

# Corriente Eléctrica

Corriente Eléctrica y Densidad de Corriente.

Resistencia y Ley de Ohm.

Energía en los Circuitos Eléctricos.

Asociación de Resistencias.

Circuitos de una sola Malla.

Circuito Abierto y Cortocircuito.

Potencia. Ley de Joule.

Circuitos RC

## **Bibliografía**

- Alonso; Finn. "Física ". Cap. 24. Addison-Wesley Iberoamericana.
- Gettys; Keller; Skove. "Física clásica y moderna". Cap. 24 y 25. McGraw-Hill.
- Halliday; Resnick. "Fundamentos de física". Cap. 31 y 31. CECSA.
- Roller; Blum. "Física". Cap. 31, 32 y 33. Reverté.
- Serway. "Física". Cap. 27 y 28. McGraw-Hill.
- Tipler. "Física". Cap. 22 y 23. Reverté.

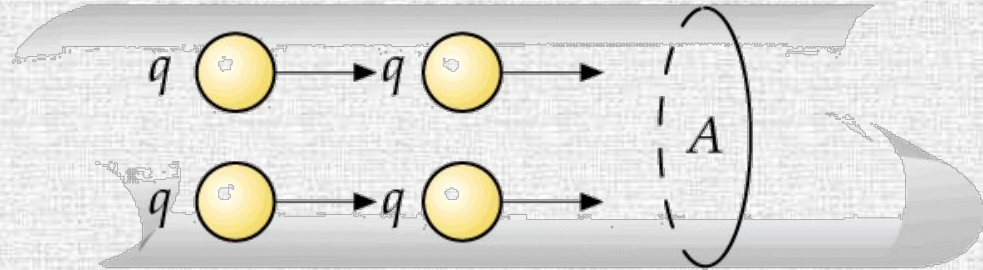
# Corriente Eléctrica y Densidad de Corriente

**Conductor:** Material en el cual algunas de las partículas cargadas (**portadores de Carga**) se pueden mover libremente.

## Corriente Eléctrica



Flujo de Cargas Eléctricas que, por unidad de tiempo, atraviesan un área transversal



$$I = \frac{dq}{dt}$$

Unidad: Amperio

$$1A = 1C/s$$

**Sentido de la Corriente:** Coincide con el de los portadores de Carga positivos.

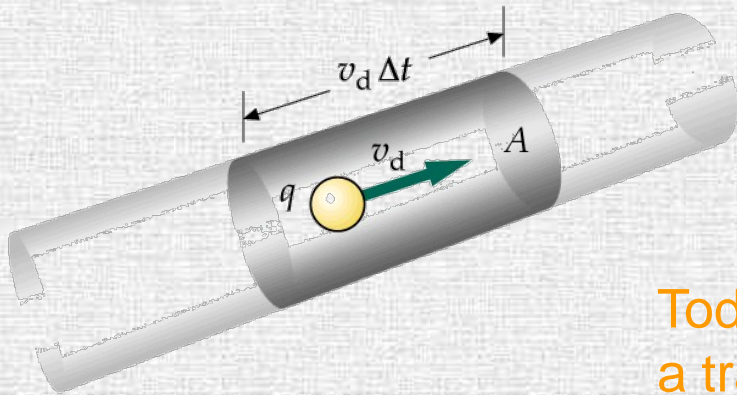
## Velocidad de desplazamiento ( $v_d$ )



Caracteriza el movimiento de los electrones dentro de un conductor sometido a un Campo Eléctrico externo.

## Relación entre $v_d$ y la Corriente

I



$n$ : Densidad de portadores de Carga

$q$ : Carga de cada portador

$v_d$ : velocidad de cada portador

Todos los portadores que hay en  $v_d \Delta t$  pasan a través de  $A$  en un  $\Delta t$ .

La Carga total en el volumen  $Av_d \Delta t$  es  $\Delta q = qnAv_d \Delta t$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = nqAv_d$$

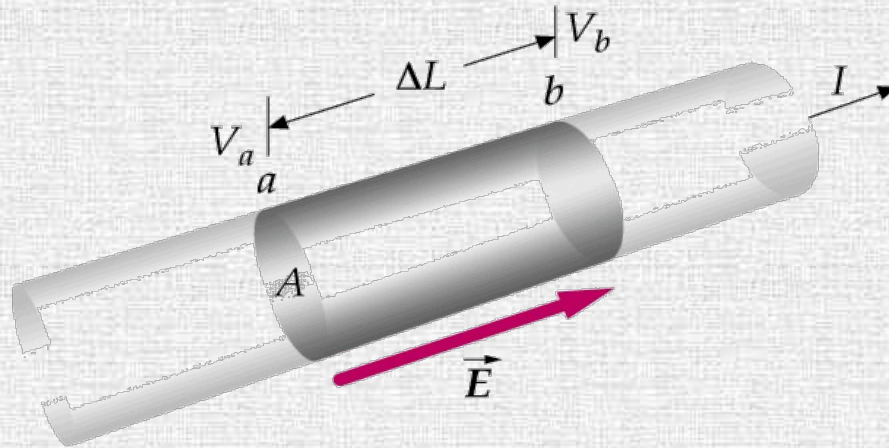
Densidad de Corriente Eléctrica: Se define como la Corriente por unidad de área.

$$\vec{j} = \frac{I}{A} = n q \vec{v}_d$$

Si la velocidad de arrastre varía de un punto a otro, podemos calcular la Corriente a partir de la Densidad de Corriente.

$$I = \int \vec{j} \cdot d\vec{A}$$

# Resistencia y Ley de Ohm



El Campo Eléctrico está dirigido de las regiones de mayor Potencial a las de menor Potencial.

$$V = V_a - V_b = E \Delta L$$

**Resistencia Eléctrica:** Es una medida de la oposición que ejerce un material al flujo de Carga a través de él.



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

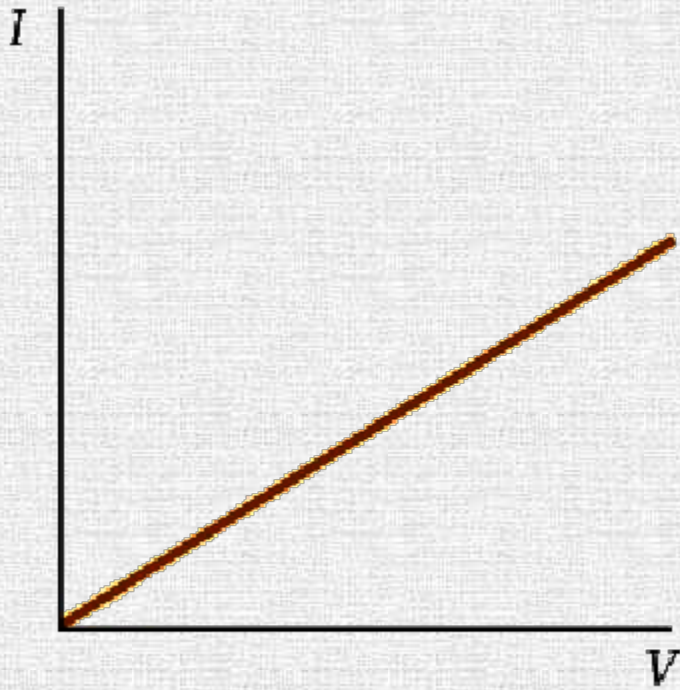
Unidad: Ohmio

$$1 [\Omega] = 1 [V/A]$$

$$V = IR$$

Ley de Ohm

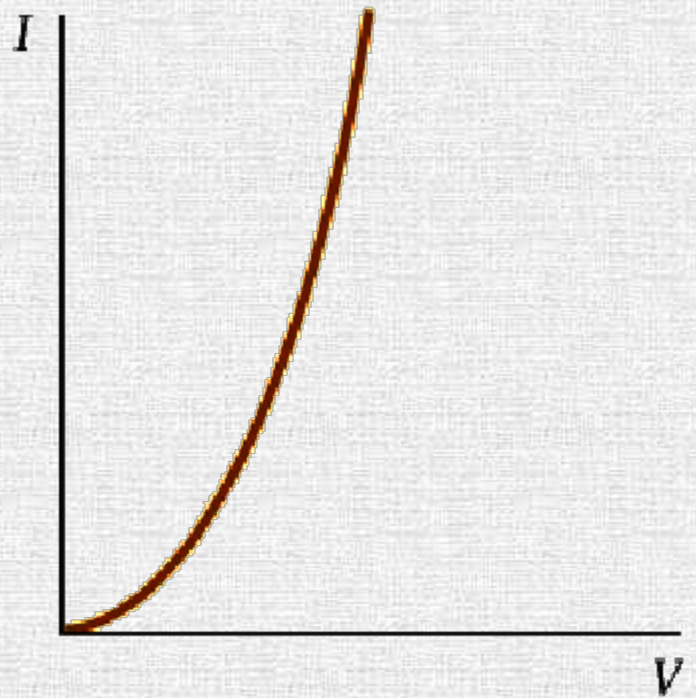




Materiales óhmicos



La Resistencia no depende de la caída de Potencial ni de la Intensidad.



Materiales no óhmicos



La Resistencia depende de la Corriente, siendo proporcional a  $I$ .

## Resistividad:

Expresa la relación entre la Resistencia de un conductor y su tamaño.

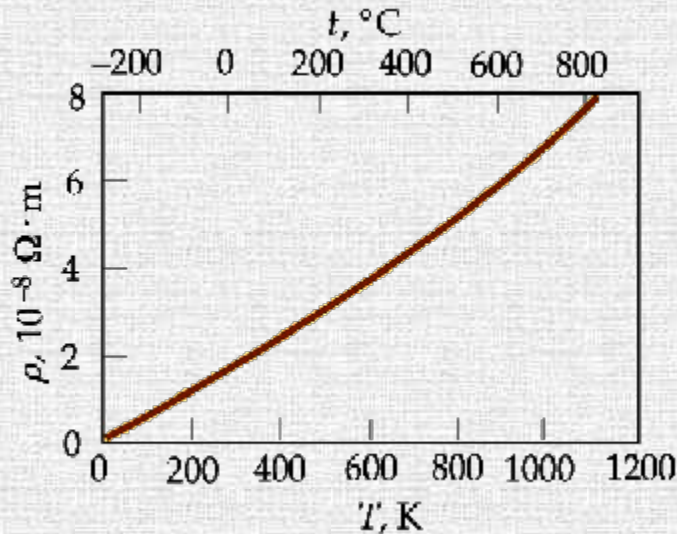
$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Unidades de  $\rho$ :  $\Omega \cdot m$

## Conductividad:

Es la inversa de la resistividad

$$R = \frac{L}{\sigma A}$$

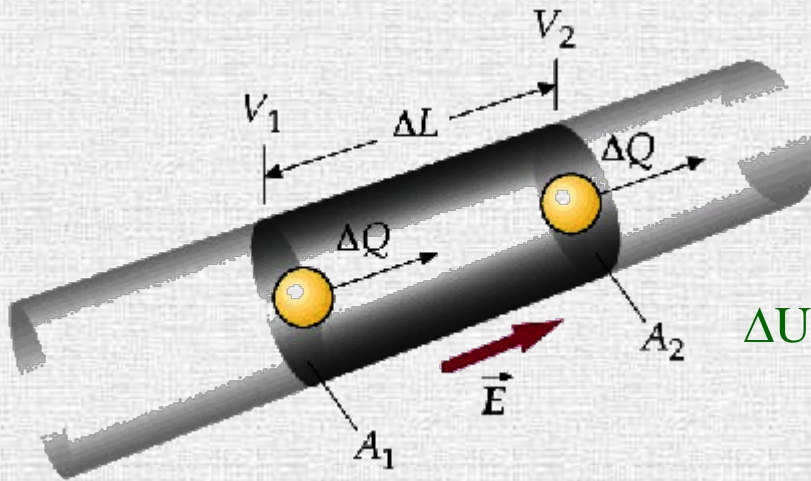


$$\rho = \rho_{20} [1 + \alpha(t - 20^\circ C)]$$

$\alpha$ : coeficiente de temperatura de la resistividad.

# Energía en los Circuitos Eléctricos

En un conductor, el flujo de Carga positiva se hace de Potenciales altos a Potenciales bajos, mientras que los electrones lo hacen en sentido contrario. Esto se traduce en que la Carga pierde Energía Potencial y gana Energía cinética que se transforma de inmediato en Energía térmica.



$$\text{En } A_1 \quad U_1 = V_1 \Delta Q$$

$$\text{En } A_2 \quad U_2 = V_2 \Delta Q$$

$$\Delta U = \Delta Q(V_2 - V_1) = \Delta Q(-V) \quad -\Delta U = \Delta Q V$$

Energía perdida por  
unidad de tiempo

$$-\frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} V = I V$$

**Potencia disipada**

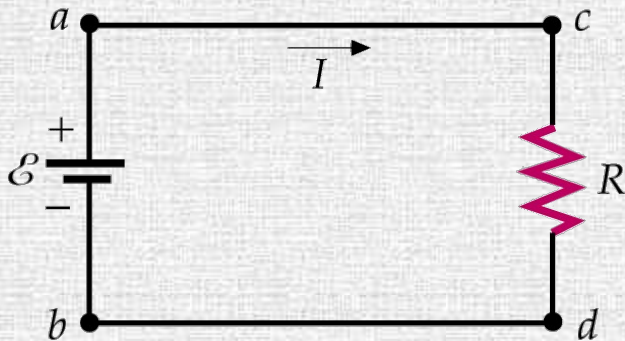
$$P = I V$$

Se mide en vatios (W)



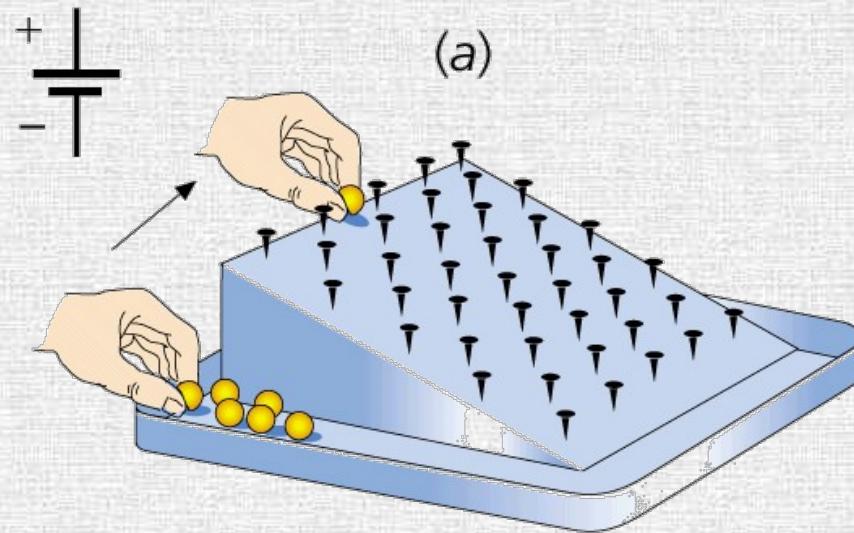
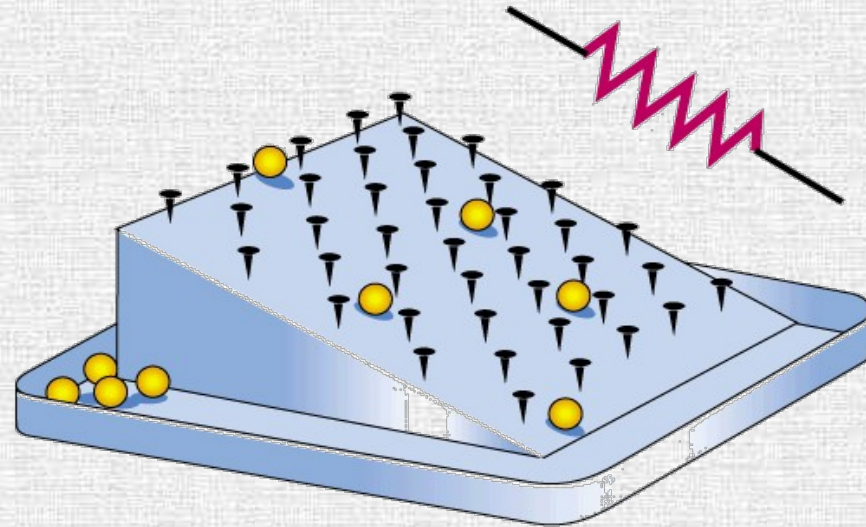
# Fuerza Electromotriz y Baterías

El dispositivo que suministra la Energía Eléctrica suficiente para que se produzca una Corriente estacionaria en un conductor se llama fuente de fuerza Electromotriz (fem). Convierte la Energía química o mecánica en Energía Eléctrica

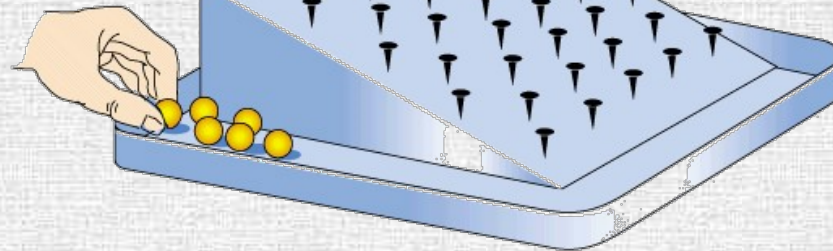


La fuente de fem realiza trabajo sobre la Carga que la atraviesa, elevando su Energía Potencial en  $\Delta q\mathcal{E}$ . Este trabajo por unidad de Carga es la fem ( $\mathcal{E}$ ).

# Analogía Mecánica de un Circuito Sencillo

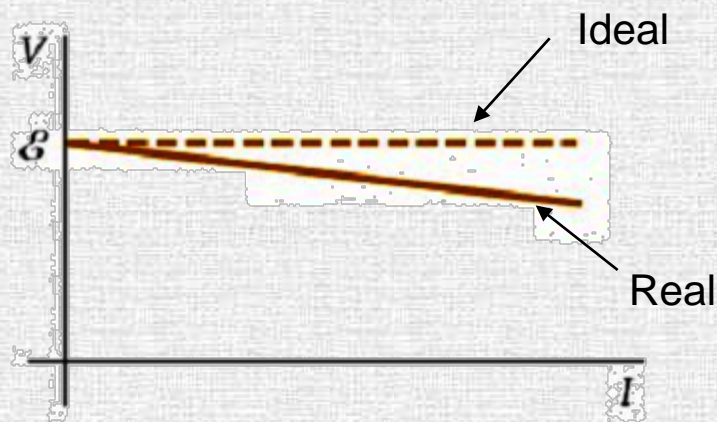


(b)



**Fuente de fem ideal:** Mantiene constante la diferencia de Potencial entre sus bornes e igual a  $\mathcal{E}$ .

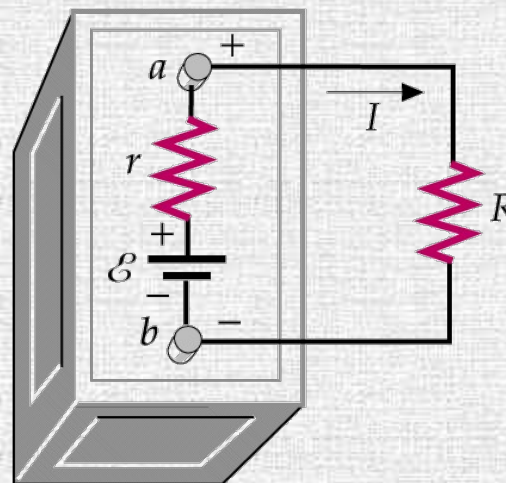
**Fuente de fem real:** La diferencia de Potencial entre sus bornes disminuye con el aumento de la Corriente.



$$V = \mathcal{E} - I r$$

$r$ : Resistencia interna de la batería

*Representación de una batería real*



# Asociación de Resistencias

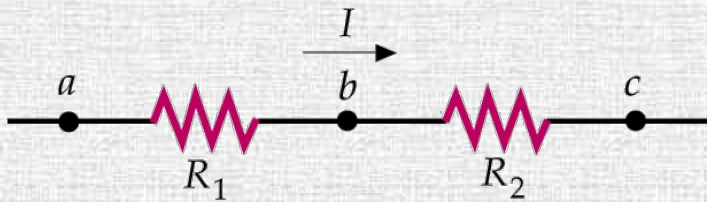
La Resistencia equivalente de una combinación de Resistencias es el valor de una única Resistencia que, reemplazada por la combinación, produce el mismo efecto externo.

$$R_{eq} = \frac{V}{I}$$

V: ddp entre los extremos de la asociación

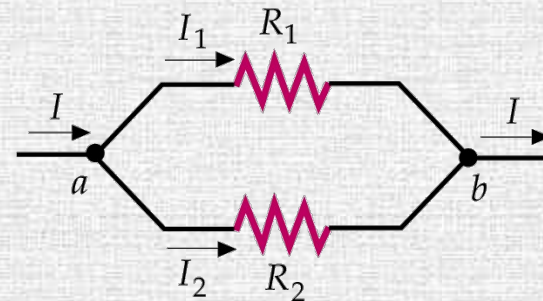
I: Corriente a través de la combinación

## Asociación en Serie



$$R_{eq} = \sum_i R_i$$

## Asociación en Paralelo



$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_i \frac{1}{R_i}$$

## Circuitos: Elementos de un Circuito

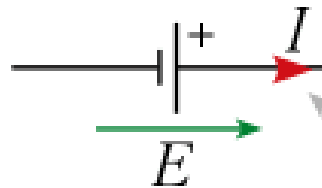
Los Elementos que componen un Circuito Eléctrico pueden ser:

- **Elementos Activos:** dispositivos capaces de generar una tensión o una corriente y suministrar energía a una carga dada.
- **Elementos Pasivos:** aquellos que al circular corriente producen una diferencia de potencial entre sus bornes consumiendo energía.

En los **Elementos Activos**, la tensión y la corriente tienen igual signo.

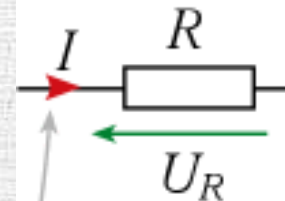
En los **Elementos Pasivos**, la tensión y la corriente tienen distinto signo.

### Elemento Activo



La fem  $E$   
genera la corriente  $I$

### Elemento Pasivo



La tensión  $U_R$   
se opone a  
la corriente  $I$

## Circuitos de una sola Malla

---

**Elementos Pasivos:** Son aquellos que absorben energía.

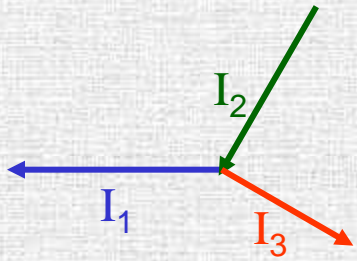
**Elementos Activos:** Son aquellos que suministran energía.

**Leyes de Kirchhoff:** Son útiles para encontrar las Corrientes que circulan por las diferentes partes de un circuito o las caídas de Potencial que existen entre dos puntos determinados de dicho circuito.

### **Definiciones**

- Borne o Terminal: Unión de dos o mas bornes.
- Nodo o Nudo: Unión de dos o mas bornes.
- Malla o Lazo: Todo recorrido cerrado en un circuito.
- Rama: Es un elemento o grupo de elementos conectados (en serie) entre dos nodos.

Ley de Kirchhoff de las Corrientes (LKC): En cualquier instante, la suma algebraica de todas las Corrientes que concurren en un nudo es cero.



$$I_1 - I_2 + I_3 = 0$$

**Convenio** ↻

Corrientes que salen del nudo (+)

Corrientes que entran en el nudo (-)

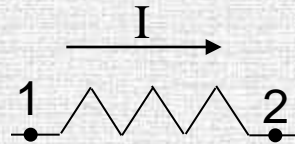
$$\sum I = 0$$

**Ley de Kirchhoff de los voltajes (LKV):** La suma algebraica de todas las caídas de tensión a lo largo de una malla debe ser nula en cualquier instante.

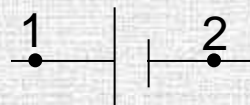
Caída de tensión  $V_{12}=V_1-V_2$ :  
Energía en julios eliminada del circuito cuando una Carga de +1 C pasa del punto 1 al punto 2

$$\sum V = 0$$

**Convenio**



En una Resistencia hay una caída de tensión positiva en el sentido de la Corriente ( $V_{12}>0$ )

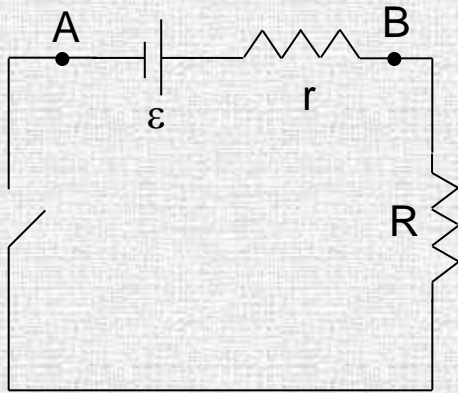


En una batería hay una caída de tensión positiva en el sentido del terminal positivo al negativo, **independientemente del sentido de la Corriente** ( $V_{12}>0$ )



# Circuito Abierto y Cortocircuito

**Circuito Abierto:** Es una rama de un circuito por la que no circula Corriente.



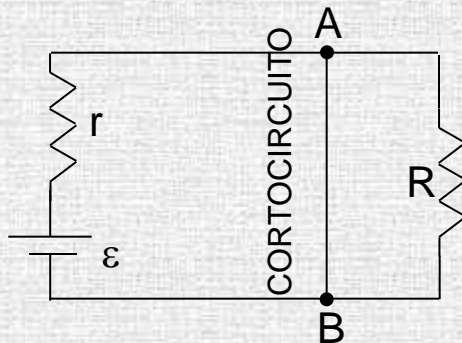
$$V_{AB} = \varepsilon - I r$$

0

⇒

$V_{AB} = \varepsilon$

**Cortocircuito:** Es un recorrido de muy baja Resistencia (idealmente  $R=0$ ) entre dos puntos de un circuito.



$V_{AB} = 0$

# Potencia. Ley de Joule

---

## 1.- Energía disipada en una Resistencia

$$P = I^2 R$$

Ley de  
Joule

## 2.- Energía absorbida o cedida por una batería

**Potencia de Salida:** Rapidez con la que los portadores ganan Energía Eléctrica.

$$P_o = \varepsilon I - I^2 r$$

**Potencia de Entrada:** Rapidez con la que los portadores pierden Energía Eléctrica a su paso por la batería.

$$P_o = \varepsilon I + I^2 r$$

En cualquier caso  $P = V I$ , donde  $V$  es la diferencia de Potencial entre los extremos del elemento e  $I$  la Corriente que lo atraviesa.

# Circuitos RC

---

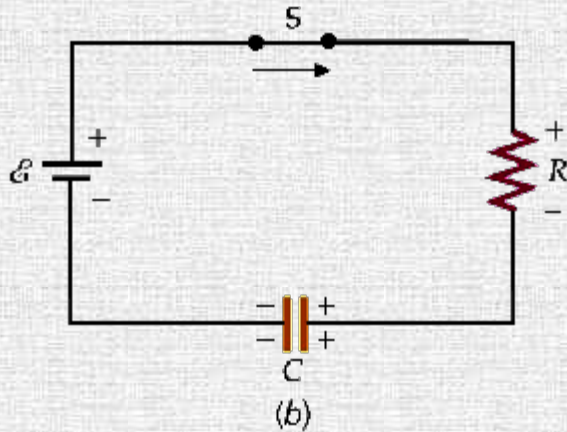
Un circuito RC está compuesto por una Resistencia y un Condensador. En dichos Circuitos la Corriente fluye en una dirección, como en un circuito de cc, pero a diferencia de éstos, la Corriente varía con el tiempo.

**CASO 1:** Proceso de Carga del condensador, inicialmente desCargado, cuando sus terminales se conectan en serie con una Resistencia y una batería.

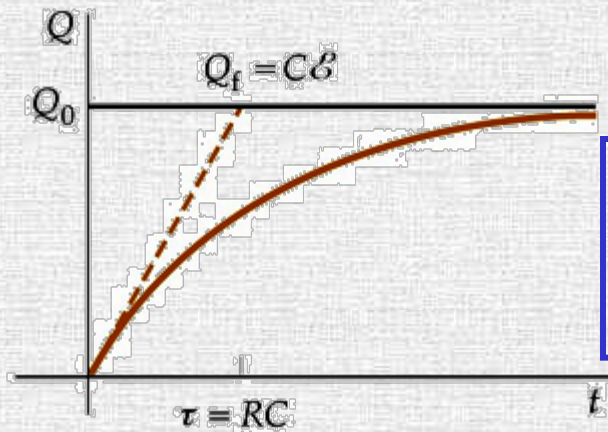
**CASO 2:** Proceso de desCarga del condensador, inicialmente Cargado, cuando sus terminales se conectan en serie con una Resistencia.

Ambos procesos viene definidos por un tiempo característico  $\tau = R C$

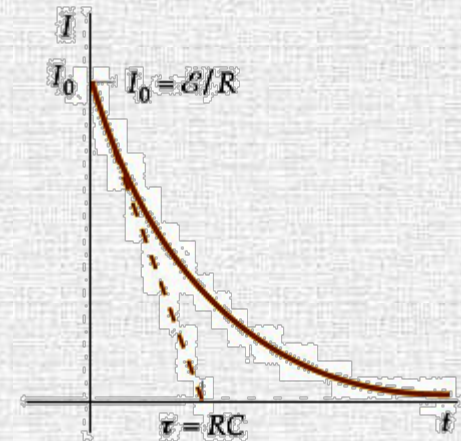
# Carga del Condensador



En  $t = 0$  el condensador está descargado. Al cerrar el interruptor, existe una caída de Potencial entre los extremos de la Resistencia y el condensador empieza a Cargarse.



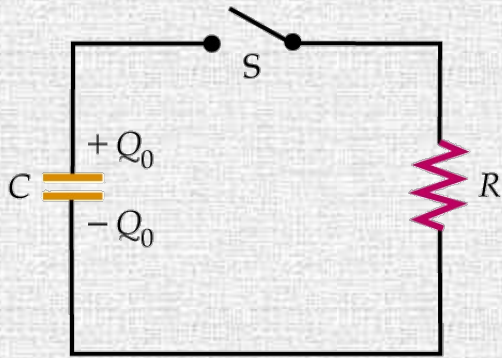
$$Q(t) = \varepsilon C \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$



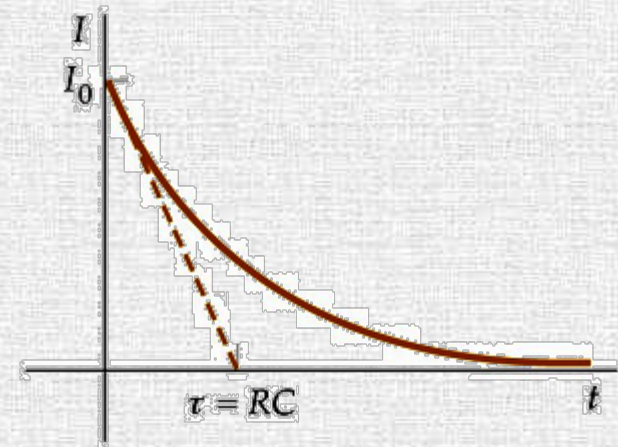
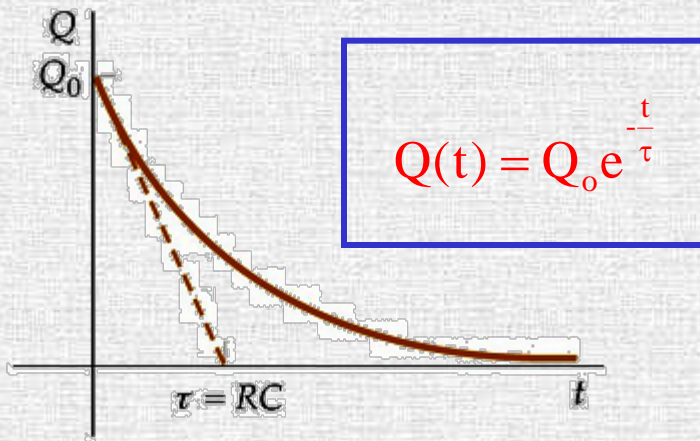
$$I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Condensador Cargado  $\equiv$  Circuito Abierto

## Descarga del Condensador



En  $t = 0$  el condensador está Cargado. Al cerrar el interruptor, existe una caída de Potencial entre los extremos de la Resistencia debido a la Corriente inicial y el condensador empieza a descargarse.



$$I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Condensador descargado  $\equiv$  Cortocircuito