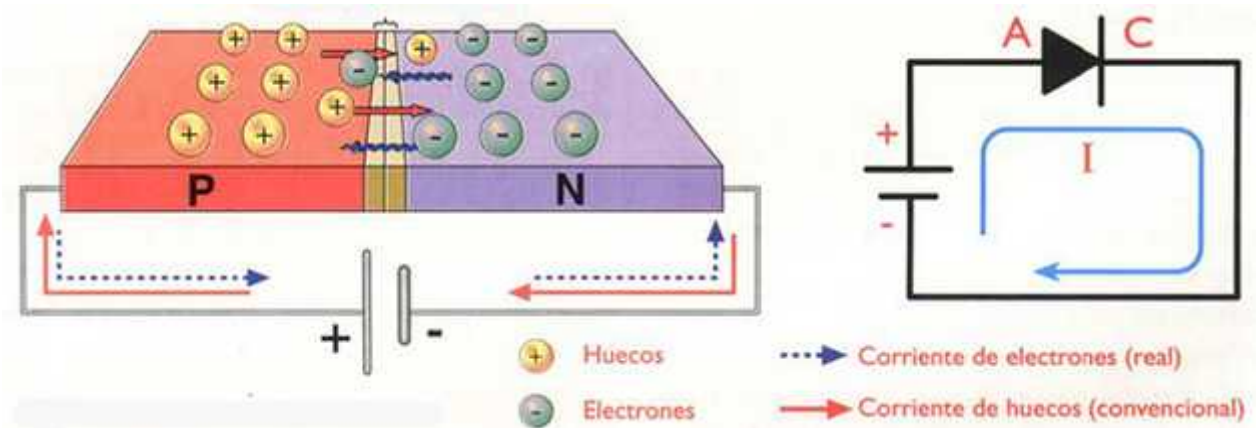
El símbolo del diodo es el siguiente.



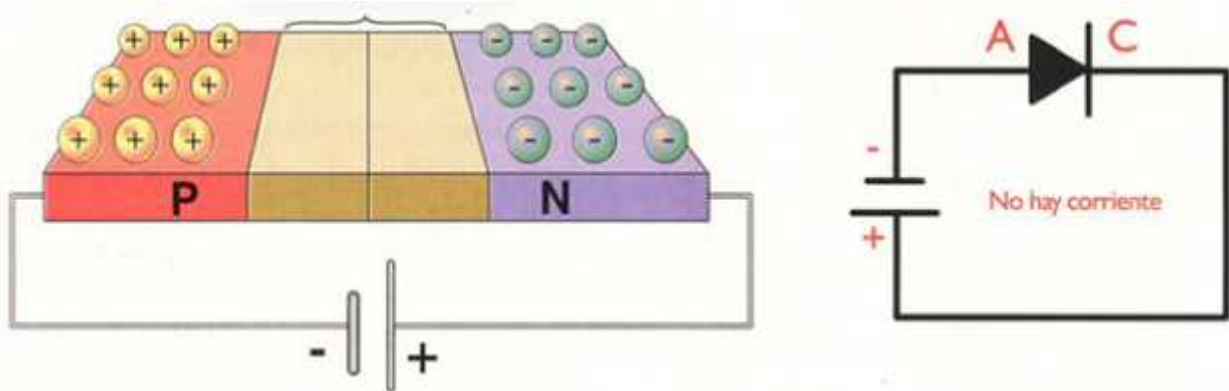
4.1. Polarización del diodo.

Las uniones PN pueden conectarse de 2 maneras a la fuente de alimentación en función de si el polo positivo de la fuente lo conectamos a la parte P o a la parte N.

- **Polarización directa.** Se conecta el borne positivo de la fuente a la zona P, y el borne negativo a la zona N. Al aplicar tensión directa, se reduce la barrera de potencial de la unión, ya que la tensión aplicada impulsa a los electrones de N y huecos de P hacia la unión (estrechando la zona de difusión). Por tanto, los electrones tienden a cruzar la unión de N a P y los huecos en sentido opuesto. Si la tensión de la fuente es mayor que la tensión umbral, el diodo conducirá la electricidad a su través como si de un interruptor cerrado se tratara.

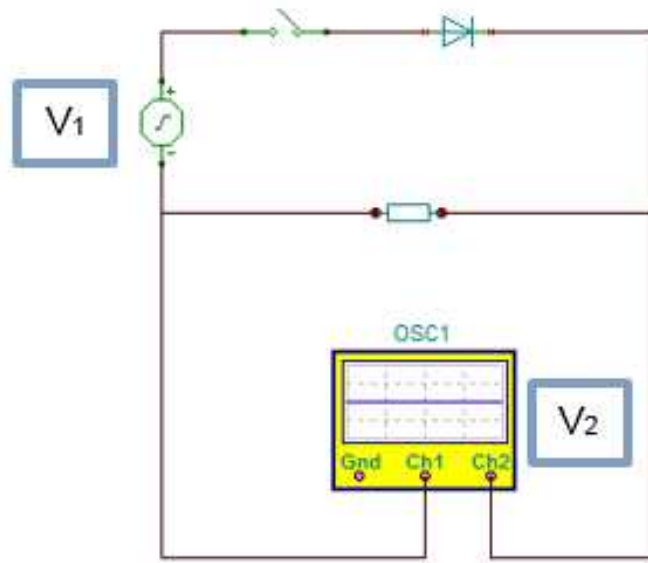


- **Polarización inversa:** Se conecta el borne positivo de la fuente a la zona N y el borne negativo a la zona P. Debido a la polarización de la batería, los electrones y los huecos se encuentran atraídos hacia los extremos del diodo, alejados de la unión PN, de manera que se ensancha la zona de difusión. Así los electrones y huecos encuentran mayor dificultad para pasar a través de la unión. Por consiguiente, el diodo no permitirá el paso de la corriente a su través comportándose como un interruptor abierto.



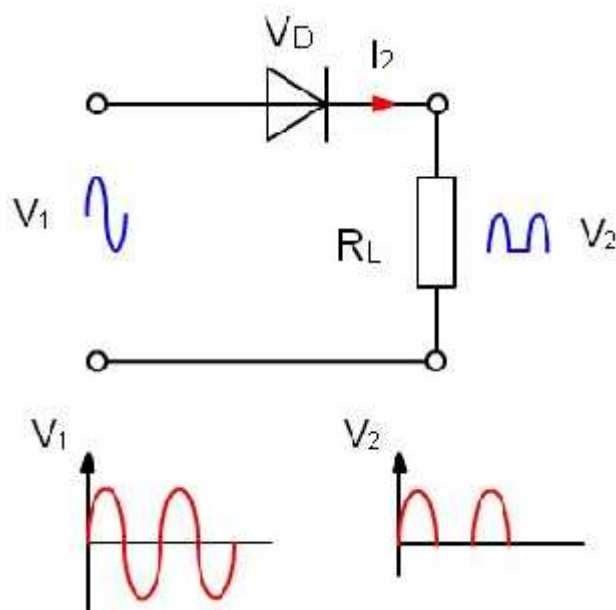
4.2. Diodo rectificador.

La aplicación del diodo como rectificador es una de las más empleadas, y consiste en separar los ciclos positivos de una señal de corriente alterna. Si se aplica al diodo una tensión de corriente alterna, durante los medios ciclos positivos se polariza en forma directa, permitiendo el paso de la corriente eléctrica. Sin embargo, durante los medios ciclos negativos, el diodo se polariza de manera inversa, con lo que evita el paso de la corriente en tal sentido.



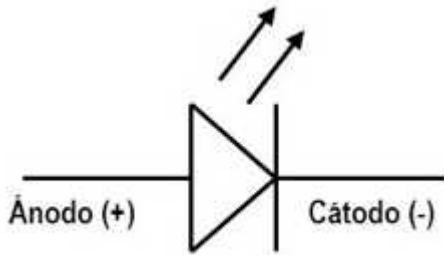
Cuando la tensión de entrada (V_1) discurre por la zona negativa, el diodo se polariza inversamente, por lo que no circula corriente, y por tanto no se produce caída de tensión en la resistencia, por lo que durante este periodo el osciloscopio arrojará una señal de salida (V_2) igual a cero. Sin embargo cuando la señal de entrada discurre por el lado positivo, la señal de salida tendrá la misma forma de onda. Así conseguimos una señal de salida que sólo tiene signo positivo, transformándose una señal de tensión alterna, en una señal continua pulsatoria.

Teniendo en cuenta esto, si representamos la tensión de salida con respecto a la tensión de entrada, nos encontramos con la siguiente gráfica:



4.3. Diodo LED.

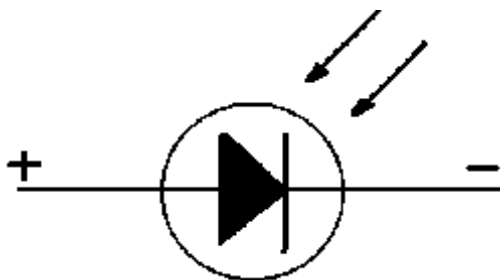
Son diodos recubiertos de una sustancia especial, que al producirse la conducción eléctrica (en polarización directa) se iluminan. Estos componentes son muy utilizados en electrónica, y su símbolo es:



4.4. Fotodiodo.

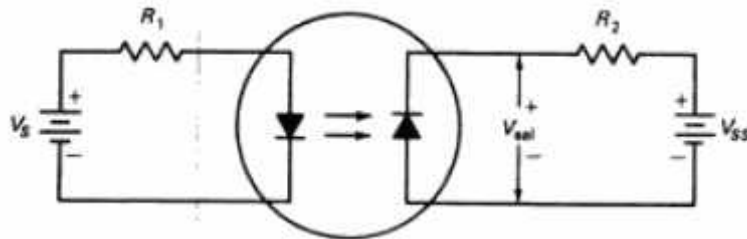
En el caso de los diodos normales, la unión PN está protegida de la luz, cosa que no ocurre con los fotodiodos. Al estar descubierta dicha unión, la energía de la luz que incide hace que disminuya la tensión umbral, por lo que en los circuitos diseñados para ello, la incidencia de la luz produce la conducción en el circuito.

Su funcionamiento es en polarización inversa. En polarización directa funcionan como un diodo normal. Su símbolo es:



4.5. Circuito optoacoplador.

En el caso de que enfrentemos un diodo LED con un fotodiodo, obtenemos un circuito especial llamado optoacoplador, en el que al conducir el LED, éste ilumina al fotodiodo, y por tanto el otro circuito entra en conducción, sin necesidad de que exista contacto eléctrico. El circuito sería el siguiente:

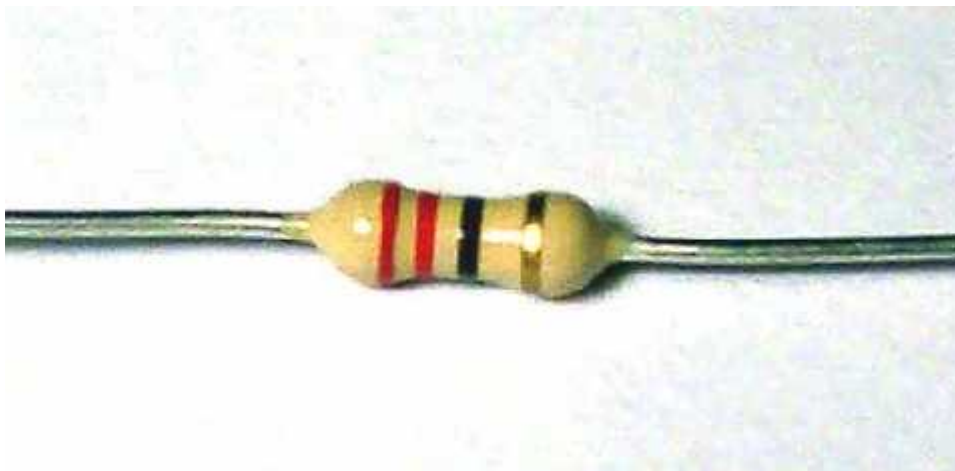


5. LA RESISTENCIA ELÉCTRICA.

Es la oposición que presentan los materiales al paso de la corriente eléctrica. Su valor se mide en Ohmios (Ω) y es directamente proporcional a la resistividad del material y su longitud, e inversamente proporcional a la sección del mismo.

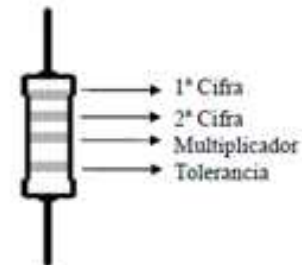
$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

- R Resistencia eléctrica (Ω).
- ρ Resistividad. $\rho_{Cu} = 0,017 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ y $\rho_{Al} = 0,028 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- L Longitud (m).
- S Sección (mm^2).



Para identificar las resistencias eléctricas nos servimos de un código de colores:

Colores	1ª Cifra	2ª Cifra	Multiplicador	Tolerancia
Negro	-	0	0	
Marrón	1	1	$\times 10$	$\pm 1\%$
Rojo	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
Naranja	3	3	$\times 10^3$	
Amarillo	4	4	$\times 10^4$	
Verde	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0,5\%$
Azul	6	6	$\times 10^6$	
Violeta	7	7	$\times 10^7$	
Gris	8	8	$\times 10^8$	
Blanco	9	9	$\times 10^9$	
Oro			$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
Plata			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
Sin Color				$\pm 20\%$



Ejemplo: Tenemos la siguiente resistencia:



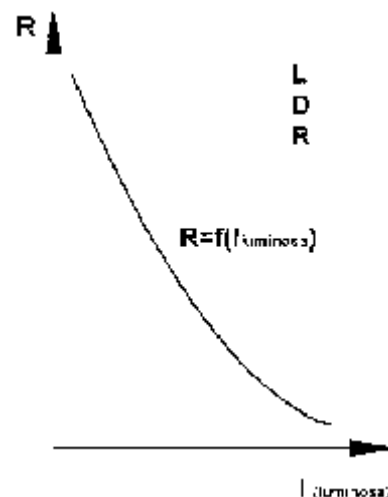
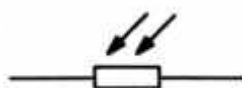
Los Colores son: Marrón - Negro - Rojo - Oro
 $1 \quad 0 \quad \times 100 \quad 5\%$
 $\rightarrow 10 \times 100 = 1000 \Omega = 1 \text{ K}\Omega$
 Tolerancia = 5%

6. LAS RESISTENCIA NO LINEALES.

Son resistencias especiales, cuyo valor varía en función de distintos parámetros:

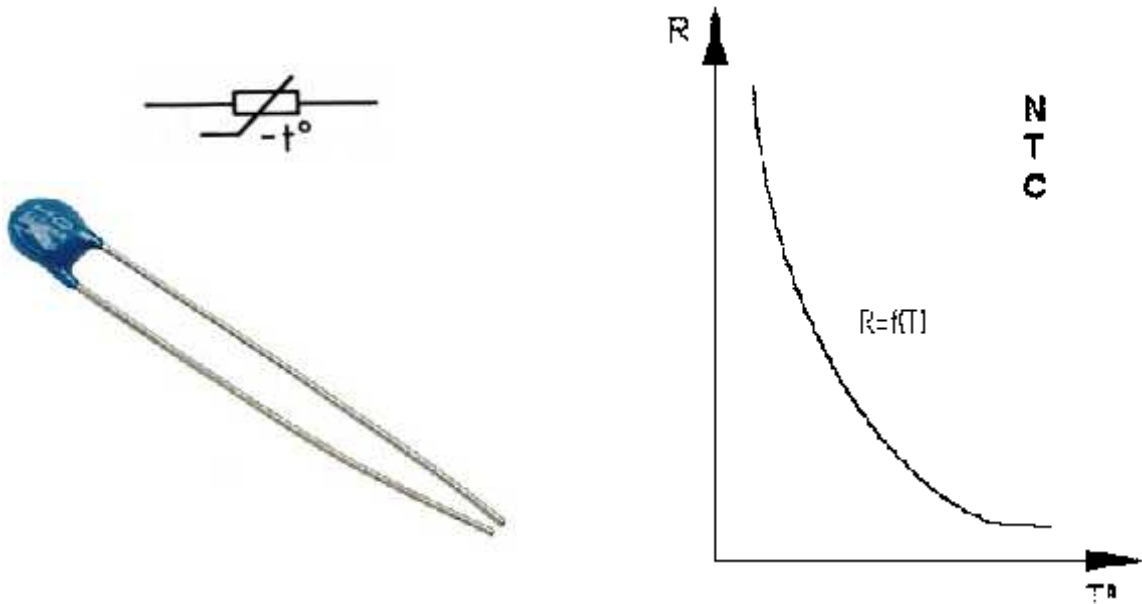
6.1. LDR (Resistencias dependientes de la luz).

La resistencia de este tipo de componentes varía en función de la luz que recibe en su superficie. Así, cuando están en oscuridad su resistencia es alta y cuando reciben luz su resistencia disminuye considerablemente.



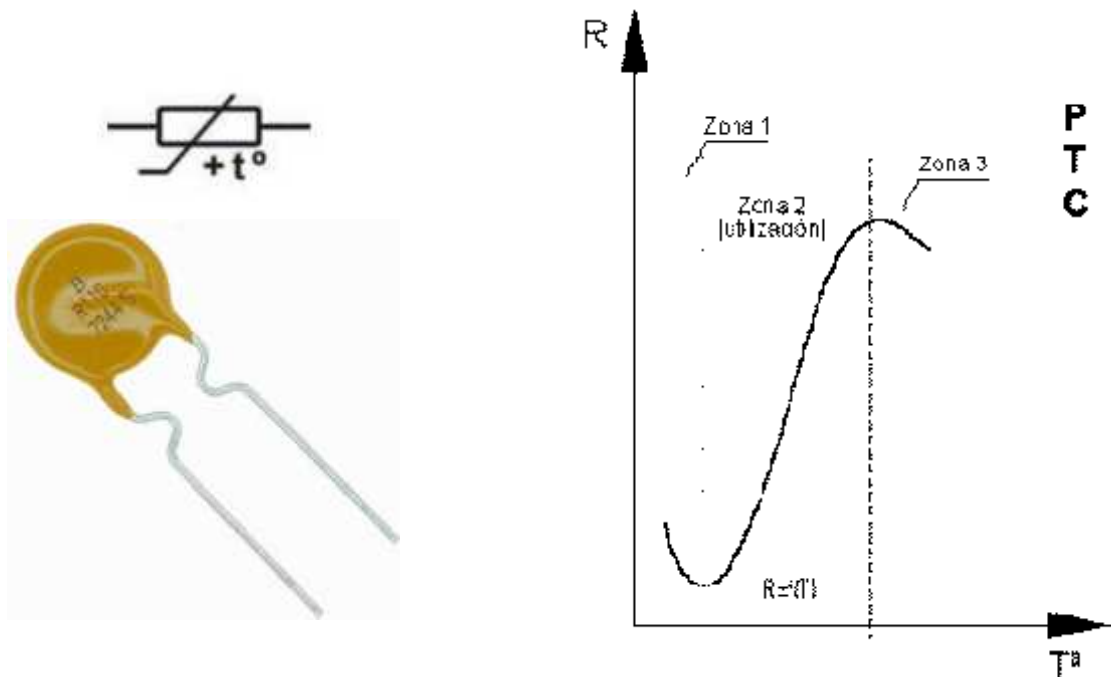
6.2. NTC (Termistor con coeficiente negativo de temperatura).

Al igual que la PTC, varía su resistencia en función de la temperatura. A medida que va aumentando la temperatura, disminuye el valor de la resistencia.



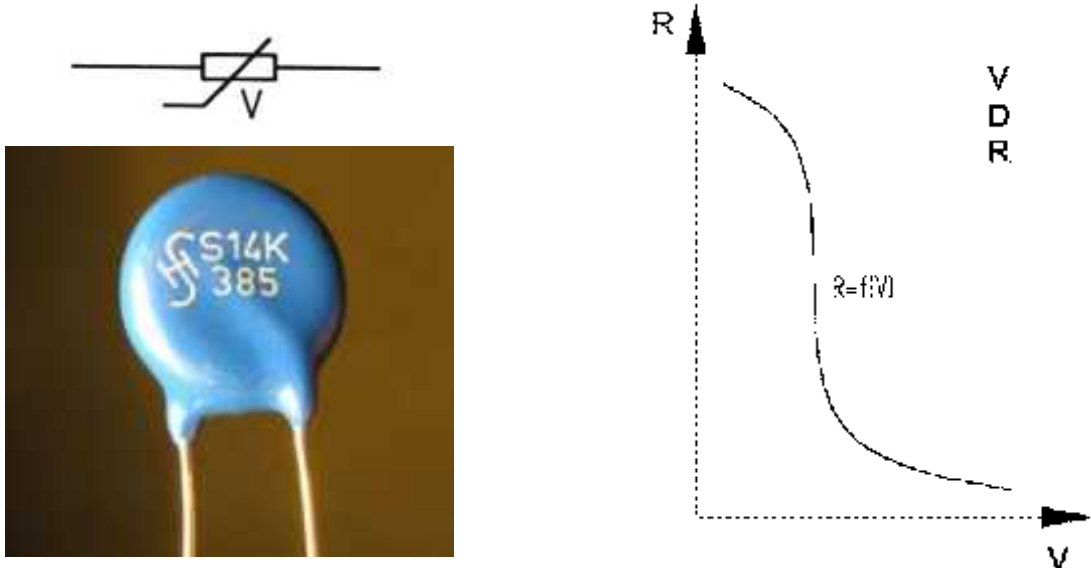
6.3. PTC (Termistor con coeficiente positivo de temperatura).

En este caso, al aumentar la temperatura, aumenta también el valor de la resistencia.



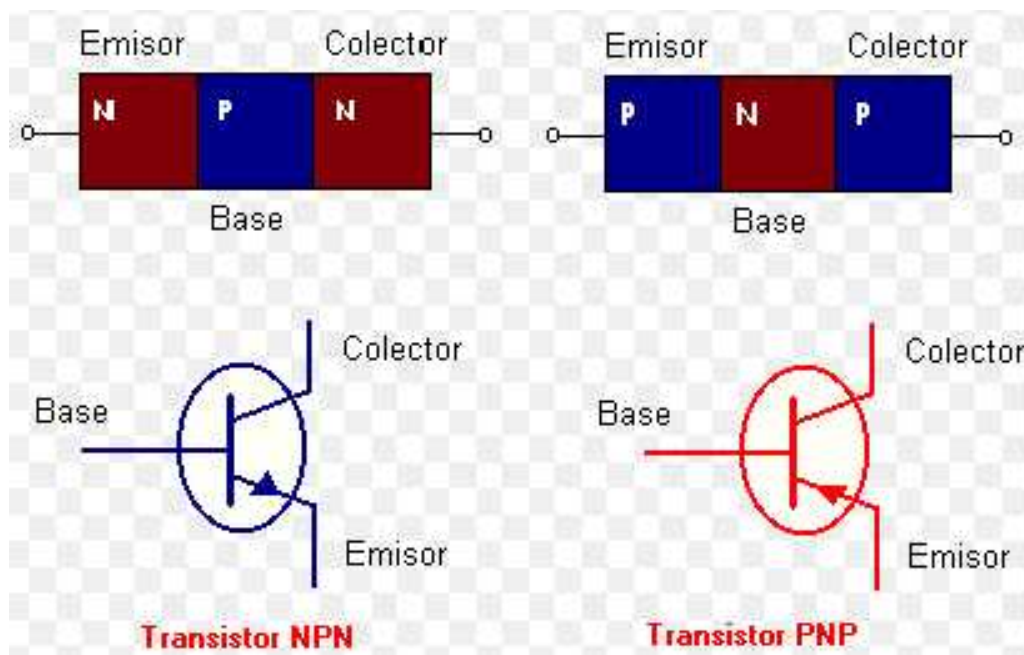
6.4. VDR (Resistencia dependiente de la tensión).

Su valor disminuye al aumentar la tensión entre sus bornes.



7. TRANSISTORES.

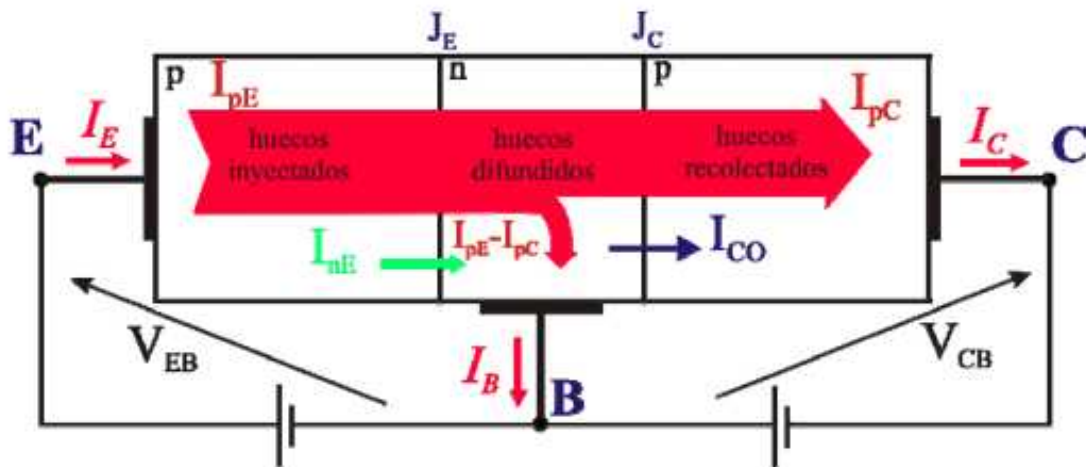
Son componentes que se consiguen mediante distintas uniones de cristales de tipo P y de tipo N. Los transistores más usuales son los llamados BJT. Dichos transistores constan de dos uniones, y tienen tres bornes (colector, base y emisor). Como las uniones son dos, existen dos posibilidades, los transistores NPN y los PNP:



Las zonas de trabajo del transistor son las siguientes:

Zona	Polarización	Función
Zona activa	BE - Directa	Amplificador
	BC - Inversa	
Zona de corte	BE - Inversa	Circuito abierto
	BC - Inversa	
Zona de saturación	BE - Directa	Cortocircuito
	BC - Directa	
Zona activa-inversa	BE - Inversa	Inversión de conducción
	BC - Directa	

En el siguiente esquema mostramos un esquema de un transistor PNP trabajando en zona activa, ya que la unión base-emisor está polarizada de forma directa, y la unión base-colector está polarizada de forma inversa.

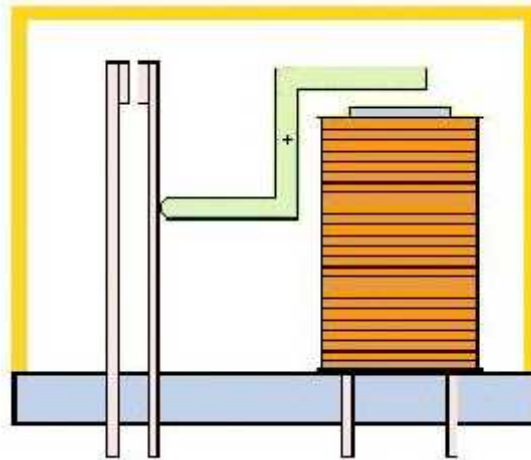


8. EL RELÉ.

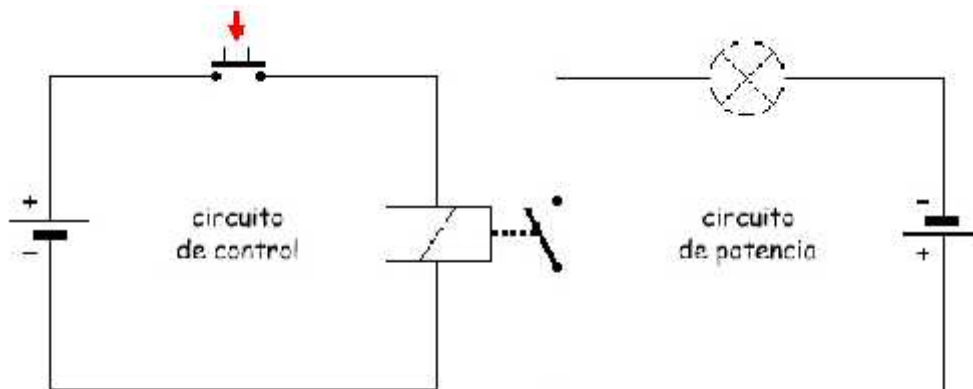
Un relé es un interruptor automático controlado por electricidad, que permite abrir o cerrar circuitos sin la intervención humana directa. Un relé consta de un electroimán, que es excitado a través dos contactos que forman parte del circuito de control.

Al excitarse el electroimán cuando circula corriente, atrae a la armadura que hace que cambien de posición los contactos auxiliares (el que antes estaba cerrado ahora estaría abierto, y viceversa).

Estos contactos auxiliares son los que controlan el paso de la corriente eléctrica en el circuito de potencia. El esquema de un relé es el siguiente:



Un sencillo circuito en el que se puede apreciar la aplicación de los relés es el siguiente:



Si se acciona el pulsador en el circuito de control, se excita la bobina del electroimán, atrayendo a la armadura, y haciendo cambiar de posición al contacto del circuito de potencia. Al cerrarse dicho contacto, se establece el paso de la corriente por dicho circuito, accionando al receptor o receptores conectados en éste (en este caso un punto de luz).

9. PROCEDIMIENTOS DE CONEXIÓN.

La forma más utilizada de conexión de componentes electrónicos son las placas de circuito impreso. Para ello se utilizan placas preparadas de un material aislante (baquelita o fibra de vidrio) y una superficie conductora adherida (cobre).

Para establecer los circuitos habrá que unir los componentes, protegiendo el cobre que se vaya a utilizar, y eliminando el que no. Los pasos a seguir son:

- Marcar las pistas (las uniones entre componentes). Para esto, el método más utilizado es proteger el cobre que formará las pistas por medio de rotuladores indelebles, cuya tinta no sea atacada por ácido. También existe un método fotográfico más complejo, en el que se protege el cobre con una sustancia sensible a la luz, y se elimina el resto con una máquina llamada insoladora.
- Atacado del cobre. El método más rápido consiste en sumergir la placa en una disolución de ácido clorhídrico (60%) y agua oxigenada (40%). También se puede emplear una mezcla de percloruro férrico (80%) y agua tibia (20%). Estas mezclas atacan al cobre no protegido desprendiéndolo de la placa.
- Lavar la placa con agua para que no se acelere la reacción.
- Limpiar las pistas con alcohol para dejar el cobre listo para ser soldado.
- Hacer los taladros donde se vayan a insertar los componentes, para lo que habrá que conocer el grosor de la patilla.
- Soldadura. Con la punta del soldador se calientan las patillas y las pistas de cobre. El estaño se fundirá únicamente con el calor de las patillas y las pistas y de esta forma se conseguirá una soldadura fría.

