

## TEMA 3

# CORRIENTE ELÉCTRICA Y CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA

## CONTENIDOS CONCEPTUALES

1. Corriente Eléctrica
  - 4.1.1. Tipos de Corriente.
  - 4.1.2. Intensidad de Corriente
2. Resistencia de un Conductor y Ley de Ohm
3. La Energía en los Circuitos Eléctricos
  - 3.1. Efecto Joule
  - 3.2. Fuerza Electromotriz
4. Asociación de Resistencias
  - 4.1. Resistencias en Serie
  - 4.2. Resistencias en Paralelo
5. Leyes de Kirchhoff
6. Circuitos Serie RC
  - 6.1. Carga de un Condensador
  - 6.2. Descarga de un Condensador

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) P.A. Tipler, "Física. Volumen II". 4ª Edición. Ed. Reverté. Barcelona.
- 2) R.A. Serway, "FISICA. Volumen 2". 3ª Edición. Ed. Thomson.

# CORRIENTE ELÉCTRICA

**CORRIENTE ELÉCTRICA:** *flujo ordenado de carga*

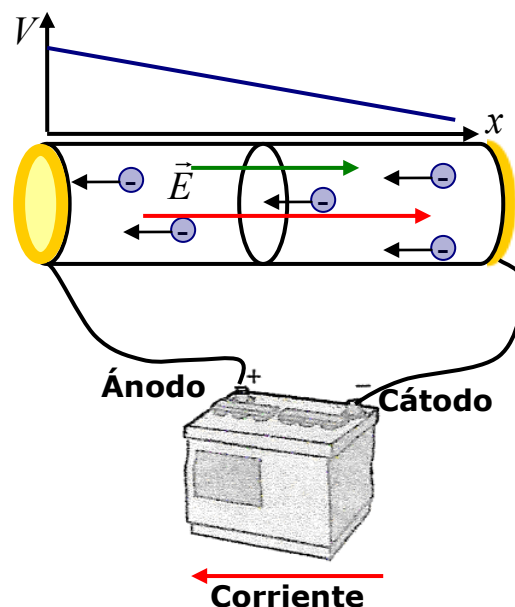
## TIPOS DE CORRIENTE.

**Corriente Transitoria** (ejemplo: conductor aislado y cargado cuando se coloca en presencia de un campo eléctrico, proceso de carga y descarga de un condensador)

**Corriente Permanente** (conductor como parte de un circuito cerrado):

Continua: Campo eléctrico siempre en el mismo sentido

Alterna: Campo eléctrico de módulo y sentido variable periódicamente



# CORRIENTE ELÉCTRICA

**INTENSIDAD DE CORRIENTE ELÉCTRICA:** ritmo al que fluye la carga eléctrica a través de una superficie perpendicular al movimiento de las cargas.

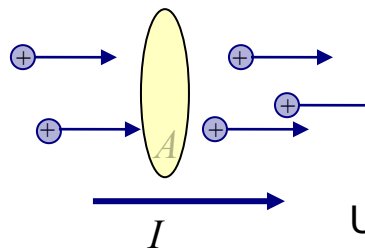
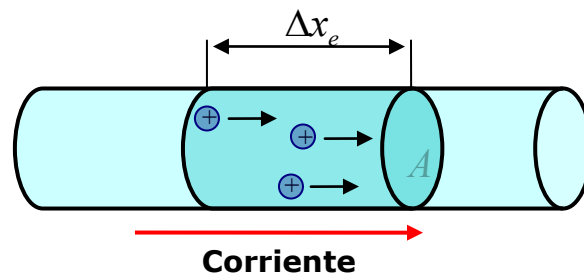


Diagrama que muestra la corriente eléctrica  $I$  fluyendo a través de una superficie plana  $A$ . Se representan cargas positivas (+) moviéndose hacia la derecha, cruzando la superficie  $A$ . Una flecha roja debajo indica la dirección de la corriente  $I$ .

$$I_{media} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$
$$I \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt}$$

Unidad:  $1A = 1C/s$     Dimensiones: A



$n$  : densidad de portadores de carga  $\Rightarrow \Delta Q = (nA\Delta x_e)q$

$v_d$  : velocidad de deriva  $\Rightarrow \Delta x_d = v_d \Delta t$ .

$\Delta x_d = \Delta x_e \Rightarrow \Delta Q = (nAv_d \Delta t)q$

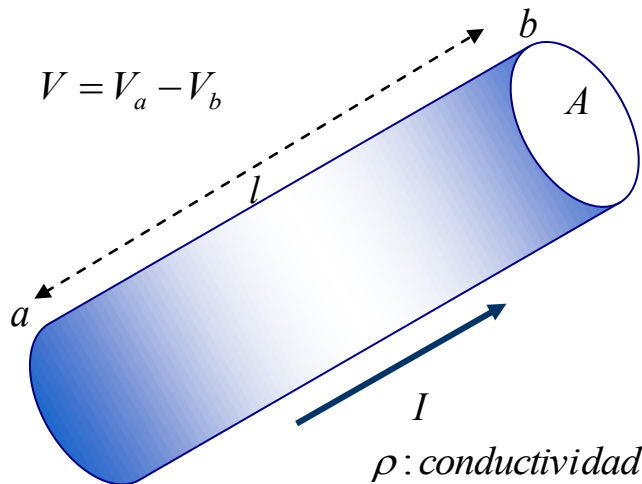
$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = nqv_d A$$

**Ejercicio:** La corriente que circula por un alambre varía con el tiempo según la expresión  $I = 20 + 3t^2$ , donde  $I$  se expresa en amperios y  $t$  en segundos.

- ¿Cuántos culombios se transportan por el alambre entre  $t = 0s$  y  $t = 10s$ ?
- ¿Qué corriente constante transportaría la misma carga en igual intervalo de tiempo?

## RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR Y LEY DE OHM

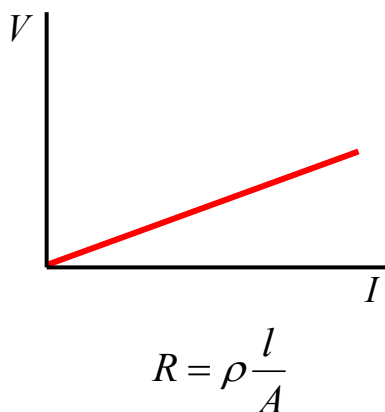
Se define la **RESISTENCIA** de un conductor como el cociente entre la caída de potencial entre sus extremos y la intensidad que circula por el mismo.



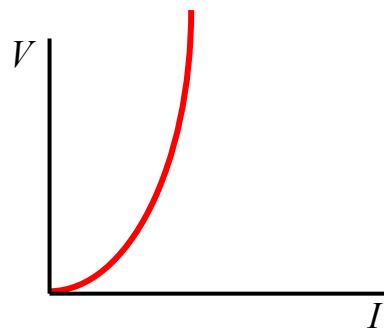
$$R = \frac{V}{I}$$

### **Materiales óhmicos o lineales:**

(Resistencia constante)



### **Materiales no óhmicos o no lineales:**



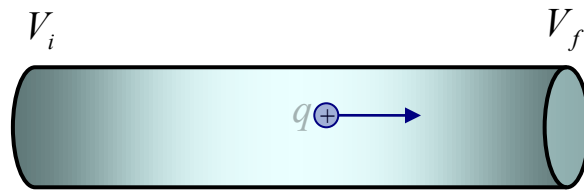
**LEY DE OHM** (sólo para materiales óhmicos):

$$V = IR \quad R \equiv cte$$

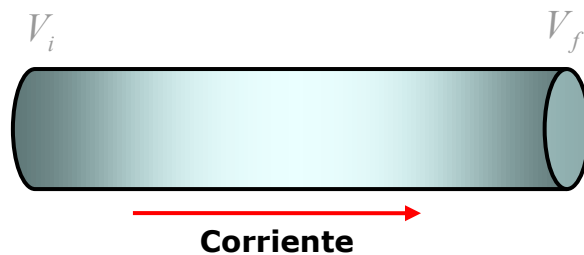
# LA ENERGÍA EN LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## **EFFECTO JOULE:**

Carga puntual:  $W = -\Delta U = -q\Delta V = -q(V_f - V_i) = q(V_i - V_f)$



Corriente:  $dW = dq(V_i - V_f)$



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

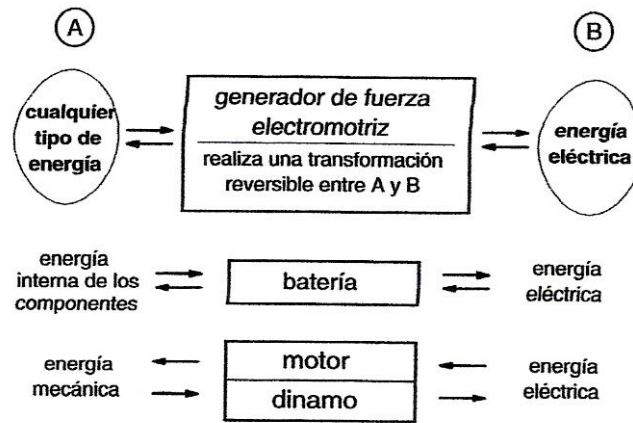
## **Efecto Joule (Resistencia):**

Ley de Ohm:  $\Delta V = IR$

$$P = I(V_i - V_f) = I^2 R$$

# LA ENERGÍA EN LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

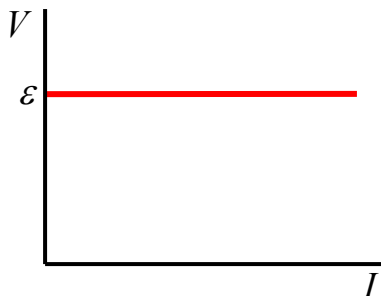
## GENERADOR DE FEM:



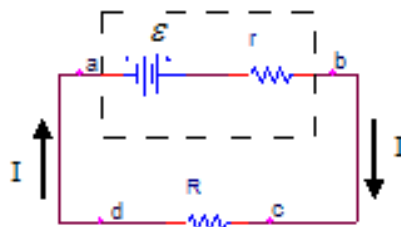
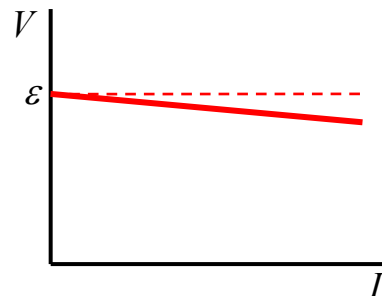
**FUERZA ELECTROMOTRIZ:** *trabajo por unidad de carga*

Unidad: Voltio

Batería Ideal:



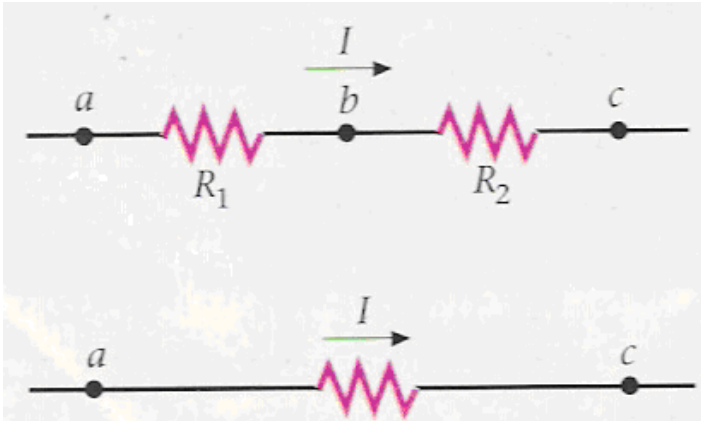
Batería real:



$$\left. \begin{array}{l} \Delta V = V_b - V_a = \varepsilon - Ir \\ \Delta V = IR \end{array} \right\} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

# ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS

## RESISTENCIAS EN SERIE

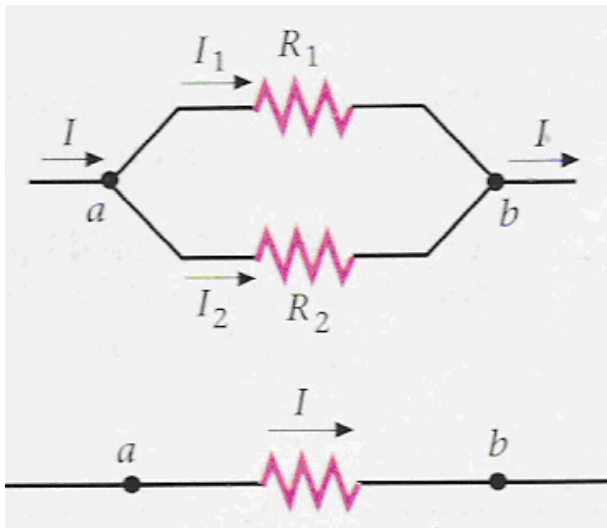


$$\left. \begin{aligned} \Delta V &= IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2) \\ \Delta V &= IR_{eq} \end{aligned} \right\}$$

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

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

## RESISTENCIAS EN PARALELO



$$\left. \begin{aligned} I &= I_1 + I_2 = \frac{\Delta V}{R_1} + \frac{\Delta V}{R_2} \\ I &= \frac{\Delta V}{R_{eq}} \end{aligned} \right\}$$

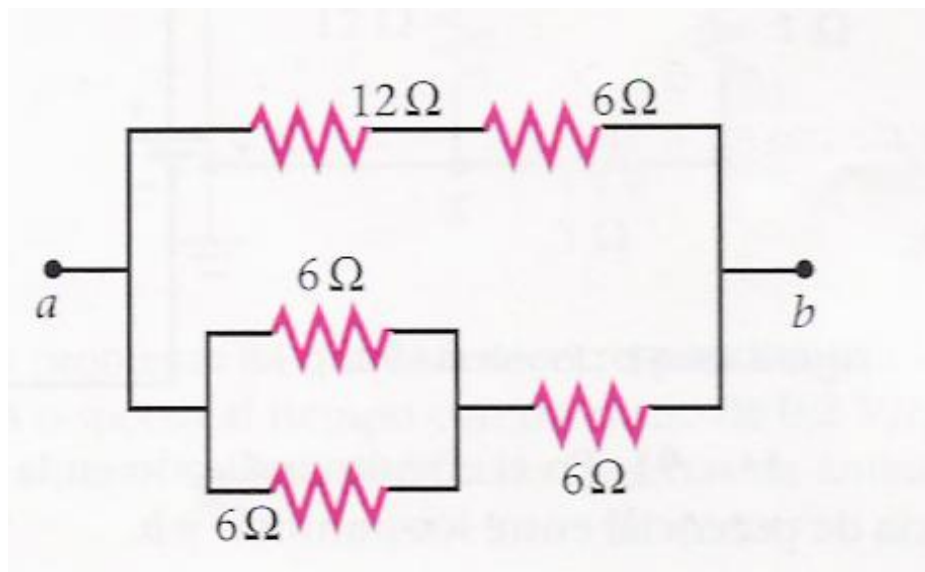
$$\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

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

## ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS

### **Ejercicio:**

- a) Hallar la resistencia equivalente entre los puntos a y b del circuito de la figura.
- b) Si la caída de potencial entre a y b es 12V, hallar la corriente en cada resistencia.



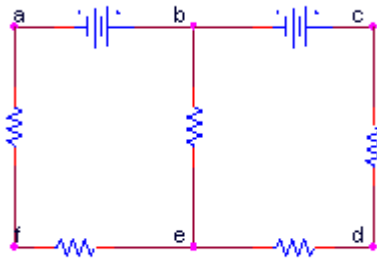


## LEYES DE KIRCHHOFF

**Nudo:** punto donde se unen tres o más conectores.

**Rama:** porción del circuito entre dos nudos.

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



**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)

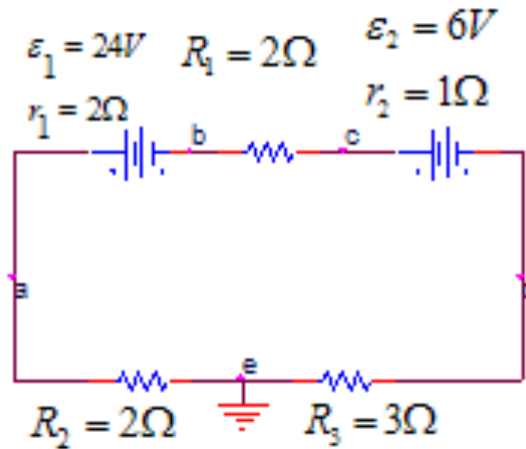
$$\Sigma I = 0 \quad \text{con } I_n > 0 \text{ si } I_n \text{ entra en el nudo}$$

$$I_n < 0 \text{ si } I_n \text{ sale del nudo}$$

**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)

$$0 = I\Sigma R - \Sigma \mathcal{E} \Rightarrow \Sigma \mathcal{E} = I\Sigma R$$

## LEYES DE KIRCHHOFF



Pasos:

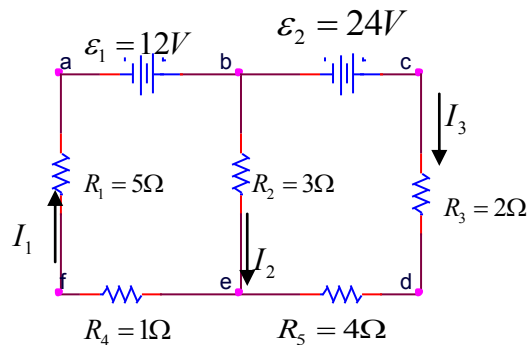
1. Fijar un sentido para  $I$
2. Fijar un sentido de recorrido en el circuito
3. Aplicar la regla de las mallas teniendo en cuenta:
  - a.  $I > 0$  si su sentido coincide con el sentido del recorrido
  - b.  $I < 0$  si su sentido es opuesto al sentido del recorrido
  - c.  $\varepsilon > 0$  si actúa como f.e.m. respecto al sentido del recorrido
  - d.  $\varepsilon < 0$  si actúa como f.c.e.m. respecto al sentido del recorrido
  - e.  $R$  siempre es positiva
4. Si se obtiene un valor de  $I$  negativo, su sentido es el opuesto

Resolución:

$$-\varepsilon_1 - IR_1 - \varepsilon_2 - IR_2 - IR_3 = 0$$

$$I = \frac{-\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{r_1 + R_1 + r_2 + R_3 + R_2} = \frac{-24 - 6}{2 + 2 + 1 + 3 + 2} = -3A,$$

## LEYES DE KIRCHHOFF



Pasos:

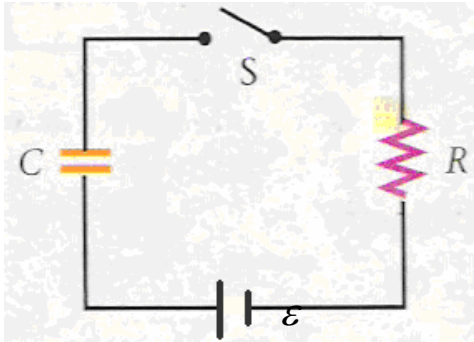
1. Fijar un sentido para cada  $I$  desconocida en las ramas.
2. Aplicar la regla de los nudos a los  $n-1$  nudos del circuito.
3. Descomponer el circuito en mallas.
4. Fijar un sentido de recorrido en cada malla.
5. Aplicar la regla de las mallas hasta completar un sistema de ecuaciones.
6. La regla de las mallas  $\sum \varepsilon = I \sum R$  se aplica teniendo en cuenta:
  - a.  $I > 0$  si su sentido coincide con el sentido del recorrido en la malla.
  - b.  $I < 0$  si su sentido es opuesto al sentido del recorrido en la malla.
  - c.  $\varepsilon > 0$  si actúa como f.e.m. respecto al sentido del recorrido en la malla.
  - d.  $\varepsilon < 0$  si actúa como f.c.e.m. respecto al sentido del recorrido en la malla.
  - e.  $R$  siempre es positiva.
7. Si se obtiene un valor de  $I$  negativo, su sentido es el opuesto.

Resolución:

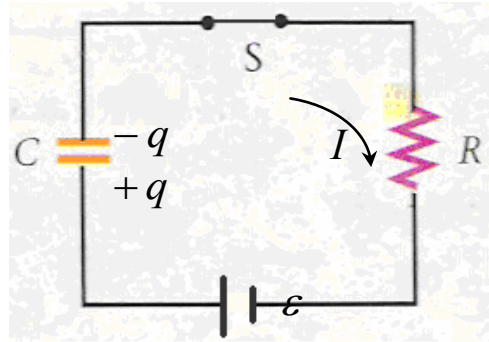
$$\left. \begin{aligned} I_1 - I_2 - I_3 &= 0 \\ \varepsilon_1 - I_2 R_2 - I_1 (R_4 + R_1) &= 0 \\ \varepsilon_1 + \varepsilon_2 - I_1 (R_4 + R_1) - I_3 (R_3 + R_5) &= 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} I_1 &= 4.5 A \\ I_2 &= 1 A \\ I_3 &= 3.5 A \end{aligned}$$

## CIRCUITO SERIE RC

### CARGA DE UN CONDENSADOR:



$$t = 0: \quad Q_0 = 0 \text{ C}$$



$t > 0$ : Cierre del interruptor

$$I_0 = \frac{\varepsilon}{R}$$

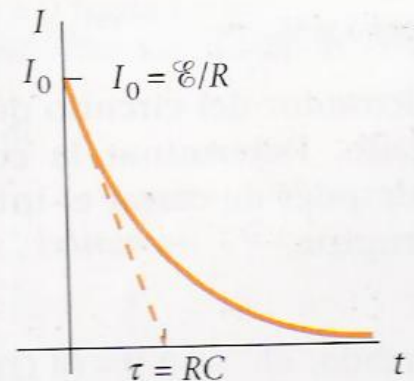
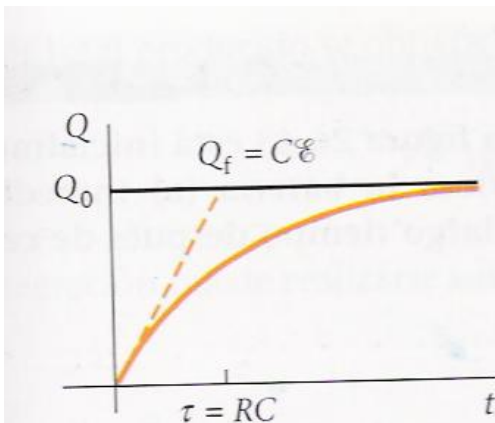
**Leyes de Kirchhoff:**  $\varepsilon - \frac{q}{C} - IR = 0$

$$\int_0^q \frac{dq}{(q - C\varepsilon)} = -\frac{1}{RC} \int_0^t dt$$

$$\ln\left(\frac{q - C\varepsilon}{-C\varepsilon}\right) = -\frac{t}{RC}$$

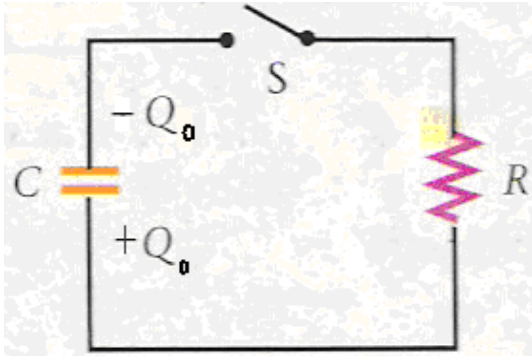
$$q(t) = C\varepsilon \left[1 - e^{-t/RC}\right] = Q_{\max} \left[1 - e^{-t/RC}\right]$$

$$I(t) = \frac{\varepsilon}{R} e^{-t/RC} = I_0 e^{-t/RC}$$

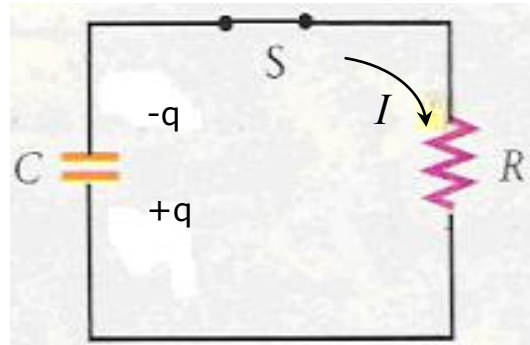


## CIRCUITO SERIE RC

### DESCARGA DE UN CONDENSADOR:



$$t = 0: Q_0 \neq 0$$



$t > 0$ : Cierre del interruptor

$$I_0 \neq 0$$

$$\text{Leyes de Kirchhoff: } -\frac{q}{C} - IR = 0$$

$$\int_{Q_0}^q \frac{dq}{q} = -\frac{1}{RC} \int_0^t dt$$

$$\ln\left(\frac{q}{Q_0}\right) = -\frac{t}{RC}$$

$$q(t) = Q_0 e^{-t/RC}$$

$$I(t) = \frac{dq}{dt} = -I_0 e^{-t/RC}$$

