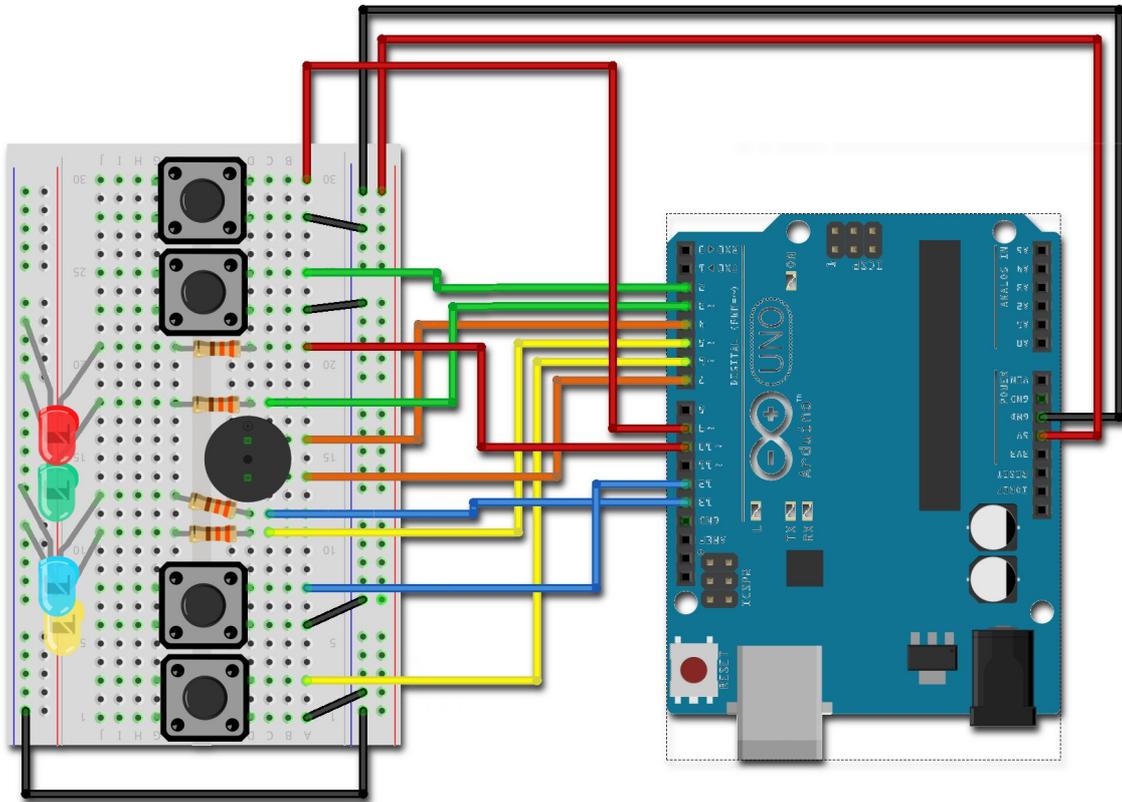


Electrónica



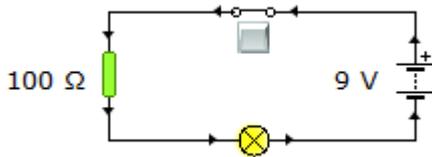
I. INTRODUCCIÓN. DEFINICIONES

1. Electrónica: es la rama de la ciencia que se ocupa del estudio de los circuitos que permiten modificar la corriente eléctrica, y que aplica la electricidad al tratamiento de la información. Las modificaciones que podemos realizar son: amplificar (aumentar su intensidad), atenuar (disminuir su intensidad), rectificar (obligar a los electrones a circular en un determinado sentido) y filtrar (dejar pasar sólo los electrones con cierta velocidad).

2. Corriente Eléctrica: es el flujo de electrones a través de un material conductor desde un cuerpo con carga negativa (exceso de electrones) a un cuerpo con carga positiva (deficitario en electrones).

SENTIDO DE LA CORRIENTE

Por convenio se fijó que **su sentido es contrario al flujo de electrones**. Los electrones circulan siempre desde el polo negativo de la pila (**ánodo**) hacia el polo positivo de la pila (**cátodo**). Por tanto, la corriente circulará en sentido contrario, desde el polo positivo hacia el negativo (desde el cátodo al ánodo). En la figura el sentido de la corriente viene indicado por el sentido de las flechas.



Nota: para la designación de ánodo y cátodo se sigue el siguiente criterio:

DISPOSITIVO	ÁNODO	CÁTODO
Proporciona energía	-	+
Consume energía	+	-

3. Cantidad de Carga (Q): es la carga total que circula a través de un circuito eléctrico. En el Sistema Internacional (S.I.), se emplea como unidad la carga de $6,24 \cdot 10^{18}$ electrones, llamada **Culombio (C)**, ya que la carga de un electrón es muy pequeña.

4. Intensidad de Corriente (I): es la cantidad de carga (Q) transportada por unidad de tiempo (t).

$$\text{Intensidad (I)} = \frac{\text{Cantidad de carga (Q)}}{\text{tiempo (s)}}$$

La intensidad de corriente se mide con un instrumento llamado **amperímetro**, o con un **polímetro** (aparato que sirve para medir varias magnitudes eléctricas).

Su unidad, en el S.I.; es el **Amperio (A)**:

$$1 \text{ Amperio} = \frac{1 \text{ Culombio}}{1 \text{ segundo}}$$

5. Voltaje, Diferencia de Potencial (d.d.p.) o Tensión (V): es el trabajo que hay que realizar para transportar una carga positiva entre dos puntos. Su unidad, en el S.I. es el **Voltio (V)**, y se mide con un **voltímetro** o con un polímetro.

$$\text{Voltaje (V)} = \frac{\text{Trabajo (W)}}{\text{Cantidad de carga (Q)}}$$

6. Resistencia (R) y Ley de Ohm: es la oposición que opone un cuerpo al paso de la corriente eléctrica. Ésta depende del material (de su resistividad ρ), de su longitud (l) y su sección (S), según la fórmula:

$$\text{Resistencia (R)} = \text{Resistividad}(\rho) \cdot \frac{\text{longitud (l)}}{\text{sección (S)}}$$

Para definirla se emplea la Ley de Ohm. Esta ley permite relacionar la intensidad, el voltaje y la resistencia en un punto del circuito, y se expresa como:

$$\text{Intensidad (I)} = \frac{\text{Voltaje (V)}}{\text{Resistencia (R)}}$$

De donde se deduce que:

$$\text{Resistencia (R)} = \frac{\text{Voltaje (V)}}{\text{Intensidad (I)}}$$

La resistencia, cuya unidad es el **Ohmio (Ω)**, en un punto o elemento del circuito se mide con el **óhmetro** o con un polímetro.

$$1 \text{ Ohmio} = \frac{1 \text{ Voltio}}{1 \text{ Amperio}}$$

UNIDADES ELÉCTRICAS

● **Culombio (C):** cantidad de carga eléctrica transportada en 1 segundo por una corriente de 1 amperio. Equivale a la carga eléctrica de $6,24 \cdot 10^{18}$ electrones.

● **Ohmio (Ω):** la resistencia eléctrica que existe entre dos puntos de un conductor cuando al aplicar, entre ambos, una tensión de 1 voltio se produce una corriente de 1 amperio.

● **Voltio (V):** la diferencia de potencial eléctrico o tensión que debe aplicarse entre dos puntos de un hilo conductor de resistencia 1 ohmio para generarse una corriente de 1 amperio.

● **Amperio (A):** intensidad de corriente que se genera entre dos puntos de un hilo conductor de resistencia 1 ohmio al aplicar una tensión de 1 voltio.

MAGNITUDES ELÉCTRICAS

MAGNITUD	DEFINICIÓN	UNIDAD
INTENSIDAD	$I = \frac{Q}{t} = \frac{V}{R}$	$IA = \frac{C}{s}$
VOLTAJE, TENSIÓN O DDP	$V = \frac{W}{Q} = I \cdot R$	$1V = \frac{J}{C} = 1A \cdot 1\Omega$
RESISTENCIA	$R = \frac{V}{I}$	$1\Omega = \frac{1V}{1A}$

MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS

10 ⁻¹²	10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	10 ⁻³	10 ³	10 ⁶	10 ⁹
pico (p)	nano (n)	micro (μ)	mili (m)	Kilo (k)	Mega (M)	Giga (G)

7. Tipos de corriente: según la tensión, las corrientes pueden clasificarse en :

- Corriente continua:** corriente que **circula siempre en un mismo sentido**, producida por dinamos, pilas, baterías, celdas voltaicas.... Sin embargo, normalmente, se entiende por continua aquella corriente que circula siempre en el mismo sentido con un valor constante de la tensión. Todos los dispositivos electrónicos trabajan con este tipo de corriente.
- Corriente alterna:** es aquella corriente que **circula alternativamente en dos sentidos**, por lo que la tensión y la intensidad varían en función del tiempo; i.e. las cargas fluyen alternativamente primero en una dirección y luego en la otra. Entre los diferentes tipos de corriente alterna la más empleada es aquella en las que la tensión e intensidad varían según una función sinusoidal en función del tiempo.

Fig 1: Curva tensión frente a tiempo para una **corriente continua** de voltaje constante

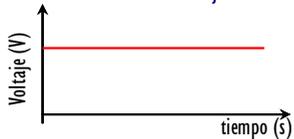
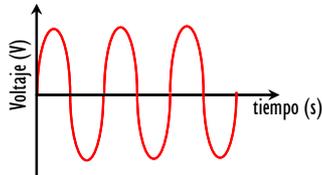


Fig 2: Curva tensión frente a tiempo para una **corriente alterna** sinusoidal.



II. ELEMENTOS DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Se define un **circuito eléctrico** como cualquier conexión de elementos eléctricos a través de los cuales puede circular la corriente de forma transitoria o permanente.

Los circuitos constarán de los siguientes elementos:

1. Generador o fuente de tensión: dispositivos que transforman cualquier tipo de energía en energía eléctrica con una tensión (o voltaje) entre sus bornes.

SIMBOLOGÍA: FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Pila , el trazo largo indica el polo positivo (cátodo)	Batería formada por dos pilas	Fuente de corriente alterna

2. Conductores: dispositivos, normalmente hilos, que conectan los distintos elementos del circuito permitiendo el flujo de electrones.

3. Elementos de Control: usados para dirigir o interrumpir el paso de corriente. Repasaremos los más importantes:

- 3.1. Interruptores:** permiten abrir o cerrar el paso de corriente.
- 3.2. Pulsadores:** interruptores que actúan cuando son accionados, volviendo a su estado inicial al cesar la pulsación (por la acción de un muelle o resorte).
- 3.3. Conmutadores:** interruptores que permiten dirigir la corriente hacia una rama del circuito, impidiendo que pase a otra; es decir, dirigen la corriente por un camino y otro.
- 3.4. Relés:** interruptor controlado por un circuito eléctrico que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Están constituidos por una bobina que genera un campo magnético (al circular por ella una corriente) que atrae una pieza móvil metálica que cierra un circuito.

SIMBOLOGÍA: ELEMENTOS DE CONTROL

	Interruptor normalmente abierto (NA)		Conmutador
	Pulsador NA		Pulsador (NC)
	Relé		

4. Elementos de Protección: son los elementos encargados de proteger al resto de los elementos del circuito frente a intensidades de corriente demasiado elevadas o frente a derivaciones o fugas de potencia. Son los fusibles, diferenciales y los interruptores magnetotérmicos.

5. Receptores: son los dispositivos que almacenan, disipan o transforman la energía eléctrica en otra forma de energía; es decir, son los elementos que producen algún efecto cuando los atraviesa la corriente eléctrica. Son por ejemplo la bombilla, un zumbador, un motor eléctrico....:

5.1. Componente pasivos: receptores que no generan ni intensidad ni tensión en el circuito, en las que las curvas tensión-intensidad son rectas. Son las resistencias, los condensadores y las bobinas o inductancias.

5.2. Componentes activos: receptores en los que las curvas tensión-intensidad no son lineales. Se conocen con el nombre de componentes electrónicos y están basados en el uso de semiconductores. Pertenecen a este tipo los diodos, transistores, tiristores....

III. Componentes pasivos

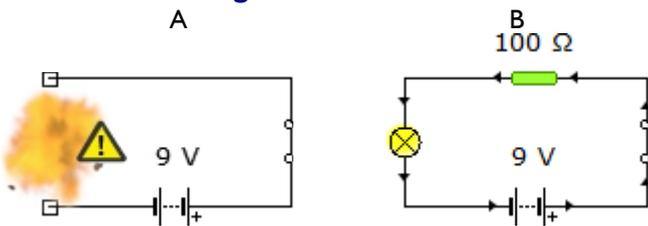
A. RESISTENCIAS

1. Definición y Funciones

Las **resistencias** son elementos que dificultan el paso de la corriente a su través permitiendo distribuir adecuadamente las tensiones e intensidades por el circuito, así como disipar la energía eléctrica en forma de energía térmica.

Sus principales **funciones** son el **limitar y regular la cantidad de corriente que circula por un determinado circuito**; y **proteger algunos componentes** por los que no debe circular una intensidad de corriente elevada. Por ejemplo, si a una pila de 9 V le conectamos directamente una bombilla de 3 V, ésta se fundirá (Figura 3A). Para evitar que se funda, podemos poner una resistencia en serie con la bombilla para que se quede con al menos los 6 V que nos sobran. Así sólo le llegarán 3 V a la bombilla.

Fig 3: Función de la resistencia.



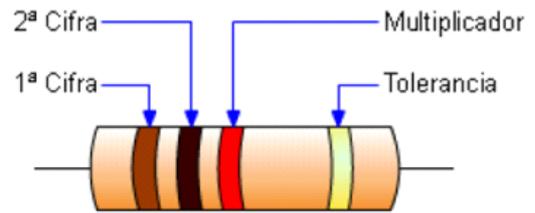
2. Tipos de resistencias

Según el valor de la resistencia, se clasifican en tres grupos: resistencias fijas (o resistores), ajustables y dependientes.

2.1. Resistencias fijas o resistores

Se caracterizan por tener un **único valor de la resistencia**. Para identificar el valor en ohmios (Ω) de una resistencia se emplea un código de cuatro franjas de colores. Las tres primeras indican el **valor nominal** de la resistencia (valor teórico esperado al acabar el proceso de fabricación), y la cuarta proporciona el valor de la **tolerancia**. La tolerancia se define como la desviación máxima, expresada en tanto por

ciento, sobre el valor que indican las tres primeras franjas.



COLORES	1 ^{er} anillo (1ª Cifra)	2 ^o anillo (2ª Cifra)	3 ^{er} anillo (Multiplicador)	4 ^o Anillo (Tolerancia)
NEGRO	0	0	$\times 1$	
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				$\pm 5\%$
PLATA				$\pm 10\%$
SIN COLOR				$\pm 20\%$

EJEMPLO: Si los colores de los anillos de un resistor son rojo-naranja-amarillo-oro, calcula entre que valores se encuentra el valor real de la resistencia.

$$\begin{aligned}
 &1^{\text{er}} \text{ anillo (rojo)} \rightarrow 1^{\text{a}} \text{ cifra} = 2 \\
 &2^{\text{o}} \text{ anillo (naranja)} \rightarrow 2^{\text{a}} \text{ cifra} = 3 \\
 &3^{\text{er}} \text{ anillo (amarillo)} \rightarrow 3^{\text{a}} \text{ cifra} = \times 10^4 \\
 &4^{\text{o}} \text{ anillo (oro)} \rightarrow \text{tolerancia } \pm 5\% \\
 &\Rightarrow R = 23 \cdot 10^4 = 230000 \pm 5\%
 \end{aligned}$$

Por tanto:

$$\begin{aligned}
 \text{Valor}_{\text{mínimo}} &: 230000 \Omega - 5\% = 230000 \cdot 0,95 = 218500 \Omega \\
 \text{Valor}_{\text{máximo}} &: 230000 \Omega + 5\% = 230000 \cdot 1,05 = 241500 \Omega
 \end{aligned}$$

El valor real de la resistencia estará entre **218500 y 241500 Ω**

2.2. Resistencias ajustable, potenciómetros o reostatos

Resistencias cuyo valor óhmico puede variar entre 0 Ω y un valor máximo. Para variar el valor de la resistencia es necesario girar un eje o desplazar un cursor. Ejemplo de potenciómetros son el mando de volumen de una radio, el



selector de potencia de un microondas, de una batidora, el mando de control de velocidad de un coche teledirigido....

2.3.Resistencias dependientes

Son aquellas resistencias cuyo valor óhmico, en un momento dado, dependen de un parámetro físico tal como la temperatura, la cantidad de luz, el voltaje, el campo magnético....etc. Dependiendo al parámetro físico que afecta al valor de la resistencia distinguimos varios tipos:

2.3.1.Termistores o resistencias variables con la temperatura: El valor óhmico de la resistencia de estos componentes varía en función de la temperatura ambiental. Distinguimos dos tipos:

◆ **Resistencias NTC (Negative Temperature Coefficient):** donde **al aumentar la temperatura disminuye el valor de la resistencia**. Del mismo modo el valor de la resistencia aumenta al disminuir la temperatura.

◆ **Resistencias PTC (Positive Temperature Coefficient):** donde **al aumentar la temperatura, la resistencia aumenta**.

Fig 4: Variación de la resistencia con la temperatura para una resistencia NTC y una resistencia PTC.

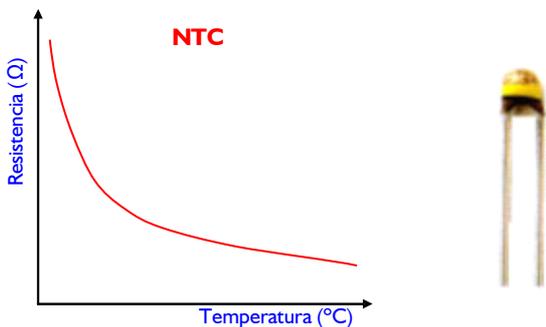
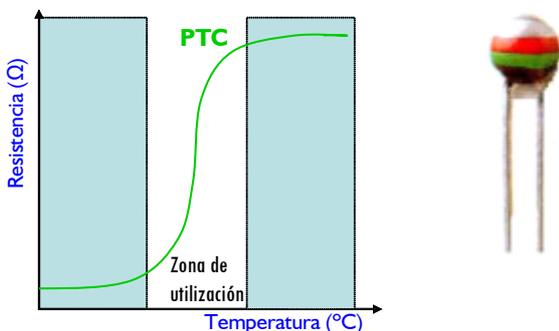


Fig 5: Variación de la resistencia con la temperatura para una resistencia PTC.



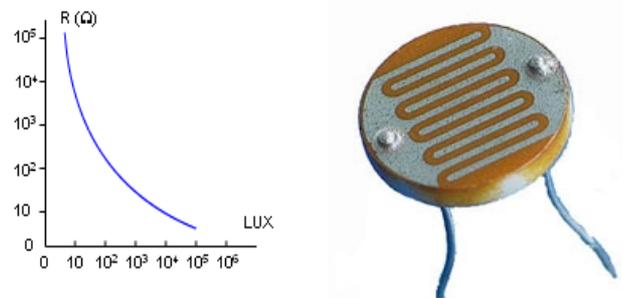
Las resistencias NTC y PTC se emplean en sistemas automáticos de regulación de temperatura en innumerables aplicaciones: planchas, neveras, congeladores, secadores de pelo, placas vitrocerámicas, alarmas de temperatura,...

2.3.2.Resistencias dependientes de la luz, fotorresistencias o LDR (Light Dependent Resistance):

Son resistencias cuyo valor óhmico varía de tal forma que, al aumentar la iluminación, la resistencia disminuye rápidamente. Así, en condiciones de oscuridad su resistencia es muy elevada (no permiten el paso de corriente), y cuando reciben gran cantidad de luz permiten el paso de la corriente.

Las LDR se emplean en aplicaciones relacionadas con la intensidad luminosa como por ejemplo, encendidos automáticos de farolas, avance y parada de cintas transportadoras, apertura y cierre de persianas, toldos, puertas Son utilizadas en cámaras fotográficas, para mediante el circuito adecuado, desactivar el flash cuando hay suficiente luz o ajustar ciertos parámetros.

Fig 6: Variación de la resistencia con intensidad lumínica y resistencias LDR.

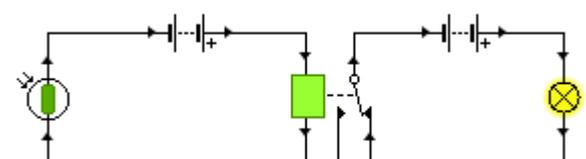


SIMBOLOGÍA: RESISTENCIAS			
	Resistencia		Potenciómetro o reostato
	Termistor NTC		Termistor PTC
	Fotorresistencia (LDR)		

ENCENDIDO DE LUCES AUTOMÁTICO

El siguiente circuito es una simplificación de un sistema automático de encendido de una luz en condiciones de oscuridad (se muestra el circuito en condiciones de luz).

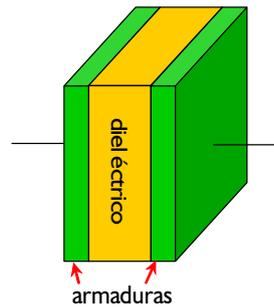
Cuando la LDR está en condiciones de oscuridad, su resistencia es alta, de manera que no circula corriente por el circuito de la izquierda (la bombilla estará encendida). Al aumentar la luz que recibe la LDR, su resistencia disminuye; y la corriente que circula a través del relé provoca que se abra el circuito de la derecha, apagándose la bombilla.



B. CONDENSADORES

1. Constitución

Los condensadores están constituidos por dos placas o armaduras conductoras y separadas por un material aislante (llamada dieléctrico) que **sirven para almacenar carga eléctrica**.



Se define la **capacidad eléctrica (C)** de un condensador como la cantidad de carga eléctrica que almacena un condensador por unidad de tensión, y vendrá dada por la expresión:

$$\text{Capacidad (C)} = \frac{\text{Cantidad de carga (Q)}}{\text{Voltaje (V)}}$$

Su unidad en el SI es el **Faradio**, que se podrá definir como la capacidad de un condensador que es capaz de almacenar una carga de 1 C cuando entre sus terminales existe una tensión de 1 V.

$$1 \text{ Faradio (F)} = \frac{1 \text{ Culombio (C)}}{1 \text{ Voltio (V)}}$$

Sin embargo, por ser una cantidad muy grande, se suelen emplear sus submúltiplos:

SUBMÚLTIPLOS DEL FARADIO

Milifaradio (mF) = 10^{-3} F	Nanofaradio (nF) = 10^{-9} F
Microfaradio (μ F) = 10^{-6} F	Picofaradio (pF) = 10^{-12} F

2. Funcionamiento

Para explicar el funcionamiento del condensador recordemos que en un aislante no pasa nunca la corriente eléctrica. Al aplicar una tensión continua a las armaduras de un condensador no pasa corriente a través del mismo, pero se produce una acumulación de cargas eléctricas entre sus armaduras: cargas positivas en la armadura conectada al polo positivo o cátodo de la pila y cargas negativas en la armadura conectada al polo negativo o ánodo de la pila. El tiempo que invierte en este proceso se denomina **tiempo de carga**.

Si se elimina la tensión (desconecta de la fuente de tensión) y se juntan exteriormente las armaduras a través de unos terminales de conexión, se produce una corriente muy breve entre ellas y el condensador se descarga. El tiempo que dura este proceso se llama **tiempo de descarga**. Controlando el tiempo de carga y descarga de un condensador (conectando una resistencias en serie con el condensador) se puede construir temporizadores. El tiempo de carga y descarga de un condensador vendrá dado por la ecuación:

$$t = 5 \cdot R \cdot C$$

donde R es la resistencia (Ω), C es la capacidad de condensador (F) y t es el tiempo (s). Por consiguiente **el tiempo de carga/descarga será tanto mayor cuanto mayor sea la resistencia y la capacidad**.

Fig 7: Condensador cargado

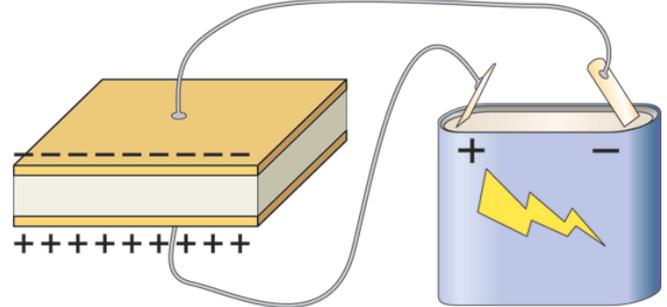
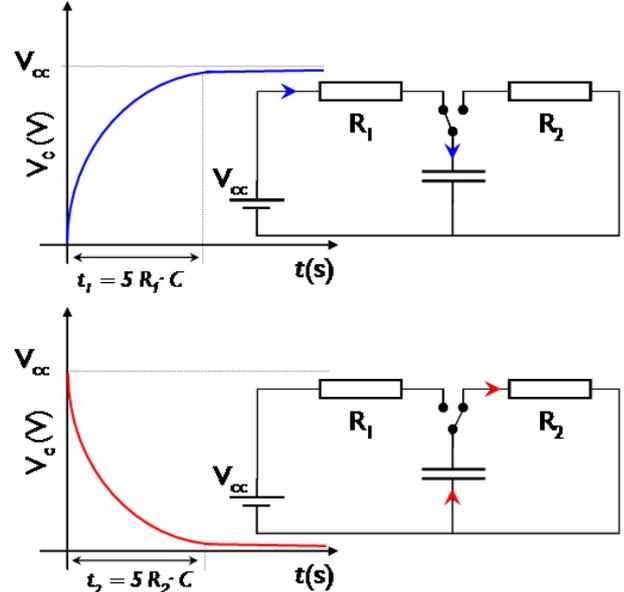


Fig 8: Proceso de carga y descarga de un condensador



Quando manejamos condensadores, los terminales del condensador, nunca se deben tocar, ya que de encontrarse cargado, se puede recibir una descarga.

EJEMPLO: Calcula el tiempo que tardará en descargarse un condensador de $4700 \mu\text{F}$ que está en serie con una resistencia de 1000Ω ¿y si la resistencia fuese de 2000Ω ?

Sol. 1: $t_1 = 5 \cdot R_1 \cdot C = 5 \cdot 4700 \cdot 10^{-6} \cdot 1000 \Omega = 23,5 \text{ s}$

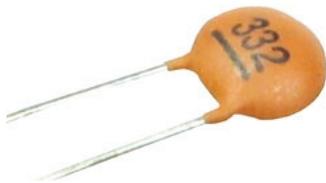
Sol. 2: $t_2 = 5 \cdot R_2 \cdot C = 5 \cdot 4700 \cdot 10^{-6} \cdot 2000 \Omega = 47 \text{ s}$

3. Tipos de condensadores

En cuanto a los tipos de condensador según el material que emplean como dieléctrico distinguimos dos tipos: no polarizados y variables.

● **Condensadores no polarizados:** Pueden ser de aire, plástico, papel, vidrio o material cerámico según sea el aislante, siendo éstos últimos los más utilizados junto con los electrolíticos (que son polarizados). En este tipo de condensadores no existen diferencias entre los terminales.
Cualquier armadura puede ser positiva o negativa.

Fig 9: Condensador cerámico



● **Condensadores polarizados cada terminal sólo puede conectarse a un determinado polo de la pila,** por lo que a la hora de conectarlos se debe respetar dicha polaridad. En caso contrario el condensador puede explotar. Los hay de diversos tipos siendo los más habituales los de óxido de tantalio y los electrolíticos.

Fig 10: Condensador electrolítico



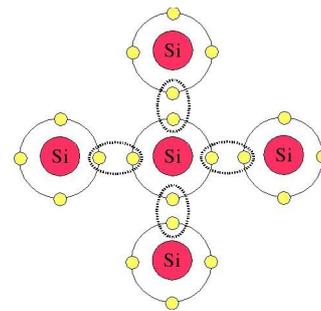
SIMBOLOGÍA: CONDENSADORES			
	Condensador		Condensador polarizado
	Condensador variable		
	Condensador ajustable		

IV. SEMICONDUCTORES

Los dispositivos electrónicos se basan en el uso de materiales semiconductores. Los **semiconductores** son materiales que, en circunstancias normales no conducen la electricidad, pero que al aumentar la temperatura se vuelven conductores (al contrario que con los materiales conductores).

Los más empleados son el **germanio** (Ge) y el **silicio** (Si); siendo éste último el más empleado.

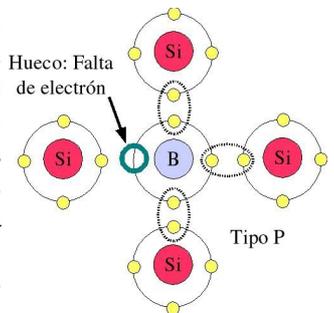
Cada átomo de un semiconductor tiene 4 electrones en su órbita externa (electrones de valencia), que comparte con los átomos adyacentes formando enlaces covalentes. De esta manera cada átomo posee 8 electrones en su capa más externa.



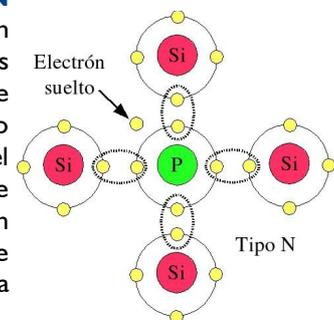
Un material semiconductor hecho sólo de un solo tipo de átomo, se denomina **semiconductor intrínseco**.

Para mejorar las propiedades de los semiconductores, se les somete a un proceso de impurificación (llamado **dopaje**), consistente en introducir átomos de otros elementos con el fin de aumentar su conductividad. El semiconductor obtenido se denominará **semiconductor extrínseco**. Según la impureza (llamada **dopante**) distinguimos:

➤ **Semiconductor tipo P (positivo):** se emplean elementos trivalentes (3 electrones de valencia) como el Indio (In) y Galio (Ga). El material resultante tiene un defecto de electrones (para formar los 4 enlaces covalentes). De esa manera se originan **huecos** que permiten circular a los electrones.



➤ **Semiconductor tipo N (negativo):** Se emplean elementos pentavalentes (con 5 electrones de valencia) como el Vanadio (Va), el arsénico (As) o el antimonio (Sb). El donante aporta electrones en exceso, los cuales se moverán fácilmente por la red cristalina.



Resumiendo:

- **Material conductores:** Conducen los electrones libres.
- **Material semiconductores:** Conducen los electrones (electrones libres) y los huecos. En un semiconductor tipo N los portadores mayoritarios serán los electrones, mientras que los minoritarios serán los huecos, ocurriendo lo contrario en un semiconductor tipo P. **La conducción eléctrica a través de un semiconductor es el resultado del movimiento de electrones (de carga negativa) y de los huecos (cargas positivas) en direcciones opuestas al conectarse a un generador.**

V. RECEPTORES ACTIVOS

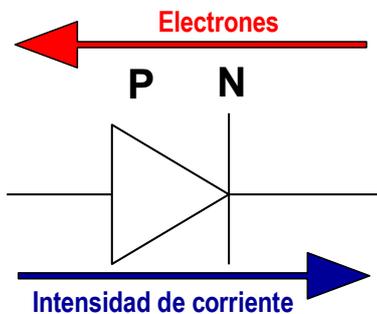
A. DIODOS

1. Constitución:

Los diodos son dispositivos electrónicos formado por un cristal semiconductor *dopado* de tal manera que una mitad sea tipo P y la otra de tipo N. Las dos zonas semiconductoras están en contacto a través de la unión PN. Cada zona está unida a 2 terminales.

Un diodo permite el paso de la corriente eléctrica en un único sentido; bloqueándolo en sentido contrario. De ahí que las principales aplicaciones sean como interruptor, como rectificador o como filtro.

El símbolo del diodo permite identificar el sentido de paso y el de bloqueo, debiéndose diferenciar claramente el ánodo (zona P) y el cátodo (zona N).

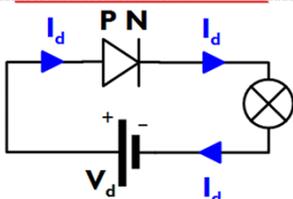


2. Tipos de polarización de un diodo

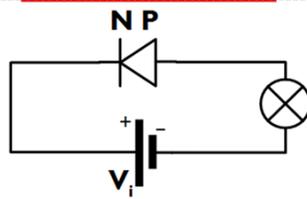
Las uniones PN pueden conectarse de 2 maneras a la fuente de alimentación, es decir existen dos modos de polarizar la unión NP:

- **Polarización directa:** conectando el borne positivo de la fuente a la zona P, y el borne negativo a la zona N. Si la tensión de la fuente (V_d) es mayor que la un valor pequeño de tensión (aproximadamente 0,7 V para un diodo de silicio), el diodo conducirá la electricidad a su través.
- **Polarización inversa:** conectando el borne positivo de la fuente a la zona N y el borne negativo a la zona P. El diodo no permitirá el paso de la corriente a su través comportándose como un interruptor abierto.

Polarización directa



Polarización inversa



Nota: Fijarse bien que si el sentido de la flecha del símbolo del diodo coincide con el de la intensidad, el diodo conduce; no haciéndolo en caso contrario.

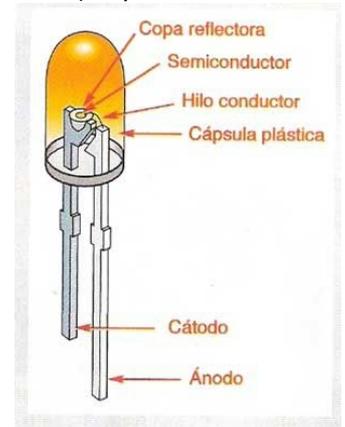
3. Tipos de diodos:

- **Diodo universal:** permite el paso de la corriente en un sentido impidiéndolo en el otro. Puesto que los diodos son muy pequeños, para identificar el cátodo (que conectaremos a la pila o batería) se emplea un anillo.



- **Diodos LED (Light Emitting Diode):** Diodos que trabajan en polarización directa, que emiten luz al conducir la corriente. 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 y presenta un chaflán que indica el cátodo.

Los LEDs normalmente no se pueden conectar directamente a la pila o fuente de alimentación, sino que requieren intercalar una resistencia que limita la intensidad que circula por ellos para prevenir su ruptura.



VENTAJAS DE UN LED

Los LEDs presentan una serie de ventajas frente a los sistemas tradicionales de iluminación; reemplazándolos en múltiples aplicaciones. Entre dichas ventajas cabe destacar:

- ✓ Consumo energético mucho menor que las bombillos incandescentes, halógenos...
- ✓ Tiempo de vida muy elevado (dicen que > 50.000 h), por lo que se reducen costos de mantenimiento.
- ✓ Trabajan a muy baja corriente y tensión lo que los hace más seguros y confiables.
- ✓ No generan calor (cuando son implementados a baja potencia).
- ✓ Permiten la fabricación de dispositivos de iluminación mucho más prácticos, multicolores y de fácil instalación.
- ✓ Encendido instantáneo.
- ✓ No irradian infrarrojos ni ultravioletas

Se utilizan como pilotos de señalización en equipos electrónicos, (radios, equipos de música, televisores, teclados...), equipos de iluminación (linternas, focos, iluminación navideña...), relojes, digitales, mandos de

equipos electrónicos, garajes.

● **Fotodiodos:** diodos en los que la intensidad de la corriente varía de forma proporcional a la luz que reciben. Se emplean en sensores de movimiento.

SIMBOLOGÍA: DIODOS	
	Diodo universal
	LED
	Fotodiodo

B. TRANSISTORES

I. Constitución y funcionamiento

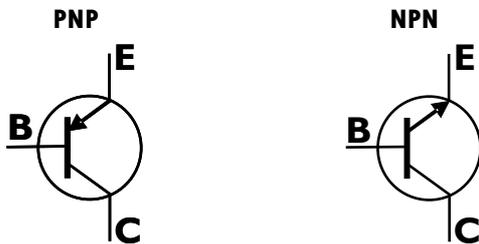


Los transistores son dispositivos semiconductores que pueden, como un diodo, dejar pasar la corriente impidiéndolo en el otro. A diferencia del diodo puede decidir si la corriente debe o no circular, y a qué intensidad. Es, por ello y sin duda alguna, el componente electrónico más importante y el más utilizado.

Aunque existen otros tipos nos vamos a centrar en el estudio de los transistores bipolares o BJT (Bipolar Junction Transistor), por ser éstos los más empleados. Los transistores BJT están formados por la unión alterna de tres semiconductores P y N; pudiéndose lograr las combinaciones NPN y PNP. Cada zona semiconductor está unido a un terminal externo, llamados **emisor** y **colector** (los terminales de los extremos) y la **base** (zona intermedia).

En un transistor los electrones circulan a su través, entre el emisor y el colector, siendo **la corriente de la base la que controla dicha circulación**.

Fig 11: Símbolos de un transistor PNP y un transistor NPN.

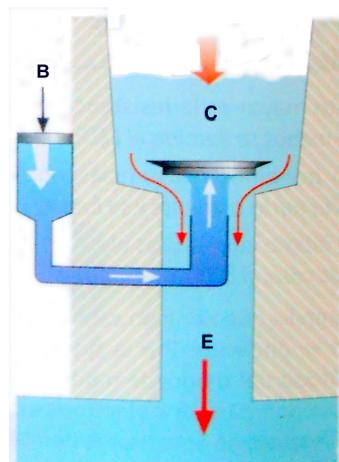


En el símbolo gráfico, la flecha que incorpora el emisor indica el sentido de la corriente (contrario al de flujo de electrones) cuando la unión base-emisor se encuentra polarizada directamente.

En todo transistor se cumple siempre que la corriente que circula por el emisor (I_E) es igual a la suma de la corriente que circula por la base (I_B) más la corriente que circula por el colector (I_C); es decir:

$$I_E = I_B + I_C \quad (\text{y } V_{CE} = V_{BE} + V_{CB})$$

SÍMIL HIDRÁULICO



Para facilitar el estudio del funcionamiento del transistor, vamos a ver un símil hidráulico donde el agua hará las veces de electrones.

En este transistor "hidráulico" tenemos dos entradas de agua: una tubería pequeña (B) y una mayor (C).

En caso de no aplicar fuerza en B (no existir corriente en la base),

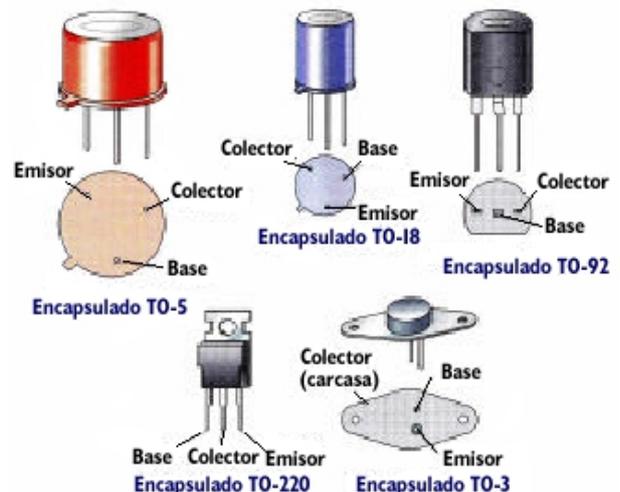
no pasaría el agua (los electrones) de C a E, ni de B a E. Por consiguiente, en el caso de un transistor si $I_B = 0$, entonces $I_E = 0$ y $I_C = 0$ (zona de corte)

Aplicando una pequeña fuerza en B (base) desplazamos una pequeña cantidad de agua (serían electrones en el caso del transistor) entre C (colector) y E (emisor). Se produce así un flujo de agua (electrones) entre ellos. La cantidad de agua que pasaría por la tubería E sería la que pasaría por la abertura de C más un poquito de agua que viene de B ($I_E = I_B + I_C$).

Si aplicamos fuerza suficiente en B, la cantidad de agua que pasa entre C y E alcanza su valor máximo (zona de saturación)

La propiedad fundamental del transistor, es que un pequeño aumento en la intensidad que circula por la base, se traduce en un aumento mucho mayor de la intensidad que circula por el colector, de forma que la corriente de base controla la corriente de colector. Se llama **ganancia** (β) al factor de ampliación que puede estar entre 100 y 400 electrones.

Fig 12: Algunas de las presentaciones de los transistores.



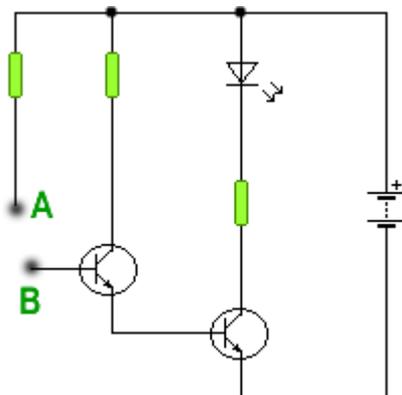
ZONA	CARACTERÍSTICA
CORTE	<ul style="list-style-type: none"> Unión B-C en polarización inversa Unión E-B en polarización inversa $I_E \approx I_B \approx I_C \approx 0$
ACTIVA	<ul style="list-style-type: none"> Unión E-B en polarización directa Unión B-C en polarización inversa $I_C = \beta \cdot I_B$
SATURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Unión E-B en polarización directa Unión B-C en polarización directa $I_C < \beta \cdot I_B$

2. Aplicaciones:

- Amplificadores:** rebajando en la zona activa, por lo que la intensidad aplicada en el terminal base, da como resultado una intensidad del colector amplificada, donde es la ganancia de corriente.

EJEMPLO: PAR DARLINGTON

Cuando se requiere una elevada ganancia de corriente, la ampliación que proporciona un único transistor no suele ser suficiente y se recurre al par o montaje Darlington, asociando dos transistores.



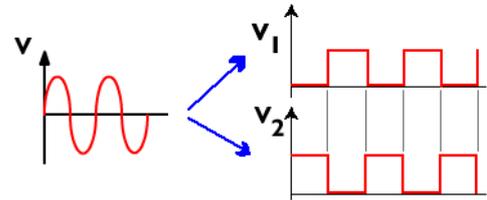
El circuito de la figura muestra un ejemplo de aplicación.

El cuerpo humano es conductor de la electricidad, aunque presenta cierta resistencia. En el circuito de la figura, cuando se apoya el dedo sobre los terminales A y B, entra una pequeña intensidad de corriente por la base del primer transistor. Ésta sale amplificada por su emisor, entrando por la base del segundo transistor y se vuelve a amplificar, luciendo así el LED.

La ganancia (β_{total}) en el conjunto será: $\beta_{total} = \beta_1 \cdot \beta_2$, donde β_1 y β_2 son las ganancias individuales de cada transistor

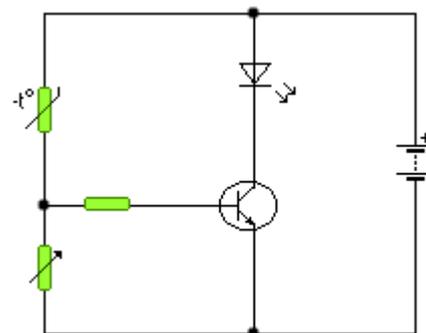
- Interruptor y multivibradores:** el transistor funciona entre la zona de corte (no conduce) y, normalmente, la zona de saturación (valor único de intensidad).

Así, el transistor es muy usado en circuitos de conmutación en ordenadores trabajando entre zona de corte (no conduce) y zona de saturación, y en multivibradores (asociando dos interruptores de manera que mientras uno no conduce el otro sí y viceversa) obteniéndose con ellos señales cuadradas a partir de señales alternas.



TRANSISTOR COMO INTERRUPTOR: ALARMA DE TEMPERATURA

El circuito representado es empleado como alarma de temperatura.



A temperatura ambiente, la corriente por la base del transistor es prácticamente nula, y el transistor se encuentra en corte; por lo cual no se iluminará el LED. El transistor actúa como interruptor abierto. A medida que aumenta la temperatura, la resistencia del termistor disminuye. Como consecuencia aumenta la corriente de la base, y el transistor permite el paso de la corriente entre el colector y el emisor como si fuese un interruptor cerrado (el LED se iluminará).

Con el propósito de poder regular a la temperatura a la que queremos que el LED se ilumine se ha introducido un potenciómetro en el circuito. Si la resistencia del potenciómetro es próxima a 0Ω , la mayor parte de la corriente atravesará el potenciómetro, con lo que apenas llegará corriente a la base y no se encenderá el LED. Sin embargo, si la resistencia en el potenciómetro es muy elevada, casi toda la corriente irá hacia la base, y el LED se iluminará.

En lugar de un diodo LED, puede colocarse, por ejemplo, un motor con un ventilador o un relé que active un ventilador. El circuito serviría como sistema automático que pone en marcha un ventilador cuando la temperatura supera un valor.