

**TECNOLOGÍA**  
**4º DE ESO**

# **ELECTRÓNICA ANALÓGICA**

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. SEÑALES ELÉCTRICAS. ....	3
3. SEÑALES ANALÓGICAS Y SEÑALES DIGITALES.....	4
4. SISTEMAS ELECTRÓNICOS.....	5
5. DISPOSITIVOS DE MANDO Y REGULACIÓN.....	5
6. ELEMENTOS BÁSICOS DE UN CIRCUITO ELECTRÓNICO.....	6
6.1. RESISTENCIAS LINEALES.....	6
6.2. CONDENSADORES.....	9
6.2.1. ASOCIACIÓN DE CONDENSADORES.....	10
6.3. DIODOS.....	12
EL DIODO. POLARIZACIÓN DIRECTA.....	14
EL DIODO. POLARIZACIÓN INVERSA.....	15
6.4. TRANSISTORES.....	15
6.4.1. CIRCUITOS CON TRANSISTORES.....	18
TRANSISTOR EN SATURACIÓN Y BLOQUEO.....	18
CONTROL DE LA ILUMINACIÓN DE UNA LÁMPARA MEDIANTE UN TRANSISTOR.....	19
TEMPORIZACIÓN MEDIANTE UN TRANSISTOR.....	20
RETARDO DEL ENCENDIDO DE UNA LÁMPARA. (Variable con la resistencia).....	20
RETARDO DEL ENCENDIDO DE UNA LÁMPARA. (Variable con la capacidad).....	21
DETECTOR DE NIVEL DE AGUA.....	22
CIRCUITO PARA ACTIVAR UN RELÉ.....	22
7. DISPOSITIVOS DE ENTRADA.....	23
7.1. INTERRUPTORES DE MANIOBRA.....	23
7.2. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....	24
7.3. SENSORES.....	24
7.3.1. FOTORRESISTENCIAS O LDR (Light Dependent Resistor).....	24
7.3.2. TERMORRESISTENCIAS.....	25
7.3.3. FOTOTRANSISTORES.....	26
7.3.4. FOTODIODOS.....	26
7.3.5. OPTOINTERRUPTORES.....	26
8. DISPOSITIVOS DE SALIDA.....	27
8.1. DIODOS LED.....	27
8.2. ZUMBADORES.....	27
8.3. RELÉS.....	28
9. OTROS COMPONENTES ELECTRÓNICOS.....	29
8.4. EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL.....	29
8.5. EL CIRCUITO INTEGRADO 555.....	30

# ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS

## 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** (malos conductores de la electricidad) **y los conductores** (que conducen muy bien la corriente eléctrica).

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** más 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 térmica. A este proceso de adición de impurezas se le denomina **dopado**. Según sean las impurezas añadidas se obtienen dos tipos de semiconductores, dentro de los extrínsecos.

- **Semiconductores tipo "N"**, que se obtienen al añadir impurezas de fósforo, arsénico o antimonio, con lo cual tienen tendencia a ceder electrones (tienen electrones libres → carga ligeramente negativa).
- **Semiconductores tipo "P"**, que se obtienen al añadir impurezas de boro, indio o galio, con lo cual tienen tendencia a captar electrones (tienen defecto de electrones → carga ligeramente positiva).

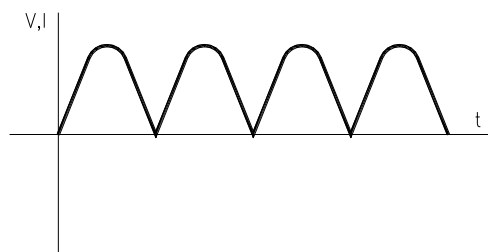
Los circuitos electrónicos se pueden emplear para muy diversos fines, pero en este tema nos centraremos en aquellos circuitos capaces de controlar automáticamente el funcionamiento de algunas máquinas. Estos son los llamados sistemas electrónicos.

## 2. SEÑALES ELÉCTRICAS

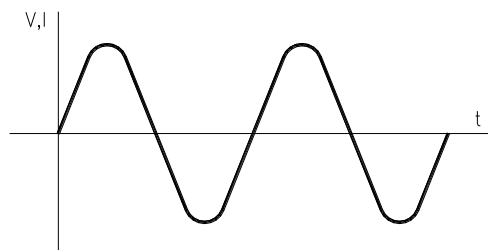
Como sabemos, una corriente eléctrica consiste básicamente en un flujo de electrones que circula a través de un elemento conductor, por ejemplo un cable de cobre.

Cuando los electrones se mueven siempre en el mismo sentido, el flujo se denomina **corriente continua**.

Si los electrones se mueven siempre en el mismo sentido pero su cantidad o número varía en el tiempo estamos ante una **corriente continua pulsante**.



Finalmente, si los electrones cambian periódicamente de sentido, tendremos una **corriente alterna**.



Las variaciones o impulsos de la corriente se pueden codificar para transmitir información.

Por lo tanto podemos concretar en que una señal eléctrica es un conjunto codificado de impulsos eléctricos capaz de transmitir información.

### 3. SEÑALES ANALÓGICAS Y SEÑALES DIGITALES

Las señales utilizadas por los sistemas electrónicos pueden ser de dos tipos: analógicas o digitales.

- Una señal analógica es una señal continua, por lo que el número de valores que puede tomar, entre el mínimo y el máximo es infinito.

- Una señal digital es una señal discreta, es decir, sólo existe en determinados instantes. Sólo puede tomar valores concretos, transmitidos habitualmente en el sistema de codificación binario (dos bits o estados).

La conversión entre ambos tipos de señales es de vital importancia en los sistemas electrónicos, existiendo los conversores analógico-digital y digital-analógico.

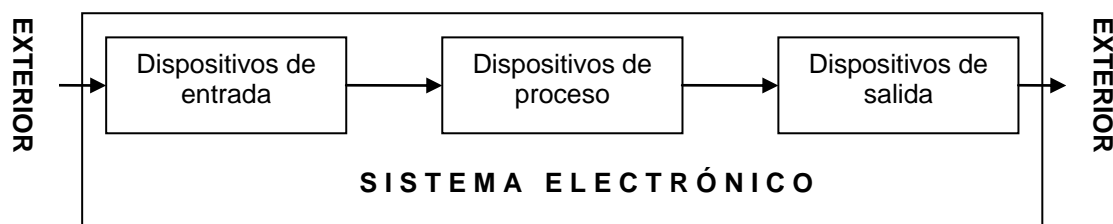


#### 4. SISTEMAS ELECTRÓNICOS

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, boyas, ...).
- 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 los 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, altavoces, ...).

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

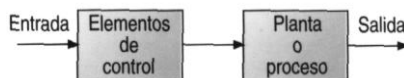


#### 5. DISPOSITIVOS DE MANDO Y REGULACIÓN

Cualquier dispositivo electrónico de control recibe información directamente de los elementos de entrada y de acuerdo con la información recibida actúa sobre los elementos de salida para activar los dispositivos para los cuales ha sido diseñado.

Básicamente existen dos tipos de sistemas electrónicos, los de lazo abierto y los de lazo cerrado.

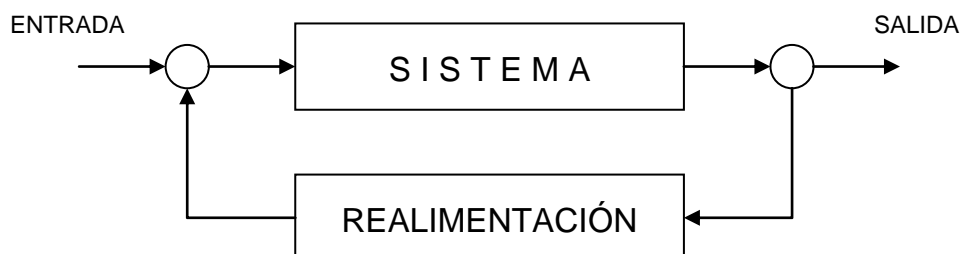
Los sistemas de **lazo abierto** son aquellos en los que la salida no tiene efecto sobre la acción de control (es decir, que la señal de salida no tiene influencia en la señal de entrada). La variable que queremos controlar puede diverger considerablemente del valor deseado debido a la presencia de perturbaciones externas.



Un ejemplo de sistema de lazo abierto es una lavadora. No existe ningún elemento de control que nos garantice que la ropa va a salir limpia, por lo que la salida no tiene efecto sobre la entrada. Otros ejemplos son un grifo para llenar un lavabo doméstico, un tostador de pan, un horno, un microondas, etc.

Los sistemas de **lazo cerrado** son aquellos en los que hay realimentación. La salida tiene efecto sobre la acción de control (es decir, que la señal de salida tiene influencia en la señal de entrada). Se corrigen los efectos de las perturbaciones.

Un ejemplo de sistema de lazo cerrado es una plancha eléctrica. La entrada sería el suministro de energía eléctrica, la salida es el calor de la superficie metálica y el dispositivo de control es el termostato. La función del termostato es mantener el calor de la plancha cercano al valor deseado. Cuando la plancha alcanza el valor deseado el termostato corta el suministro de energía con lo cual la temperatura comienza a bajar. Transcurridos unos instantes, cuando la temperatura de la plancha baja por debajo de un determinado valor el termostato vuelve a conectar la alimentación eléctrica y así sucesivamente. Como se puede ver la salida es utilizada para modificar la entrada, con lo cual se regula la propia salida. Otros ejemplos son un cámara de fotos con flash, un termostato para controlar la temperatura de una habitación, etc.



## 6. ELEMENTOS BÁSICOS DE UN CIRCUITO ELECTRÓNICO

En un circuito electrónico hay una gran variedad de componentes, aunque algunos de los más comunes son los que a continuación se relacionan.

### 6.1. RESISTENCIAS LINEALES

Una **resistencia** es un elemento que se intercala en un circuito para **provocar una caída de tensión** (voltaje) o para hacer que la **corriente se transforme en calor**.

**Las 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.

Como ya sabemos el valor de la resistencia se mide en ohmios ( $\Omega$ ) y mediante la ley de Ohm podemos relacionar el voltaje y la intensidad que la atraviesan.

Las resistencias que hemos visto y utilizado para calcular son resistencias de valor fijo. Los valores de estas resistencias se indican por medio de un código de colores. Cada resistencia tiene tres bandas de colores en un extremo y otra banda de color oro, plata o marrón en el otro extremo. Para leer el valor de una resistencia, esta ha de ser colocada 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 número de ohmios, mientras que el valor de la tercera indica el número de ceros que han de añadirse al número anterior. La banda de la derecha indica la tolerancia o valores máximo y mínimo entre los que puede variar el valor teórico de dicha resistencia.

Color	1ª cifra	2ª cifra	Multiplicador (nº de ceros)	Tolerancia
Negro	0	0	$\times 10^0$	-
Marrón	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
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:

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

- Marrón = 1, Negro = 0, Rojo =  $\times 10^2$ , Oro =  $\pm 5\%$
- Componiendo las cifras tendremos  $10 \times 10^2 \Omega \pm 5\% = 1000 \Omega \pm 5\%$ . Si la medimos con el polímetro dicha resistencia estará en el intervalo 950 – 1050  $\Omega$ .

Lógicamente no se fabrican resistencias de cualquier valor imaginable, sino tan sólo de unos valores determinados. Existen varias series de fabricación diferenciadas por su tolerancia. En la tabla siguiente se pueden ver los valores de resistencia existentes para las dos series más empleadas. A partir de estos valores, con sus distintos múltiplos y submúltiplos, obtenemos todos los valores de resistencias que podemos encontrar. Otro dato a tener en cuenta a la hora de elegir una resistencia es la potencia máxima que puede disipar sin estropearse. Las que más utilizaremos serán las de  $\frac{1}{2}$  vatio (W).

Tolerancia $\pm 5\%$	Tolerancia $\pm 10\%$	CODIGO DE COLORES			
10	10				
11	-				
12	12				
13	-				
15	15				
16	-				
18	-				
20	-				
22	22				
24	-				
27	27				
30	-				
33	33				
36	-				
39	39				
43	-				
47	47				
51	-				
56	56				
62	-				
68	68				
75	-				
82	82				
91	-				

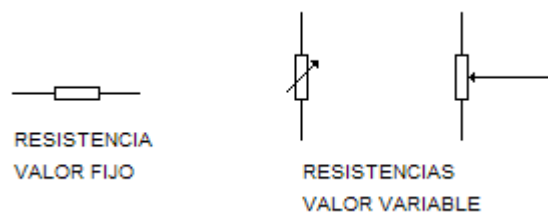
**EJERCICIO:**

Indica el código de colores que tendrá cada una de las resistencias de valor normalizado expresadas en la tabla anterior.

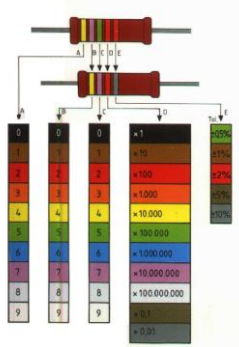
También existen resistencias variables, cuyo valor se puede ajustar entre cero y un valor máximo, simplemente moviendo un cursor. Las más utilizadas son los potenciómetros, las cuales disponen de tres terminales. Los valores normalizados para los potenciómetros son los siguientes:

100  $\Omega$ , 500  $\Omega$ , 1 k $\Omega$ , 5 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$ , 100 k $\Omega$ , 1 M $\Omega$

Su símbolo es:





RESISTENCIAS  
FIJAS

POTENCIÓMETROS

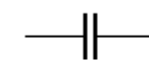
## 6.2. CONDENSADORES

Un **condensador** es un componente electrónico formado por dos placas metálicas, llamadas armaduras, separadas entre sí por un material aislante, llamado dieléctrico. Tienen la **función de almacenar energía o carga eléctrica** para cederla en el momento que sea necesario.

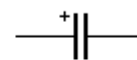
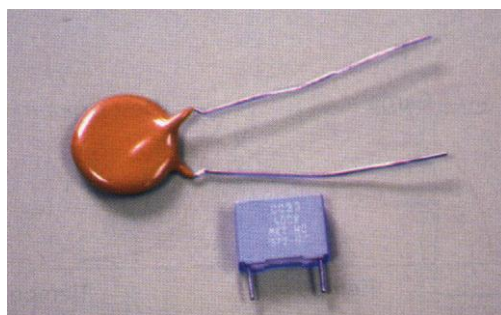
Los condensadores pueden ser de **capacidad fija** o de **capacidad variable**.

Los condensadores de capacidad fija pueden ser polarizados o no polarizados. Con los condensadores polarizados (electrolíticos) hay que tener la precaución de montarlos respetando su polaridad (la traen marcada). Con los no polarizados (cerámicos, de poliéster) no es necesario tener dicha precaución ya que pueden ser conectados de una manera u otra.

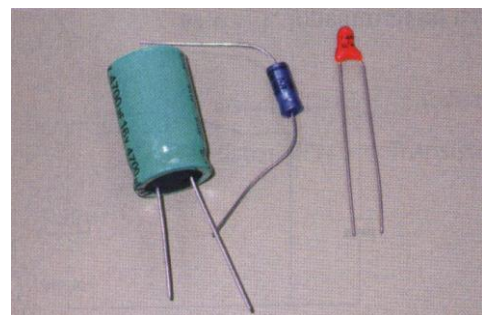
Su símbolo es el siguiente:



CONDENSADOR

CONDENSADOR  
POLARIZADO

COND. NO POLARIZADOS



COND. POLARIZADOS

La capacidad de un condensador se mide en Faradios (F), y nos indica la cantidad de carga que es capaz de almacenar un condensador cuando es conectado a un cierto voltaje. Generalmente, y

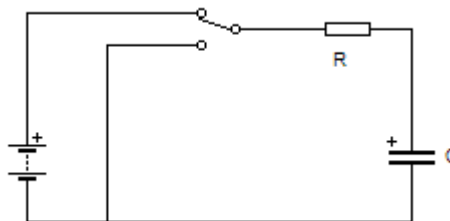
dado que el faradio es una unidad que suele resultar excesivamente grande, se emplean los submúltiplos, generalmente los siguientes:

$$\begin{aligned} 1 \text{ microfaradio} &= 1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F} = 10^{-6} \text{ Faradios} \\ 1 \text{ nanofaradio} &= 1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F} = 10^{-9} \text{ Faradios} \\ 1 \text{ picofaradio} &= 1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F} = 10^{-12} \text{ Faradios} \end{aligned}$$

A la hora de seleccionar un condensador debemos tener en cuenta no sólo su capacidad, sino también la tensión máxima a la que será conectado.

El uso corriente de los condensadores lo encontramos en los circuitos temporizadores, con lo que es muy útil conocer el tiempo en que tarda en cargarse o descargarse un condensador. También se emplea como filtro para señales de corriente alterna.

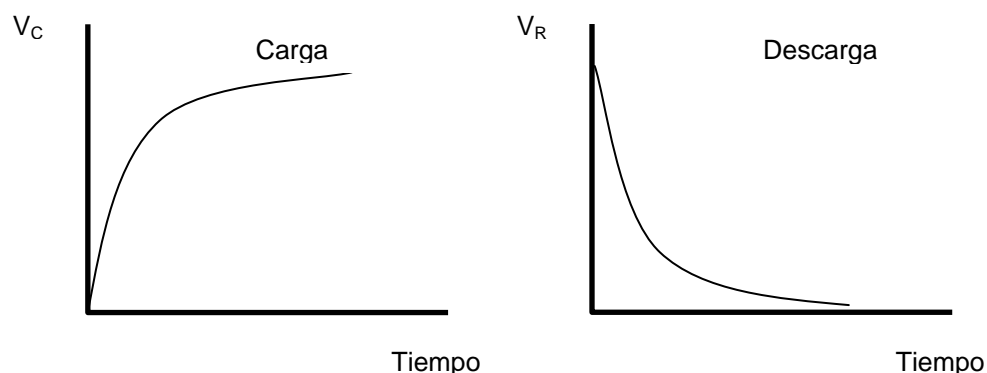
En el circuito elemental de la figura el condensador se carga a través de la resistencia cuando el conmutador se encuentra en su posición superior, y se descarga a través de ella cuando está en su posición inferior.



El tiempo que tarda en cargarse o descargarse se determina por medio de la siguiente expresión:

$$T = 5 R C$$

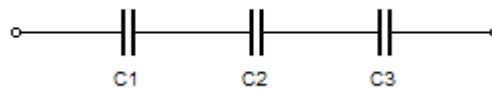
Las curvas características de carga y descarga son:



### 6.2.1. ASOCIACIÓN DE CONDENSADORES

Al igual que vimos con las resistencias, los condensadores se pueden asociar en:

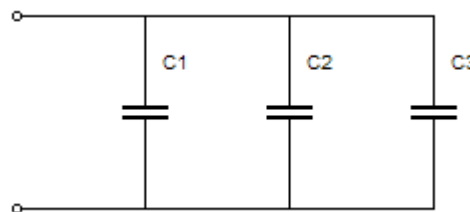
## ASOCIACIÓN EN SERIE



Para calcular la capacidad equivalente se emplea la expresión:

$$\frac{1}{C_{EQ}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

## ASOCIACIÓN EN PARALELO



Para calcular la capacidad equivalente se emplea la expresión:

$$C_{EQ} = C_1 + C_2 + C_3$$

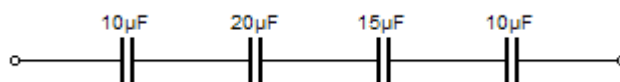
## ASOCIACIÓN MIXTA

Se trata de una combinación de los dos casos anteriores y se sigue el mismo proceso que el visto para la asociación de resistencias.

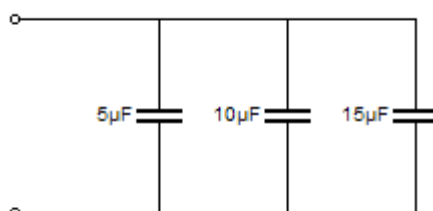
### EJERCICIO:

Calcula la capacidad equivalente de las siguientes asociaciones de condensadores.

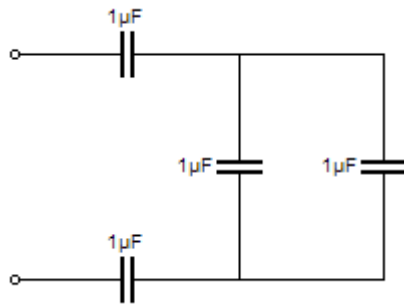
a) resultado:  $3,15\mu F$



b) resultado:  $30\mu F$

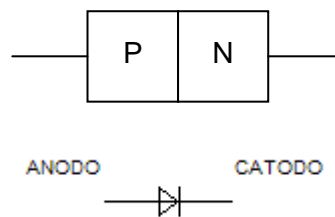


c) resultado: 400nF



### 6.3. 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 del tipo “P” y otro del tipo “N”. Por tanto está provisto de dos terminales denominados ánodo (+) y cátodo (-). Como norma general, el sentido de circulación de la corriente en un diodo va del ánodo al cátodo. Su símbolo es:

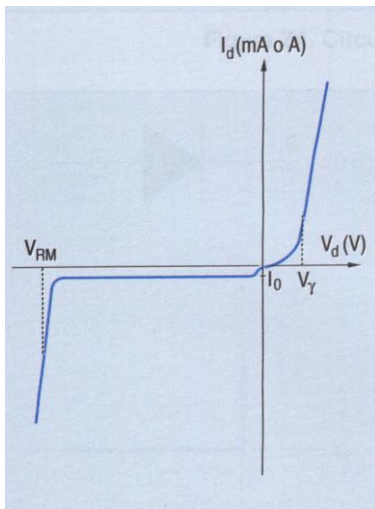


Cuando un diodo se conecta a una tensión eléctrica, se dice que está **polarizado**. Esta polarización puede ser **directa o inversa**.

- 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.

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

La curva general de funcionamiento de un diodo es la siguiente:

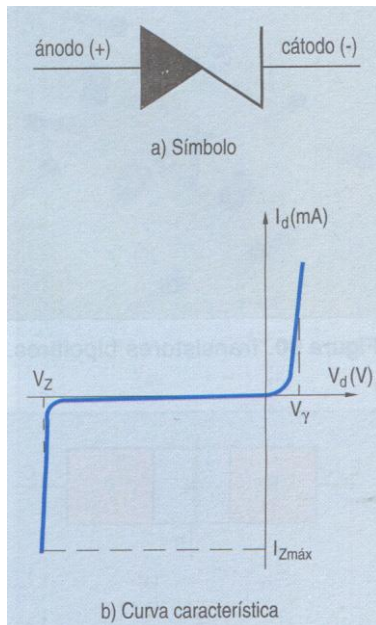


Se puede observar que en la región de polarización directa (la situada arriba y a la derecha de los ejes) a partir de la tensión  $V_Y$  se obtiene una conducción del diodo prácticamente lineal. Se trata de una recta que relaciona la tensión aplicada con la intensidad que recorre el diodo mediante la resistencia interna del diodo. La tensión  $V_Y$  se denomina umbral de conducción. Habitualmente utilizaremos diodos cuya tensión umbral será de 0,7 voltios, lo que quiere decir que si aplicamos al diodo una tensión superior a 0,7V, el diodo se comportará como una resistencia (polarización directa).

En la región de polarización inversa (abajo y a la izquierda de los ejes) existe una tensión  $V_{RM}$ , que se denomina tensión de ruptura del diodo, de tal manera que si la superamos el diodo quedará destruido.

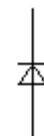
Existen unos diodos especiales que se diseñan para trabajar en dicha zona de ruptura. Son los diodos Zener. Tienen una curva característica como la que se representa a continuación.

Estos diodos cuando son polarizados directamente se comportan como un diodo normal, pero cuando son polarizados inversamente, y la tensión aplicada es la  $V_Z$  (ya no se llama tensión de ruptura, sino tensión zener), conducen también la corriente eléctrica.



Son diodos fundamentalmente empleados en fuentes de alimentación como elementos estabilizadores de tensión, ya que como se puede ver en la curva, aunque la intensidad que los atraviese varíe de manera considerable, la tensión en sus extremos será prácticamente constante e igual a la  $V_Z$ .

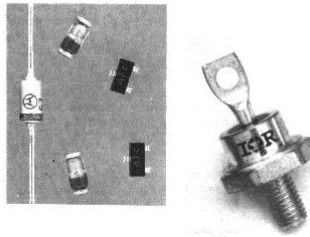
El símbolo que los caracteriza puede ser el representado arriba de la curva o el siguiente:



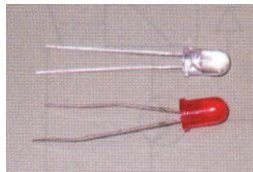
Otro tipo de diodos muy empleados son los LED (Light Emitting Diode) o diodos emisores de luz, los cuales, al igual que cualquier diodo, sólo dejan pasar la corriente en un sentido, pero además, cuando son atravesados por una corriente eléctrica, emiten luz, por lo que se suelen utilizar como pilotos de señalización de la actividad en un circuito.

El diodo LED dispone de dos terminales, el más largo corresponde al ánodo y el más corto al cátodo. Otra forma de identificarlos es mirar la cápsula de la que salen las patillas. El terminal más cercano a la zona achaflanada o plana es el cátodo.

Diodos Semiconductores



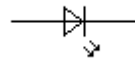
## DIODOS SEMICONDUCTORES



## DIODOS LED

La precaución más importante a la hora de instalar un diodo LED es que en sus terminales el voltaje que debe existir no tiene que sobrepasar los 2 V, por lo que es muy frecuente ponerlo en serie con una resistencia, de tal manera que la corriente que lo atraviese sea de unos 15 mA (0,015 A).

Su símbolo es:

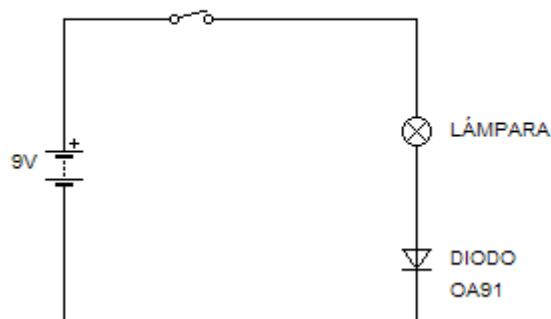


### EJERCICIO:

Queremos conectar un diodo LED a una pila de 9 V. ¿Qué resistencia debemos poner en serie con él?. Expresar dicha resistencia según su valor normalizado. (Respuesta 470  $\Omega$ ).

### EL DIODO. POLARIZACIÓN DIRECTA

POLARIZACIÓN DIRECTA DEL DIODO



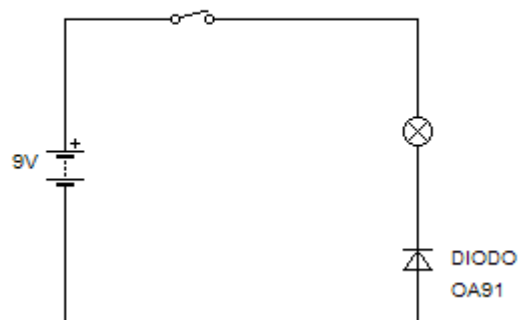
Se observa claramente que la lámpara se enciende. El polo negativo del generador está conectado directamente al cátodo del diodo y que el positivo va unido al ánodo, pasando antes por la

lámpara. En estas condiciones, el diodo se comporta como un simple conductor. Se dice entonces que el diodo se halla conectado en polarización directa.

### EL DIODO. POLARIZACIÓN INVERSA

Bastará con que se invierta la posición del diodo para comprobar que ahora la lámpara no se enciende. Naturalmente el polo negativo ha quedado conectado al ánodo y el positivo al cátodo. En estas condiciones el diodo se comporta como un aislante. Si dice entonces que el diodo se halla conectado en polarización inversa.

POLARIZACIÓN INVERSA DEL DIODO

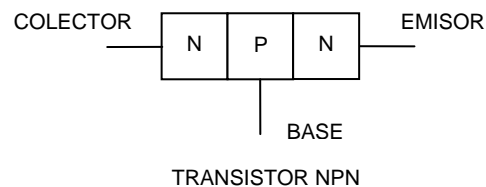
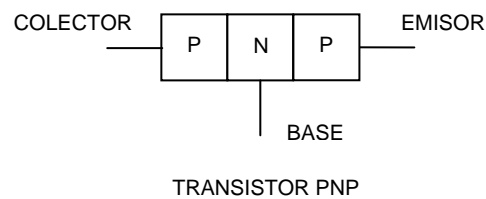


Se puede comprobar que el diodo presenta una resistencia baja si se polariza directamente y una resistencia elevada si se polariza inversamente.

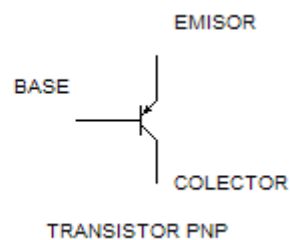
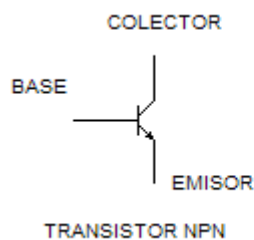
## 6.4. TRANSISTORES

Existen varios tipos de transistores y con múltiples aplicaciones, pero el transistor que veremos en este tema es el denominado **transistor bipolar**. Es un componente formado por la **unión de tres semiconductores**, que pueden ser:

- Dos tipo "P" y uno tipo "N", en cuyo caso el transistor se denomina PNP.
- Dos tipo "N" y uno tipo "P", en cuyo caso el transistor se denomina NPN.

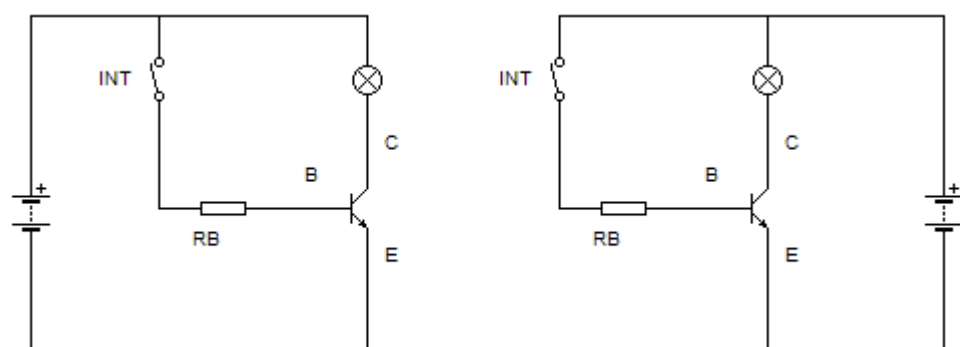


Sus símbolos son los siguientes:



Como se puede comprobar **un transistor dispone de tres patillas** de conexión, que se denominan **colector (C)**, **base (B)** y **emisor (E)**.

Generalmente vamos a utilizar transistores NPN para nuestros montajes, cuyo 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 la 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 entrará en saturación, es decir, dejará circular corriente entre el colector y el emisor (lámpara encendida).

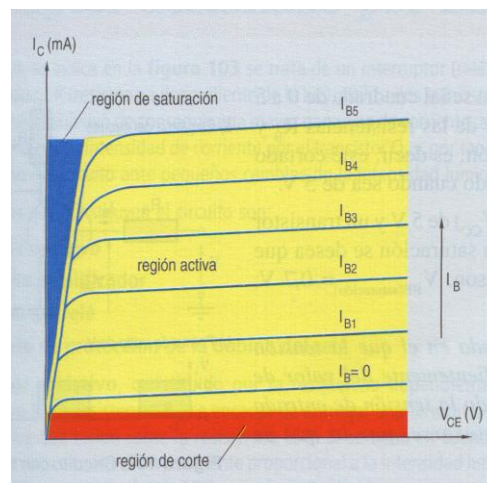


NOTA: Como puedes comprobar los dos circuitos representados son el mismo. Solamente se ha cambiado la posición de la pila. Es necesario además colocar una resistencia en la base ( $R_B$ ), con el fin de limitar la corriente que entre por la base del transistor, para evitar deteriorarlo.

Un transistor puede **trabajar en tres zonas** denominadas zona de bloqueo, zona activa y zona de saturación.

- En la **zona de bloqueo** el transistor se comporta como un interruptor abierto, es decir, no deja pasar corriente entre el colector y el emisor. En esta zona la intensidad de base es nula.
- En la **zona de saturación** el transistor se comporta como un interruptor cerrado, es decir, deja pasar corriente entre el colector y el emisor. En esta zona la intensidad de base es la máxima admisible.
- En la **zona activa** dependiendo de la intensidad de base permitirá el paso de una mayor o menor corriente entre colector y emisor. Esta es la zona utilizada para amplificación.

Dichas zonas de funcionamiento se pueden ver en la siguiente gráfica, típica de los transistores bipolares.



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 o hacer vibrar un altavoz. 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 corrientes de entrada.

La relación entre la corriente de salida y la de entrada es lo que se conoce como **amplificación o ganancia** del transistor.

**Ejemplo:** Si la corriente que entra por la base de un transistor es de 1 mA y la ganancia del mismo es 100, la corriente que podrá circular entre el colector y el emisor será de:

$$1 \text{ mA} \times 100 = 100 \text{ mA} = 0,1 \text{ A}$$

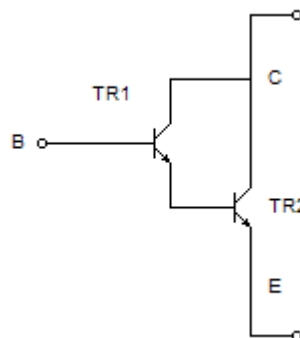
Por lo tanto la ganancia de un transistor se puede establecer según la siguiente fórmula:

$$h_{fe} = \frac{I_C}{I_B}$$

Siendo:

- $h_{fe}$  → Ganancia del transistor
- $I_E$  → Corriente de emisor
- $I_B$  → Corriente de base
- $I_C$  → Corriente de colector

Un **montaje** típico entre transistores, con el fin de **aumentar la ganancia**, es el conocido como **par Darlington**, consistente en montar dos transistores según el circuito de la figura:



En estos montajes el transistor 1 (TR1) amplifica la corriente una vez, la cual es introducida por la base del transistor 2 (TR2) el cual la vuelve a amplificar. Por lo tanto si ambos transistores tiene una ganancia de 100, la ganancia resultante sería de 10.000 (100x100).

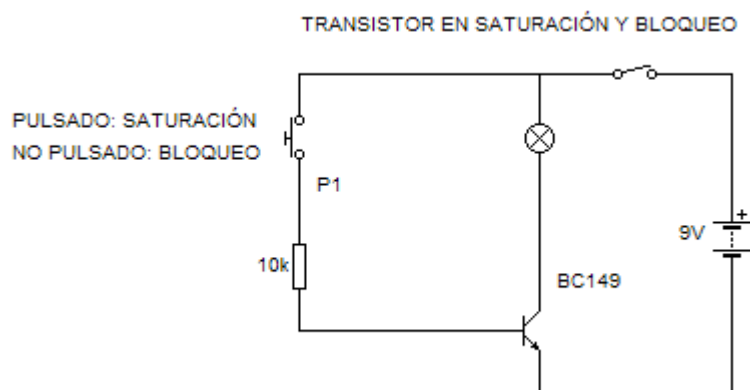
$$h_{fe} = h_{fe1} \times h_{fe2}$$

#### 6.4.1. CIRCUITOS CON TRANSISTORES

##### TRANSISTOR EN SATURACIÓN Y BLOQUEO

El encendido de un foco luminoso, por ejemplo, se puede realizar directamente, en cuyo caso el interruptor debe ser el adecuado a la potencia de la lámpara, y su accionamiento manual puede entrañar algún riesgo. Para evitarlo, en la actualidad, se emplean circuitos electrónicos a base de transistores.

Sabes que en el transistor, una débil corriente aplicada a la base es capaz de gobernar otra mayor en el circuito emisor-colector. Por eso, tenemos la ocasión de encender, sin ningún peligro, una lámpara valiéndonos de un transistor, componiendo un circuito análogo a los que se utilizan en la realidad, pero naturalmente mucho más simple.

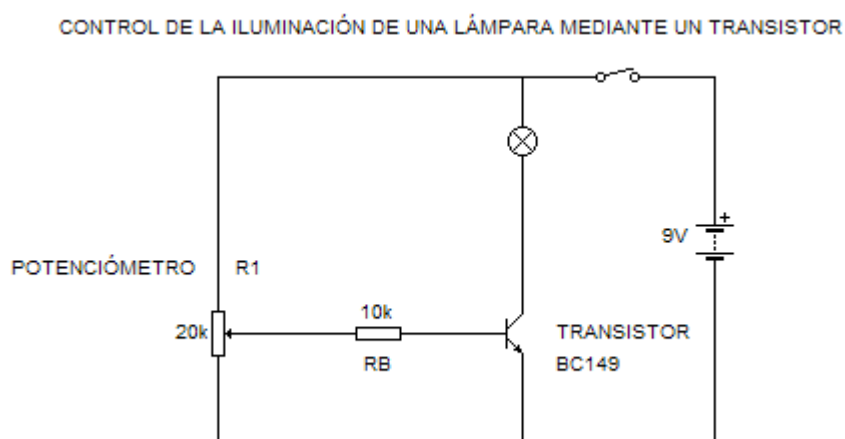


Al pulsar P1, la lámpara se enciende. Esto quiere decir que en la acción de pulsar introducimos corriente en la base a través de la resistencia de base, con lo que el transistor se hace conductor (se comporta como un interruptor cerrado). Se dice entonces que el transistor está en saturación.

Cuando se deja de pulsar P1, la lámpara se apaga, porque al no existir corriente de base al transistor no conduce (se comporta como un interruptor abierto). Se dice entonces que el transistor está en bloqueo.

### CONTROL DE LA ILUMINACIÓN DE UNA LÁMPARA MEDIANTE UN TRANSISTOR

A veces interesa poder graduar la intensidad de luz producida por una lámpara, como en el caso de un estudio fotográfico o una sala de proyección cinematográfica. Estas instalaciones requieren circuitos electrónicos algo más complicados, pero su fundamento es el mismo que el reflejado en el siguiente circuito.



Al girar el cursor del potenciómetro de 20.000 ohmios se obtiene una variación de la intensidad luminosa en la lámpara. Se puede deducir de este fenómeno, que el grado de conducción eléctrica del transistor depende de la intensidad de corriente que pasa por su base. Efectivamente, cuando el cursor del potenciómetro esté arriba, R1 queda conectada a la máxima tensión y por tanto, la

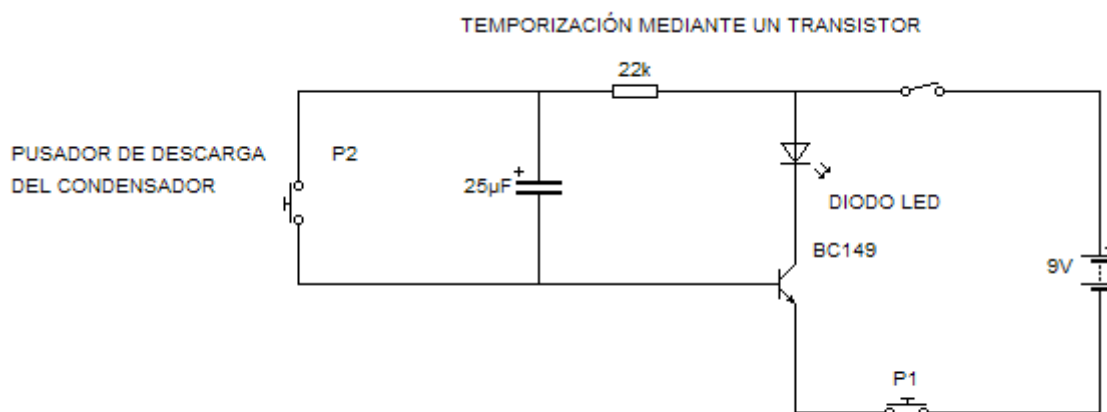
corriente que circula por la base es también máxima y el transistor conduce encendiéndose la lámpara. Con el cursor abajo la tensión aplicada es nula, no se produce corriente de base y la lámpara estará apagada. Para posiciones intermedias del cursor se obtienen diferentes grados de conducción del transistor.

## TEMPORIZACIÓN MEDIANTE UN TRANSISTOR

Cuando se trata de hacer funcionar cualquier aparato o máquina eléctrica durante tiempos muy cortos, como sucede en algunas industrias donde ciertas operaciones de fabricación duran solamente algunas décimas de segundo, se puede entender que ni el operario más experto sería capaz de accionar el interruptor de la máquina reloj en mano.

La electrónica proporciona soluciones muy eficaces a este tipo de problemas mediante circuitos denominados temporizadores, de manera que, aunque se tenga accionado el interruptor más tiempo del necesario, la máquina solamente funcionará durante el tiempo previsto.

El esquema representado es un temporizador, con la finalidad de encender una lámpara que representa a una máquina cualquiera.



Al pulsar P1 la lámpara se enciende durante el tiempo en que está cargando el condensador. Una vez cargado, la corriente en la base del transistor cesa, apagándose la lámpara, ya que el transistor pasa al estado de bloqueo. Pulsando P2 descargamos el condensador, lo que nos permite iniciar un nuevo ciclo.

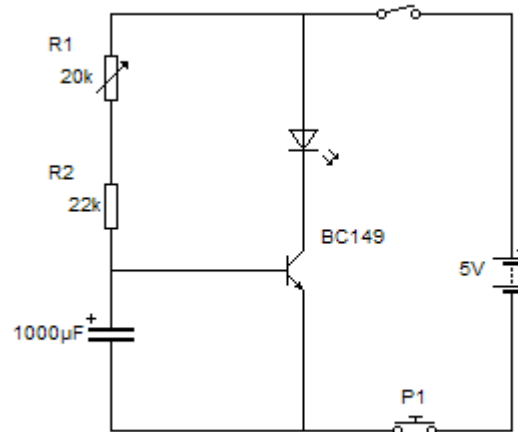
El tiempo en que permanece encendida la lámpara es relativamente pequeño. Si se desea aumentarlo, hay que sustituir el condensador por otro de mayor capacidad.

## RETARDO DEL ENCENDIDO DE UNA LÁMPARA. (Variable con la resistencia)

Otra aportación importante de la electrónica a diversas aplicaciones son los circuitos denominados retardadores. Con estos circuitos se consigue que desde el momento en que se acciona el interruptor o el pulsador de la puesta en marcha del aparato que se trate, hasta que entra en funcionamiento, transcurre un tiempo determinado.

Las aplicaciones de estos circuitos son muy variadas y complejas, incluso pueden combinarse varios retardadores en un mismo proceso de operaciones. El principio de funcionamiento suele ser el de carga y descarga de condensadores.

RETARDO DE ENCENDIDO. (VARIABLE CON LA RESISTENCIA)



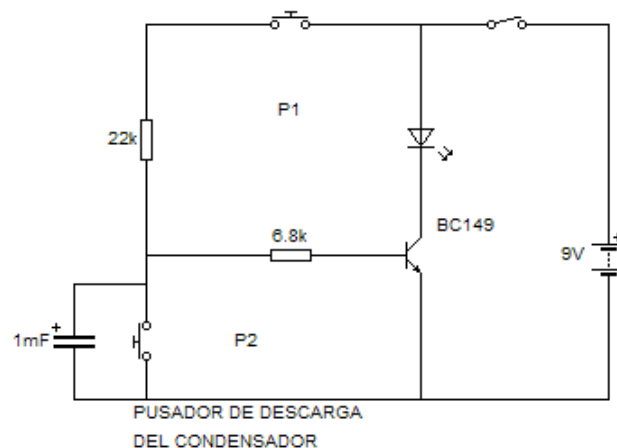
Al mantener pulsado P1, la lámpara terminará por encenderse, siendo el tiempo de retardo el transcurrido desde que se pulsa el pulsador hasta que la lámpara se enciende.

Si se modifica el valor de R1 (potenciómetro) y repite de nuevo el encendido de la lámpara, ahora el tiempo será distinto. Esto quiere decir que cuanto mayor sea el valor de la resistencia mayor será el tiempo de retardo, y que el tiempo puede regularse entre un mínimo y un máximo, regulando el valor del potenciómetro.

### RETARDO DEL ENCENDIDO DE UNA LÁMPARA. (Variable con la capacidad)

Este circuito temporizador de retardo es semejante al realizado en el circuito anterior, con la diferencia de que el tiempo se ajusta con la variación del valor de los condensadores.

RETARDO DE ENCENDIDO. (VARIABLE CON LA CAPACIDAD)



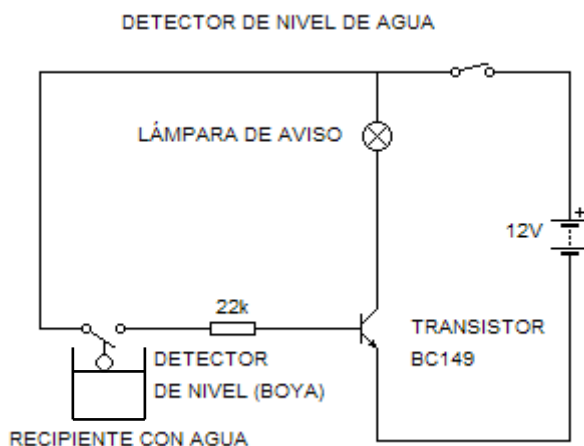
Manteniendo pulsado P1 la lámpara se encenderá después de transcurridos unos segundos. Si se mantiene pulsado P1 y se pulsa P2; la lámpara se apagará instantáneamente. Liberando el pulsador P2 y transcurrido el mismo tiempo de retardo la lámpara volverá a encenderse.

Se puede variar el tiempo de apagado cambiando el condensador. Cuanto menor sea la capacidad del condensador menor será el tiempo que la lámpara permanece apagada.

## DETECTOR DE NIVEL DE AGUA

Un detector electrónico de nivel puede proteger una casa, cuando falla el sistema de boya, del derramado del agua en cisternas, depósitos, bañeras, etc.

El agua tiene sales disueltas, por este motivo es eléctricamente conductora. El detector que vamos a montar se basa en esta propiedad del agua, cerrándose a través de ella el circuito de base de un transistor.

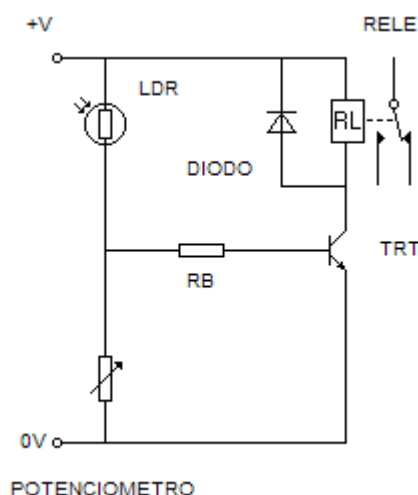


Accionando el interruptor general, la lámpara no se enciende. Este hecho se explica fácilmente porque el circuito de base está abierto. Ahora si el nivel de agua en el recipiente sube, la lámpara acabará por encenderse, cuando se haya alcanzado el máximo nivel de agua.

El agua hace subir la boya y ésta hace que se cierre el contacto que cierra el circuito de base del transistor.

## CIRCUITO PARA ACTIVAR UN RELÉ

Un circuito típico en el que activamos un relé por medio del control de un transistor bipolar es el siguiente.



En este circuito en función de la luz que incida sobre la LDR se activará o no el transistor, con lo cual activará la bobina del relé, para accionar algún circuito secundario por medio de su contacto. La precaución especial que hay que tener en estos circuitos es conectar en paralelo con la bobina del relé un diodo. Las bobinas cuando dejan de recibir corriente siguen activas durante un corto periodo de tiempo. Por lo tanto cuando el transistor pasa del estado de saturación al de bloqueo, la corriente residual de la bobina del relé debe ser alejada del transistor para evitar su deterioro. Esto se consigue por medio del diodo en paralelo.

## 7. DISPOSITIVOS DE ENTRADA

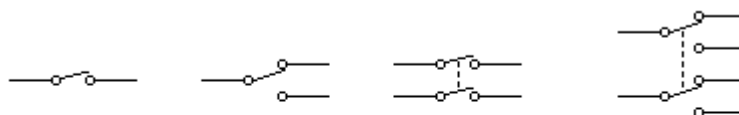
Como ya se ha indicado anteriormente, los dispositivos de entrada son los encargados de dar al sistema electrónico la información que le indica cómo tiene que actuar. Los más importantes son los siguientes:

### 7.1. INTERRUPTORES DE MANIOBRA

Como ya vimos en un tema anterior, son elementos que permiten activar o desactivar un circuito por la acción mecánica sobre ellos.

Los más comunes son:

- Interruptor UPUD.
- Interruptor UPDD o conmutador.
- Interruptor DPUD.
- Interruptor DPDD, el cual puede emplearse como interruptor de cruzamiento (llave de cruce).



Interruptor UPUD

Conmutador

Interruptor DPUD

Interruptor DPDD

## 7.2. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Estos interruptores, llamados genéricamente interruptores de posición, funcionan como dispositivos de seguridad y se suelen colocar en aquellos puntos críticos del circuito electrónico, donde si son activados por algún otro mecanismo u operador móvil, actúan realizando diversas funciones (parar o cambiar el sentido de giro de un motor, etc). Estos interruptores se activan de diferentes formas, y entre ellos están:

- Los interruptores de movimiento, que se activan cuando se produce una inclinación. Consisten en un recipiente lleno de mercurio que dispone de dos contactos, que se activan o desactivan al cambiar de posición el mercurio interior.
- Los interruptores de presión, como son los microinterruptores y los finales de carrera, que se accionan cuando se acciona un pequeño pulsador, una pequeña palanca o un rodillo.
- Los interruptores magnéticos, que se conectan y desconectan al acercarse o alejarse un imán, como el interruptor Reed, formado por dos láminas imantadas dentro de una ampolla de vidrio a la que se ha hecho el vacío.



INTERRUPTOR REED

## 7.3. SENSORES

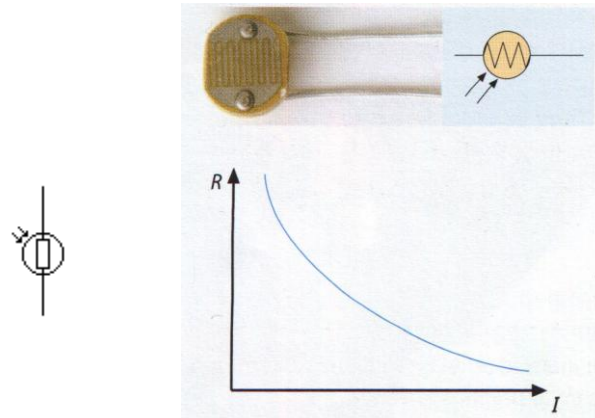
Son dispositivos que detectan lo que sucede en el ambiente y que se activan cuando sucede un determinado acontecimiento (se produce un ruido, sube o baja la temperatura, ...).

La mayoría de los sensores transforman la señal que reciben en una señal eléctrica. Además, tanto la señal de entrada como la señal de salida suele ser muy débil. Los principales sensores son:

### 7.3.1. FOTORRESISTENCIAS O LDR (Light Dependent Resistor)

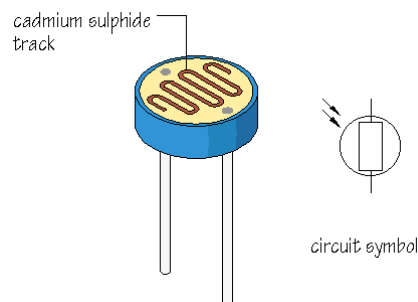
**Son resistencias que varían su valor en función de la luz que incide sobre ellas.** Cuando la luz que incide sobre una LDR es baja su resistencia es elevada y viceversa. Su símbolo y su gráfica de funcionamiento son:





Tiene el inconveniente de que no soporta una corriente de intensidad demasiado elevada, por lo que hay que asociarla generalmente a un transistor para amplificar dicha corriente.

Se suelen emplear como sensores o detectores de luminosidad.



### 7.3.2. TERMORRESISTENCIAS

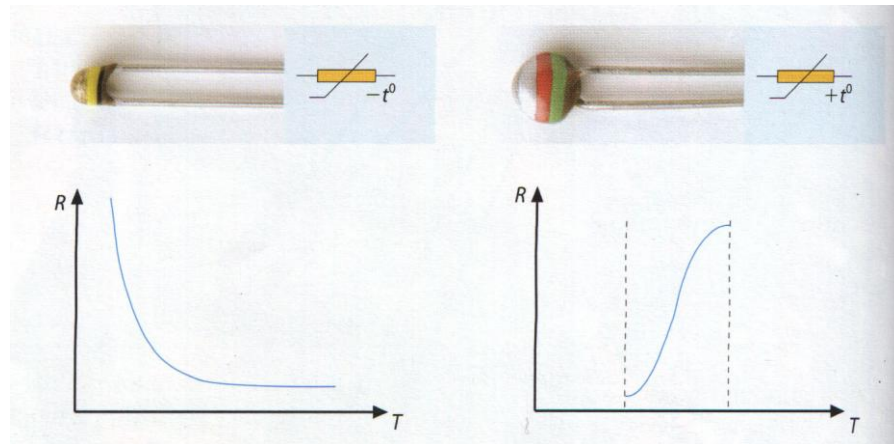
Se denominan también "termistores" y **son resistencias que varían en función de la temperatura**. Existen dos tipos diferenciados:

- Los **termistores PTC** (Coeficiente de temperatura positivo), cuya resistencia aumenta al aumentar la temperatura.
- Los **termistores NTC** (Coeficiente de temperatura negativo), cuya resistencia disminuye al aumentar la temperatura.

Su valor va marcado con un código de colores idéntico al utilizado para las resistencias.

Se suelen emplear en cualquier sistema cuyo funcionamiento sea dependiente de la temperatura, como termómetros y termostatos digitales, protección contra el calentamiento de motores, etc.

Su símbolo y su gráfica de funcionamiento es:

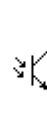


### 7.3.3. FOTOTRANSISTORES

Son transistores que modifican su comportamiento en función de la iluminación ambiental.

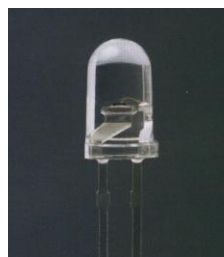
En ellos la superficie sensible está situada en la base del transistor, la cual genera pequeñas corrientes según la cantidad de luz recibida, la cual es amplificada entre el colector y el emisor.

Su símbolo es:



### 7.3.4. 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 comportan básicamente como generadores de corriente eléctrica.



### 7.3.5. OPTOINTERRUPTORES

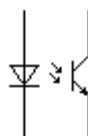
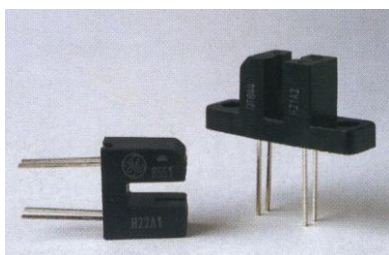
Son **componentes electrónicos formados por un diodo LED y un fototransistor**, de forma que la luz emitida por el diodo LED activa la base del transistor.

Dispone de cuatro patillas, dos correspondientes al diodo LED y las otras dos correspondientes al colector y emisor del fototransistor, las cuales vienen señaladas en la carcasa del componente.

Los hay con forma de "U" de tal manera que cuando el rayo de luz se interrumpe, el fototransistor se activa o desactiva.

Se suele utilizar para captar el movimiento giratorio de una rueda ranurada y poder controlar el número de vueltas (ratones y disquetes en ordenadores). Se puede emplear también para controlar la subida o bajada de un nivel de líquido en el interior de un tubo, etc.

Su símbolo es:



## 8. DISPOSITIVOS DE SALIDA

### 8.1. DIODOS LED

De estos diodos ya se ha hablado en un apartado anterior. Son dispositivos de salida puesto que su misión es fundamentalmente la señalización en circuitos electrónicos. Reciben la señal de los dispositivos de proceso e indican su funcionamiento.

### 8.2. ZUMBADORES

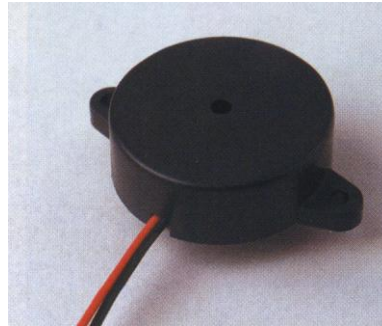
Son componentes utilizados como **avisadores acústicos**. Se pueden encontrar en multitud de dispositivos electrónicos (alarmas, teléfonos móviles, ordenadores, ...).

Se basan en el efecto piezoeléctrico. Algunos cristales como el cuarzo y algunos materiales plásticos y cerámicos generan electricidad cuando se les aplica una presión. Este efecto se produce también a la inversa, si se aplica una tensión eléctrica a un material piezoeléctrico, éste modificará su forma retorciéndose.

Un zumbador consiste básicamente en una lámina de material piezoeléctrico a la que se aplica una corriente alterna, con lo que se irá retorciendo periódicamente emitiendo un sonido.

Su símbolo es:

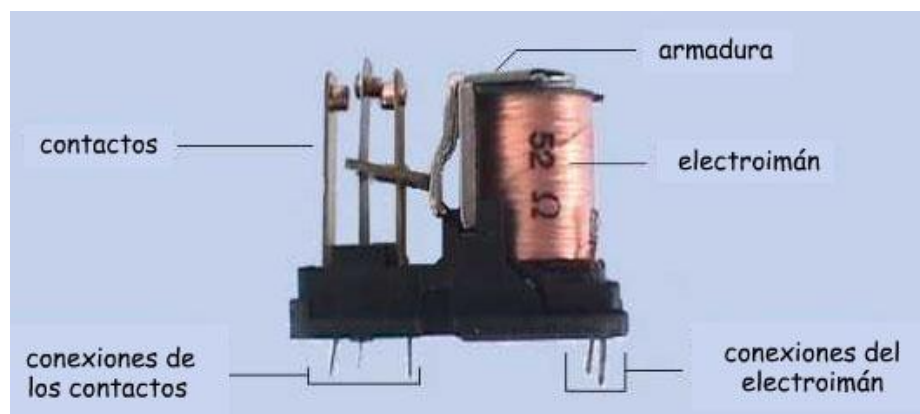




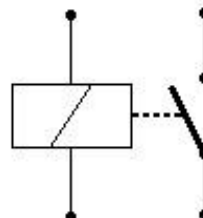
### 8.3. RELÉS

Como ya vimos en un tema anterior un relé es un **interruptor automático controlado por medio de electricidad**, permitiendo abrir o cerrar circuitos eléctricos sin la intervención humana. Permite conectar dos circuitos independientes. Uno de los circuitos (de maniobra o activación) permite activar el relé con un pequeño voltaje, mientras que en el otro circuito (de fuerza o trabajo) el voltaje puede ser mucho mayor.

- El circuito de activación o maniobra se basa en un electroimán que funciona con corrientes de poca intensidad, atrayendo a una armadura metálica.
- El circuito de trabajo o fuerza está formado por un conjunto de contactos que se mueven accionados por la armadura del relé.



Su símbolo es:



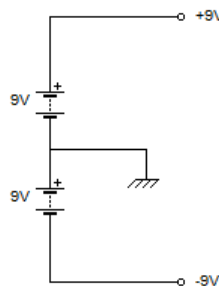
## 9. OTROS COMPONENTES ELECTRÓNICOS

### 9.1. EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL (LM-741)

Un amplificador operacional, habitualmente llamado op-amp o AO, es un componente electrónico (circuito electrónico integrado con ocho patillas) que tiene dos entradas y una salida. La salida es la diferencia de las dos entradas multiplicada por un factor  $G$  denominado ganancia.

$$V_{out} = G \cdot (V_+ - V_-)$$

Es un componente que debe ser alimentado con una tensión simétrica ( $V_{s+}$  y  $V_{s-}$ ), por ejemplo con +9V y -9V. Esto se realiza mediante fuentes de alimentación con dos salidas o bien mediante dos pilas iguales conectadas de la siguiente manera:



Tiene una entrada denominada  $V_+$  (entrada no inversora) y otra denominada  $V_-$  (entrada inversora). El comportamiento de un operacional ideal es el siguiente:

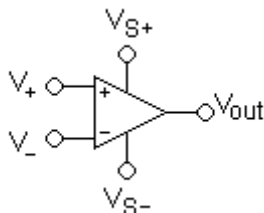
- Si la tensión en la entrada no inversora es mayor que la tensión en la entrada inversora la salida será igual a la tensión de alimentación positiva (en realidad será un poco inferior).

$$\text{Si } V_+ > V_- \text{ entonces } V_{out} = V_{s+}$$

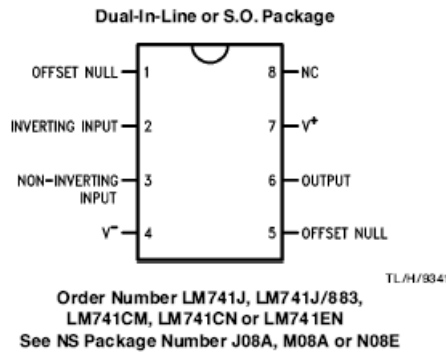
- Si la tensión en la entrada inversora es mayor que la tensión en la entrada no inversora la salida será igual a la tensión de alimentación negativa (en realidad será un poco superior).

$$\text{Si } V_- > V_+ \text{ entonces } V_{out} = V_{s-}$$

El símbolo de un amplificador operacional es el siguiente:

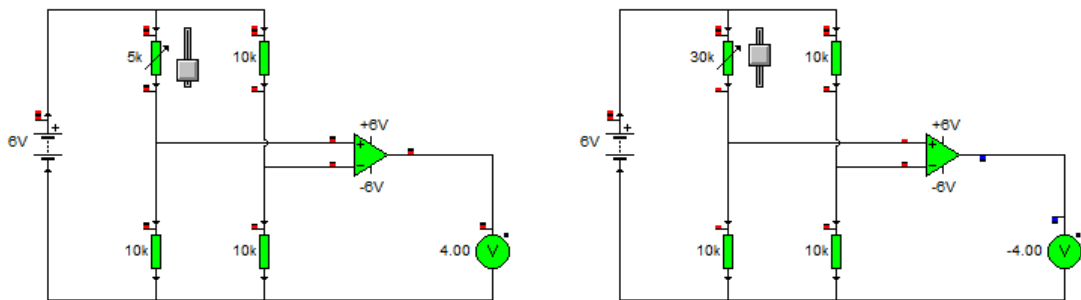


El encapsulado del LM741, así como la distribución de las diferentes patillas son las que aparecen en las siguientes imágenes:



Los amplificadores operacionales tienen múltiples aplicaciones. Se pueden usar como:

- Comparadores,
- Amplificadores de señal,
- Fuentes de corriente o de tensión,
- Acondicionamiento de señales para ser utilizadas en instrumentación, etc.

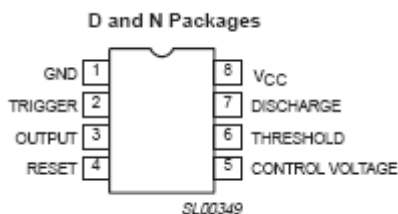


## 9.2. EL CIRCUITO INTEGRADO 555

Es un circuito integrado de ocho patillas cuya función es la de generar señales con intervalos de tiempo plenamente configurables. Su uso más común es como temporizador y como generador de onda cuadrada.

Los intervalos de tiempo del CI555 se controlan de una forma precisa incorporando resistencias y condensadores al circuito.

La distribución de patillas de este circuito integrado es la siguiente:



- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. GND – Puesta a masa</li><li>2. TRIGGER – Disparo</li><li>3. OUTPUT - Salida</li><li>4. RESET – Si se pone por debajo de 0,7 V pone la patilla de salida a nivel bajo. Si no se usa hay que conectarla a Vcc.</li><li>5. CONTROL VOLTAGE – Se controla la temporización independientemente de R y C exteriores. Si no se usa conviene conectarle un</li></ol> | <p>condensador de 0,01<math>\mu</math>F para evitar interferencias.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>6. THRESHOLD – (Umbral) Salida a nivel bajo.</li><li>7. DISCHARGE – Sirve para descargar con efectividad el condensador externo.</li><li>8. +Vcc – Alimentación del temporizador.</li></ol> |
|---|---|

Su funcionamiento (básico) se realizará y analizará en las hojas de prácticas.