



## Guía de Laboratorio de Física II

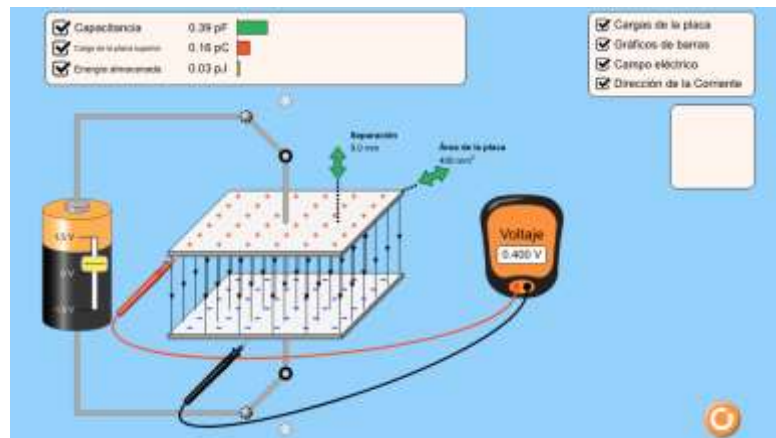
### CARGA Y DESCARGA DEL CONDENSADOR.

#### OBJETIVOS.

1. Obtener las curvas de carga y descarga de un capacitor a través de una resistencia mediante las mediciones de voltaje en un circuito RC.
2. Calcular la constante de tiempo de carga y descarga de un condensador.

#### PRE-INFORME.

1. Resolver la evaluación de la práctica anterior
2. Vea el link [https://phet.colorado.edu/sims/html/capacitor-lab-basics/latest/capacitor-lab-basics\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/capacitor-lab-basics/latest/capacitor-lab-basics_es.html)



Podrá visualizar un condensador de placas paralelas, cargarlo usando una batería y medir el voltaje entre las placas. Explore libremente la animación y active toda información disponible haciendo clic en los botones del simulador. Conecte los terminales del medidor de voltaje y vea su medición cuando varía la posición de la batería desde cero hasta 1.5 V. Observe la cantidad de carga en las placas, la dirección del campo eléctrico entre ellas y la dirección de la corriente. Desconecte la batería del circuito activando el conmutador a la posición de circuito abierto. Varíe la separación de las placas y su área moviéndose en la dirección de las flechas verdes. Observe si varía la capacitancia, la carga, el voltaje entre las placas y la energía almacenada. Tenga cuidado de no perder el contacto de las puntas del voltímetro con las placas. Vuelva a conectar el circuito, mueva el voltaje suministrado por la batería hasta posicionarla en cero. Ahora explore lo que sucede en las placas cuando pone valores negativos del voltaje de la batería. Observe la dirección de la corriente, la carga de las placas y la dirección del campo eléctrico.

Tome una instantánea de cualquier momento observado y agréguela al preinforme. Responda: (a) qué relación hay entre la carga en las placas y el voltaje entre éstas medido con el voltímetro. (b) Qué relación encuentra entre la dirección de la corriente y el signo de carga en cada placa? (c) Cuando abre el circuito, y varía el área o la distancia de separación entre las placas, qué variable se mantiene fija?, qué variables cambian? (d) Con circuito abierto, si varía el área o la distancia de separación entre las placas, que relación hay: entre área y capacitancia? Entre distancia de separación y capacitancia?

#### MARCO TEÓRICO.

##### CARGA DEL CONDENSADOR

Cuando se conecta un capacitor descargado a dos puntos que se encuentran a potenciales distintos, el condensador no se carga instantáneamente sino que adquiere cierta carga por unidad de tiempo, que depende de su capacidad y de la resistencia del circuito. La Figura 1 representa un condensador y una resistencia conectados en serie a dos puntos entre los cuales se mantiene una diferencia de potencial (cuando el interruptor está en la posición 1). Si  $q$  es la carga del condensador en cierto instante posterior

al cierre del interruptor e  $V_c$  es la diferencia de potencial en las placas del condensador en el mismo instante, se tiene:

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

$$V_c = V(1 - e^{-t/RC}) \quad (2)$$

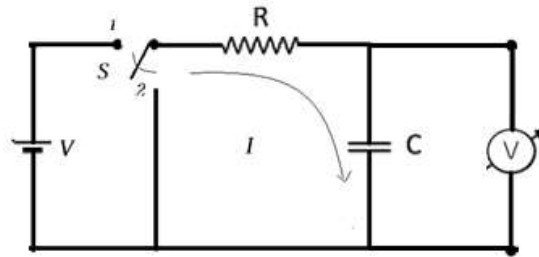


Figura 1. Circuito RC

Donde  $Q_f = CV$  y es el valor final hacia el cual tiende asintóticamente la carga del capacitor,  $V$  es la diferencia de potencial inicial y  $e = 2,718$  es la base de los logaritmos naturales. En la Figura 2 se representa la gráfica de la carga de un condensador, en donde se observa que el voltaje  $V_c$  aumenta de forma exponencial hasta obtener el mismo voltaje  $V$ .

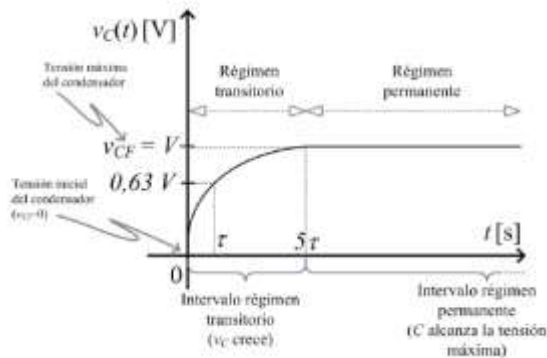


Figura 2. Voltaje Vs Tiempo- carga de un condensador.

Si se hace  $t = RC = \tau$ , el producto  $RC$  es, en consecuencia, una medida de la velocidad de carga del capacitor y por ello se llama *constante de tiempo*. Cuando  $RC$  es pequeña, el capacitor se carga rápidamente; cuando es más grande, el proceso de carga toma más tiempo.

Al cabo de un tiempo igual a  $RC$ , el voltaje ha aumentado a  $(1 - 1/e) [\cong 0,632]$  de su valor inicial.

La corriente por el circuito viene dada por:

$$i = \frac{V}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \quad (3)$$

El comportamiento grafico se muestra en la figura 3.

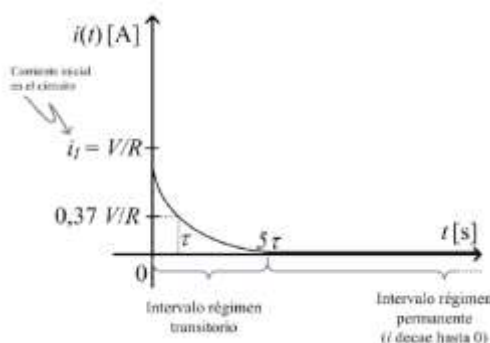


Figura 3. Corriente Vs Tiempo- carga del condensador.

La grafica muestra que en el instante inicial, la corriente que circula por el circuito es máxima y su valor es  $V/I$ , la corriente disminuye en forma exponencial hasta cero, debido a que el voltaje aumenta hasta obtener el mismo voltaje dado por la fuente.

#### b) Descarga del capacitor:

Supongamos ahora, en la Figura 1, que el interruptor S pasa a la posición 2, por tanto el condensador ya ha adquirido una carga  $Q_0$  y que además hemos quitado la fuente del circuito, tendremos que:

$$q = Q_0(e^{-t/RC}) \quad (4)$$

$$V_c = V(e^{-t/RC}) \quad (5)$$

Donde  $Q_0 = CV$ , la grafica del comportamiento del voltaje  $V_c$  es mostrada en la figura 4. La cual indica que el condensador se descarga a través de la resistencia R, disminuyendo su voltaje de forma exponencial.

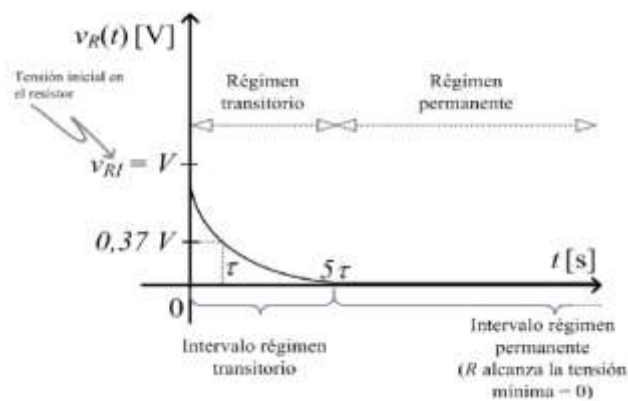


Figura 4. Voltaje Vs Tiempo, descarga del condensador.

Como  $t = RC = \tau$ , se llama *constante de tiempo*.

Al cabo de un tiempo igual a RC, el voltaje ha disminuido a  $(1/e) [\approx 0,368]$  de su valor inicial. Lo que indica el tiempo que demora en descargarse a un 37 % del voltaje máximo.

Derivando la ecuación (4) con respecto al tiempo se obtiene la corriente que circula por el circuito:

$$i = \frac{V}{R} e^{-\left(\frac{t}{RC}\right)} \quad (6)$$

Su comportamiento es mostrado en la figura 5 donde la corriente disminuye en forma exponencial debido a que el condensador se descarga a través de la resistencia R.

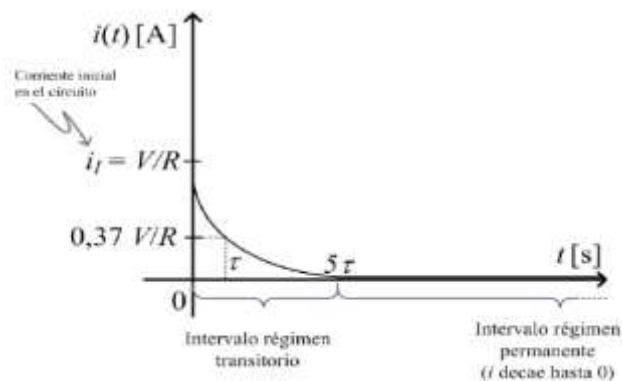


Figura 4. Corriente Vs Tiempo, descarga del condensador.

**MATERIALES.** Tablero de diseño eléctrico (protoboard), un condensador, resistencias, un multímetro, una fuente DC, conectores y caimanes, un cronómetro.

### **PROCEDIMIENTO.**

Determinar el valor de la resistencia y el valor de la capacitancia del condensador. Armar el circuito RC presentado en la figura 1. Determinar el valor del voltaje de la fuente (voltaje máximo que adquirirá el condensador). Colocar el interruptor S en la posición 1 para conectar la fuente al circuito y comenzar a cargarlo. Registrar el voltaje de carga con el multímetro y medir simultáneamente el tiempo mediante el cronómetro. Obtener una tabla de datos de voltaje y tiempo (pausando la grabación y tomando los valores). Cuando el condensador alcance su máximo voltaje desconectar la fuente del circuito y poner el interruptor S en la posición 2, el condensador comenzará a descargarse a través de la resistencia R. Registrar el valor del voltaje en el medidor (que será el inicial para la descarga). Registrar el voltaje de descarga con el multímetro y medir simultáneamente el tiempo mediante el cronómetro. Obtener una tabla de datos de voltaje y tiempo (pausando la grabación y tomando los valores).

### **CALCULOS.**

1. Calcule el valor de la constante de tiempo  $\tau$  para este circuito. Según el valor del condensador y la resistencia utilizados en el experimento. Verifique las unidades de medida para obtener una medida de tiempo.
2. Con los datos obtenidos para la carga del condensador, construya en Excel una gráfica de voltaje de carga  $V_c$  del condensador versus tiempo  $t$ .
3. Con los datos obtenidos para la descarga del condensador, construya en Excel una gráfica de voltaje de descarga  $V_c$  del condensador versus tiempo  $t$ .
4. Para cada una de las gráficas (de carga y descarga), localice el valor característico de la constante de tiempo  $t$  observado cuando: (a) el voltaje de carga alcanza el 63% de su valor máximo, (b) el voltaje de descarga alcanza el 37% del voltaje con que inició la descarga..
5. Compare cada valor encontrado de tiempo  $t$  encontrado con el valor teórico para  $\tau$  calculado desde los valores de R y C. Determine su porcentaje de error y analice los resultados obtenidos.
6. Determine la energía almacenada en el condensador cuando se ha cargado totalmente.
7. Escriba las conclusiones derivadas de los objetivos de la práctica.

### **Evaluación**

1. Deduzca las expresiones (1), (2), (3). Para la carga de un condensador.
2. Deduzca las expresiones (4), (5), (6). Para la descarga de un condensador.
3. Demuestre por qué la recta tangente en  $t=0$  para la curva de voltaje de carga  $V_c$  versus tiempo  $t$ , para cada una de las gráficas de carga y descarga intercepta la abscisa del tiempo en el punto correspondiente a la constante de tiempo de carga del condensador.