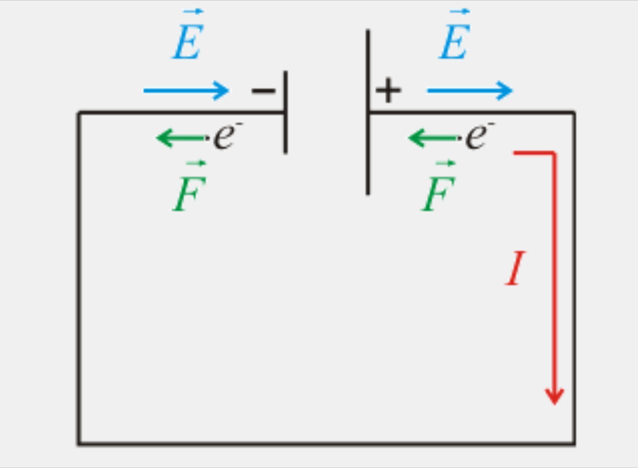
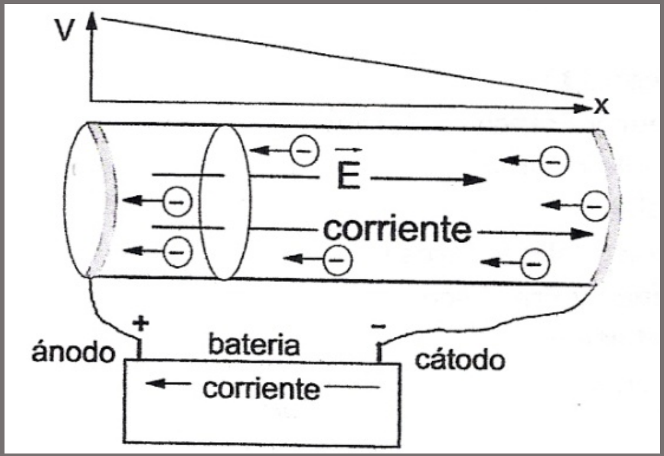
CORRIENTE ELÉCTRICA. ELECTROCINETICA



CORRIENTE ELÉCTRICA

Flujo ordenado de carga



Tipos de corriente eléctrica

Transitoria.

Permanente → Continua

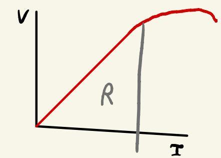
Permanente → Alterna

Electrocinéticos

Movimientos de cargas eléctricas

- Sólidos
  - Conductores → metales → materiales óhmicos →
  - Semiconductores
    - Diodos
    - Transistores
    - Etc...
  - Aislantes
- Líquidos (Iones)
  - Electrolisis
  - Pilas
- Gases
  - Gases ionizados
  - Plasma

Óhmico



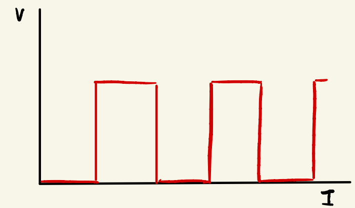
Punto de ruptura material

↓

Fuente

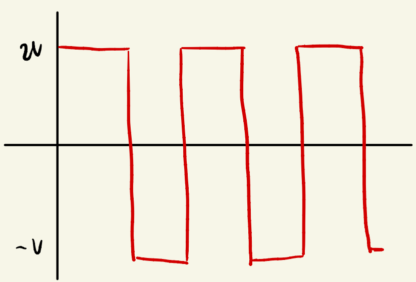
Velocidad = cte → corriente continua

↳ función armónica → corriente alterna

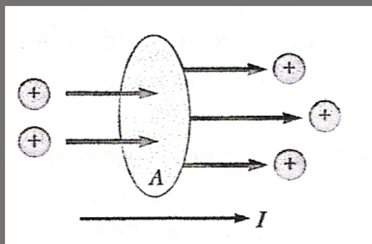


↓

Diodos Zener



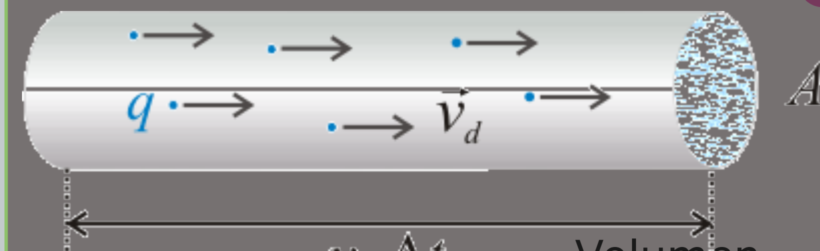
INTENSIDAD DE CORRIENTE



Sistema Internacional: Amperio (A)

$$I_{media} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$I \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt} \qquad 1A = 1C/s$$



$\Delta x = v_d \, \Delta t$ Volumen, $V = A.\Delta x_e$

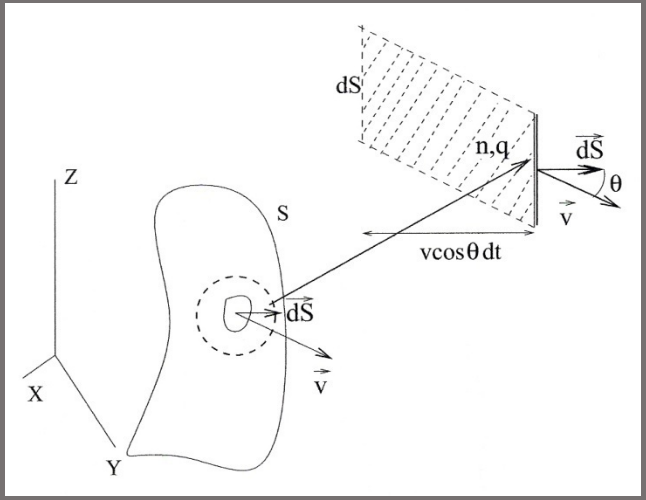
$$\Delta Q = (nA\Delta x_e)q$$

$$\Delta x_d = \upsilon_d \Delta t$$

$$\Delta Q = (nA\,\Delta x_e)q = (nA\,\Delta x_d)q = (nA\upsilon_d \Delta t)q$$

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = nq\upsilon_d A$$

DENSIDAD DE CORRIENTE

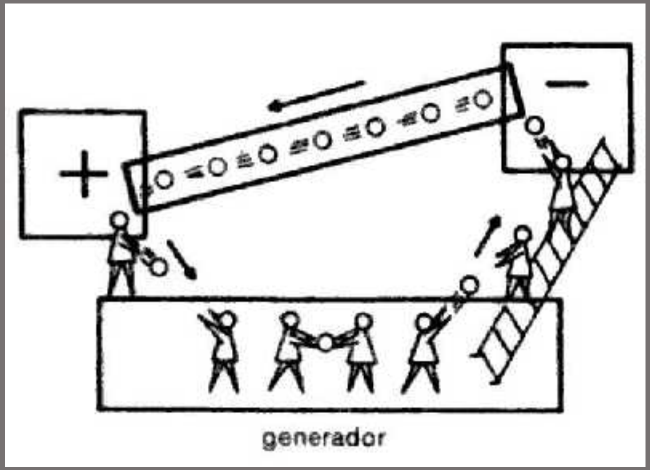


$$\vec{j} = nq\vec{v}_d$$

$$A = S = |\vec{S}|$$

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = nqv_d A \Longrightarrow dI = nq\vec{v}_d \, d\vec{S}$$

$$\Rightarrow \quad dI = \vec{j}\, d\vec{S} \quad \Longrightarrow$$



$$I = \int dI = \int \vec{j}\, d\vec{S} = j\, S \cos \underline{\alpha}$$

Si j y S son paralelos , $I = j\,S$

En enero de 1781, antes del trabajo de Georg Ohm, Henry Cavendish experimentó con botellas de Leyden y tubos de vidrio de diferente diámetro y longitud llenados con una solución salina. Como no contaba con los instrumentos adecuados, Cavendish calculaba la corriente de forma directa: se sometía a ella y calculaba su intensidad por el dolor. Cavendish escribió que la "velocidad" (corriente) variaba directamente por el "grado de electrificación" (tensión). Él no publicó sus resultados científicos a tiempo, y sus resultados fueron desconocidas hasta que Maxwell los publicó en 1879.

CONDUCTIVIDAD *Resistividad*

RESISTENCIA Y LEY DE OHM

Campo externo = campo electromotor

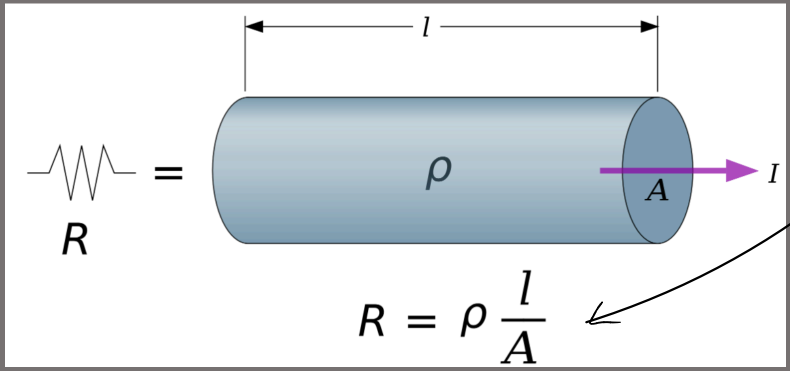
$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}_r \Rightarrow \dfrac{\mathbf{J}}{\sigma} = \mathbf{E}_{ext} \Rightarrow \dfrac{I}{A\sigma}\mathbf{n}\cdot d\mathbf{l} = \mathbf{E}_{ext}\cdot d\mathbf{l}$ **n** y $d\mathbf{l}$ son paralelos

fuerza electromotriz

$$\int_1^2 \frac{I}{A\sigma} dl = \int_1^2 \mathbf{E}_{ext}\cdot d\mathbf{l} \qquad \int_1^2 \vec{E}_{ext}\cdot d\vec{l} = \xi \qquad \int_1^2 \vec{E}_{ext}\cdot d\vec{l} = \xi = \underbrace{\phi_1 - \phi_2}_{\text{diferencia de potencial}}$$

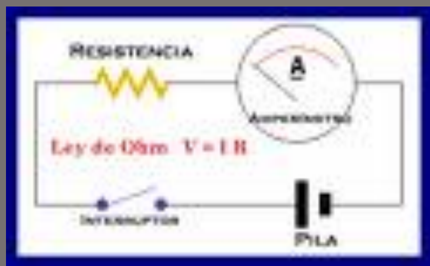
resistividad

$$R = \frac{1}{\sigma}\frac{l}{A} \Rightarrow \rho = 1/\sigma \Rightarrow R = \rho\frac{l}{A} \qquad \Omega(ohmio)$$

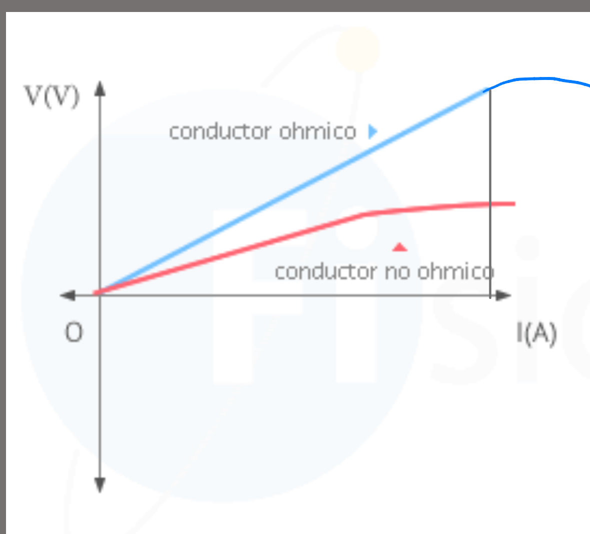


$$I = \frac{V_a - V_b}{R}$$

LEY DE OHM, MATERIALES OHMICOS



$$I = \frac{V_a - V_b}{R}$$



Conductividades

$\rho = 1/\sigma$

Material	Resistividad (V·m/A)
Aluminio	$2.65 \cdot 10^{-8}$
Cobre	$1.67 \cdot 10^{-8}$
Oro	$2.35 \cdot 10^{-8}$
Hierro	$9.71 \cdot 10^{-8}$
Níquel	$6.84 \cdot 10^{-8}$
Plata	$1.59 \cdot 10^{-8}$
Mercurio	$95.8 \cdot 10^{-8}$
Constantán (Cu 60%, Ni 40%)	$49.0 \cdot 10^{-8}$
Germanio (puro)	0.46
Grafito	$1.4 \cdot 10^{-5}$
Agua saturada de sal	0.044
Óxido de aluminio	$1 \cdot 10^{14}$
Vidrio	$10^{10} - 10^{14}$
Cuarzo	$1 \cdot 10^{14}$
Azufre	$2 \cdot 10^{15}$
Madera	$10^{8} - 10^{11}$

BUENOS CONDUCTORES

AISLANTES

EFECTO JOULE

$$W_i^f = q\left(V_i - V_f\right)$$

el trabajo realizado por el campo será

$$dW = dq\left(V_i - V_f\right)$$

M

la potencia suministrada al circuito para mantener la corriente estará dada por

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{dq}{dt}\left(V_i - V_f\right) = I\left(V_i - V_f\right)$$

la potencia disipada en la resistencia

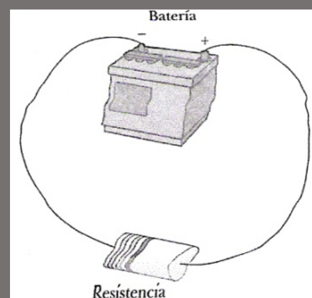
$$P = I\left(V_i - V_f\right) = \frac{\left(V_i - V_f\right)^2}{R} = I^2 R$$

La potencia se mide en watios w=J/s

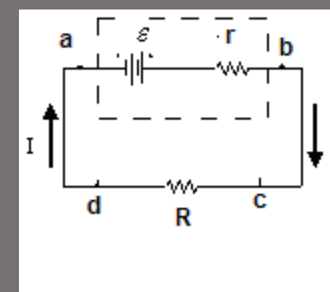
FUERZA ELECTROMOTRIZ

*Un **generador de fuerza electromotriz** es un dispositivo que puede realizar una transformación reversible entre cualquier forma de energía y energía eléctrica*

fuerza electromotriz (ϵ= f.e.m.) Unidad (SI): Voltio



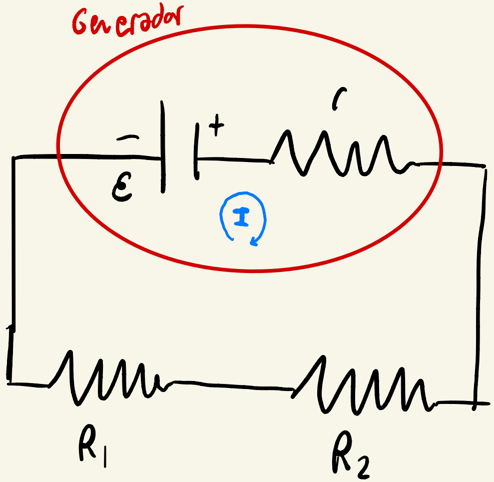
$\Rightarrow$



$$\left.\begin{aligned}\Delta V &= IR\\ \Delta V &= \varepsilon - Ir\end{aligned}\right\} \Rightarrow \quad \varepsilon = IR + Ir \quad \Longrightarrow \quad I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

activo → me da energía

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

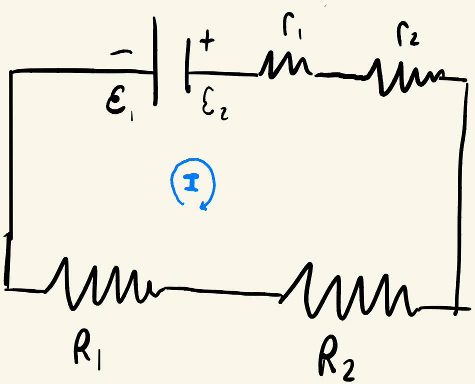


$$\varepsilon I = I^2 r + I^2 R_1 + I^2 R_2$$

$$\varepsilon = I(r + R_1 + R_2)$$

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_1 + R_2} = \frac{\varepsilon(\varepsilon - \varepsilon')}{r + R_1 + R_2}$$

fuerza contraelectromotriz (elemento o motor que actua consumiendo energía de la principal)



$$I\varepsilon_1 = I\varepsilon_2 + I^2 r_1 + I^2 r_2 + I^2 R_1 + I^2 R_2$$

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_2 = I(r_1 + r_2 + R_1 + R_2)$$

$$I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{r_1 + r_2 + R_1 + R_2} = \frac{\Sigma \varepsilon_1 - \Sigma \varepsilon_2}{\Sigma (r + R)}$$

FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ

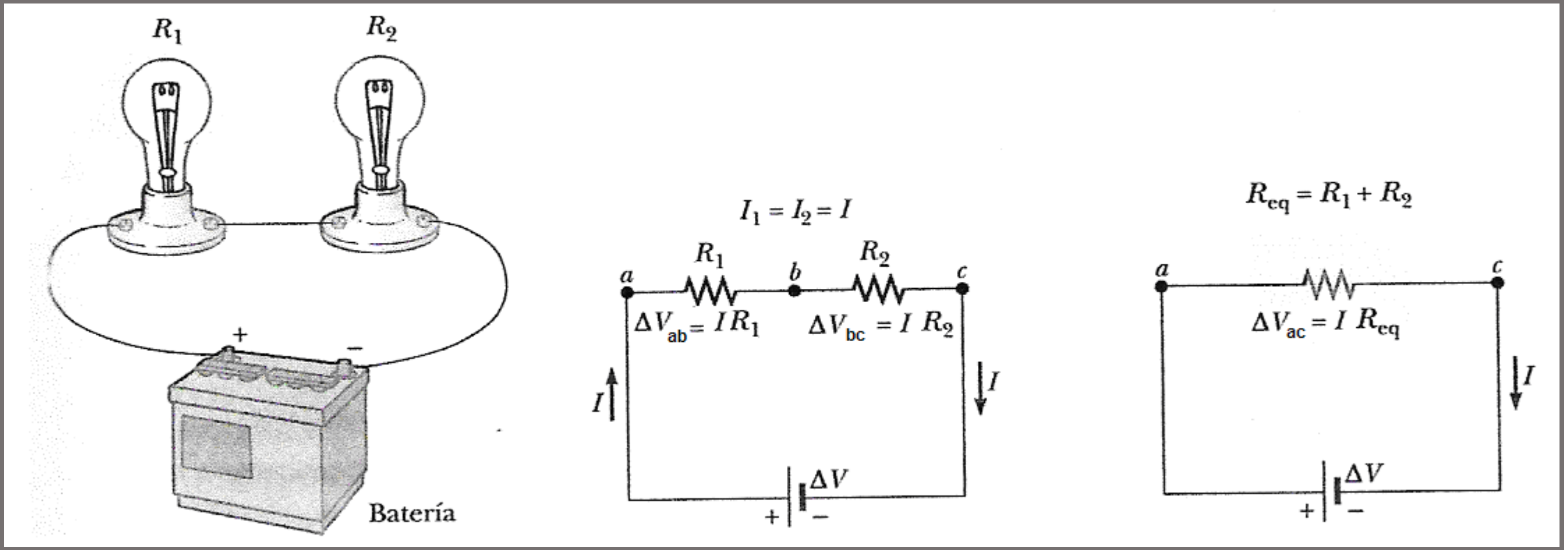
*Un **receptor** a un dispositivo que transforma una parte de la energía eléctrica que recibe del circuito en otra forma de energía distinta de la calorífica producida por efecto Joule*

fuerza contraelectromotriz (f.c.e.m.):Voltio

$$\varepsilon' = \frac{dW'}{dq}$$

$$\left.\begin{array}{l} P' = \dfrac{dW'}{dt} = \dfrac{dW'}{dq}\dfrac{dq}{dt} = \varepsilon' I \\ P_1 = I^2 r' \\ P = \left(V_A - V_B\right) I \end{array}\right\} \Longrightarrow \begin{array}{l} \left(V_A - V_B\right) I = I^2 r' + \varepsilon' I \\ \left(V_A - V_B\right) = I r' + \varepsilon' \end{array}$$

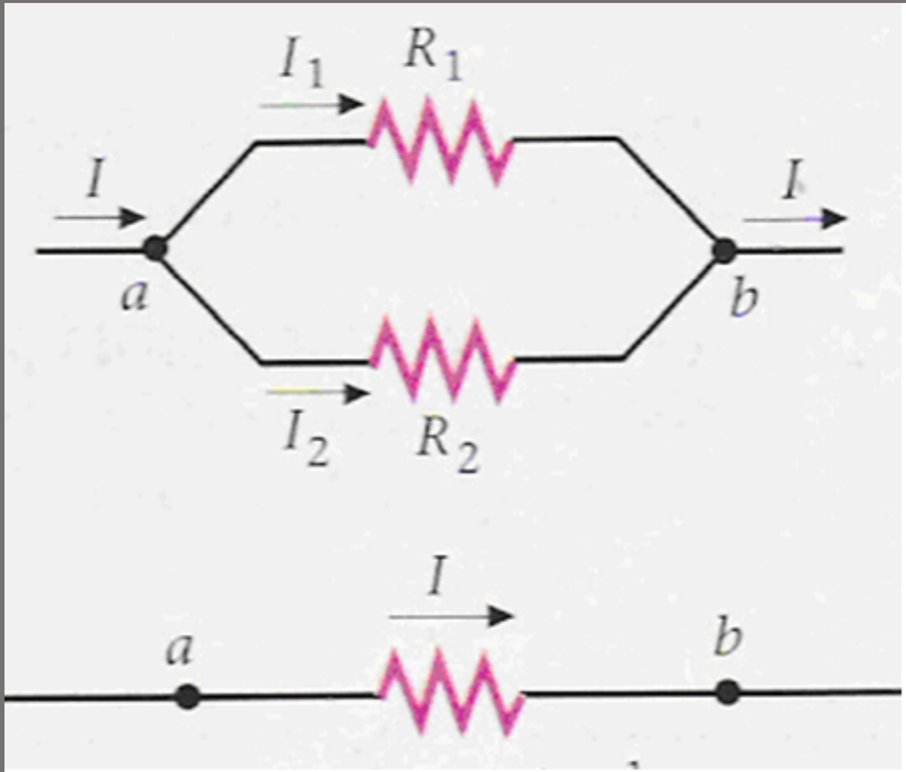
ASOCIACÓN DE RESISTENCIAS EN SERIE



$$\left.\begin{aligned} \Delta V &= IR_1 + IR_2 = I\left(R_1 + R_2\right) \\ \Delta V &= IR_{eq} \end{aligned}\right\} \Longrightarrow \Delta V = IR_1 + IR_2 = I\left(R_1 + R_2\right) \rightarrow R_{eq} = R_1 + R_2$$

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots$$

RESISTENCIAS EN PARALELO



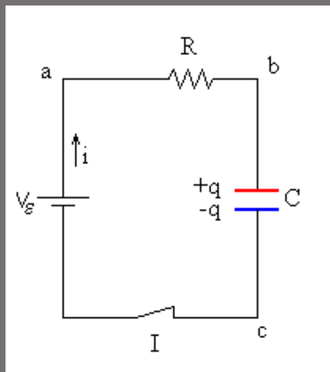
$$I = I_1 + I_2 = \frac{\Delta V}{R_1} + \frac{\Delta V}{R_2}$$

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

$$\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\boxed{\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots}$$

CARGA DE UN CONDENSADOR



$V_{ab}+V_{bc}+V_{ca}=0 \longrightarrow iR+q/C-V_\varepsilon=0$

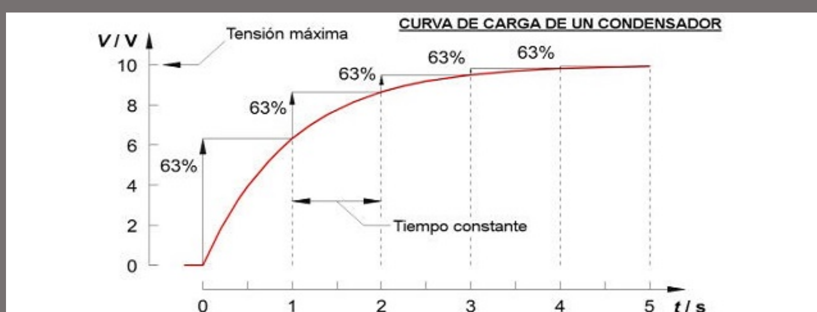
$$R\frac{dq}{dt} = V_\varepsilon - \frac{q}{C}$$

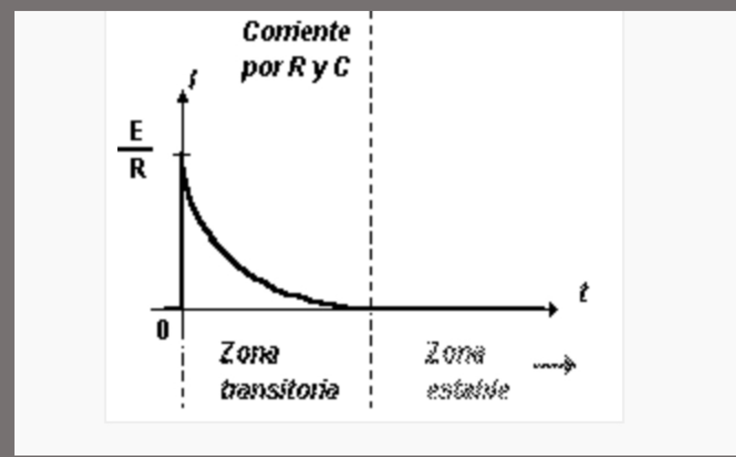
$$\int_0^q \frac{dq}{CV_\varepsilon - q} = \frac{1}{RC}\int_0^t dt \qquad q = CV_\varepsilon\left(1-\exp\left(\frac{-t}{RC}\right)\right)$$

Derivando con respecto al tiempo, obtenemos la intensidad en función del tiempo

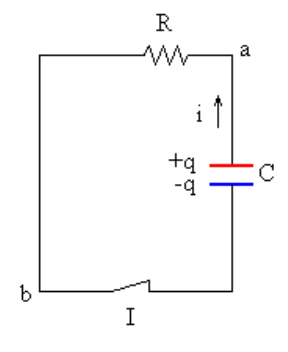
$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{V_\varepsilon}{R}\exp\left(\frac{-t}{RC}\right)$$

$$1/RC = T, constantedetiempo$$

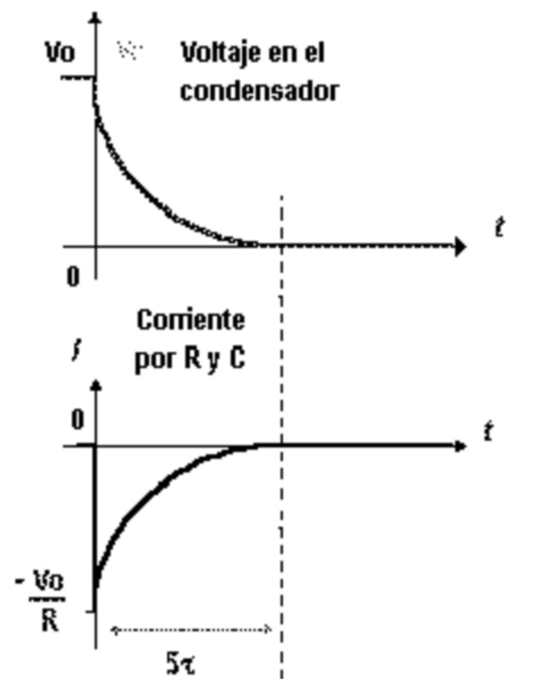




DESCARGA DE UN CONDENSADOR



$V_{ab}+V_{ba}=0 \longrightarrow iR-q/C=0$



Como la carga disminuye con el tiempo *i=-dq/dt*. La ecuación a integrar es

$$-R\frac{dq}{dt}=\frac{q}{C}$$

$$\int_Q^q \frac{dq}{q}=-\frac{1}{RC}\int_0^t dt \qquad q=Q\exp\left(\frac{-t}{RC}\right)$$

La carga del condensador disminuye exponencialmente con el tiempo. Derivando con respecto del tiempo, obtenemos la intensidad, en el sentido indicado en la figura.

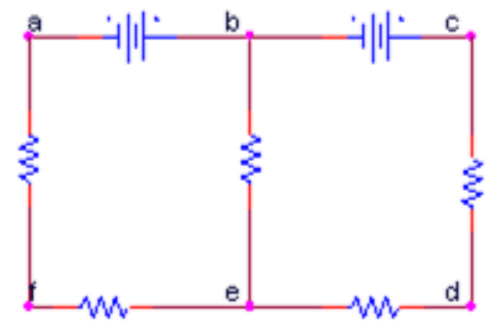
$$i=-\frac{dq}{dt}=\frac{Q}{RC}\exp\left(\frac{-t}{RC}\right)$$

LEYES DE KIRCHHOFF

Nudo: punto donde se unen tres o más conectores.

Rama: ~~porción del circuito~~ conjunto de elementos entre dos nudos.

Malla: recorrido cerrado a través de diversas ramas y nudos.



Condensador = almacena energía

régimen permanente → no hay corriente

REGLA DE LOS NUDOS: la suma algebraica de las intensidades de las corrientes que confluyen en un nudo vale cero. (Principio de conservación de la carga)

$\Sigma I = 0$ con $I_n > 0$ si I_n entra en el nudo

$I_n < 0$ si I_n sale del nudo

REGLA DE LAS MALLAS: la suma algebraica de las f.e.m. en una malla es igual a la suma algebraica de los productos IR en la malla. (Principio de conservación de la energía)

$$0 = I\Sigma R - \Sigma\varepsilon \quad \Rightarrow \quad \Sigma\varepsilon = I\Sigma R$$

PROCEDIMIENTO PARA RESOLVER CIRCUITOS CON LAS LEYES DE KIRCHHOFF

Vamos a ver cuál es el procedimiento para resolver cualquier circuito aplicando las dos leyes de Kirchhoff. Es el siguiente:

1º Le asignamos una letra a cada nudo del circuito

2º Se dibujan las intensidades por cada rama, asignándoles un sentido al azar.

3º Se dibujan las intensidades por cada malla, asignándole sentido al azar

3º Se aplica la primera ley de Kirchhoff o la ley de las corrientes a **tantos nudos tenga el circuito menos uno**

4º Se aplica la segunda ley de Kirchhoff o la ley de las tensiones a **todas las mallas del circuito.**

5º Si la intensidad de rama coincide con el de malla , el producto de IR se considera positivo, si por el contrario tiene sentido opuesto el producto IR es negativo.

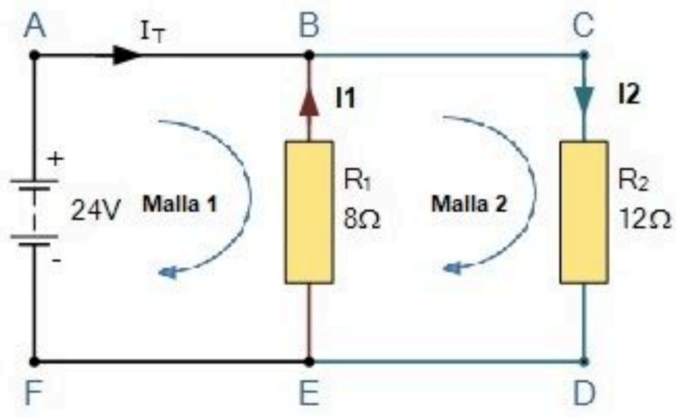
6º Tendremos tantas ecuaciones como número de intensidades tenga el circuito

7º Se resuelve el sistema de ecuaciones planteado, ya sea por el <u>método de sustitución</u> o aplicando la <u>regla de Cramer</u> si tenemos 3 ecuaciones o más

8º En los resultados las intensidades que tengan signo **positivo**, tienen el **mismo sentido** que le asignamos en el segundo paso. Las intensidades con signo **negativo** tienen **sentido contrario** al valor asignado inicialmente y debemos cambiarles el sentido.

Una vez tenemos el valor y sentido real de todas las intensidades, ya podemos hacer un balance de potencias y contestar a todas las preguntas sobre el análisis del circuito.

CIRCUITO POR KIRCHHOFF



Ley de los Nudos: Corrientes que entran en el nudo igual a corrientes que salen:

Nudo B ==> IT + I1 = I2

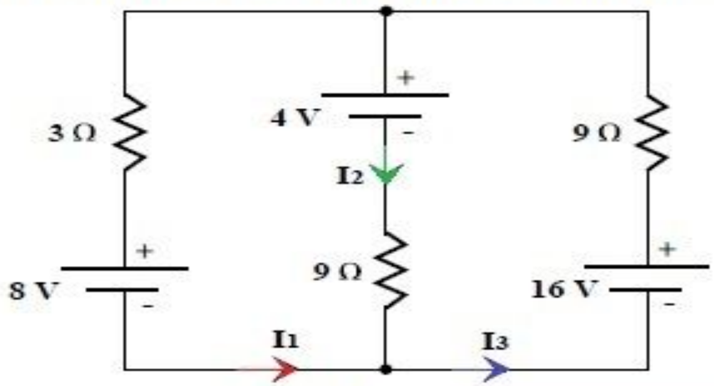
Ley de las Mallas: La suma de las fuerzas electromotrices (tensiones de las pilas) más las caidas de tensiónes en las resistencias (tensiones en las resistencias es igual a 0.

Malla 1 => 24V - (I1 x 8) = 0 ==> 24 = 8 x I1 ==> I1 = 24/8 = 3A

Malla 2 => - (8 x I1) + (12 x I2) = 0 => - (8 x 3) = - 12 x I2 ==>

-24 = - (12 x I2) ==> I2 = 24/12 = 2A

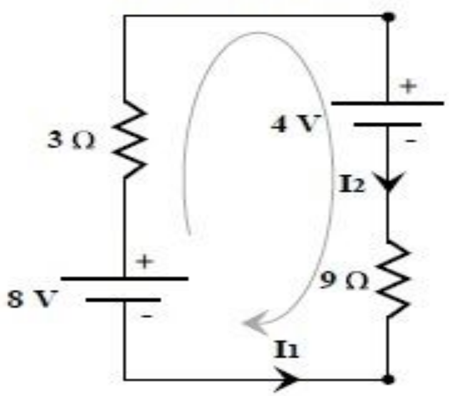
RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS POR KIRCHHOFF



Nudo A

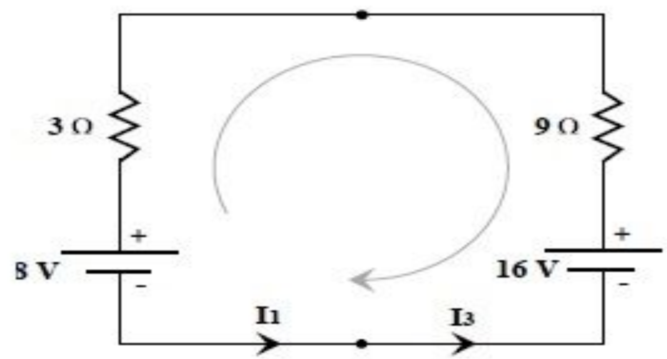
$$\boxed{I_1 + I_2 = I_3}$$

Malla 1



$$\boxed{8v + 3I_1 - 4 - 9I_2 = 0}$$

Malla 2



$$\boxed{8v + 3I_1 + 9I_3 - 16 = 0}$$