

# **CURSO DE ELECTRÓNICA BÁSICA**

## **Objetivo**

Proveer los conocimientos teóricos y prácticos de Electrónica Básica para que las personas que los cursen sean capaces, de efectuar mantenimiento sencillo a equipo electrónico.

## **Introducción**

El curso demostrará ser útil para personas con preparaciones muy diferentes. Cualquiera persona que tenga un conocimiento superficial de los transistores, por ejemplo, encontrará que el curso transforma su conocimiento en una capacidad de trabajo.

El Técnico ó Ingeniero dedicado al mantenimiento de equipo transistorizado, aprenderá en el una fuente excelente de información práctica.

También, el estudiante de Instituto o Colegio que esté siguiendo un primer curso sobre transistores encontrará que este material que se cita en el curso constituye un complemento valioso de cualquier libro de texto.

Por último, en el desarrollo del curso se citan detalles prácticos de mantenimiento de equipo electrónico.

## **Temario**

- 1** Introducción.
- 2** Elementos Electrónicos Básicos.
- 3** Conceptos de Circuitos Eléctricos.
- 4** Conceptos de Mediciones Eléctricas y Electrónicas.
- 5** El Diodo Semiconductor.
- 6** El Transistor Bipolar.

## Electrónica Básica.

### 1.1 Introducción al curso

#### Múltiplos y Submúltiplos Decimales.

NOMBRE	SIMBOLO	EQUIVALENTE
Tera	T	$10^{12}$
Giga	G	$10^9$
Mega	M	$10^6$
Kilo	K	$10^3$
Hecto	H	$10^2$
Deca	da	10
Unidad	-	-
Deci	d	$10^{-1}$
Centi	C	$10^{-2}$
Mili	m	$10^{-3}$
Micro	M	$10^{-6}$
Nano	N	$10^{-9}$
Pico	P	$10^{-12}$
Femto	f	$10^{-15}$
Atto	a	$10^{-18}$

#### Unidades Fundamentales Eléctricas.

Resistencia "R"	Ohm $\Omega$
Potencial "V"	Volt V
Corriente Eléctrica "I"	Amper A
Inductancia "L,M"	Henry H ó Hy

### 1.2 Conceptos de Electrónica.

**Conductor:** Cualquier material capaz de conducir la corriente eléctrica (p.e., oro, plata, cobre...)

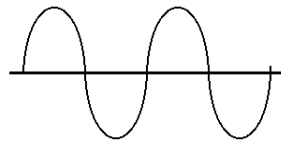
**Aislante:** Material que obstruye totalmente el paso de la corriente (p.e., mica, porcelana, madera seca...)

**Semiconductor:** Material que naturalmente no es conductor, pero mediante un tratamiento químico puede llegar a ser conductor (p.e., silicio, germanio)

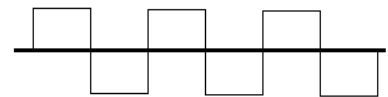
**Corriente Eléctrica:** Flujo de carga negativa (electrones) a través de un material conductor.

**Tipos de señales.**

- 1. Sinusoidal.



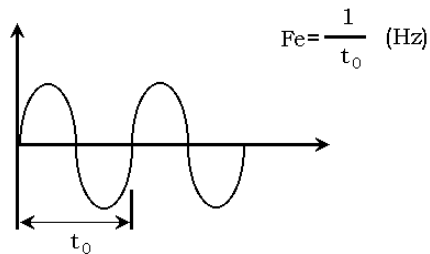
- 2. Cuadrada.



- 3. Triangular.



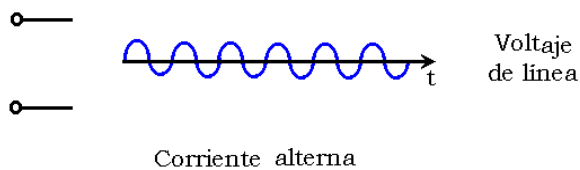
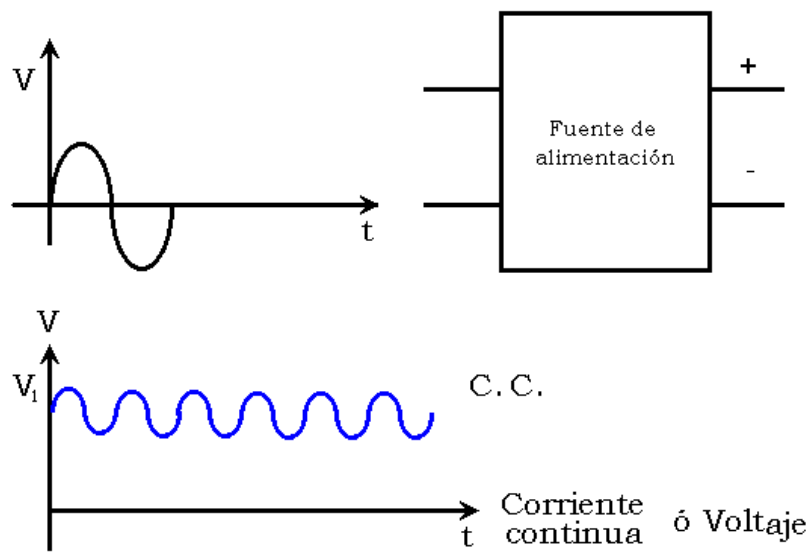
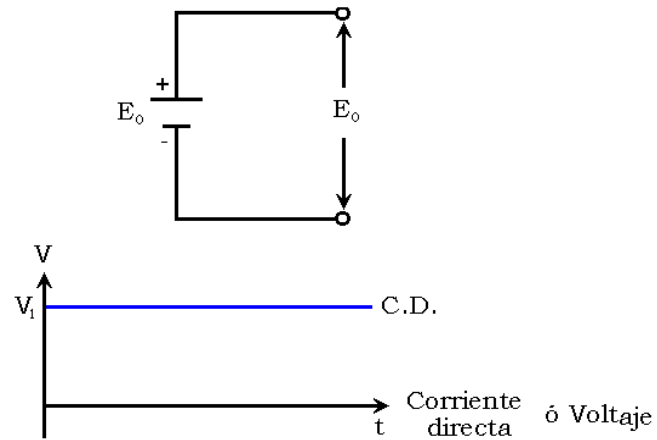
**Frecuencia y Período.**



$F_e$  = Frecuencia ó número de veces que se repite un evento en la unidad de tiempo (1 seg.)

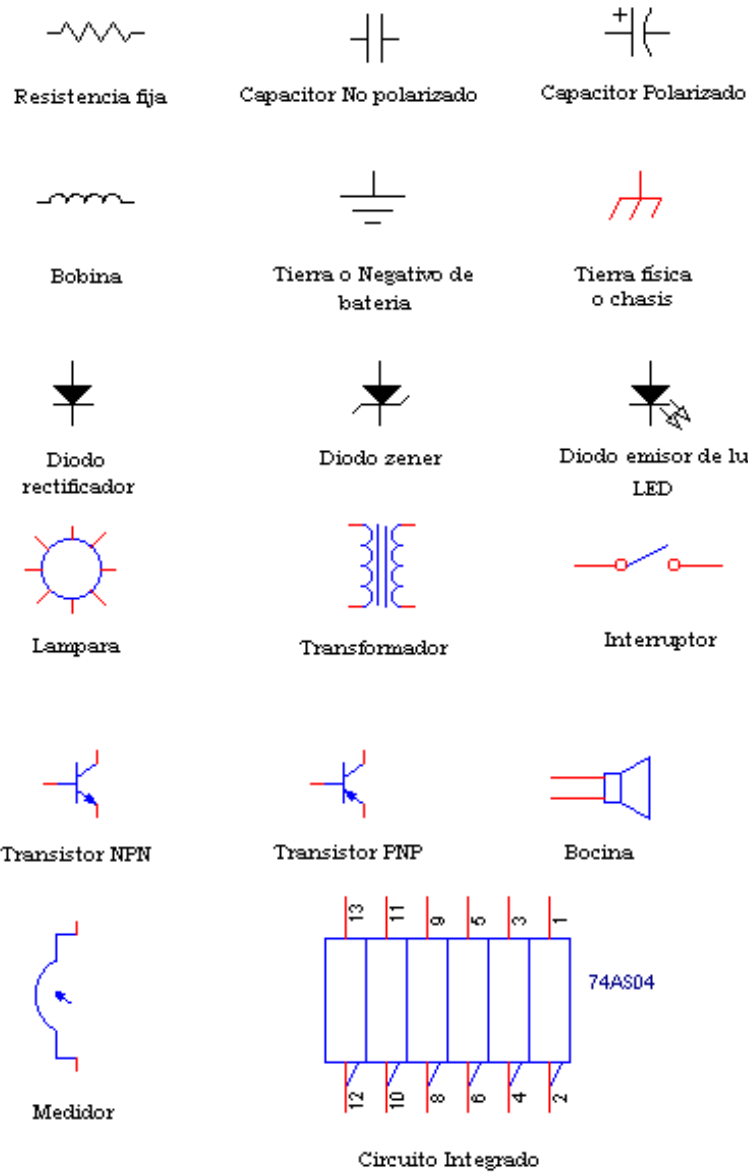
$t_0$  = Período o tiempo en el cual se cumple un evento o ciclo.

## Corriente Directa, Continua y Alterna.



## 2.- Elementos Electrónicos Básicos

## 2.1 Simbología usada para elementos electrónicos.

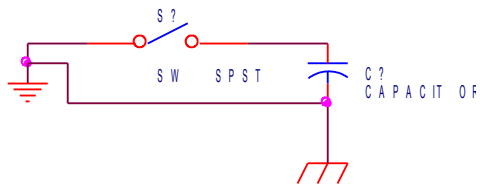


## 2.2 Elementos electrónicos básicos (Definición).

Resistencia o resistor (R): Elemento electrónico que se opone al paso de la corriente eléctrica y disipa energía en forma de calor (Watts) (Vatios).



Capacitor (C): Es aquel elemento electrónico que almacena energía en forma de campo eléctrico.



Bobina (L): Elemento electrónico que almacena energía en forma de campo magnético.



### 2.3 Componentes.

Resistores.

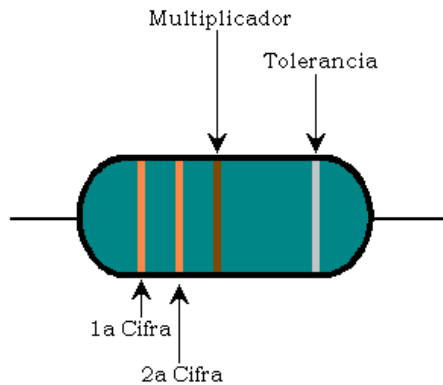
Fijos

Variables (Potenciómetros)

Sus especificaciones más importantes son:

1. Valor ohmico (resistencia)
2. Capacidad para disipar calor (potencia)

El valor específico de un resistor, está normalizado por el Código de Colores, que se explica a continuación:



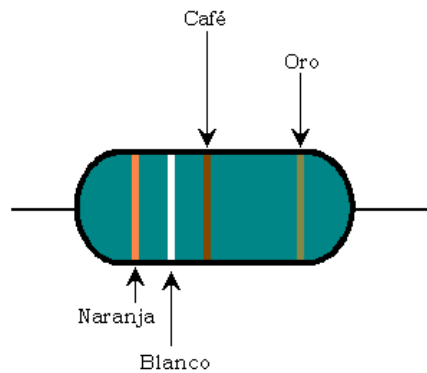
### Código de colores

Color	Valor	Tolerancia	
Café	1	Dorado (Oro)	5%
Rojo	2	Plateado (Plata)	10%
Naranja	3	Sin color	20%
Amarillo	4		
Verde	5		
Azul	6		
Violeta	7	Para la tercer franja	
		Factor de Multiplicación	
Gris	8		
Blanco	9	Dorado	0.1
Negro	0	Plateado	0.01

Observación: la lectura del resistor siempre se inicia a partir de la franja que está más cerca del extremo del cuerpo del elemento.

Ejemplo: indique el valor o los colores en cada una de las siguientes resistencias.

1.



$R = 390 \pm 5\%$   
*Explique la Tolerancia*

2 Franja      Amarillo  
           Violeta  
           Dorado  
           Oro

$R = 47 * 0.1 \pm 5\%$   
 $R = 4.7 \pm 5\%$

3 Franja      Rojo  
           Violeta  
           Azul  
           Plata

$R = 27\ 000\ 000 \pm 10\%$   
 $R = 27\ M \pm 10\%$

**Tabla de valores comerciales**

Tolerancia	20%	10%	5%
	10	10	10
		12	11
			12
			14
	15	15	15
			16
		18	18
			20
	22	22	22
			24
		27	27
			30
	33	33	33
			36
			39
			43
	47	47	47
			51
		56	56
			62
	68	68	68
			75
		82	82

Observaciones:

- 1** Cifras usadas en la producción de resistores fijos.
- 2** Para cualquier valor agréguese ceros a éstos números hasta un máximo de 22 MΩ

Capacitores.

Un capacitor tiene dos especificaciones que lo definen totalmente, las cuales son:

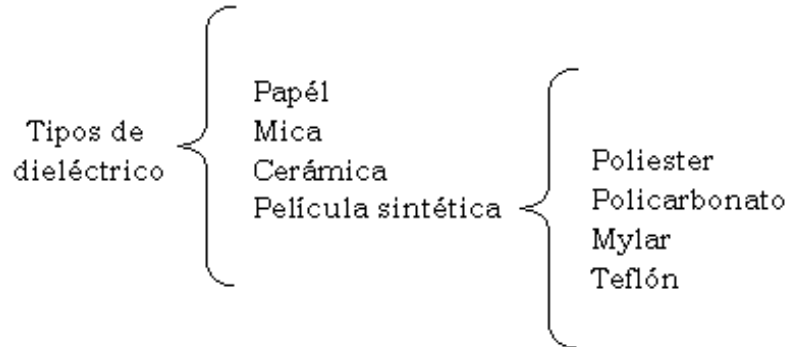
Capacidad            Fija  
                                  Variable  
 Voltaje de trabajo



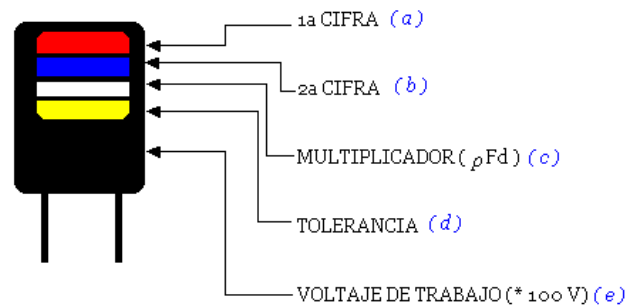
**Capacidad.-** Normalmente viene dada en microfaradios ( $\mu\text{Fd}$ ) ó picofaradios ( $\rho\text{Fd}$ ), y está impresa en el cuerpo del elemento.

**Voltaje de trabajo.-** Es el voltaje máximo que soporta el capacitor en sus extremos sin que se dañe ó perfore el dieléctrico. Normalmente, el voltaje está relacionado con el tamaño del capacitor, es decir a mayor voltaje mayor tamaño.

Otra clasificación de los capacitores se puede hacer basándose en el material que tiene entre sus placas (dieléctrico).



Citaremos el código para obtener el valor de un capacitor de película sintética.



*Nota: se han "asignado" colores a las regiones de las cuales se hace mención en el diagrama para una mejor visualización por parte del alumno.*

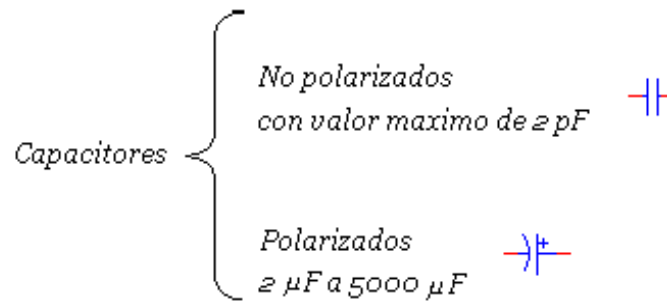
Nota: Se usa el mismo código que para los resistores.

Ejemplo:

A	Café	
B	Negro	$C = 10\ 000\ 000\ 000\ 000\ F$
C	Naranja	$C = 10\ \rho F$
D	Blanco	$\text{Voltaje de Trabajo} = 4 * 100 = 400V$
E	Amarillo	$\text{Tolerancia } \pm 10\%$

### Tolerancia (d)

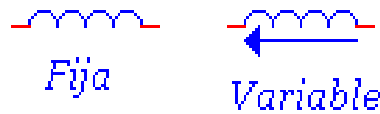
Negro  $\pm 20\%$   
Blanco  $\pm 10\%$   
Verde  $\pm 5\%$



### Inductores

Especificaciones más importantes:

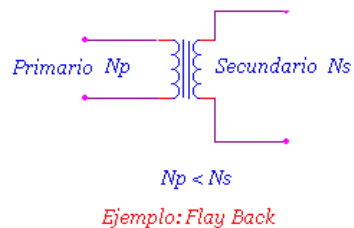
Inductancia (fija ó variable)  
Corriente



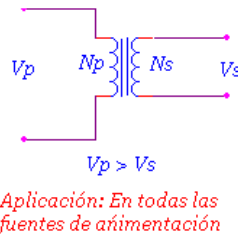
### Transformadores.

Los transformadores de acuerdo con su aplicación se clasifican en:

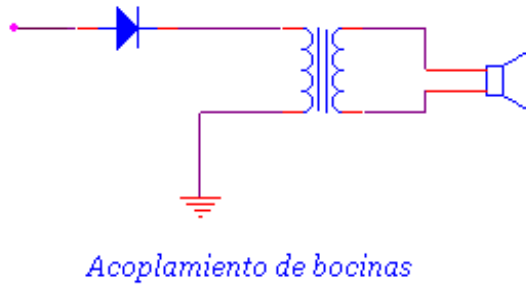
#### A. Elevación



## B. Reducción

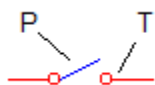
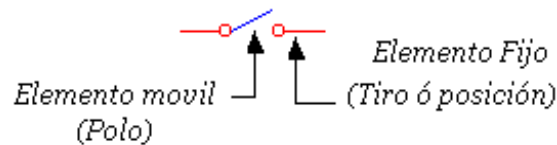


## C. Acoplador ó aislador

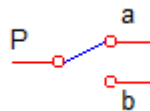


## Interruptores.

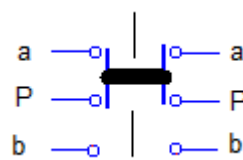
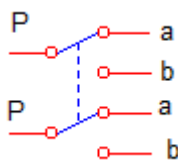
Un interruptor es un elemento pasivo que consta de un polo (elemento móvil, giratorio ó deslizable), y un tiro ó posición (fijo).



1 Polo 1 Tiro



1 Polo 2 Posiciones

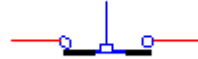


## 2 Polos 2 Posiciones

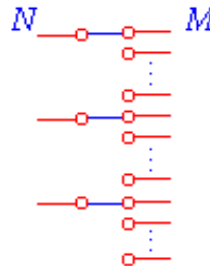
1 Polo, 1 Posición  
Normalmente abierto (N.A.)



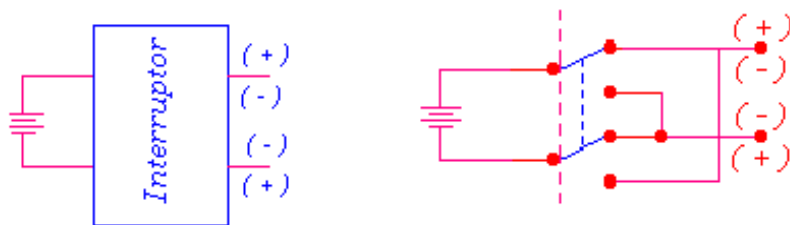
1 Polo, 1 Posición  
Normalmente cerrado (N.C.)



Interruptor simétrico de N polos, M tiros.



*Problema:* Se requiere que con un movimiento del interruptor, el dispositivo cambie de polaridad a la batería.

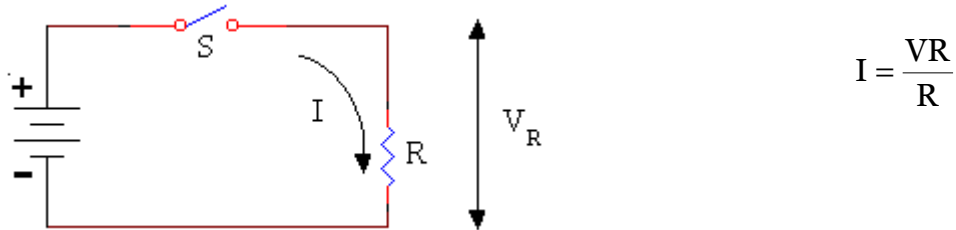


### 3.- Conceptos de circuitos eléctricos.

Ley de Ohm: La corriente que circula por un resistencia, es directamente proporcional al voltaje que se aplica en los

extremos de dicho elemento, e inversamente proporcional a la resistencia que opone dicho elemento.

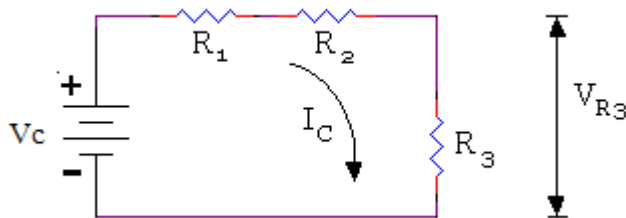
Cuando se cierra el interruptor por “s”:



**Circuito Serie:** Un circuito serie, es aquel donde la corriente es la misma y la caída de voltaje en cada uno de los elementos es diferente.

La corriente  $I_0$  es la misma para todas las resistencias. Pero  $V_0 = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3}$ .

El valor de la corriente es:



$$R_0 = R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$I_0 = \frac{V_0}{R_1 + R_2 + R_3}$$

**Circuito Paralelo Resistivo:** En un circuito en paralelo el voltaje es el mismo pero la corriente en cada uno de los elementos es diferente.

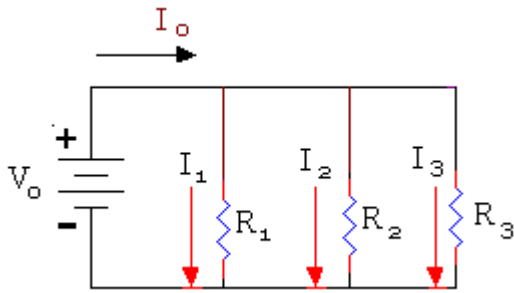
El valor del voltaje (caída) en cada uno de los elementos es el mismo, pero la corriente es diferente.

El valor de la corriente  $I_0$  es:

$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3$$

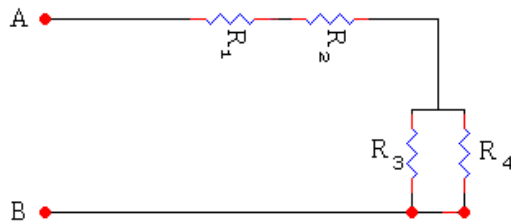
$$I_0 = \frac{V_0}{R_T}$$

Donde la resistencia total es:

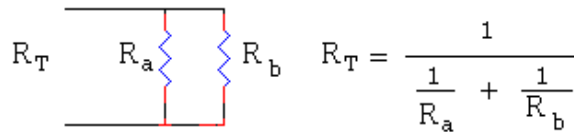


$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

Simplificación de arreglos resistivos (EJEMPLOS):



$$R_{ab} = R_1 + R_2 + \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$$



$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b}}$$

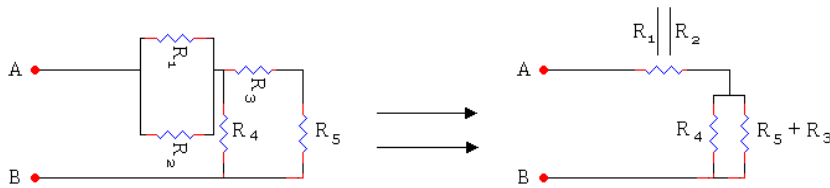
Demostrando:

$$\frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b} = \frac{R_b + R_a}{R_a * R_b} = \frac{R_a + R_b}{R_a * R_b} \quad \text{Pero} \quad R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b}} = \frac{1}{\frac{R_a + R_b}{R_a * R_b}}$$

Pero  $\frac{1}{\frac{4}{5}} = \frac{5}{4}$  Entonces  $\frac{1}{\frac{1}{R_1 + R_2}} = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$

CONCLUSIÓN:  $R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$

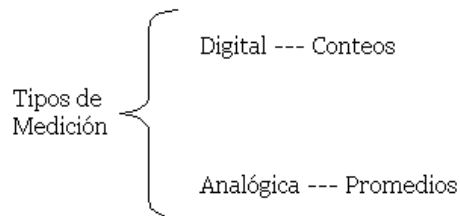
El paralelo de dos resistencias es igual al producto, y dividido entre la suma de ambas.



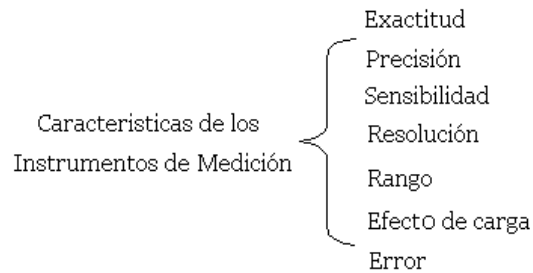
$$R_5 = R_1 // R_2 + R_4 // (R_3 + R_5)$$

#### 4.- Conceptos de Mediciones Eléctricas.

“Medición Analógica y Digital.”



Instrumentos de Medición: Un instrumento de medición puede ser definido como un dispositivo para determinar el valor o magnitud de una variable.

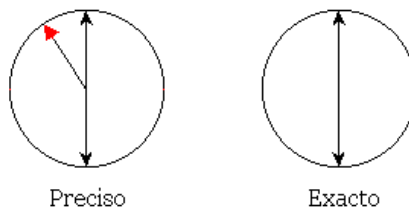


**Exactitud:** Es la cercanía con la cuál la lectura del instrumento de medición se aproxima al valor verdadero de la variable que está siendo medida.

**Precisión:** Es la cualidad de poder definir exactamente la variable que esta siendo medida.

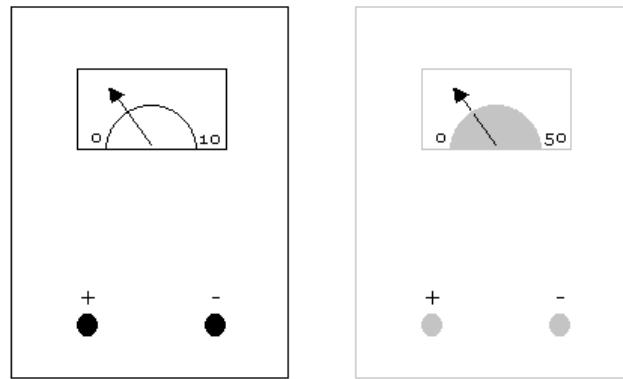
Es decir: La exactitud se refiere al grado de proximidad del valor verdadero de la cantidad bajo medición. La precisión se refiere al grado de concordancia dentro de un grupo de mediciones. Una medición puede ser precisa y no necesariamente exacta.

La precisión se compone de dos características: Conformidad y Cifras significativas. Por ejemplo: Si  $R = 1,384,572$ , y se lee  $1.4\mu$ . la conformidad es  $1,384,572$  y la precisión no es suficiente por falta de cifras significativas, para ser lectura exacta.



**Sensibilidad:** Es la relación que existe entre la señal de salida (ó respuesta del instrumento) a un cambio de la señal de entrada (ó la variable que está siendo medida)



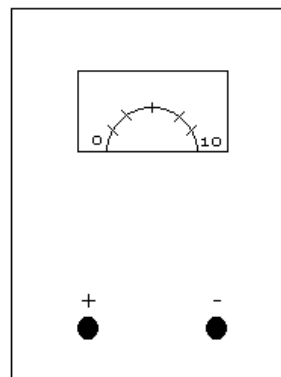


Sensibilidad

**Resolución:** Es el cambio más pequeño en el valor medido, al cual el instrumento responderá.

**Rango:** El rango de un instrumento es definido como la región cerrada por los límites dentro de los cuáles una cantidad particular es medida. El rango es usado para expresar los límites superior e inferior del instrumento de medición.

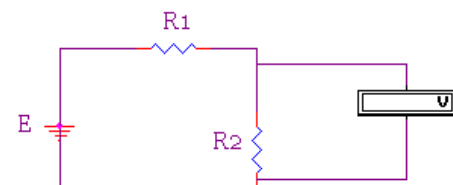
**Escala:** Es la región continua desde el límite inferior al límite superior.



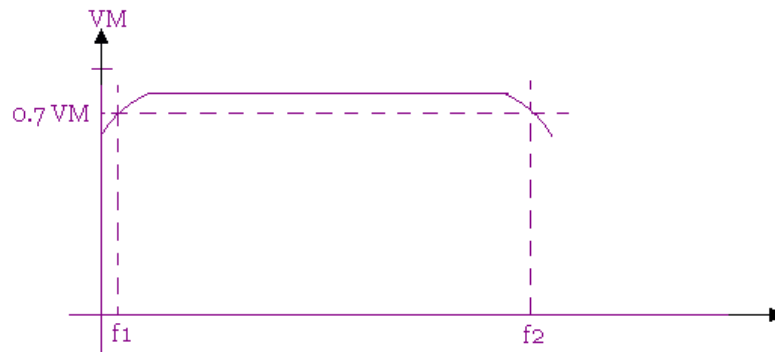
Rango  
0 - 10 V

Escala  
1.6 V/Div.

**Efecto de carga:** El efecto de carga en un proceso de medición es aquel cambio, en el circuito bajo prueba causado por el instrumento de medición.



**Respuesta de frecuencia:** Se considera como la respuesta de un instrumento de medición (satisfactoria ó confiable), cuando este cuantifica la señal de una frecuencia determinada.



**Error:** El error de una medición es definido como la diferencia, entre el valor medido y el valor verdadero de la variable en cuestión.

Se clasifican en:

- 1) *Humanos.*
- 2) *Sistemáticos.*
- 3) *Instrumentales.*
- 4) *Ambientales.*
- 5) *Casuales.*

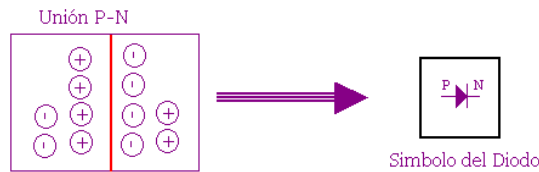
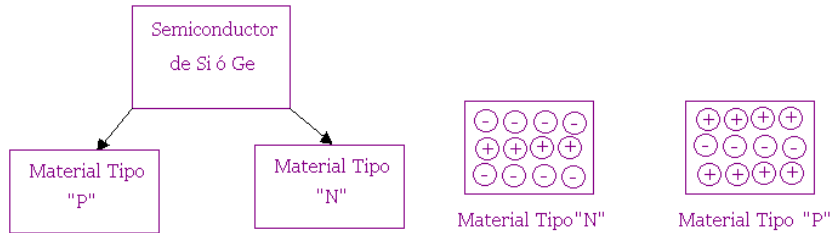
- 1 **Humanos:** comprenden aquellos como: mala lectura de los instrumentos, ajuste incorrecto y aplicación inapropiada de ellos (Efecto de carga).
- 2 **Errores sistemáticos:** Proviene de los instrumentos, tal como el desgaste ó defectos de ellos mismos y los efectos del medio ambiente en el equipo (temperatura, compresión, etc.). Por lo anterior los errores sistemáticos se dividen a su vez en *Instrumentales y Ambientales.*
- 3 **Errores Casuales o al azar:** Se deben a causas desconocidas y ocurren cuando todos los errores sistemáticos se han contabilizado y afectan en forma muy pequeña. La única forma de eliminar estos errores es incrementando el número de lecturas y utilizar medios estadísticos para obtener la mejor aproximación a la cantidad bajo medición.

**Repetibilidad:** Es la propiedad de un Instrumento de dar la misma lectura varias veces.

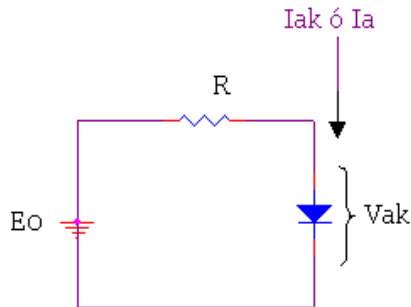
**Cifras Significativas:** Una indicación de las mediciones se obtiene a partir del número de cifras significativas con las cuales se expresa el resultado. Las cifras significativas dan información de la magnitud y precisión.

**5.- El Diodo Semiconductor.**

Los materiales semiconductores más usados son: el Silicio (Si) y el Germanio (Ge). Estos materiales pueden ser tratados químicamente para obtener material tipo "P" ó material tipo "N".



**Polarización Directa**



**Observaciones:**

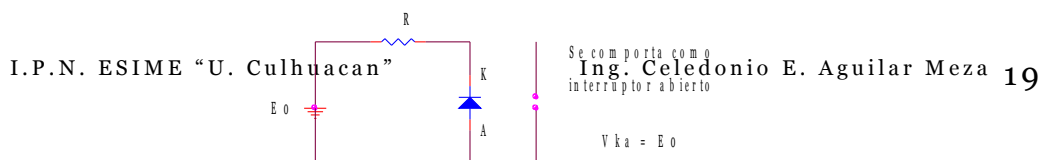
1.- En polarización directa existe un pequeño voltaje  $V_{ak}$ , que tiene un valor determinado dependiendo del material con el cuál está construido el diodo.

$V_{ak}$       0.3 V si el diodo es de Ge  
               0.6 V si el diodo es de Si

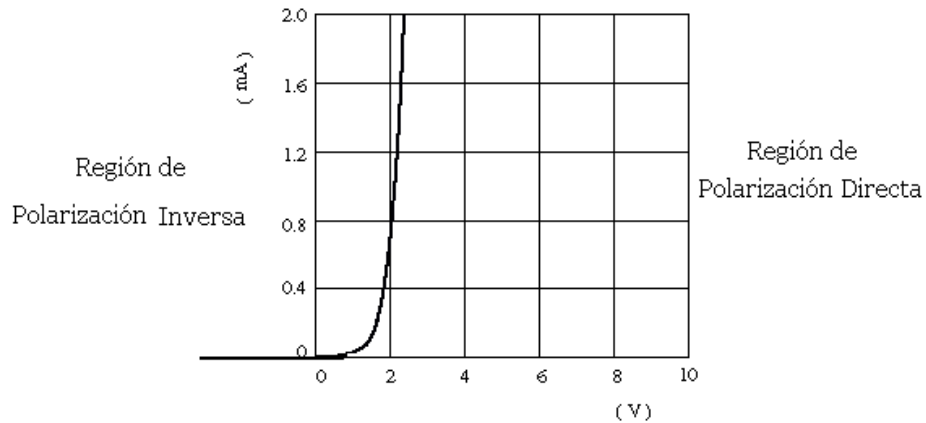
2.- Desde el punto de vista del interruptor, el diodo equivale a un interruptor cerrado.



3.- Un diodo se polariza directamente, hasta que se vence el voltaje de rodilla o unión ( $V_{ak}$ ).



### Gráfica de Comportamiento del Diodo.



### Ejemplos de Diodos.

Los diodos pueden ser designados en número, dependiendo del fabricante que lo elabore; por ejemplo para motor las letras que designan un diodo son **1N XXXX**, donde las cuatro cifras, después del 1N, representan la característica de cada diodo.

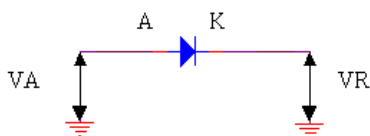
#### Encapsulados.

- a)** Silicio: Por lo general viene encapsulados en plástico negro, con una franja blanca que indica el cátodo.
- b)** Germanio: Por lo general vienen encapsulados en plástico transparente ó cristal y traen una raya negra que indica el cátodo.



#### Regiones de Trabajo del Diodo.

Para asegurar la región de donde está operando el diodo, polarización directa o inversa se puede aplicar la siguiente técnica:



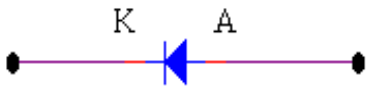
$V_A - V_K >$  Voltaje de unión o rodilla.

Ejemplos.- Indicar en los siguientes casos, si el diodo está polarizado directamente o inversamente.



$$V_A - V_K = 12V - 9V = 3V \text{ o. } 0.3V$$

*Diodo polarizado directamente*



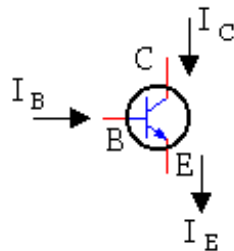
$$V_A - V_K = 200V - 100V = 100V \text{ o. } 0.6V$$

*Diodo polarizado directamente*

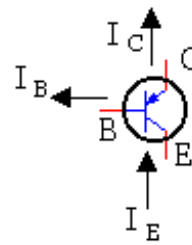
## 6.- El Transistor Bipolar.

Existen dos tipos de transistores: NPN y PNP, que se muestran a continuación.

Notas:



Transistor NPN

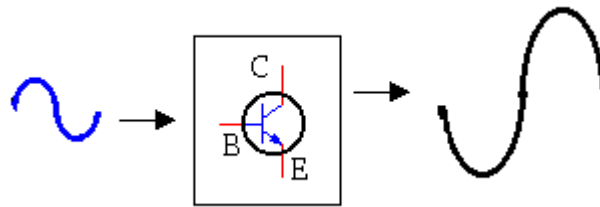


Transistor PNP

- 1 Se debe cumplir la ecuación:  $I_e = I_c + I_b$
- 2 La corriente del colector es aproximadamente igual que la corriente del emisor.
- 3 La corriente de base es mucho menos que otras corrientes.

El transistor bipolar puede ser usado como:

Como amplificador de señal.



En esta forma de trabajo se cumple la relación  $I_c = \beta \cdot I_b$   
 Donde:

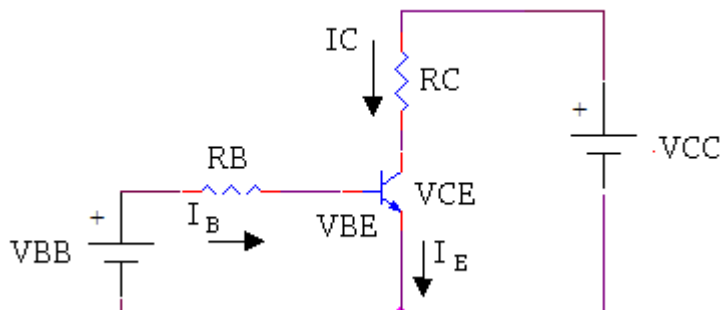
$I_c$  es la corriente de colector.

$I_b$  es la corriente de base.

$\beta$  es el factor de amplificación de la señal que entra por la base y sale por el colector.

Como interruptor.

Para entender el funcionamiento se explicara partiendo de una configuración de transistor bipolar tipo Emisor-Común.



Considerando las ecuaciones del circuito:

$$I_c = \beta \cdot I_b \quad (1)$$

$$V_{cc} = I_c \cdot R_c + V_{ce} \quad (2)$$

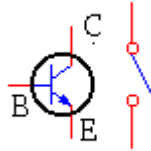
a) Región de Corte

En esta condición el voltaje en la base ( $V_{BB}$ ) es cero, bajo esta condición la corriente que entra por la base  $I_B$  es cero; Y por la ecuación (1) la corriente del colector  $I_C$  es cero. Luego trasladando este valor a la ecuación (2) resulta:

$$V_{CC} = I_C \cdot R_C + V_{CE}$$

↓  
0

$V_{CC} = V_{CE}$ , con esta igualdad se concluye que entre las terminales del colector y el emisor se comporta como un circuito abierto.



#### b) Región de Saturación

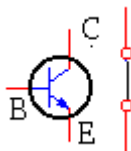
En esta condición el voltaje en la base ( $V_{BB}$ ) es máximo, bajo esta condición la corriente que entra por la base  $I_B$  es máximo; Y por la ecuación (1) la corriente del colector  $I_C$  es máximo. Luego trasladando este valor a la ecuación (2) resulta:

$$V_{CC} = I_C \cdot R_C + V_{CE}$$

↓

Máximo

De lo anterior se deduce que el producto  $I_C \cdot R_C$  es máximo y casi igual a el voltaje  $V_{CC}$ , por lo anterior el voltaje  $V_{CE}$  es mínimo típicamente  $0.2V_{CC}$ . Con lo anterior se concluye que entre las terminales del colector y el emisor se comporta como un circuito cerrado.

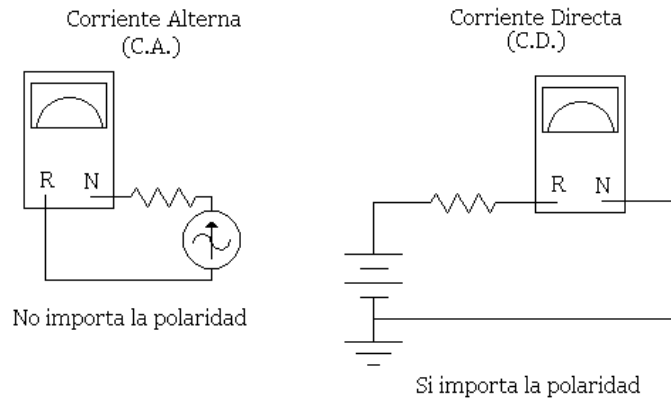


## Uso de los Instrumentos de Medición Básicos

Un instrumento de medición se puede definir como un dispositivo para determinar el valor ó magnitud de una variable. Por ejemplo, tenemos medidores de voltaje, corriente, resistencia.

*Amperímetro*: Mide la corriente eléctrica que pasa por una carga o resistencia, las unidades más usadas son; Los mA y Amperes.

Los hay de:

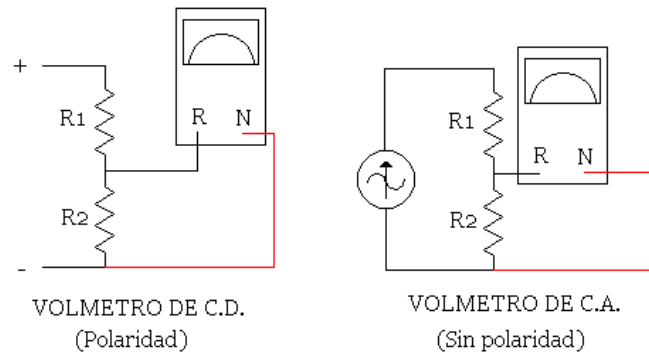


### PRECAUCIONES:

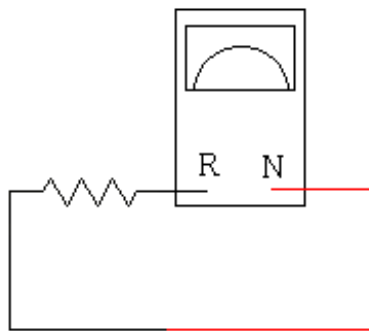
- ° **Un Amperímetro se conecta en serie a la carga.**
- ° **Nunca se conecte en paralelo a la carga o elemento del que se quiere medir corriente.**

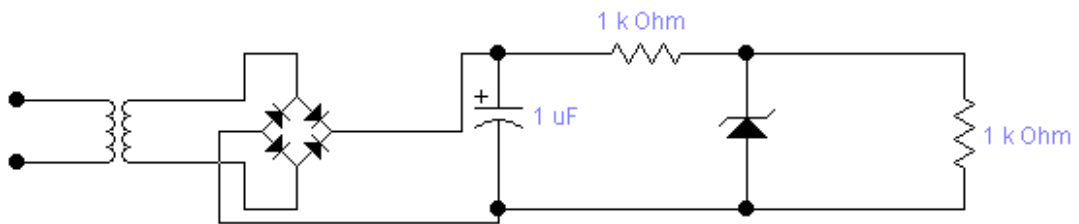
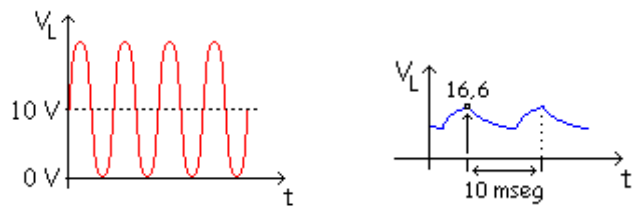
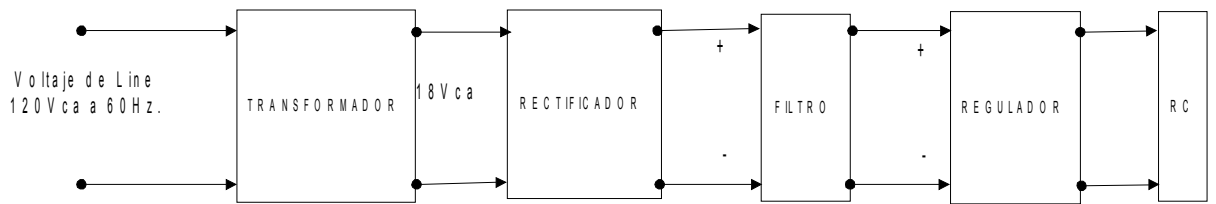
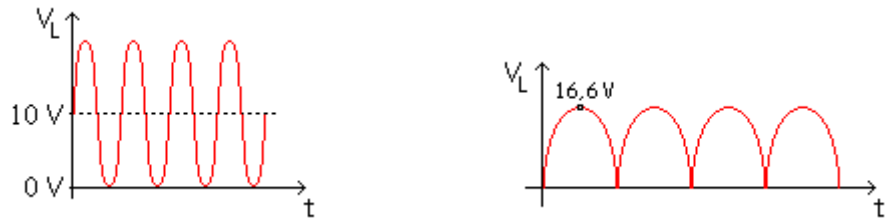
*Volmetro*: Mide la caída de tensión en cualquier elemento electrónico, los hay de Corriente directa y Corriente Alterna.



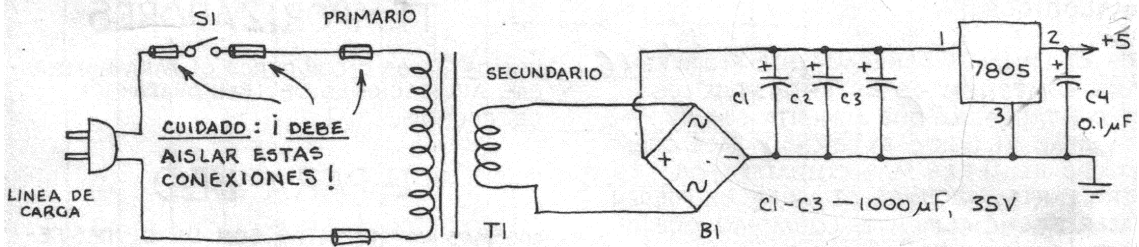


**Ohmetro:** Es un instrumento de medición que mide la resistencia (valga la redundancia) eléctrica de cualquier elemento. No tiene polaridad y se usa siempre un circuito sin energía.

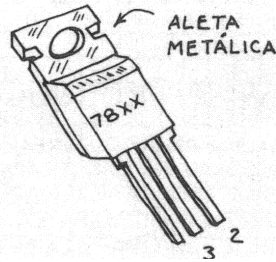




## FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 5 VOLTS TTL/LS CONECTADA A LA LÍNEA



COLOQUE  
DISIPADOR  
TÉRMICO  
SI SE REQUIERE



1.- ENTRADA  
2.- SALIDA  
3.- TIERRA

## Bibliografía

- Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición

Autores: Albert D. Helfrick y William D. Cooper

Editorial: Prentice-Hall Hispanoamericana S. A.

México 1991

- Principios de Electrónica

Autor: Albert Paul Malvino

Editorial: McGraw-Hill de México S. A. de C. V.

México 1982