

# Unidad didáctica: "Electrónica Analógica"

- 1.- **Introducción.**
- 2.- **La resistencia.**
- 3.- **El condensador.**
- 4.- **El diodo.**
- 5.- **El transistor.**

## 1.- Introducción.

La electrónica se encarga de controlar la circulación de los electrones . Se encarga de que pasen en mayor o menor cantidad con **dispositivos pasivos y activos**. Es la rama de la física que estudia los dispositivos, circuitos y sistemas que hacen posible el intercambio, tratamiento y almacenamiento de la información contenida en señales eléctricas.

Los **dispositivos pasivos**: Los componentes electrónicos pasivos son elementos que no generan ni amplifican la señal. Con estas características, los principales elementos pasivos son : Resistencias, condensadores y bobinas.

Los **dispositivos activos** : Los componentes activos son capaces de generar, modificar y amplificar el valor de una señal eléctrica. son diodos, transistores y circuitos integrados (semiconductores).

Las bobinas y los circuitos integrados no los estudiaremos en esta unidad.

## 2.- La resistencia.

Con el objeto de producir caídas de tensión  $V$  en puntos determinados y limitar la corriente  $I$  que pasa por diversos puntos se fabrican elementos resistivos de los que se conoce su valor Óhmico.

Estos elementos se conocen como resistencias.

Se caracterizan por su:

- **Valor nominal**: es el valor marcado sobre el cuerpo del resistor.

- **Tolerancia**: porcentaje en más o menos, sobre el valor nominal, que el fabricante respeta en todos los resistores fabricados.

- **Coeficiente de temperatura**: la resistencia varía con la temperatura. Esta variación se puede calcular en función del coeficiente de temperatura:

$$R_T = R_0 (1 + \alpha T)$$

- **Potencia nominal**: potencia que puede disipar el resistor en condiciones ambientales de 20 a 25°C. Cuanto mayor es la potencia mayor será el tamaño del resistor.

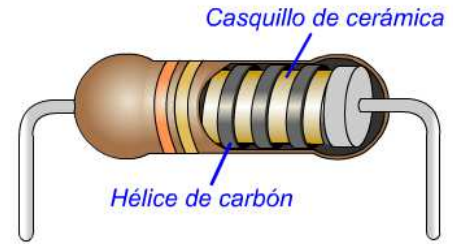
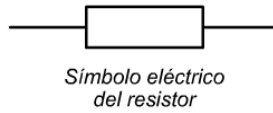
- **Tensión límite nominal**: es la máxima tensión que puede soportar, en extremos, el resistor.

**Existen tres tipos de resistencias, fijas, variables y dependientes.**

**2.1. Resistencias fijas**, se caracterizan por mantener un valor óhmico fijo, para potencias inferiores a 2 W suelen ser de carbón o de película metálica. Mientras que para potencias mayores se utilizan las bobinadas.



Resistencias fijas



Interior de un resistor de película de carbón

Se fabrican resistores con diferentes valores de resistencia: 100 Ω (ohmios), 2 200 Ω, etc. Los anillos de colores impresos en el resistor **indican su valor de forma codificada**.

**Resistencia normal**

2ª Cifra  
1ª Cifra  
Multiplicador  
Tolerancia

1000 ± 5% Ω

1ª cifra	2ª cifra	factor multiplicador	tolerancia
0	0	x1	± 1 %
1	1	x10	± 2 %
2	2	x100	± 5 %
3	3	x1000	color oro
4	4	x10000	± 10 %
5	5	x100000	color plata
6	6	x1000000	
7	7		
8	8		
9	9		

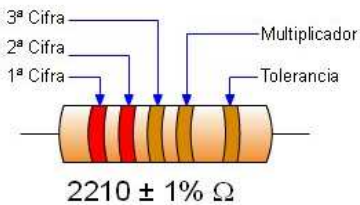
**Clica sobre los colores**

**Resistencia NTC**

Multiplicador  
2ª Cifra  
1ª Cifra

4700 Ω

### Resistencia de precisión



	1ª Cifra	2ª Cifra	3ª Cifra	Multiplicador	Tolerancia
NEGRO	0	0	0	x1	
MARRÓN	1	1	1	x10	±1%
ROJO	2	2	2	x100	±2%
NARANJA	3	3	3	x1.000	
AMARILLO	4	4	4	x10.000	
VERDE	5	5	5	x100.000	±0,5%
AZUL	6	6	6		
VIOLETA	7	7	7	Oro x0,1	Oro ±5%
GRIS	8	8	8	Plata x0,01	Plata ± 10%
BLANCO	9	9	9		Sin color ± 20%

Código de colores

### Código de colores

La interpretación del código de colores es:

1º- colocamos la resistencia de la forma adecuada, con la tolerancia en la parte derecha.

2º- sustituimos cada color por su valor.

1ª cifra = naranja = 3

2ª cifra = blanco = 9

Multiplicador = rojo = x100

Tolerancia = oro = ±5%

3º- El valor nominal será:  $V_n = 3900 \text{ W} \pm 5\%$

4º- Los valores mínimo y máximo serán:

- Valor mínimo = valor nominal - valor nominal \* Tolerancia / 100 =  $3900 - 3900 * 5 / 100 = 3705 \text{ W}$

- Valor máximo = valor nominal + valor nominal \* Tolerancia / 100 =  $3900 + 3900 * 5 / 100 = 4095 \text{ W}$

El valor real de la resistencia se encontrará entre 3705 W y 4095 W.

### Por ejemplo:

Indica el valor en código de colores de las siguientes resistencias:

### Solución:

Valor	1ª cifra	2ª cifra	Multiplicador	Tolerancia
100 Ω ±5%	marrón	negro	marrón	oro
220 Ω ±10%	rojo	rojo	marrón	plata
4700 Ω ±5%	amarillo	violeta	rojo	oro
68000 Ω ±20%	azul	gris	naranja	sin color

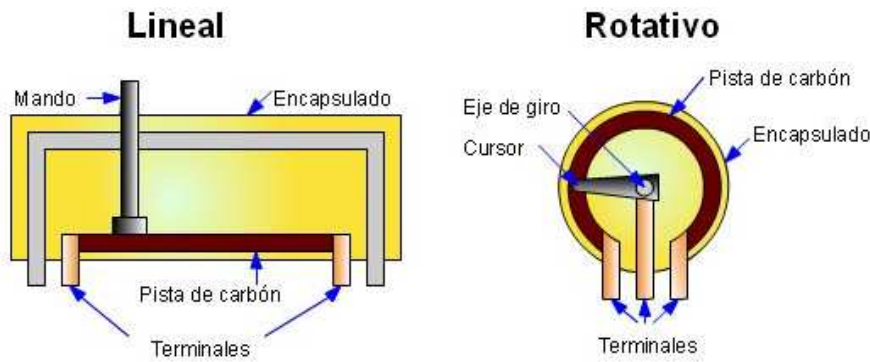
### Otro ejemplo:

Completa el valor de cada resistencia si conocemos los colores de que está compuesta.

### Solución:

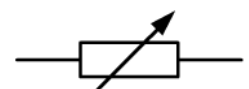
1ª cifra	2ª cifra	Multiplicador	Tolerancia	Valor	V máx	V min
marrón	negro	rojo	oro	1000 Ω ±5%	1050Ω	950Ω
gris	rojo	oro	oro	8,2 Ω ±5%	8,61Ω	7,79Ω
rojo	violeta	verde	plata	2700000 Ω ±10%	2970000Ω	2430000Ω
violeta	verde	negro	oro	75 Ω ±5%	78,75Ω	71,25Ω

**2.2 Resistencias variables**, la variación puede ser rotativa o lineal.



Resistencias variables lineal y rotativa

Los **potenciómetros**, también llamados **resistencias ajustables**, son resistencias variables. A diferencia de las resistencias de carbón, que tienen un valor fijo, el valor de la resistencia de los potenciómetros se pueden ajustar entre cero ohmios y un valor máximo. Debajo puedes ver uno de los tipos de potenciómetro más utilizados, los de tipo **rotatorio**. En su interior hay una pista de un material resistivo, carbón, por ejemplo. La electricidad entra al potenciómetro por una plaquita metálica que roza la pista resistiva. Utilizando un destornillador podemos girar la plaquita y hacer que toque en un punto u otro de la pista. **Cuanto más longitud de pista resistiva deba atravesar la electricidad, mayor será la resistencia del potenciómetro.**



Símbolo eléctrico del potenciómetro

**2.3 Resistencias dependientes**, existen cuatro tipos de resistencias dependientes: **NTC, PTC, LDR y VDR.**

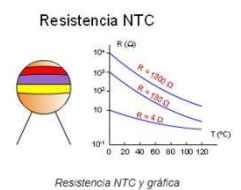
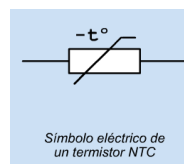
**2.3.1. DEPENDIENTES DE LA TEMPERATURA O TERMISTORES**

Los termistores son componentes electrónicos que se utilizan como **sensores de temperatura**. Tienen la particularidad de que **al variar la temperatura su resistencia eléctrica cambia mucho**. Existen dos tipos:

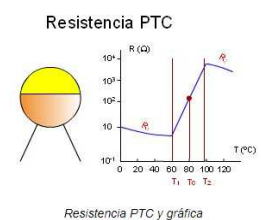
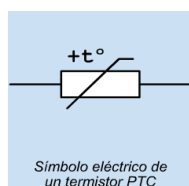
**NTC Y PTC**

Se utilizan en dispositivos de medida y control de la temperatura, como **termostatos** y **termómetros** digitales o circuitos para **proteger equipos eléctricos contra el calentamiento excesivo**.

**NTC:** Resistencia de *coeficiente negativo* de temperatura. Cuando aumenta la temperatura de la misma disminuye su valor óhmico. Se utiliza en aplicaciones relacionadas con la temperatura.

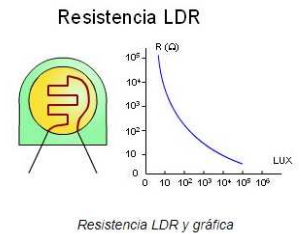
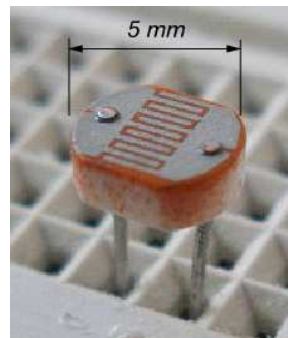
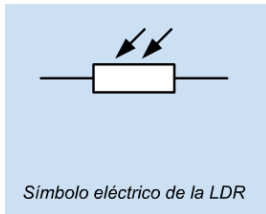


**PTC:** Resistencia de *coeficiente positivo* de temperatura. Cuando aumenta la temperatura de la misma aumenta su valor óhmico. También se utiliza en aplicaciones relacionadas con la temperatura.



### 2.3.2 DEPENDIENTES DE LA LUZ

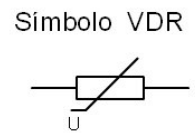
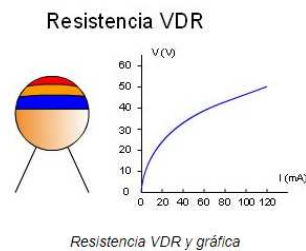
**LDR:** Resistencia dependiente de la luz. Cuando aumenta la intensidad luminosa sobre la misma disminuye su valor óhmico. Se utiliza en aplicaciones relacionadas con la intensidad luminosa. (farolas, cámaras fotográficas...)



### 2.3.3 DEPENDIENTES DE LA TENSIÓN (V)

**VDR:** Resistencia dependiente de la tensión. Cuando aumenta la tensión en sus extremos disminuye su valor óhmico, y circula más corriente por sus extremos.

Se utiliza como protección para evitar subidas de tensión en los circuitos. Cuando se supera la tensión de la VDR la corriente se marcha por ella y protege al circuito.



## 3.- El condensador

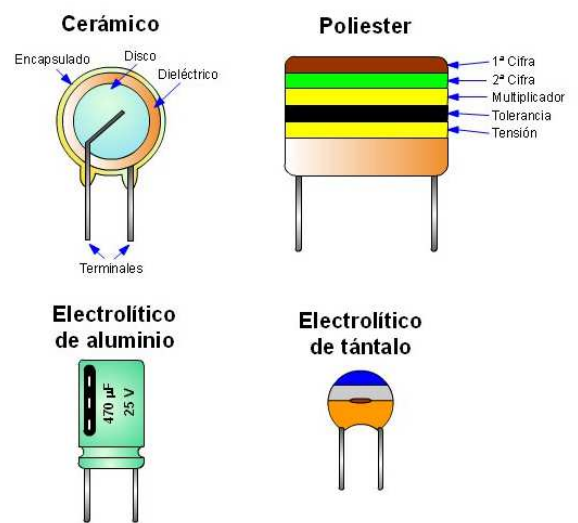
Componente que almacena una carga eléctrica, para liberarla posteriormente.

Los condensadores están formados por dos armaduras conductoras, separadas por un material dieléctrico que da nombre al tipo de condensador.

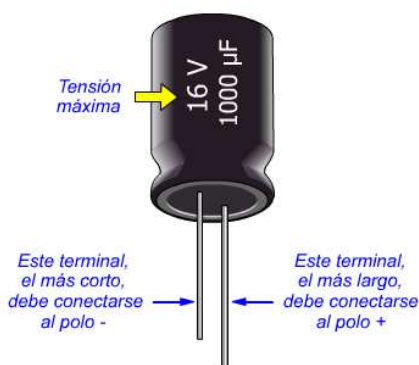
Los hay de diversos tipos, cerámicos, de poliéster, electrolíticos, de papel, de mica, de tántalo, variables y ajustables.

La cantidad de carga que almacena se mide en faradios (F). Esta unidad es muy grande por lo que suele usarse el mini, micro, nano y el picofaradio.

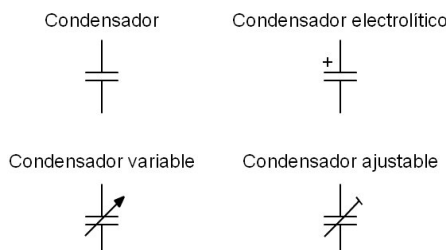
**OJO** los condensadores electrolíticos están compuesto de una disolución química corrosiva, y siempre hay que conectarlos con la polaridad correcta. Patilla larga al positivo de la pila o batería.



Condensadores fijos



La tensión máxima a la que se puede conectar este condensador es 16 V.



### Submúltiplos del faradio

Milifaradio:  $1 \text{ mF} = 10^{-3} \text{ F}$

Microfaradio:  $1 \text{ µF} = 10^{-6} \text{ F}$

Nanofaradio:  $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$

Picofaradio:  $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$

La cantidad de carga eléctrica que almacena se mide en **Faradios**.

$t_1 = 5 \times R_1 \times C$ ; **Tiempo de carga de un condensador.**

$t$  = **Tiempo de carga de un condensador en segundos.**

$R$  = **resistencia de carga en ohmios.**

$C$  = **capacidad del condensador en faradios.**

$\tau$  = **Se denomina constante de tiempo del circuito**

$$\tau = R_1 \cdot C$$

El tiempo de carga depende de la capacidad del condensador y del valor óhmico de la resistencia que está en serie con él  $R_1$ , siguiendo la fórmula:

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

La Capacidad expresa la relación existente entre la carga almacenada y la tensión aplicada:

$$C(\text{faradios}) = \frac{Q(\text{culombios})}{V(\text{voltios})}$$

**Por ejemplo:**

Calcula el tiempo que tardará en cargarse un condensador de **4700  $\mu\text{F}$**  que está en serie con una resistencia  $R_1$  de **1000  $\Omega$** .

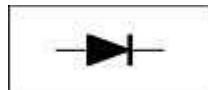
**Solución:**  $t_1 = 5 \cdot 4700 \times 10^{-6} \cdot 1000 = 23,5\text{s}$

## 4.- El Diodo.

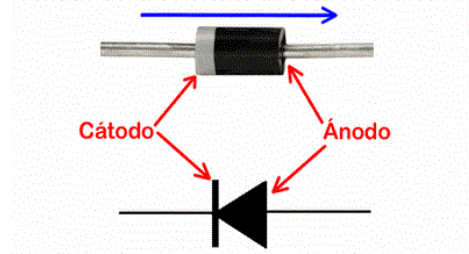
Componente electrónico que permite el paso de la corriente eléctrica en una sola dirección (polarización directa). **Cuando se polariza inversamente no pasa la corriente por él.**

En el diodo real viene indicado con una franja gris la conexión para que el diodo conduzca. De ánodo a cátodo conduce. De cátodo a ánodo no conduce.

El símbolo del diodo es el siguiente:

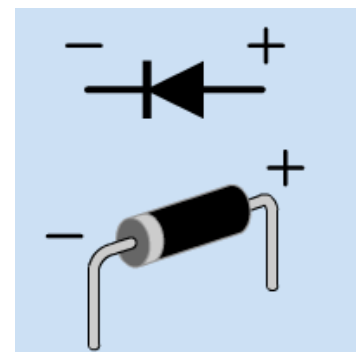


Sentido de la corriente directa en el diodo



### Polarización directa e inversa de un diodo

Un diodo conduce la corriente eléctrica sólo cuando sus terminales se conectan a los polos de un generador como se muestra en los dibujos de la derecha. Se dice entonces que el diodo tiene una **polarización directa** y que está en **estado de conducción**. Si se conecta al revés tiene una **polarización inversa** y está en **estado de bloqueo**, ya que no deja pasar la corriente.



### 4.1. Aplicaciones del diodo:

- Rectificación de onda completa con puente de diodos
- Rectificación de onda completa y filtrado con condensador

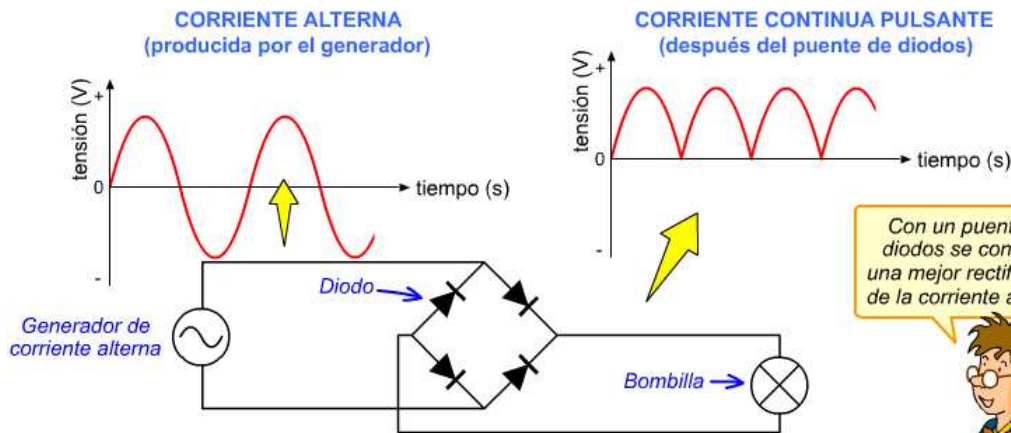
## -Rectificación de media onda con un diodo

### Rectificación de onda completa con puente de diodos

Un sistema mejor para rectificar la corriente alterna es utilizar un **puente de diodos**. Se trata de un circuito de 4 diodos conectados entre sí formando el esquema de la derecha. Como puedes ver en las animaciones, el puente de diodos transforma toda la onda sinusoidal que produce el generador en corriente continua pulsante.



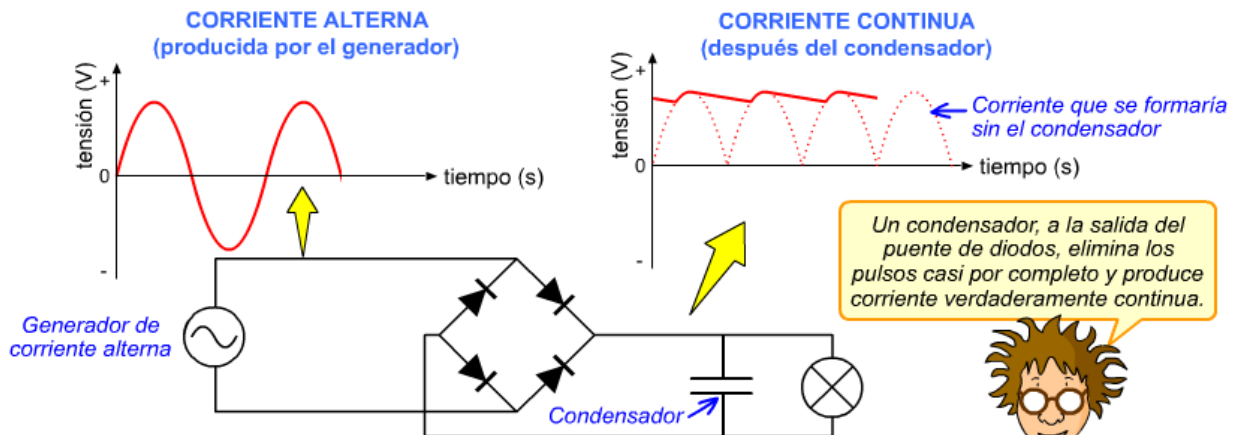
Puente de diodos



Circuito que rectifica la corriente alterna utilizando un puente de diodos.

### Rectificación de onda completa y filtrado con condensador

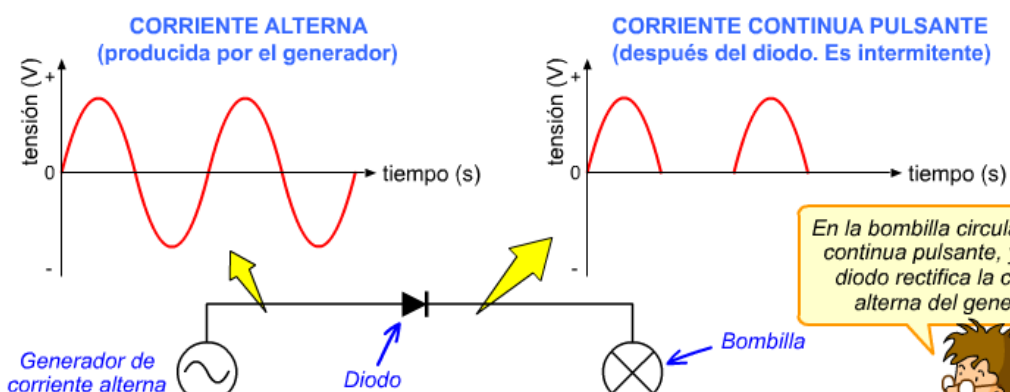
Para conseguir corriente **verdaderamente continua** deberíamos eliminar, o al menos reducir, los pulsos de la corriente que sale del puente de diodos. Para ello se utiliza un **condensador**, que **filtra la corriente pulsante** dejando sólo pequeñas perturbaciones llamadas *rizado*. Se puede eliminar el rizado con un circuito regulador de tensión. Este tipo de circuitos se denominan **fuentes de alimentación**, normalmente tienen también un transformador que reduce la tensión de la red. Se utilizan en la mayoría de aparatos electrónicos.



Circuito rectificador con puente de diodos y condensador.

### Rectificación de media onda con un diodo

La manera más sencilla de **transformar la corriente alterna en continua** es hacerla pasar a través de un diodo. El diodo sólo dejará pasar los electrones que circulan en un sentido e impedirá su paso en el sentido opuesto. La corriente resultante será intermitente y con una tensión e intensidad que fluctúan formando pulsos. A este tipo de corriente se le denomina **corriente continua pulsante**. Se considera corriente continua porque los electrones sólo circulan en un sentido y no con un movimiento alternativo.



Circuito que rectifica la corriente alterna con un diodo.

## EL DIODO LED

Diodo que emite luz cuando se polariza directamente (patilla larga al +). Estos diodos funcionan con tensiones menores de 2V por lo que es necesario colocar una resistencia en serie con ellos cuando se conectan directamente a una pila de tensión mayor (por ejemplo de 4V).

La patilla larga nos indica el ánodo. Lucirá cuando la patilla larga este conectada al polo positivo (polarización directa).



Su símbolo para los circuitos es el siguiente:

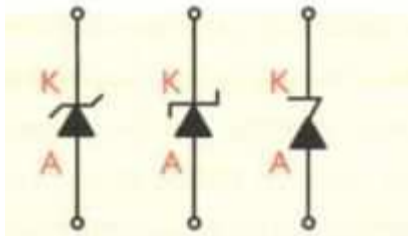
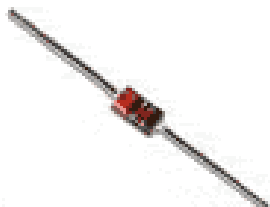


## DIODO ZENER

Los diodos zener, zener diodo o simplemente zener, son diodos que están diseñados para mantener un voltaje constante en su terminales, llamado Voltaje o **Tensión Zener ( $V_z$ )** cuando se polarizan inversamente, es decir cuando está el cátodo con una tensión positiva y el ánodo negativa.

En definitiva, los diodos zener se conectan en polarización inversa y mantiene constante la tensión de salida.

### SIMBOLOS DEL DIODO ZENER



## **5- El transistor**

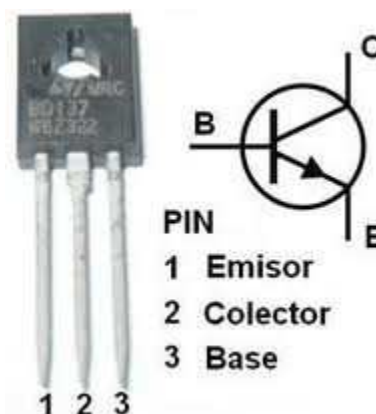
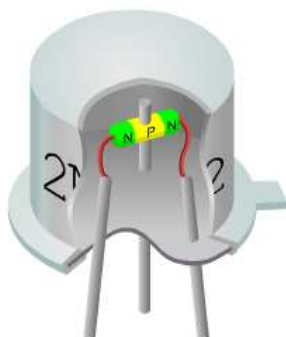
Es un componente electrónico que podemos considerarlo **como un interruptor o como un amplificador**.

Como un *interruptor por que deja o no deja pasarla corriente*, y como *amplificador porque con una pequeña corriente (en la base) pasa una corriente mucho mayor (entre el emisor y el colector)*. Luego lo veremos mejor.

La forma de trabajar de un transistor puede ser de 3 formas distintas.

- En **activa**: deja pasar más o menos corriente.
- En **corte**: no deja pasar la corriente.
- En  **saturación**: deja pasar toda corriente.

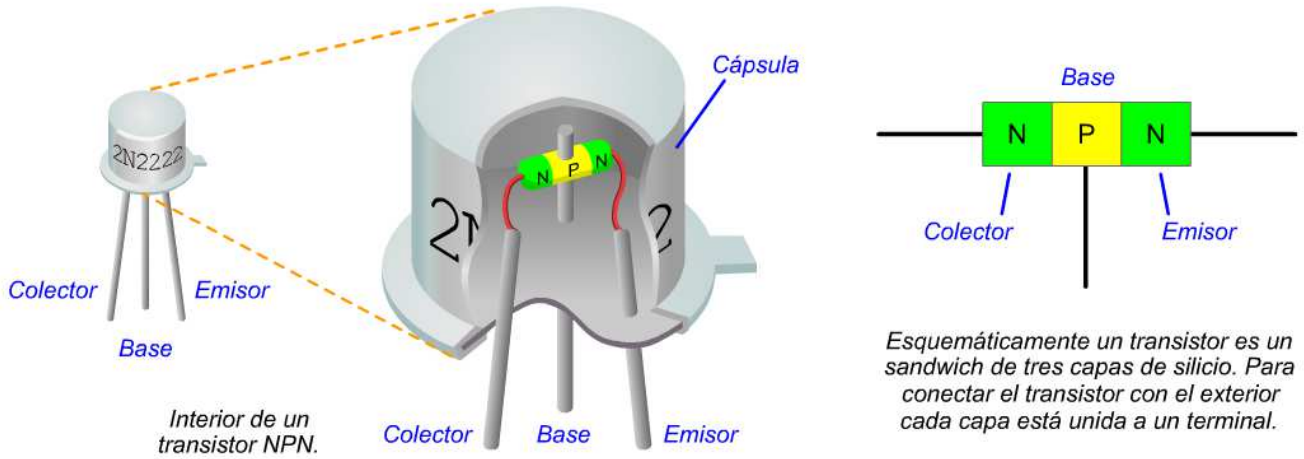
la





## 5.1 ESTRUCTURA DEL TRANSISTOR

Los transistores más comunes son los **transistores bipolares**. Están formados por una capa de silicio tipo P (se llama así porque tiene exceso de cargas positivas) emparedada entre dos capas de silicio tipo N (exceso de cargas negativas). Cada capa de silicio se conecta a un terminal (una pata). Los transistores bipolares que tienen esta estructura se llaman **transistores NPN**. Existe otro tipo, los **transistores PNP**, en los que la capa central es del tipo N y las exteriores del tipo P. Su funcionamiento es básicamente el mismo, aunque cambia la manera como se conectan. En esta miniunidad nos referiremos siempre a los NPN.



## 5.2 EL TRANSISTOR COMO AMPLIFICADOR. GANANCIA

Si alimentamos la base de un transistor con una corriente fluctuante (su intensidad sube y baja), éste tiene un comportamiento muy interesante: **se comporta como un amplificador**. El transistor dejará pasar más o menos corriente entre el colector y el emisor en función de la corriente que recibe la base. Esta corriente seguirá las fluctuaciones de la corriente de la base, la señal, pero con mucha más intensidad, es decir, amplificará la señal que se ha introducido en la base. **Funciona solo hasta un cierto límite de corriente**. Cuando se sobrepasa este límite, el transistor ya no amplifica más y se comporta como un interruptor (circuito cerrado).

