departamento de física
universidad de buenos aires - exactas
Juan José Giambiagi

Clase 7
Circuitos RC

Cátedra: Diego Arbó

Circuitos RC: Descarga de un capacitor

Queremos hallar la corriente *i(t)* y carga del capacitor *q(t)* como funciones del tiempo para un circuito RC. Al principio, la corriente inicial es I_0 y la carga del capacitor vale cero.
La corriente tiende a cero en forma asintótica, y la carga del capacitor se aproxima en forma asintótica a su valor final Q_f.

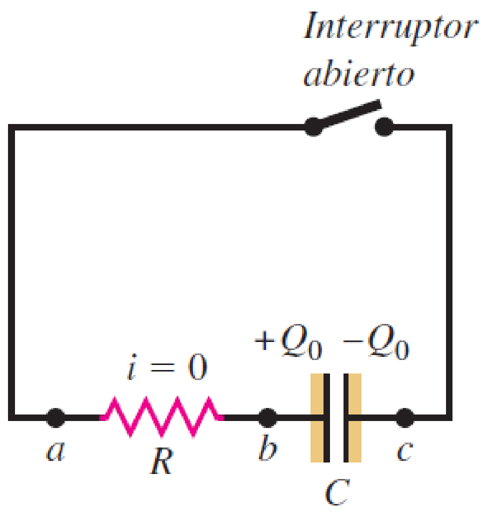
La ley de Kirchhoff de las espiras dice que

$$iR + \frac{q}{C} = 0$$

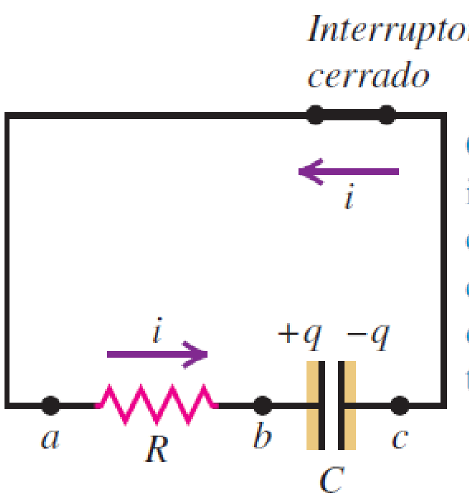
$$i = \frac{dq}{dt} = -\frac{q}{RC}$$

Las condiciones iniciales son: $q(t=0) = Q_0$

a) Capacitor inicialmente cargado



b) Descarga del capacitor



Cuando se cierra el interruptor, tanto la carga en el capacitor como la corriente disminuyen con el tiempo.

$$\int_{Q_0}^{q} \frac{dq'}{q'} = -\frac{1}{RC}\int_0^t dt'$$

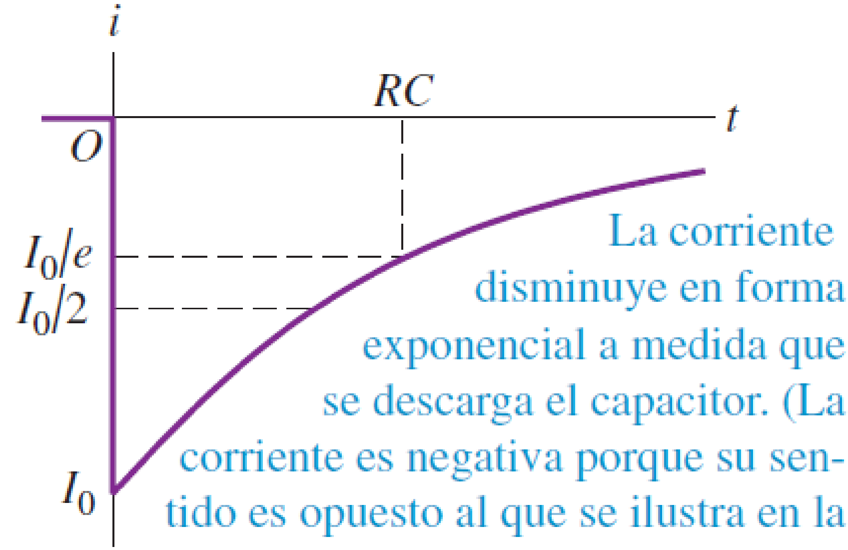
$$\ln \frac{q}{Q_0} = -\frac{t}{RC}$$

$$\boxed{q = Q_0 e^{-t/RC}}$$

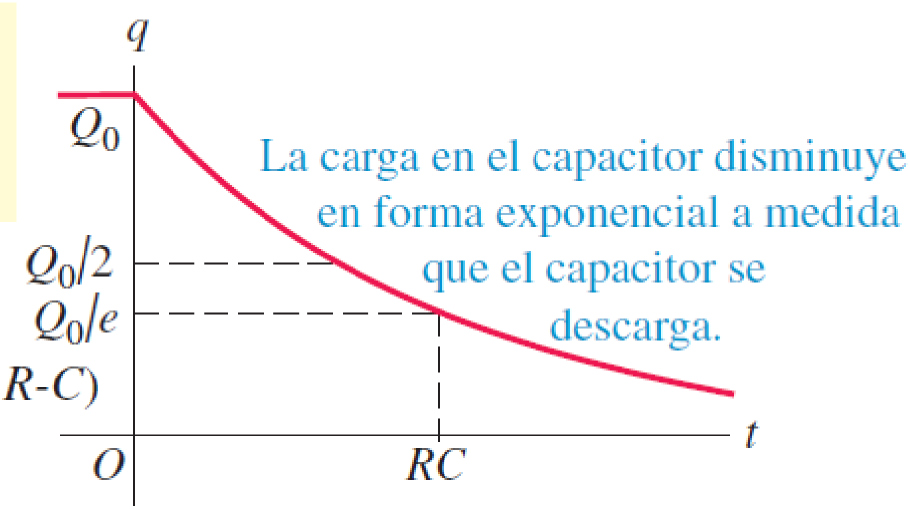
$$\boxed{i = \frac{dq}{dt} = -\frac{Q_0}{RC} e^{-t/RC} = I_0 e^{-t/RC}}$$

$\tau = RC$ (constante de tiempo para un circuito R-C)

a) Gráfica de la corriente contra el tiempo para un capacitor en descarga



b) Gráfica de la carga del capacitor contra el tiempo para un capacitor en descarga



Circuitos RC:
Carga de un capacitor

$$\mathcal{E} - iR - \frac{q}{C} = 0$$

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R} - \frac{q}{RC}$$

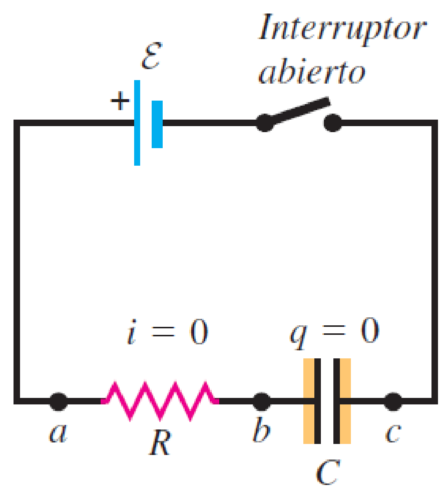
Cuando el capacitor se cargó por completo, $i_f = 0$ y

$$\frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Q_f}{RC} \qquad Q_f = C\mathcal{E}$$

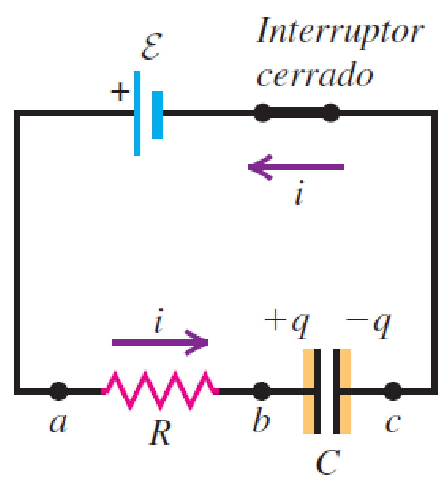
Pero en función del tiempo se tiene que

$$\frac{dq}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{R} - \frac{q}{RC} = -\frac{1}{RC}(q - C\mathcal{E})$$

a) Capacitor descargado al inicio



b) Carga del capacitor



Cuando el interruptor se cierra, a medida que transcurre el tiempo, la carga en el capacitor se incrementa y la corriente disminuye.

$$\frac{dq}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{R} - \frac{q}{RC} = -\frac{1}{RC}(q - C\mathcal{E})$$

$$\frac{dq}{q - C\mathcal{E}} = -\frac{dt}{RC}$$

$$\int_0^q \frac{dq'}{q' - C\mathcal{E}} = -\int_0^t \frac{dt'}{RC}$$

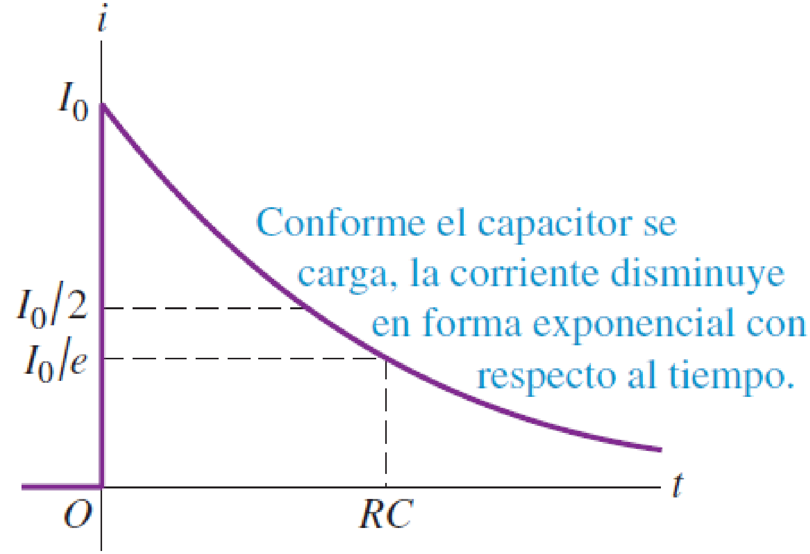
$$\ln\left(\frac{q - C\mathcal{E}}{-C\mathcal{E}}\right) = -\frac{t}{RC}$$

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

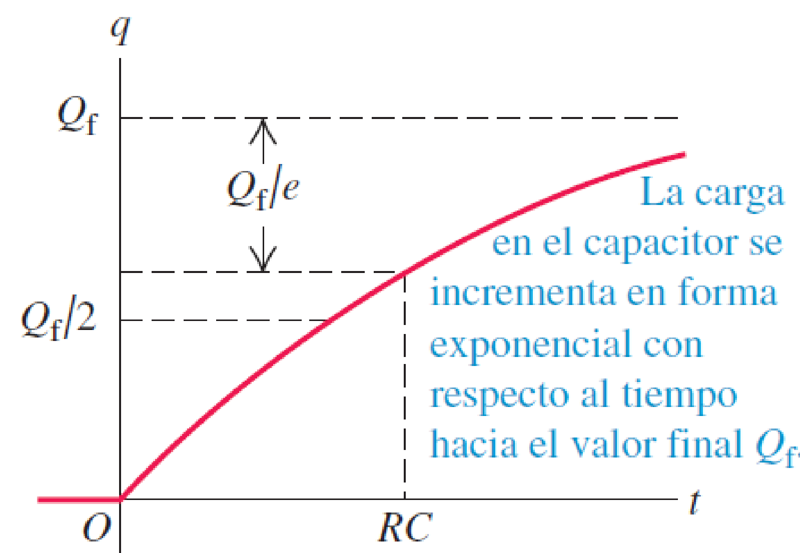
$$q = C\mathcal{E}(1 - e^{-t/RC}) = Q_f(1 - e^{-t/RC})$$

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{R}e^{-t/RC} = I_0 e^{-t/RC}$$

a) Gráfica de la corriente contra el tiempo para un capacitor en proceso de carga



b) Gráfica de la carga de un capacitor contra el tiempo para un capacitor en proceso de carga



- La potencia instantánea disipada en la resistencia es $i^2(t)R$.
- La tasa de energía almacenada en el capacitor es $i(t)V_{bc}(t) = i(t)q(t)/C$

Las dos son iguales en magnitud y opuestas en signo, es decir, la potencia disipada en la resistencia proviene de la almacenada en el capacitor.