

# Unidad 8.

## 8.2 Circuitos simples con corriente continua. Reglas de Kirchhoff

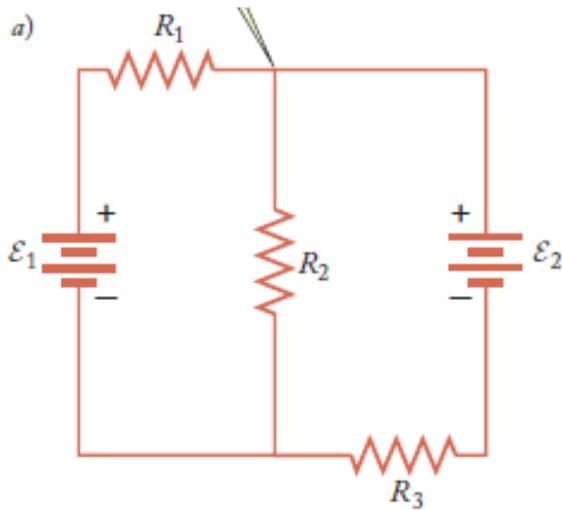
En estos circuitos, la corriente eléctrica que no cambia en el tiempo

$$I = \frac{dQ}{dt} = \textit{constante}$$

## 8.3 Circuitos RC (resistor-capacitor).

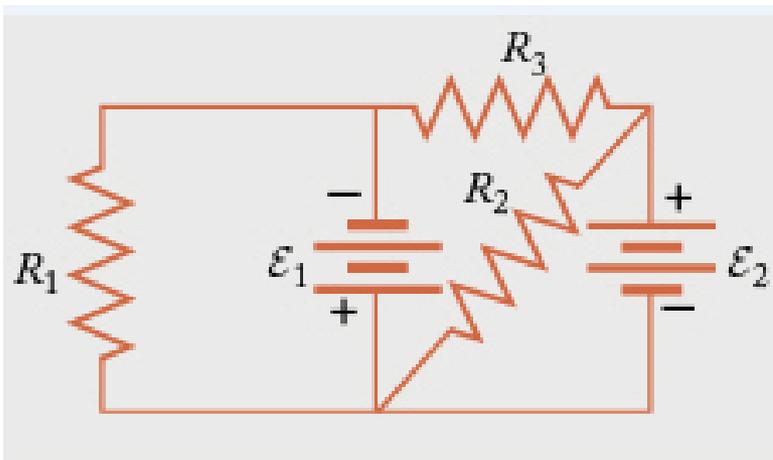
En estos circuitos la corriente eléctrica  $I$ , y la carga eléctrica  $Q$  que atraviesa el circuito **SI** cambia con el tiempo.

$$I(t), \quad Q(t)$$



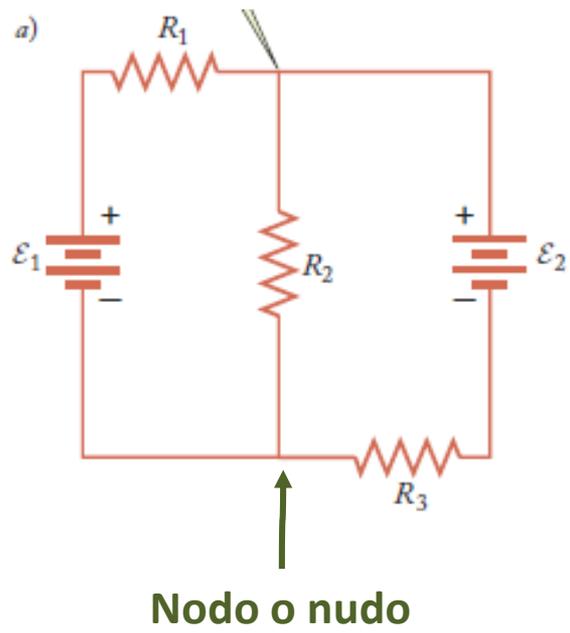
## 8.2 Circuitos simples con corriente continua. Reglas de Kirchhoff

Existen algunos circuitos formados por más de dos fuentes de fem (baterías) y resistores, donde no es fácil determinar la dirección de la corriente eléctrica  $I$ . Además no resulta obvio ubicar combinaciones de resistores en serie/paralelo para resolverlas.



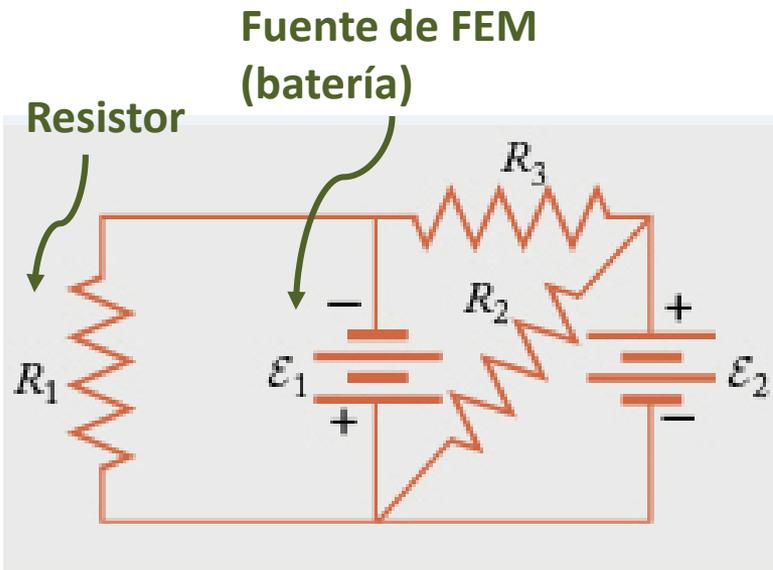
Se le invita a intentar asociar configuraciones serie o paralelo en los circuitos que se muestran aquí.....ponga atención a las terminales de los resistores..... complicado, ¿no?

## 8.2 Circuitos simples con corriente continua. Reglas de Kirchhoff

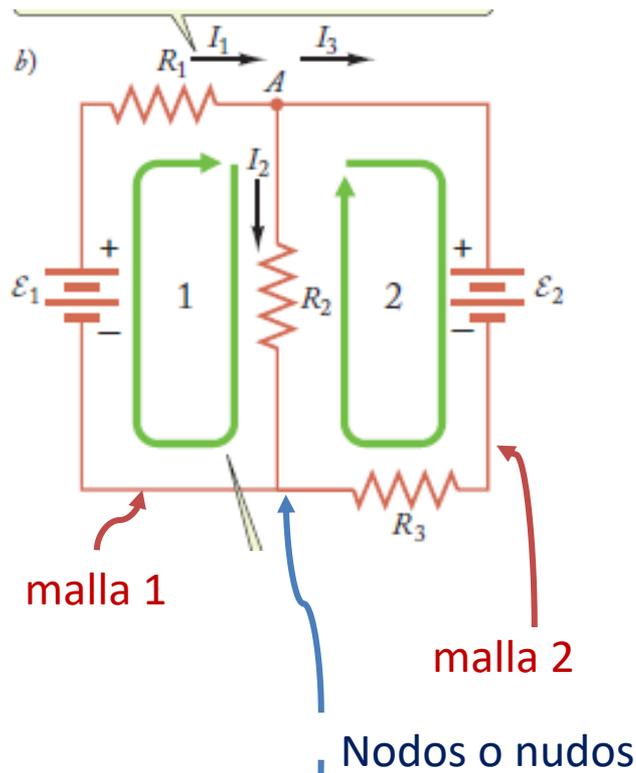


En estos casos se emplean las Reglas de Kirchhoff, que nos permiten establecer **un conjunto de ecuaciones linealmente independientes** donde aparecen las **incógnitas** que buscamos:

las diferentes **corrientes del circuito.**

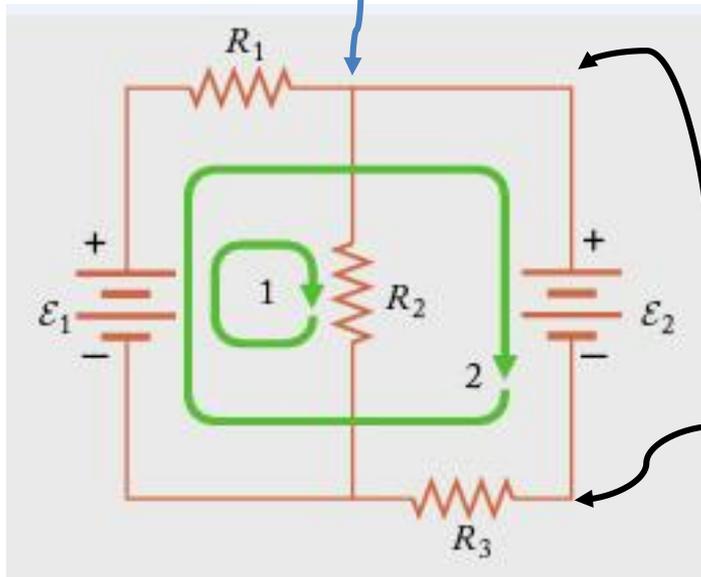


## 8.2 Circuitos simples con corriente continua. Reglas de Kirchhoff



La estrategia que se utiliza para resolverlos es hacer un “recorrido” por cada una de las mallas del circuito, analizando en cada una, los de los elementos que lo forman (fem, resistor).

La dirección de éste recorrido es irrelevante y arbitraria (observe las trayectorias en verde), lo importante es considerar todos los elementos del circuito.



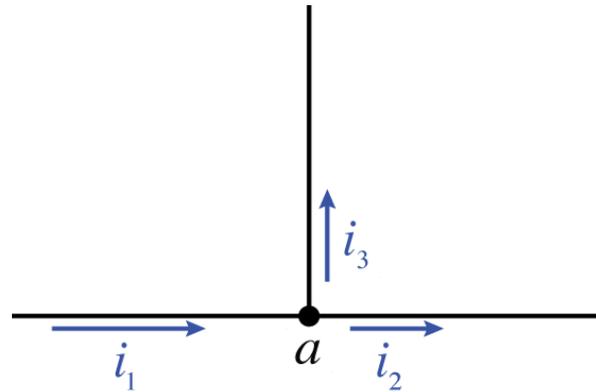
“Las reglas del juego” para considerar los distintos elementos del circuito son las ecuaciones de Kirchhoff.

OJO: No son nodos, sólo un dobleces del alambre ya que no unen ni separan.

# Reglas de Kirchhoff :

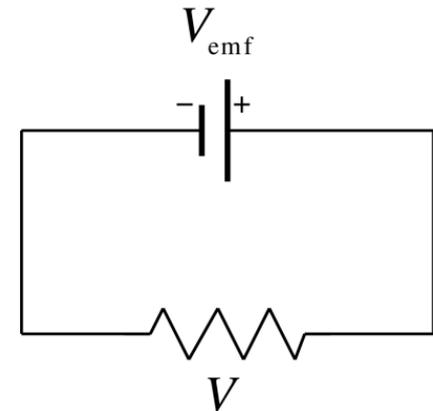
*Regla de la corriente: la suma de las corrientes que entran a un nodo (union o empalme) debe ser igual a la suma de las corrientes que salen del mismo.*

Nodo: 
$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$



*Regla del voltaje : la suma de la diferencia de potencial alrededor de una espira o malla completa en un circuito debe ser cero.*

Espira cerrada: 
$$\sum_{j=1}^m V_{fem,j} - \sum_{k=1}^n I_k R_k = 0$$



- Las Reglas de Kirchhoff y los métodos algebraicos para resolver circuitos simples, también se pueden aplicar a circuitos con corrientes que dependen del tiempo  $I(t)$ ,  $Q(t)$
- En ésta presentación se examinará sólo el caso sencillo de una corriente dependiente del tiempo en un circuito formado por un resistor  $R$  (equivalente) y un capacitor  $C$  (equivalente), que acumula cargas eléctricas por medio de una batería.

# CIRCUITOS RC no estacionarios

(carga  $Q$  y corriente  $i$  dependientes del tiempo)

*Existen dos Casos*

- RESISTOR con CARGA del CAPACITOR
- RESISTOR con CAPACITOR a la DESCARGA

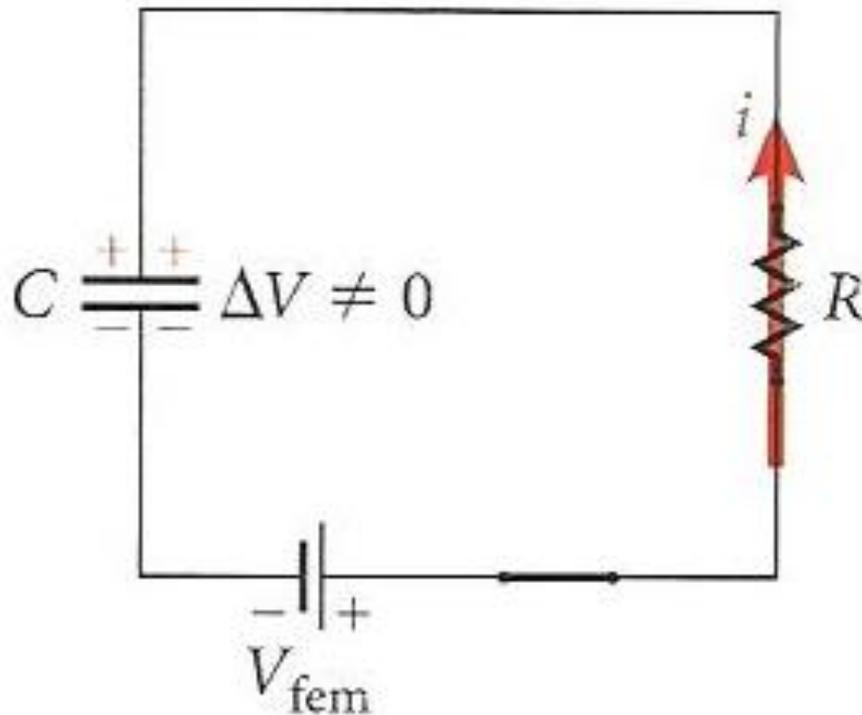
## 8.3 CIRCUITOS RC

- Para el caso de **CARGA** del capacitor, se supondrá que el capacitor está descargado al principio, y que la batería se conecta repentinamente en el momento  $t = 0$ .
- En el caso de capacitor a la **DESCARGA**, el momento inicial es cuando el capacitor se encuentra **completamente cargado** y sus terminales se conectan al resistor, se establece entonces una corriente eléctrica, motivo por lo cual ocurre la descarga (note que aquí no hay batería conectada).

# CIRCUITO RESISTOR con CAPACITOR a la CARGA

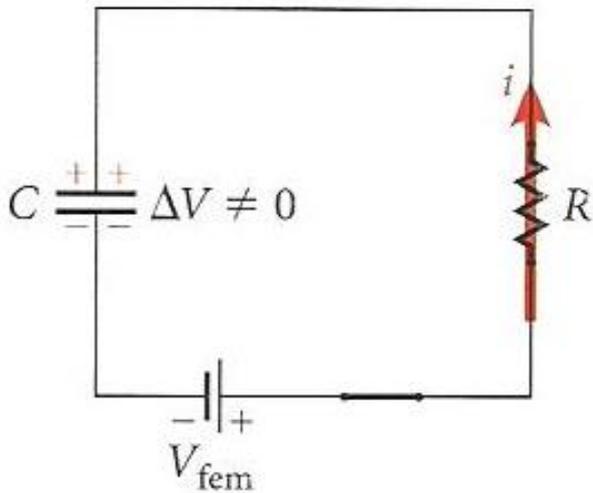
Ecuación diferencial (por el cambio de las variables con el tiempo) obtenida a partir de la regla de Kirchhoff del voltaje.

$$\frac{dq(t)}{dt} + \frac{q(t)}{RC} = \frac{V_{fem}}{R}.$$



# CIRCUITO RESISTOR con CAPACITOR a la CARGA

La ecuación diferencial anterior se resuelve con técnicas de resolución de Ecuaciones Diferenciales (que verá más adelante en sus estudios), para así obtener:

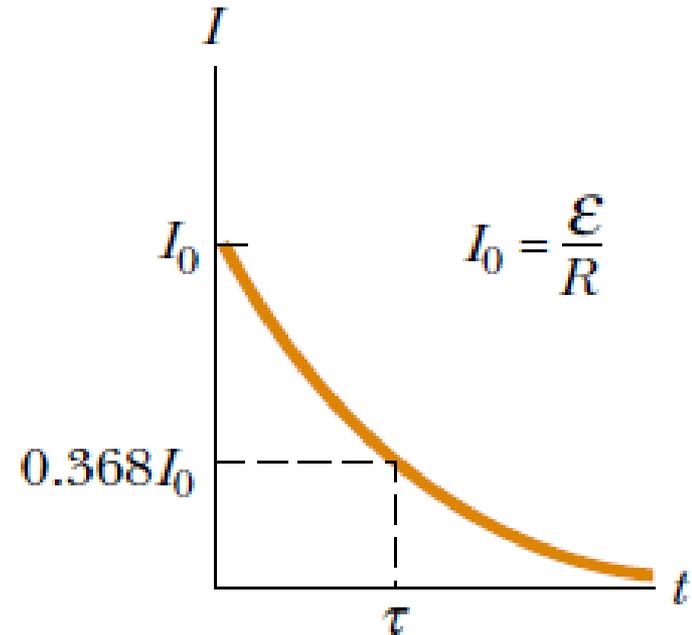
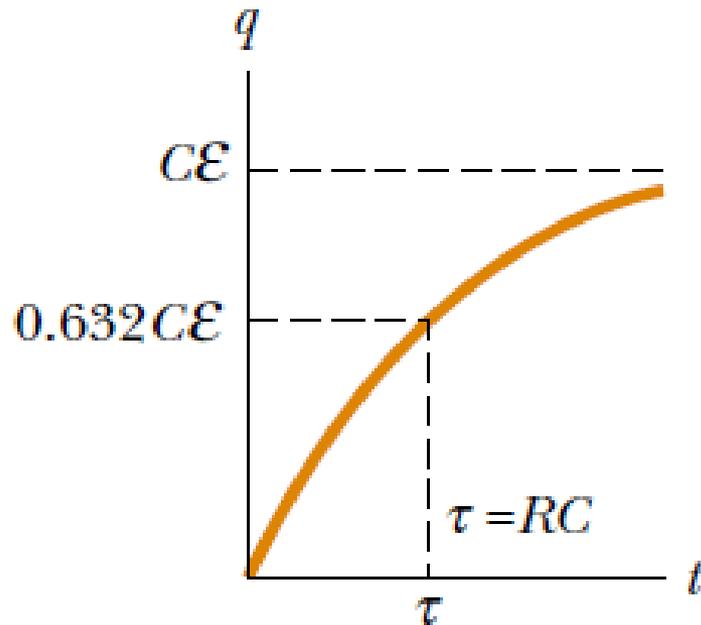


$$q(t) = CV_{fem} \left( 1 - e^{-t/RC} \right).$$

Que son nuestras ecuaciones de trabajo para un circuito RC a la carga

$$i = \frac{dq}{dt} = \left( \frac{V_{fem}}{R} \right) e^{-t/RC}.$$

# Dependencia de $q$ , $I$ con respecto al tiempo $t$ , caso A LA CARGA (note el comportamiento EXPONENCIAL)



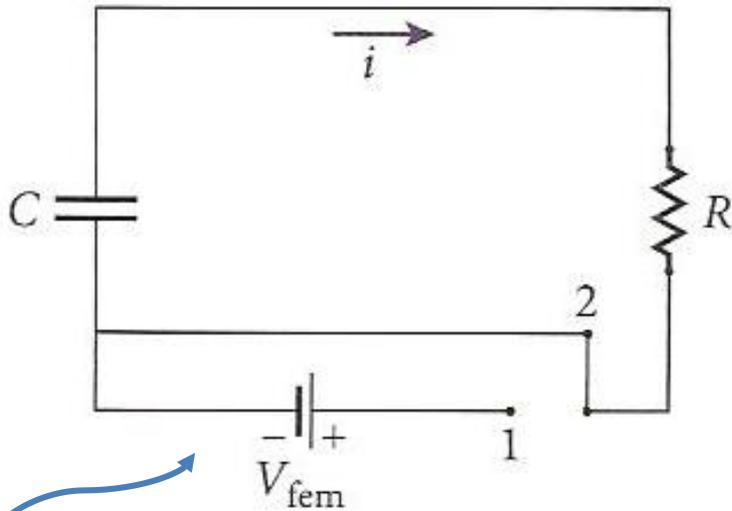
$$q(t) = C\mathcal{E} (1 - e^{-t/RC})$$

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

Tiempo característico  
(constante de tiempo  $RC$ )

$$\tau = RC$$

# CIRCUITO RESISTOR con CAPACITOR a la DESCARGA

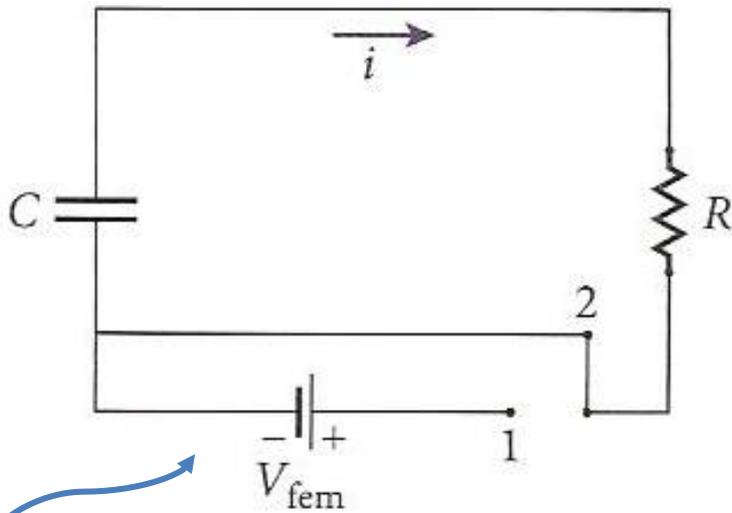


Note: la batería está desconectada.  
La “bomba de electrones” es el capacitor.

Ecuación diferencial obtenida a partir de la regla de Kirchhoff del voltaje

$$\frac{Rdq(t)}{dt} + \frac{q(t)}{C} = 0.$$

# CIRCUITO RESISTOR con CAPACITOR a la DESCARGA



Note: la batería está desconectada.  
La “bomba de electrones” es el capacitor.

La cual se resuelve con técnicas de resolución de Ecuaciones Diferenciales para así obtener:

$$q(t) = q_{\text{máx}} e^{-t/RC} .$$

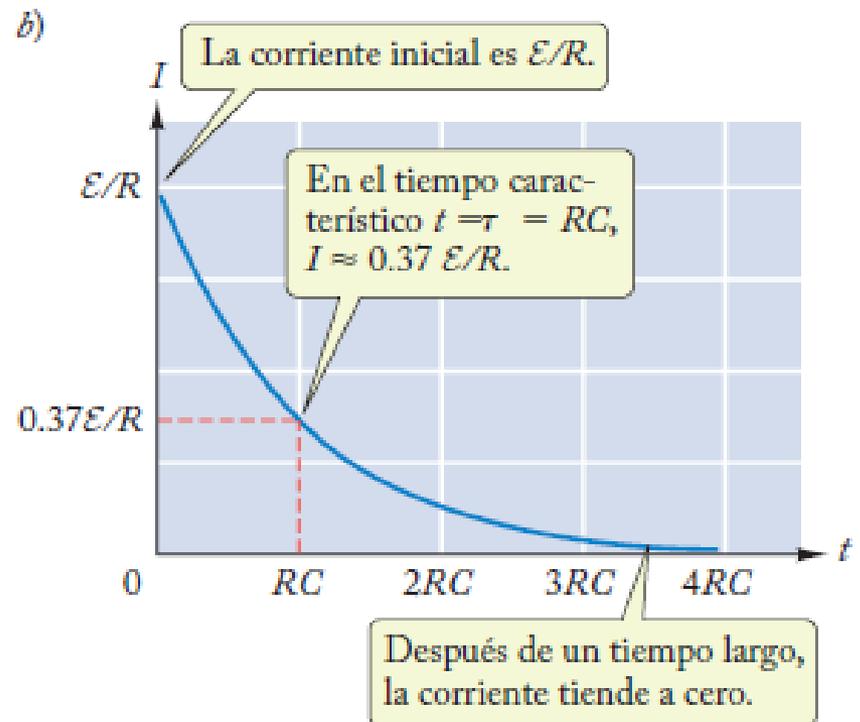
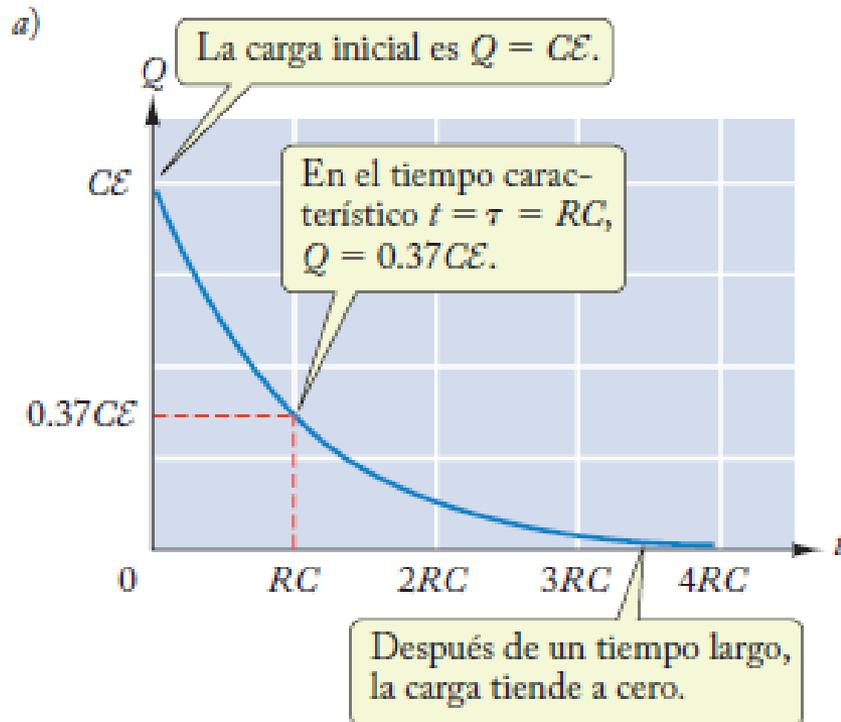
$$i(t) = \frac{dq}{dt} = - \left( \frac{q_{\text{máx}}}{RC} \right) e^{-t/RC} .$$

Que son las ecuaciones de trabajo para un circuito RC a la DESCARGA

# Gráficos, CIRCUITO RESISTOR CAPACITOR

## DESCARGA

$$q(t) = C\mathcal{E} e^{-t/RC}$$



Y bueno, para el Ejercicio que forma parte de la Serie 2, se trata de que Ud. identifique las variables importantes en un CIRCUITO RC y construya un par de gráficos como los que se muestran en esta presentación. Notará que se trata de un caso A LA CARGA:

*Una capacitor descargado y un resistor se conectan en serie a una batería. Si  $V_{fem} = 12.0 \text{ V}$ ,  $C = 5 \mu\text{F}$  y  $R = 8 \times 10^5 \Omega$ , encuentre:*

- a) la constante de tiempo del circuito.*
- b) la carga máxima en el capacitor*
- c) la corriente máxima en el circuito*
- d) la carga y la corriente como función del tiempo*
- e) y trácelas para un intervalo  $t = 0$  hasta  $t = 10 \text{ s}$ .*

Observe que son “curvas suaves” por lo que necesitará generar un buen número de puntos para sus gráficos.

Puede utilizar papel milimétrico o cuadriculado, del que tenga disponible. El trazo de los gráficos es A MANO (no use paquetes de computadora).

Espero lo disfrute.