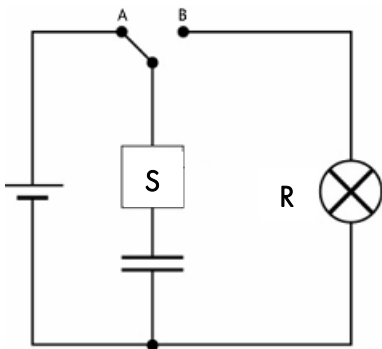


CARGA Y DESCARGA DEL CONDENSADOR

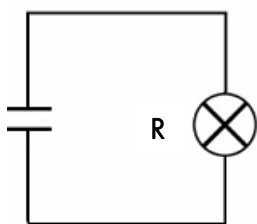
DISPOSITIVO EXPERIMENTAL



El diagrama adjunto representa un montaje adecuado para estudiar experimentalmente los procesos de carga y descarga del condensador. Al cerrar el circuito por A, el condensador se conecta a un generador, que establece una diferencia de potencial eléctrico entre las placas. Entonces, el campo eléctrico en el cable hace fluir electrones por él desde una de las placas (se carga positivamente) hacia la otra (se carga negativamente). Aunque los electrones no pueden atravesar el hueco entre las placas del condensador, durante periodo de tiempo que dura el proceso de carga, hay una corriente eléctrica en el circuito. Para estudiarla se puede colocar un sensor S en el circuito. Es una corriente decreciente, porque la carga fluye cada vez con mayor dificultad debido a que la fuerza de repulsión de los electrones acumulados en la placa negativa sobre los que se van incorporando aumenta paulatinamente y también a que cada vez va siendo mayor la dificultad de extraer electrones de la placa positiva. Así, cuando se alcanza el límite de carga del condensador, la corriente cesa.

Una vez tenemos a condensador cargado, podemos estudiar el proceso de descarga cambiando la conexión del circuito de A a B. Así, el condensador queda conectado por el exterior al sensor y a una resistencia. Como entre las placas hay una diferencia de potencial, los electrones fluyen por el cable en sentido opuesto al del proceso de carga hasta que se recupere el equilibrio eléctrico entre las dos placas.

ECUACIÓN DE LA DESCARGA



Para plantear la ecuación que rige el proceso de descarga del generador tenemos en cuenta la segunda ley de Kirchoff al circuito de descarga, o , lo que es igual, el hecho de que la suma de tensiones eléctricas a lo largo de dicho circuito debe ser cero.

$0 = V_C + V_R \rightarrow 0 = \frac{Q}{C} + I \cdot R$ Teniendo en cuenta que $I = \frac{dQ}{dt}$, se obtiene

la siguiente ecuación diferencial del proceso de carga: $-R \frac{dQ}{dt} = \frac{Q}{C} \rightarrow \frac{dQ}{Q} = \frac{-dt}{RC}$

Para obtener la solución de esta ecuación se considera que durante un cierto tiempo t , la carga disminuye desde el valor inicial Q_0 hasta Q :

$$\int_{Q_0}^Q \frac{dQ}{Q} = \int_0^t \frac{-dt}{RC} \rightarrow Q = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

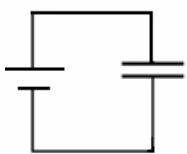
El resultado enseña que durante el proceso, la carga acumulada en el condensador decae cada vez más lentamente. Las variables que influyen en el ritmo de decaimiento son la resistencia del cable y la capacidad del condensador. Cuanto mayor sea cada una de estas magnitudes más lenta es la descarga. El producto de ambas ($T=R \cdot C$) se llama constante de tiempo y representa el tiempo necesario para que la carga se reduzca hasta un 37% de su valor inicial, puesto que:

$$\text{Si } t=T=R \cdot C \quad \rightarrow \quad Q = Q_0 e^{-1} \quad \rightarrow \quad \frac{Q}{Q_0} = e^{-1} = 0.37$$



Para practicar estos conceptos, se recomienda usar una animación informática *Modellus*, disponible en la página Web del Departamento. Representa la evolución de la carga durante el proceso de descarga y permite al usuario modificar los valores de las magnitudes R y C.

ECUACIÓN DE LA CARGA



Para plantear la ecuación diferencial correspondiente al proceso de carga, tenemos en cuenta que el incremento de carga de las placas es menor a medida que la carga acumulada se aproxima al límite máximo de carga, Q_{max} , que pueden acumular las placas desde que el condensador se conecta al generador.

Los factores que dificultan la carga son los mismos que aminoran la descarga: la capacidad del condensador y la resistencia del cable. Por tanto, escribimos:

$$dQ = \frac{Q_{max} - Q}{RC} dt$$

Igual que con la descarga, para obtener la solución de esta ecuación se considera que durante un cierto tiempo t, la carga aumenta desde el valor inicial nulo hasta Q:

$$\int_0^Q \frac{dQ}{Q_{max} - Q} = \int_0^t \frac{dt}{RC} \quad \rightarrow \quad Q = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$Q = Q_{max} \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$



La solución es coherente con el hecho de que la carga no es lineal, puesto que a medida que se va produciendo aumenta la dificultad para acumular carga en las placas del condensador. Como en el estudio de la descarga, el concepto se puede reforzar usando la animación *Modellus* disponible en la página Web del departamento.

