

# ELECTROTECNIA

---

CRISTALDO JAVIER

# Objetivos de la materia

---

Que el alumno:

Adquiera los conocimientos básicos de los funcionamientos de las instalaciones eléctricas.

Seleccione los procedimientos de análisis por medio de leyes eléctricas y electromagnéticas a utilizadas.

Realice el cálculo de magnitudes básicas de los circuitos eléctricos y magnéticos, interpretando el funcionamiento de los mismos

Interprete los resultados de los distintos esquemas de circuitos eléctricos y magnéticos.

# Bibliografía

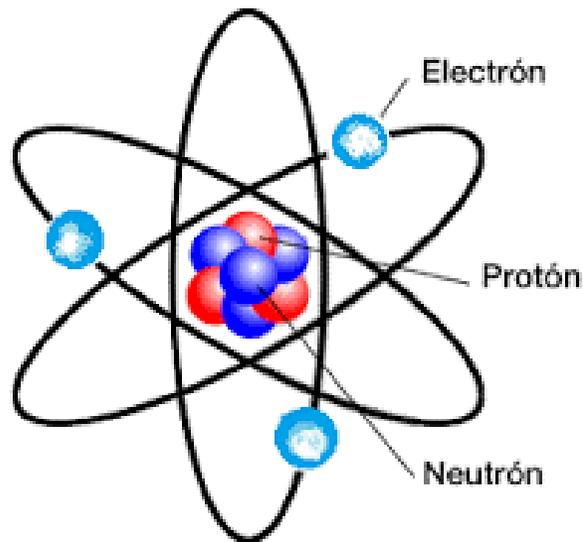
---

- Maquinas Eléctricas. – Marcelo Antonio Sobrevila
- Circuitos magnéticos y transformadores- Staff del MIT -Ed. Reverte.
- Transformadores - Ing. Enrico Spinadel - Nueva Librería.
- Máquinas Eléctricas- Rafael Sanjurjo Navarro - Ed. McGraw-Hill.
- Transformadores de potencia y de protección. Ing. Enrique Ras Olivera. Ed. Marcombo.
- Circuitos magnéticos y transformadores- Staff del MIT -Ed. Reverte.

# Conceptos de electricidad

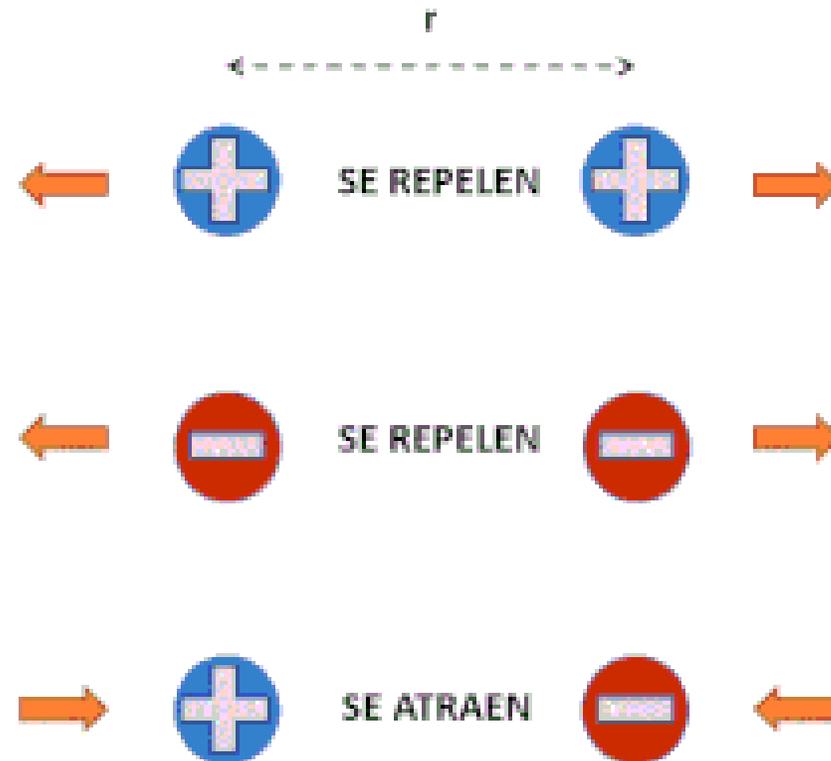
---

La electricidad es una forma de energía que se manifiesta con el movimiento de los electrones de la capa externa de los átomos que hay en la superficie de un material conductor.

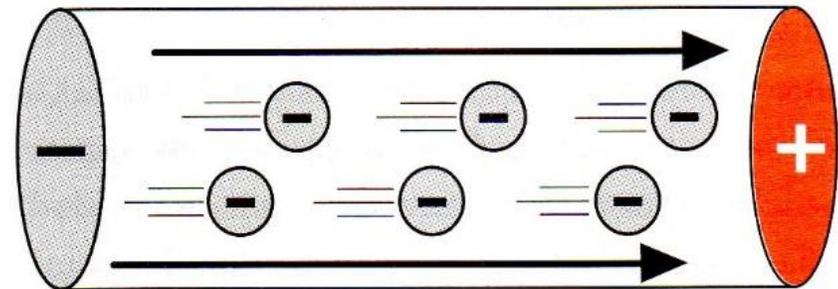
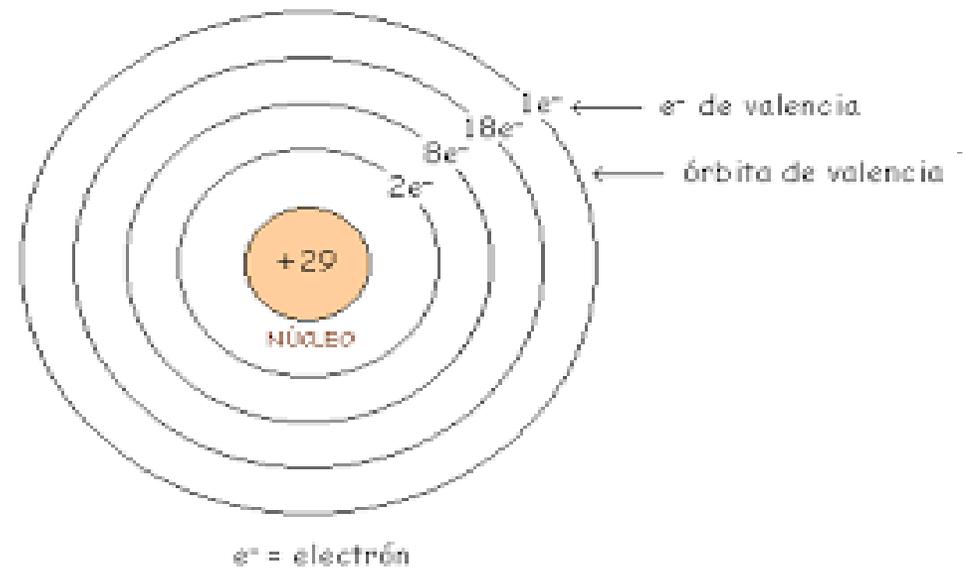
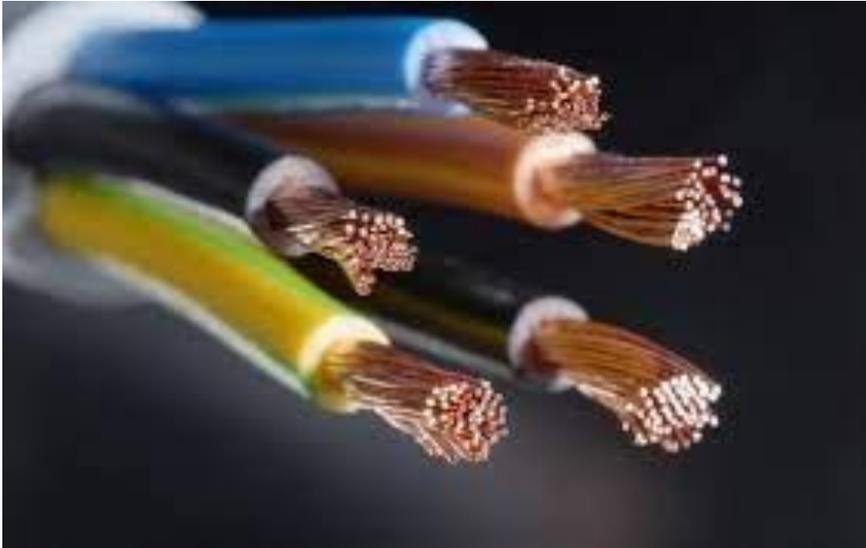


# Conceptos de electricidad

---



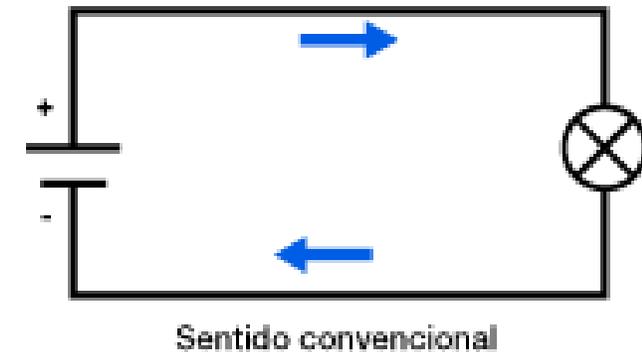
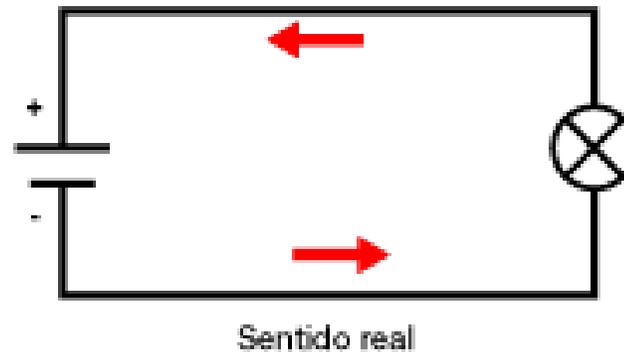
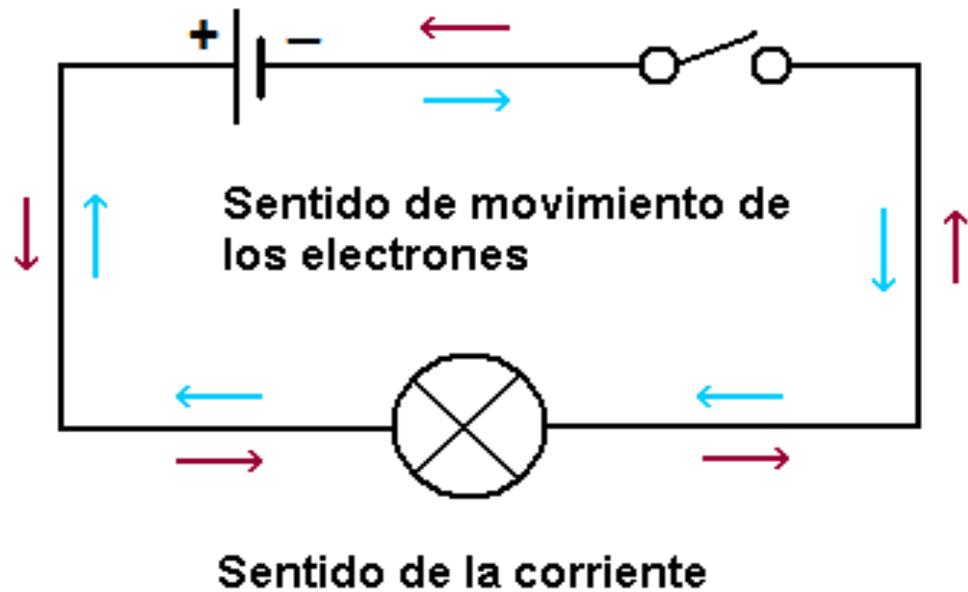
# Conceptos de electricidad



Cable de cobre

# Conceptos de electricidad

---



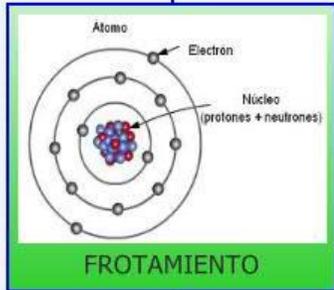
# Tensión Eléctrica

---

El voltaje, tensión eléctrica o diferencia de potencial, es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz (f.e.m.) sobre las cargas eléctricas o electrones, en un circuito eléctrico cerrado, para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica.

En otras palabras, la tensión es el impulso que necesitan las cargas eléctricas para poder fluir por el conductor de un circuito eléctrico cerrado.

# FORMAS DE PRODUCIR ELECTRICIDAD



FROTAMIENTO

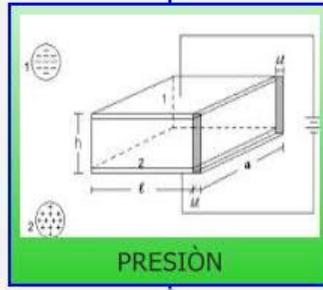
Descripción

CUANDO DOS CUERPOS SE FROTAN LA CARGA SE TRANSFIERE DE UN CUERPO A OTRO, QUEDANDO UNO DE LOS CUERPOS CON CARGA POSITIVA Y EL OTRO CON CARGA NEGATIVA

Aplicación



CUANDO SE FROTA UN PEINE SOBRE EL CABELLO Y LUEGO SE ACERCA AL CONFETI



PRESIÓN

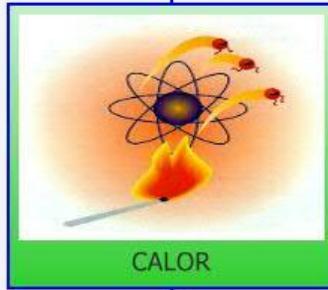
Descripción

CONSTITUIDO POR LOS MATERIALES PIEZOELECTRICOS QUE CUANDO SUFREN UNA TRANSFORMACIÓN DISTRIBUYEN EN SU SUPERFICIE CARGAS ELÉCTRICAS

Aplicación



SE APLICA EN UN CRISTAL, UTILIZADO PARA LOS ENCENDEDORES ELECTRÓNICOS



CALOR

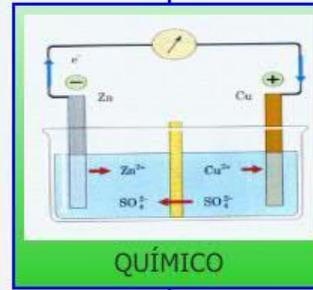
Descripción

LOS ELECTRONES SON EXCITADOS POR ACCIÓN DEL CALOR, CUANDO DOS METALES DIFERENTES SE UNEN Y SE LES APLICA ENERGIA CALORIFICA, SE PRODUCE CARGA ELÉCTRICA

Aplicación



TERMOPAR

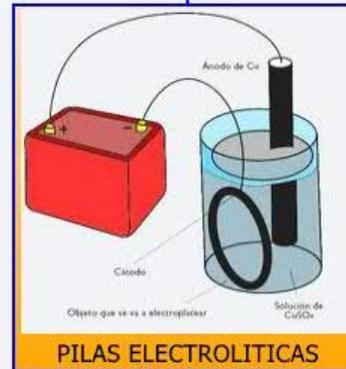


QUÍMICO

Descripción

LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS PUEDEN COMBINARSE CON CIERTOS METALES PARA INICIAR UNA ACTIVIDAD QUÍMICA EN LA CUAL HABRÁ TRANSFERENCIA DE ELECTRONES PRODUCIÉNDOSE CARGAS ELÉCTRICAS.

Aplicación



PILAS ELECTROLITICAS



MAGNETISMO

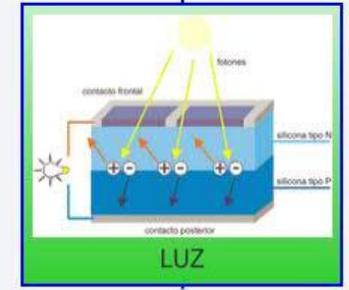
Descripción

LOS IMANES TIENEN CAMPOS DE FUERZA QUE ACTÚAN UNO SOBRE EL OTRO RECÍPROCAMENTE., LA FUERZA DE UN CAMPO MAGNÉTICO TAMBIÉN SE PUEDE USAR PARA DESPLAZAR ELECTRONES Y ASI PRODUCIR ELECTRICIDAD

Aplicación



TRANSFORMADORES, GENERADORES Y MOTORES



LUZ

Descripción

CONSISTE EN LA LIBERACIÓN DE ELECTRONES DE UN MATERIAL CUANDO LA LUZ INCIDE SOBRE ÉSTE. LOS FOTONES INTERACCIONAN CON LOS ELECTRONES DISPONIBLES E INCREMENTAN SU ENERGÍA

Aplicación



CELULAS FOTOVOLTAICAS APLICADAS A UNA CALCULADORA

# Tensión Eléctrica

---

Magnitud	Unidad en que se mide	Aparato para medir la magnitud y símbolo
<b>Tensión</b>	Voltio (V)	 Voltímetro
<b>Intensidad de corriente</b>	Amperio (A)	 Amperímetro
<b>Resistencia eléctrica</b>	Ohmio ( $\Omega$ )	 Óhmetro

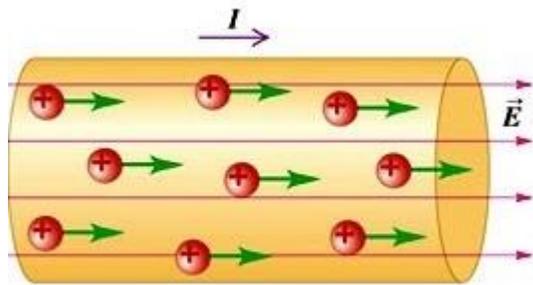
# Corriente eléctrica

---

Corriente eléctrica es el flujo de electrones a través de un conductor.

## ¿Qué es la intensidad de corriente eléctrica?

La intensidad de corriente eléctrica, es la cantidad de electrones que circulan por un conductor en un tiempo determinado.



Sentido real



Sentido convencional

# Corriente eléctrica

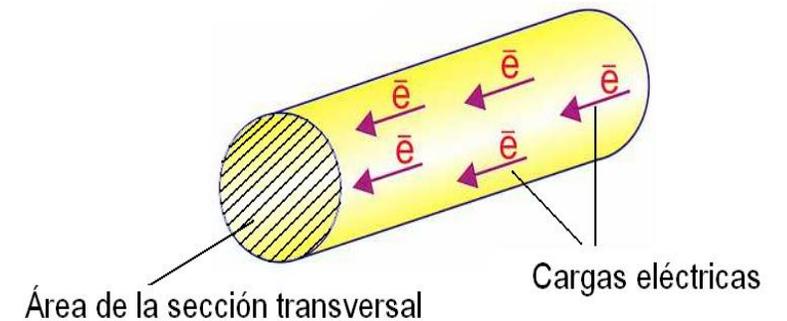
---

Magnitud	Unidad en que se mide	Aparato para medir la magnitud y símbolo
<b>Tensión</b>	Voltio (V)	 Voltímetro
<b>Intensidad de corriente</b>	Amperio (A)	 Amperímetro
<b>Resistencia eléctrica</b>	Ohmio ( $\Omega$ )	 Óhmetro

# Corriente eléctrica

---

Para medir o cuantificar una corriente eléctrica se utiliza el concepto de “intensidad de corriente eléctrica”. Esta magnitud se define como: **la carga total que circula a través de la sección transversal de un conductor, por unidad de tiempo**. Se simboliza por “**i**”.



i: intensidad de corriente eléctrica.

q: carga eléctrica

T: tiempo

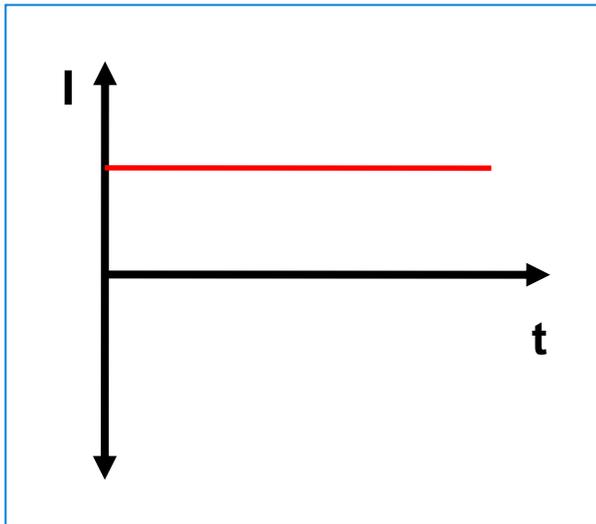
$$i = \frac{q}{t}$$

# Corriente eléctrica

Dependiendo de cómo sea generada, la **corriente eléctrica puede ser de dos tipos: continua o alterna.**

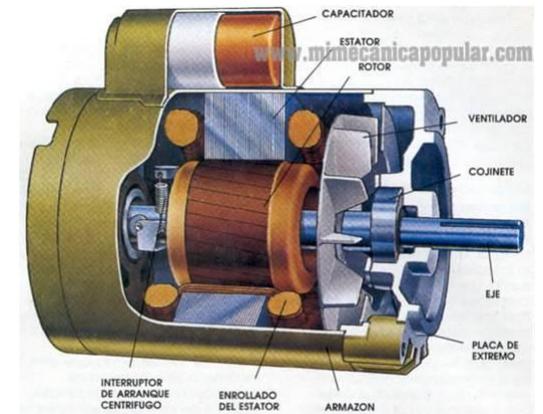
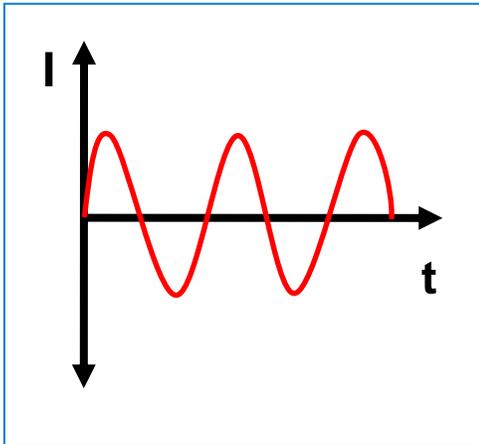
La **corriente continua** es aquella en que el flujo de cargas recorre el conductor **continuamente, siempre en un mismo sentido.**

Este tipo de corriente es generado por **pilas y baterías.**



# Corriente eléctrica

La **corriente alterna** es aquella en que **el flujo de cargas se mueve alternadamente** dentro del conductor, desplazándose en un sentido y otro; es decir, **las cargas “van y vuelven”** todo el tiempo. Este tipo de corriente es producido por **generadores eléctricos**.



Las cargas circulan por un tiempo en un sentido y después en sentido opuesto, repitiéndose el proceso cíclicamente.

# Resistencia eléctrica

---

**Resistencia eléctrica** es la **oposición natural** que presentan todos los materiales, en mayor o menor medida, **al paso de una corriente eléctrica**. Se simboliza por una “**R**” y su unidad es el [ohm] = [ $\Omega$ ].



# Resistencia eléctrica

La resistencia eléctrica en un **conductor rectilíneo** depende de la **longitud ( $L$ )** del conductor, del **área ( $A$ )** de su sección transversal, y de la **resistividad ( $\rho$ )** del material con el que está hecho.

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

*Unidad para resistencia eléctrica:*  
*ohm [ $\Omega$ ]*

Material	Resistividad a 23°C en [ $\Omega \cdot m$ ]
Plata	$1.59 \times 10^{-8}$
Cobre	$1.68 \times 10^{-8}$
Oro	$2.20 \times 10^{-8}$
Aluminio	$2.65 \times 10^{-8}$
Tungsteno	$5.6 \times 10^{-8}$
Hierro	$9.71 \times 10^{-8}$
Acero	$7.2 \times 10^{-7}$
Platino	$1.1 \times 10^{-7}$
Plomo	$2.2 \times 10^{-7}$

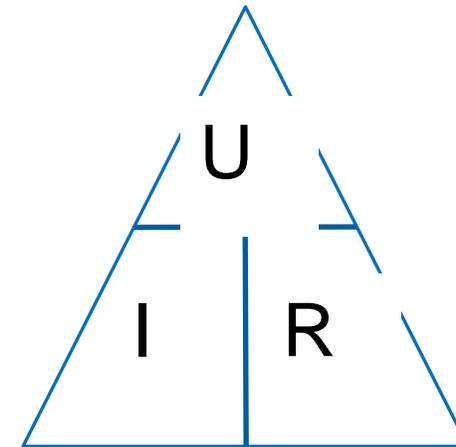
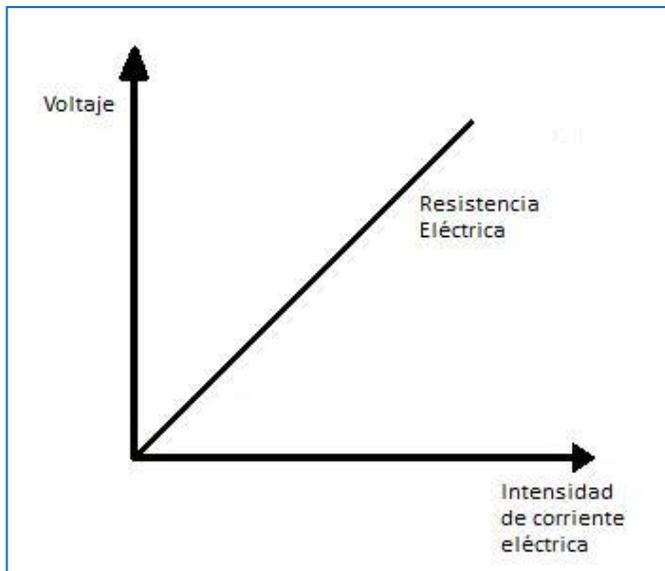


# Ley de Ohm

---

La **intensidad de la corriente**, la **tensión** y la **resistencia** eléctrica **se relacionan** mediante la llamada **Ley de Ohm**.

Esta expresa que:



En un gráfico voltaje/corriente, la resistencia corresponde a la pendiente.

# Ley de Ohm

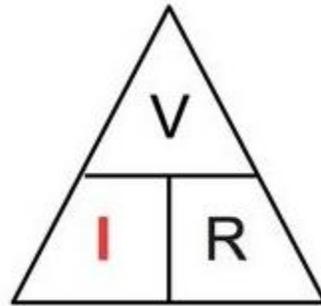
---



$$V = I \times R$$

Voltaje  
(voltios)

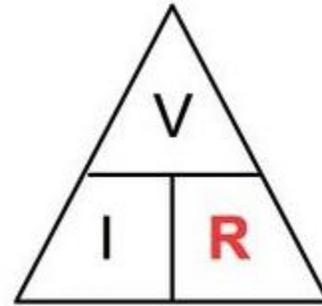
**V**



$$I = \frac{V}{R}$$

Corriente  
(amperios)

**A**



$$R = \frac{V}{I}$$

Resistencia  
(ohmios)

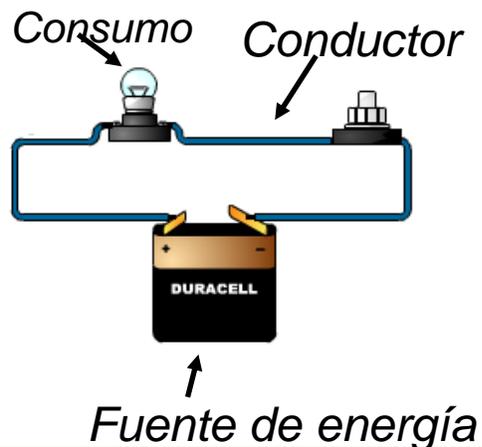
**Ω**

# Circuitos Eléctricos

Es la **asociación de elementos conductores** que hace posible la circulación de una corriente eléctrica.

En todo circuito eléctrico los **consumos o resistencias** son elementos que **transforman la energía eléctrica** en algún otro tipo de energía.

Los **elementos básicos de un circuito** eléctrico son: **conductor**, **fuerza de energía**, y uno o más **consumos o resistencias**.

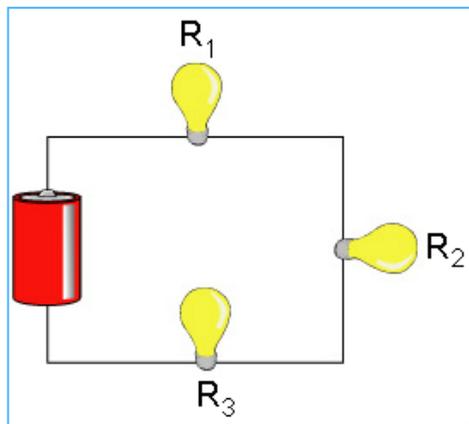


## Simbología

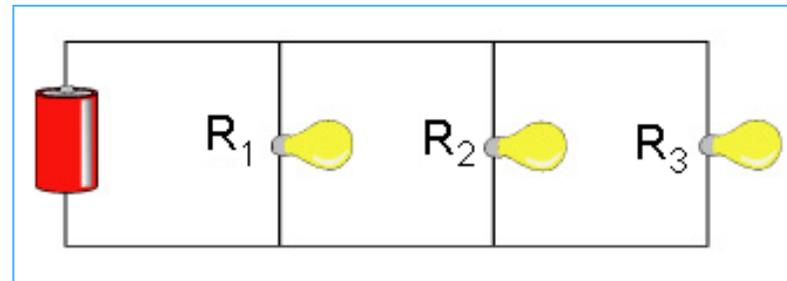
Resistencia	
Fuente	
Corriente	

# Circuitos Eléctricos

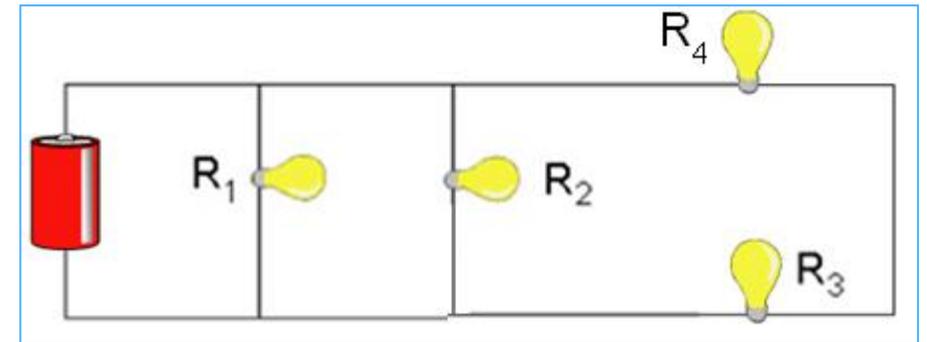
Existen tres maneras de conectar resistencias en un circuito: serie, paralelo y mixto. Dependiendo del tipo de conexión que presenten las resistencias será el comportamiento de la corriente y el voltaje en el circuito.



Circuito en serie



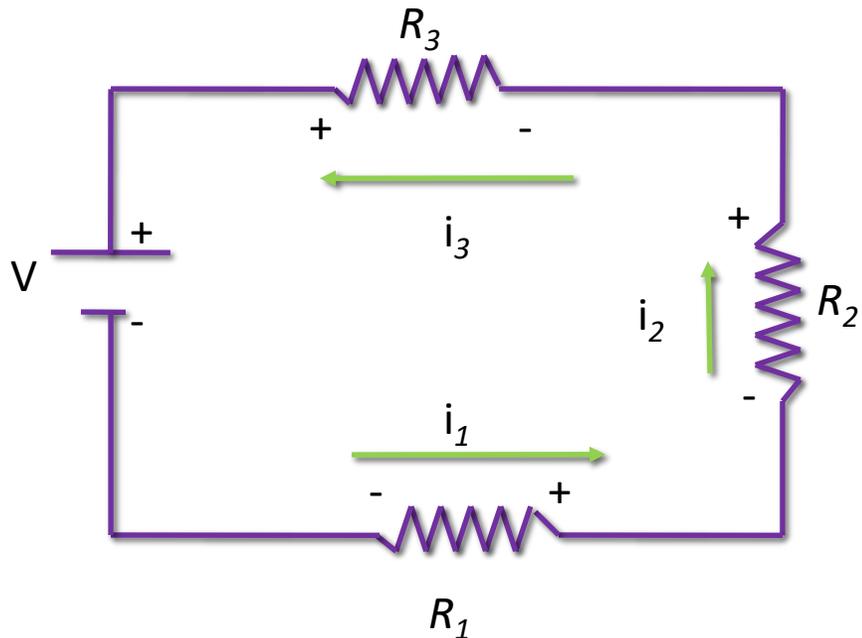
Circuito en paralelo



Circuito mixto

# Circuitos Eléctricos

En un **circuito** en **serie** las resistencias se conectan en forma sucesiva, de manera que en el camino entre una resistencia y la fuente de alimentación siempre hay otra resistencia que se interpone. Esquemáticamente:



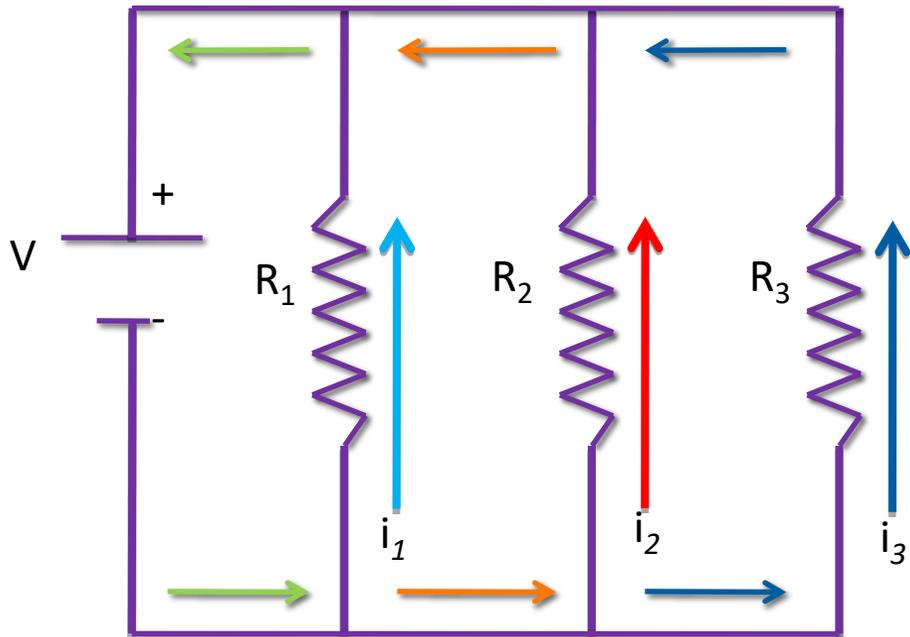
$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$i_{total} = i_1 = i_2 = i_3$$

$$V_{total} = V_1 + V_2 + V_3$$

# Circuitos Eléctricos

Cuando las resistencias están dispuestas de tal forma que ninguna se interpone en el camino de otra para llegar a la fuente, se dice que se encuentran conectadas en **paralelo**. Esquemáticamente:



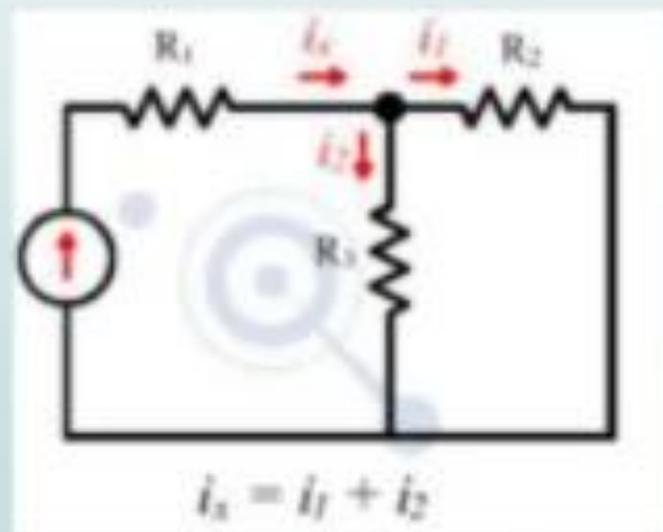
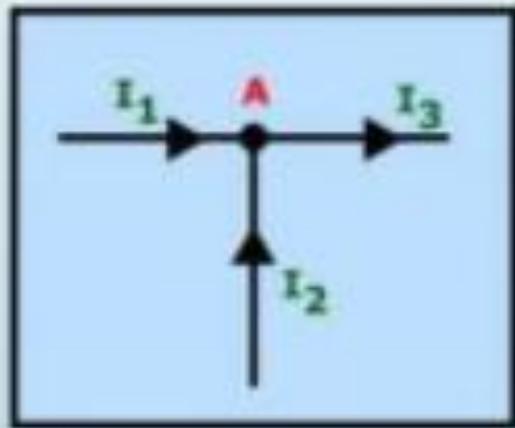
$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$i_{total} = i_1 + i_2 + i_3$$

$$V_{total} = V_1 = V_2 = V_3$$

# Enunciado de la primera Ley de Kirchoff

- La corriente entrante a un nodo es igual a la suma de las corrientes salientes. Del mismo modo se puede generalizar la primer ley de Kirchoff diciendo que la suma de las corrientes entrantes a un nodo son iguales a la suma de las corrientes salientes.

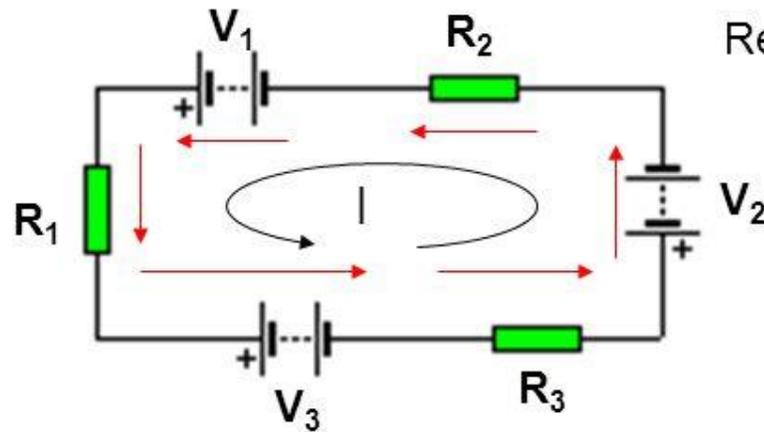


## Segunda ley de Kirchhoff o de las mallas

En todo circuito cerrado se cumple que la suma algebraica de las fuerzas electromotrices de las pilas (tensiones) es igual a la suma de las caídas de tensión en cada resistencia (productos formados al multiplicar la intensidad por la resistencia) a lo largo de la malla.

$$\sum V = \sum I \cdot R \quad \longrightarrow \quad -\sum V + \sum I \cdot R = 0$$

Ejemplo :



Recorremos el circuito aplicando la 2ª ley

$$V_3 + IR_3 + V_2 + IR_2 - V_1 + IR_1 = 0$$

# Circuitos Eléctricos

En un circuito eléctrico se encuentran elementos activos y elementos pasivos según suministran o consumen electricidad.

## **Elementos activos:**

Suministran energía eléctrica al circuito. Ej: Baterías, pilas, etc.



## **Elementos pasivos:**

Consumen energía eléctrica del circuito. Ej: Ampolletas, motores, etc.



# Circuitos Eléctricos

También, de acuerdo a la función que cumplen, los elementos de un circuito se clasifican en:

- **Generadores** • **Elementos de control** • **Receptores**



# Circuitos Eléctricos

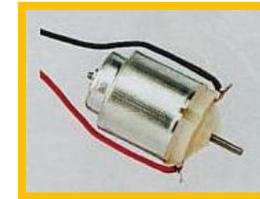
## Generadores.

Proporcionan la energía necesaria a los electrones para que se muevan a través del circuito, ejemplo pilas y baterías.



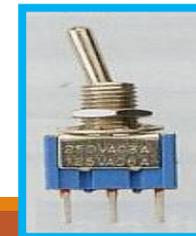
## Receptores.

Son dispositivos que transforman la energía eléctrica en otro tipo de energía, como por ejemplo energía lumínica o calórica.



## Elementos de control.

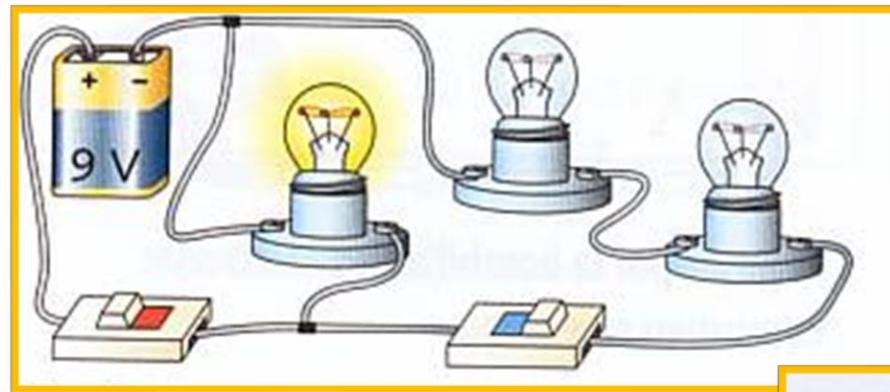
Dirigen o interrumpen la corriente eléctrica.



# Circuitos Eléctricos

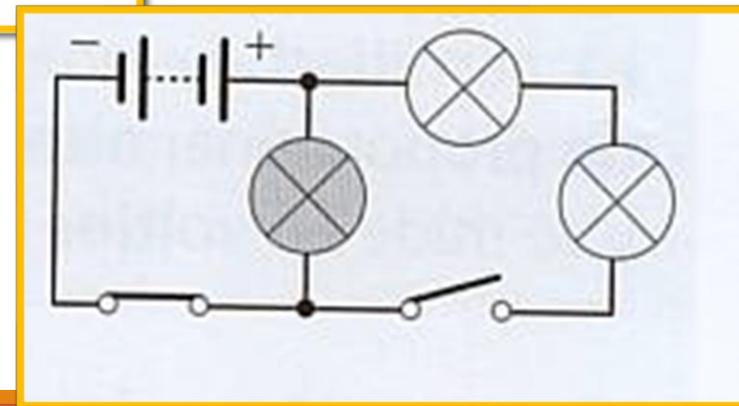
## Representación Gráfica Normalizada.

Los circuitos eléctricos se representan gráficamente utilizando diferentes símbolos internacionalmente reconocidos.

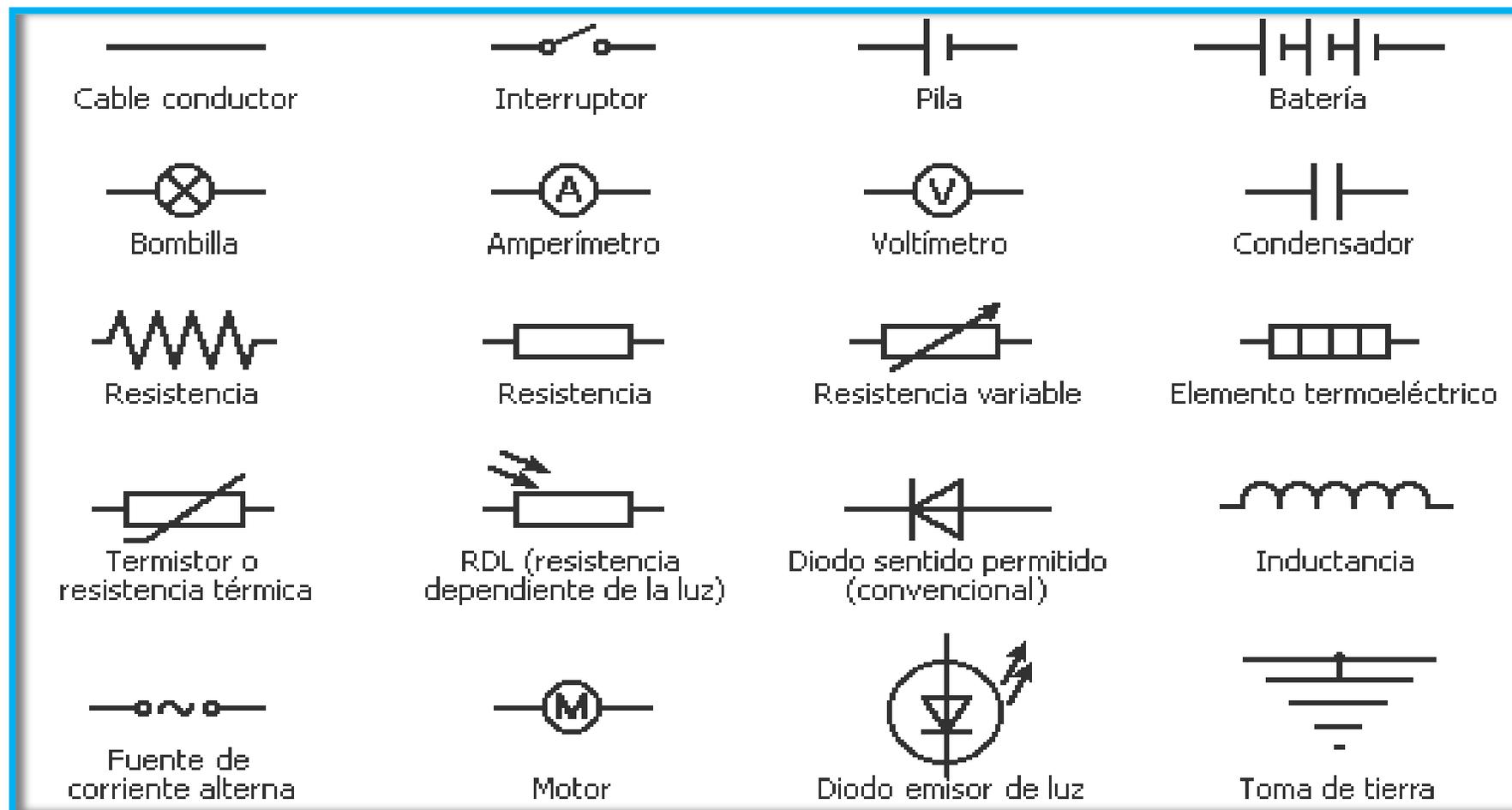


Dibujo del circuito eléctrico

Esquema o representación gráfica del circuito eléctrico



# Simbología Básica utilizada en Electricidad.





## Actividad.

### 1. Si la tensión se mantiene fija.

- a) ¿Qué ocurre con la intensidad cuando la resistencia se aumenta?
- b) ¿Qué ocurre con la intensidad cuando la resistencia disminuye?

### 2. Si la resistencia se mantiene fija.

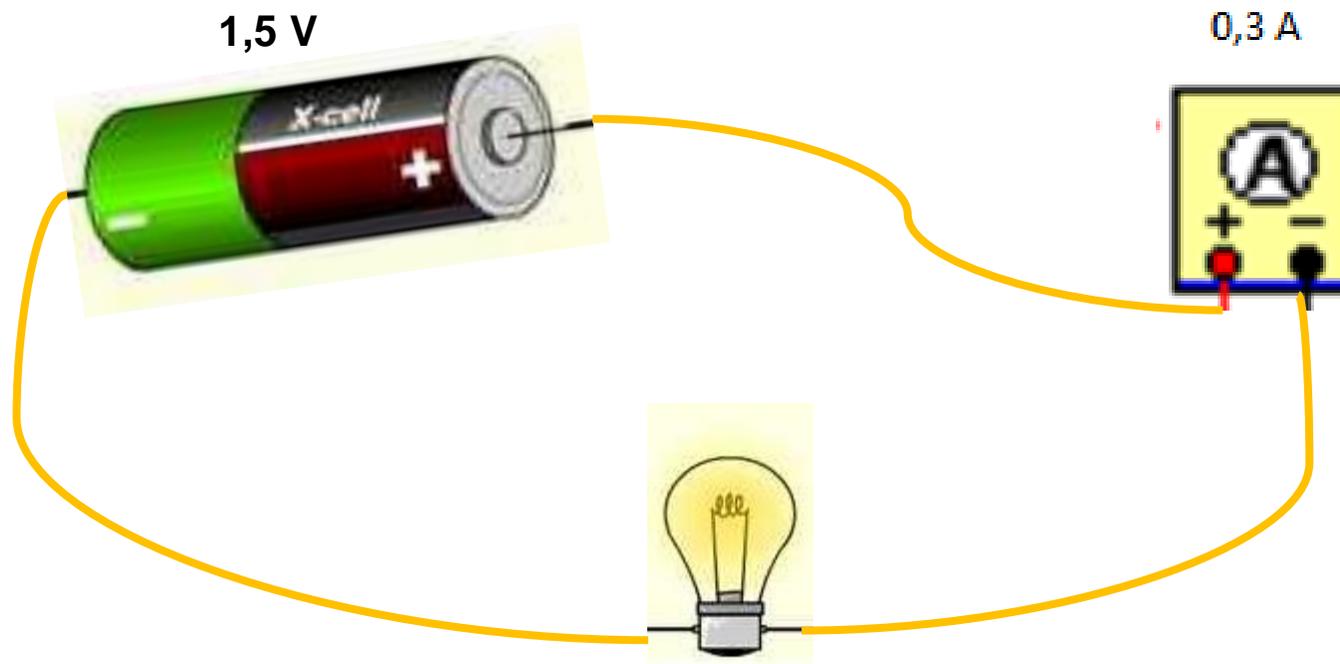
- a) ¿Qué ocurre con la intensidad cuando la tensión se incrementa?
- b) ¿Qué ocurre con la intensidad de corriente cuando la tensión disminuye?

### 3. Si la intensidad se mantuviera fija.

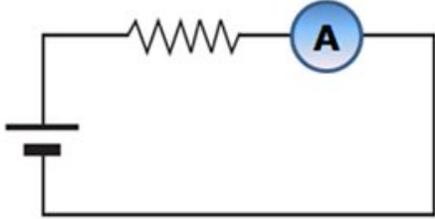
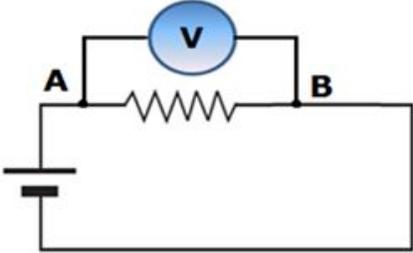
- a) ¿Qué ocurriría con la resistencia si aumenta la tensión?
- b) ¿Qué ocurriría con la tensión si la resistencia disminuyera?



### Actividad1: de aplicación de la Ley de Ohm:



**¿Cuál es la resistencia de la lámpara de la figura?**

DISPOSITIVO	AMPERÍMETRO	VOLTÍMETRO
FUNCIÓN	medir la intensidad de la corriente circulando en un conductor	Medir voltaje entre dos puntos de un circuito
SIMBOLOGÍA		
¿CÓMO SE CONECTA?	<p>En <b>serie</b> con R</p> 	<p>En <b>paralelo</b> con R</p> 
¿CÓMO DEBE SER SU RESISTENCIA?	<p>Para que la perturbación que genere en el circuito sea la menor posible, la resistencia del amperímetro debe ser <b>MÍNIMA</b></p>	<p>La corriente que se desvíe al voltímetro sea la menor posible, por lo tanto, su resistencia interna debe ser la <b>MAYOR</b> posible</p>

# MULTÍMETRO

---

Es un instrumento de medida que aun en su forma mas simplificada es capaz de medir intensidades y tensiones en CC y CA. Y además Resistencias

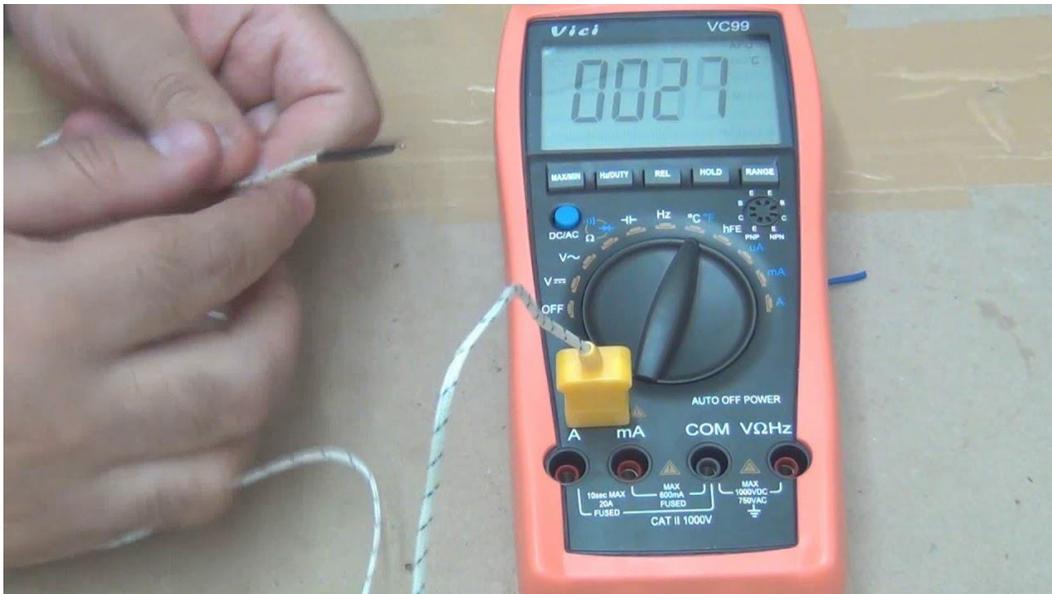


# MULTÍMETRO



# MULTÍMETRO

Y con la adecuada conmutación en ciertos elementos auxiliares internos es capaz de medir decibeles, capacidades, inductancias, temperaturas etc.



# MULTÍMETRO

---

- Se conoce por muchos nombres Polímetro, multímetro, tester y multitester
- Pueden clasificarse en analógicos y digitales
- Cada uno tiene sus ventajas y sus inconvenientes



# MULTÍMETROS ANALÓGICOS

---

- Fundamentalmente está formado por un medidor de aguja, ya sea un micro amperímetro o miliamperímetro al cual se le adicionan resistores en paralelo para medir corrientes mayores
- Por medio de resistores en serie se los capacita para medir tensiones



# MULTÍMETROS ANALÓGICOS

---

- La adición de uno o más elementos rectificadores permite que el aparato pueda ser usado en CA.
- Del mismo modo un circuito sencillo y una batería de pilas secas permite medir resistencias



# MULTÍMETROS ANALÓGICOS

---

- Naturalmente para poder usar el instrumento para todas estas funciones se necesita una llave conmutadora de funciones y además una llave selectora de alcance
- Los instrumentos usados en los multímetros analógicos son del tipo imán permanente y bobina móvil



# MULTÍMETROS ANALÓGICOS

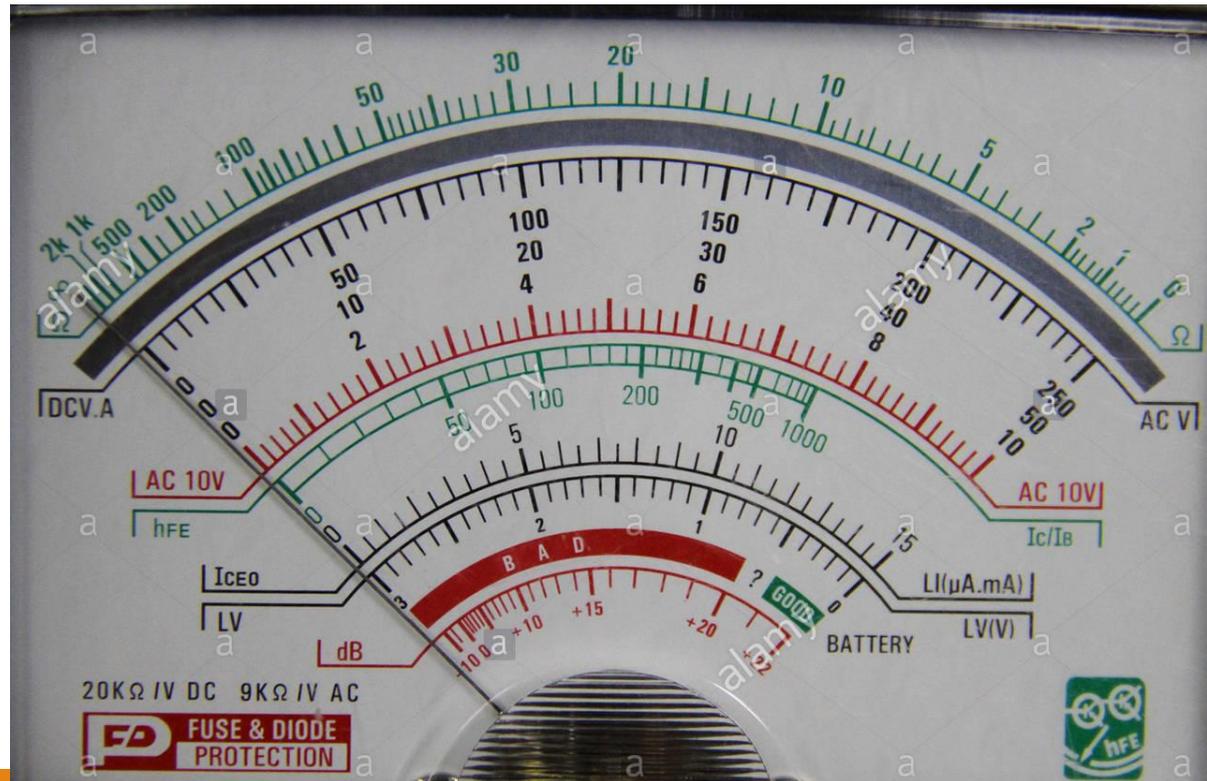
---

Los rectificadores que suelen usarse en los multímetros muestran la tendencia a ser alinéales a bajos niveles de corriente, es decir, tienden a insensibilizarse a medida que la corriente medida es menor, lo cual amontona las divisiones de la escala en las proximidades del cero.



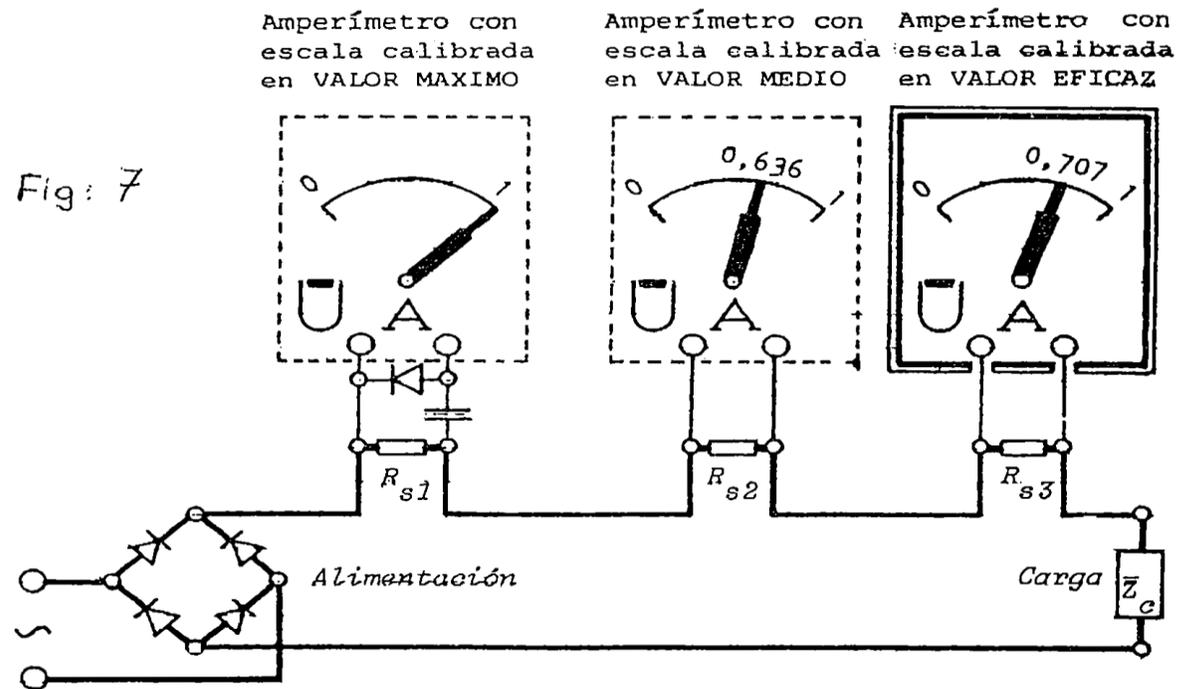
# MULTÍMETROS ANALÓGICOS

Aun recurriendo a insensibilizar el instrumento para los alcances de tensión alterna, se obliga a incorporar una escala en CA para uno o dos rangos bajos



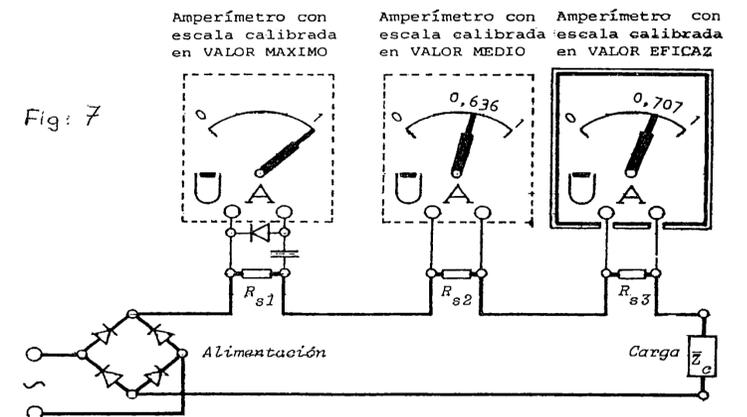
# MULTÍMETROS ANALÓGICOS

- Rectificador de onda completa que alimenta a tres amperímetros por medio de tres derivadores.



# MULTÍMETROS ANALÓGICOS

- El instrumento de la derecha es el común, que unido al rectificador permite medir tensiones a la entrada. Este aparato está calibrado en forma de poder leer en su escala directamente el valor eficaz de la corriente que circula y en este caso la corriente marcada es la eficaz alterna de entrada para este tipo de rectificador
- El amperímetro del centro marcará el valor medio y el de la izquierda el valor máximo



# MULTÍMETROS DIGITALES

---

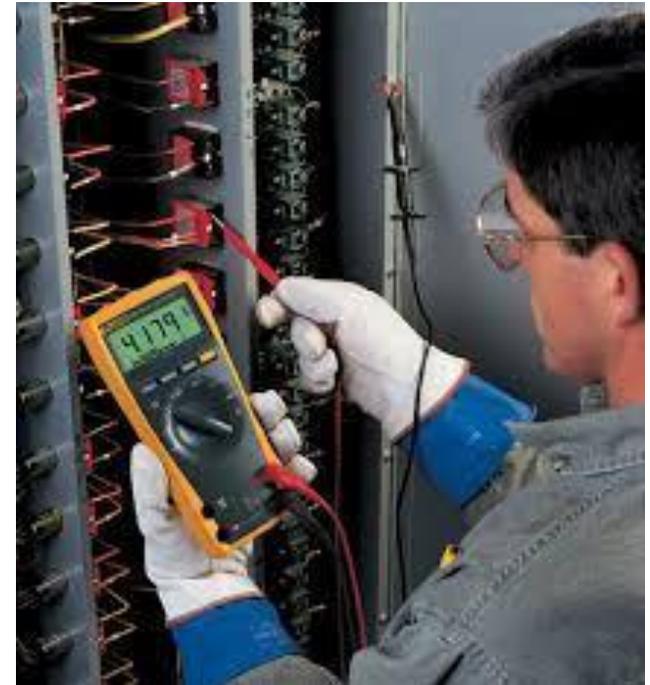
En contra posición con los instrumentos de medición analógica, los instrumentos digitales indican los valores de medida en cifras numéricas. Esto es más ventajoso para la observación visual, así de este modo se puede prescindir de la lectura de rayas y de la interpolación de valores intermedios. Esto evita agregar un error de visualización a los errores propios del instrumento.



# MULTÍMETROS DIGITALES

---

- ❖ Un multímetro Digital es un instrumento, normalmente portátil, de medición de parámetros eléctricos mediante procedimientos electrónicos, sin usar piezas móviles, con alta precisión y estabilidad y amplio rango de medición de valores y tipos de parámetros.
- ❖ La forma de presentación de la información medida es mediante una presentación digital (Display).





# MULTÍMETROS DIGITALES

---



# MULTÍMETROS DIGITALES

---



# MULTÍMETROS DIGITALES

La forma de presentación de la información medida es mediante una presentación digital (Display).



# MULTÍMETROS DIGITALES



# MULTÍMETROS DIGITALES

Los parámetros que pueden ser leídos por un solo instrumento contempla Voltaje y Corriente DC y CA, Resistencia y Conductancia, Ganancia en dB, Capacitancia, probadores de semiconductores, temperatura y frecuencia.



# MULTÍMETROS DIGITALES

---

**El dispositivo es un conversor Análogo/Digital que usa distintas técnicas de conversión de acuerdo a la resolución, velocidad de respuesta y precisión buscada.**

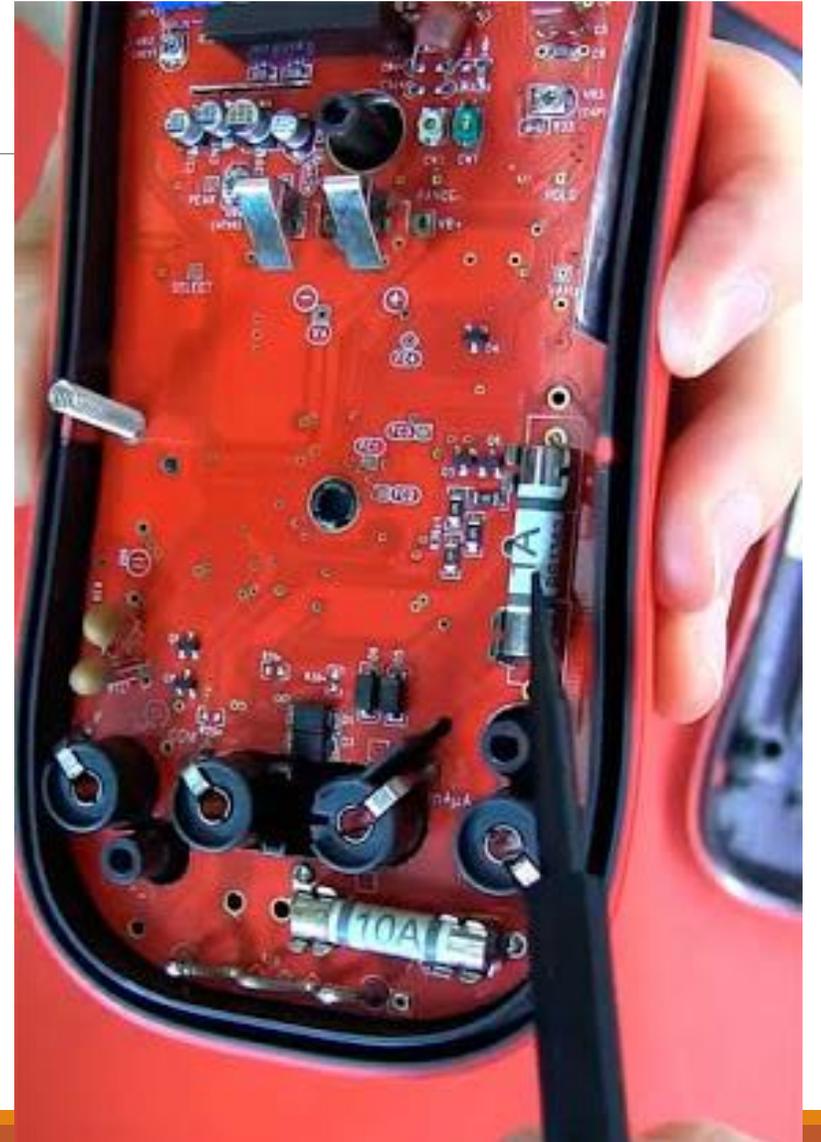


# MULTÍMETROS DIGITALES

---

El circuito interno de los multímetros digitales puede básicamente dividirse en dos secciones:

- Una Analógica y otra Digital.
- La sección Digital está compuesta por el conversor Analógico a Digital (en algunos instrumentos esta conversión es hecha por medio de un circuito microprocesador) y una pantalla de dígitos, que puede ser de Led o de Cristal Líquido.



# MULTÍMETROS DIGITALES



Nuevo | +5 vendidos



Multímetro Tester Fluke Digital Trms Modelo 117 Em Esp

\$ 972.149

**\$ 904.098<sup>57</sup>** 7% OFF

en 6 cuotas de \$ 204.160<sup>53</sup>

[Ver los medios de pago](#)

**Llega gratis mañana** por ser tu primera compra

[Más formas de entrega](#)

Stock disponible

Cantidad: **1 unidad** ▾ (3 disponibles)

Comprar ahora

Agregar al carrito

# MULTÍMETROS DIGITALES



Nuevo | +1000 vendidos

## Multímetro Tester Digital Capacidad Frecuencia Buzzer M890g

4.6 ★★★★★ (24)

\$ 18.922

en 6 cuotas de \$ 4.272<sup>90</sup>

[Ver los medios de pago](#)

Lo que tenés que saber de este producto

- Su frecuencia máxima es de 20Hz.
- Su resistencia máxima es de 20000000Ω.

[Ver características](#)



[Ver más productos marca Digital Tester](#)

Nuevo | +100 vendidos

## Multimetro Tester Compacto Digital Profesional Con Cables

4.0 ★★★★★ (18)

\$ 6.699

\$ 5.359<sup>20</sup> 20% OFF

en 6 cuotas de \$ 1.210<sup>20</sup>

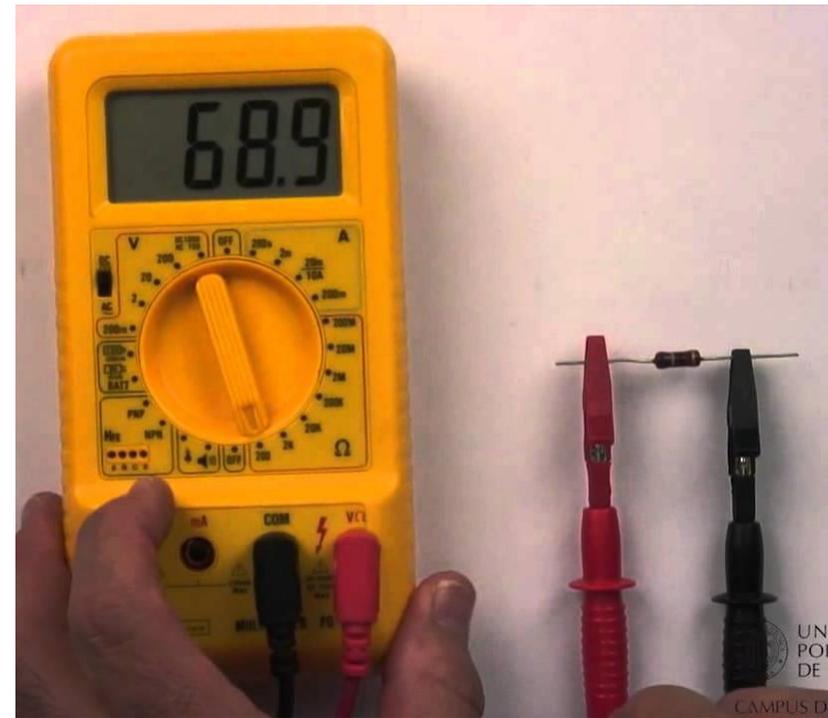
[Ver los medios de pago](#)

Lo que tenés que saber de este producto

- Dimensiones: 6.8cm de ancho, 12.3cm de largo y 2.3cm de altura.
- Pesa 65kg.
- Su frecuencia máxima es de 60Hz.

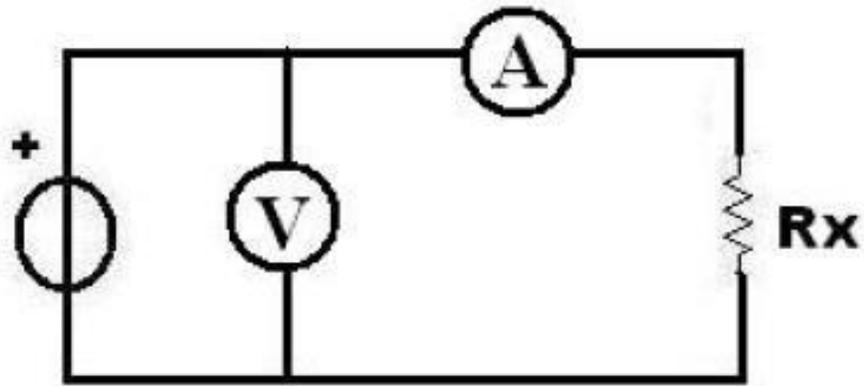
# Medición de Resistencias

---

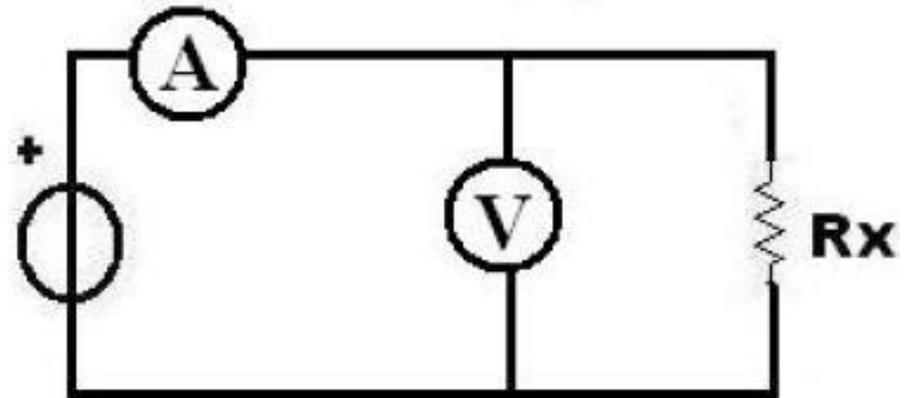


# Medición de Resistencias

---



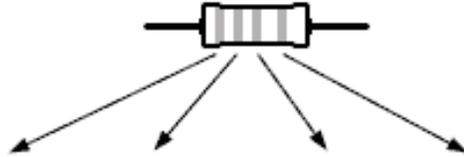
Esquema 1



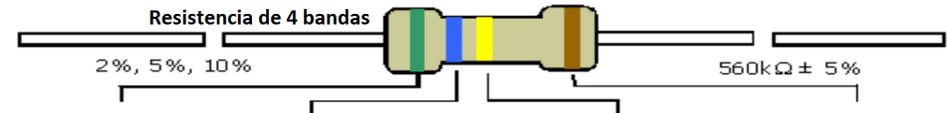
Esquema 2

# Medición de Resistencias

## Código de colores

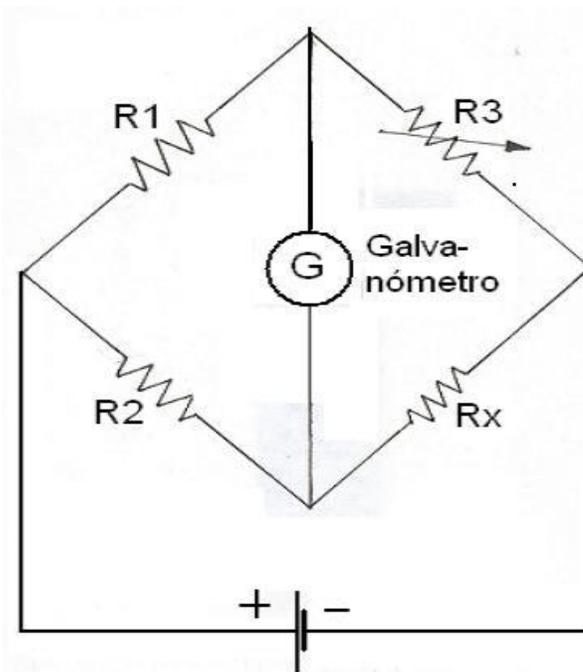


Colores	1ª Cifra	2ª Cifra	Multiplicador	Tolerancia
Negro		0	0	
Marrón	1	1	$\times 10$	$\pm 1\%$
Rojo	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
Naranja	3	3	$\times 10^3$	
Amarillo	4	4	$\times 10^4$	
Verde	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
Azul	6	6	$\times 10^6$	
Violeta	7	7	$\times 10^7$	
Gris	8	8	$\times 10^8$	
Blanco	9	9	$\times 10^9$	
Oro			$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
Plata			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
Sin color				$\pm 20\%$



COLOR	Primera banda	Segunda banda	Tercera banda	Multiplicador	Tolerancia
Negro	0	0	0	1 $\Omega$	
Cafe	1	1	1	10 $\Omega$	$\pm 1\%$ (F)
Rojo	2	2	2	100 $\Omega$	$\pm 2\%$ (G)
Naranja	3	3	3	1K $\Omega$	
Amarillo	4	4	4	10K $\Omega$	
Verde	5	5	5	100K $\Omega$	$\pm 0.5\%$ (D)
Azul	6	6	6	1M $\Omega$	$\pm 0.25\%$ (C)
Violeta	7	7	7	10M $\Omega$	$\pm 0.10\%$ (B)
Gris	8	8	8		$\pm 0.05\%$
Blanco	9	9	9		
Oro				0.1	$\pm 5\%$ (J)
Plata				0.01	$\pm 10\%$ (K)

# Mediciones con Puentes

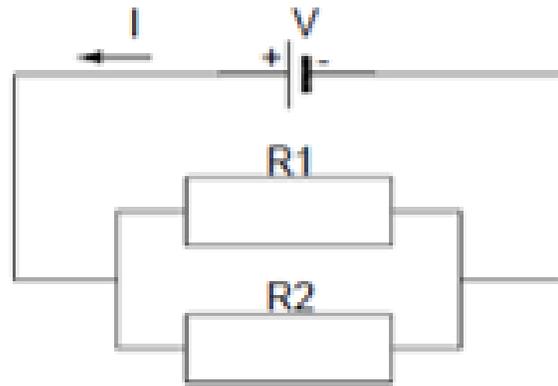


puente de Wheatstone

si el voltage en G se  
ajusta a cero  
entonces:

$$R_x = \frac{R_3 R_2}{R_1}$$





### Datos

$$V = 10 \text{ V}$$

$$R_1 = 5 \Omega$$

$$R_2 = 15 \Omega$$

- Calcula la resistencia equivalente del circuito.
- Calcula la intensidad  $I$  de la corriente que atraviesa el circuito.
- Calcula la diferencia de potencial en los extremos del generador.
- Calcula la diferencia de potencial en extremos de cada una de las resistencias y el valor de la intensidad que las atraviesa.