



Circuito RC

Jose M. Castro, Adriel D. Collazo

Laboratorio de Física General 3174– Sec. 030A

Instructor: Alnaldo Zapata

Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez

14 de junio de 2021

El propósito de este experimento es analizar el comportamiento del voltaje en el capacitor de un circuito RC. Además, encontrar la relación de las ecuaciones matemáticas del voltaje y la corriente, ya sea de carga o descarga. Para poder llevar a cabo este experimento se utilizó el simulador *PhET – Kit de Construcción de Circuito*, donde se pudo analizar la relación que tienen los efectos de carga y descarga en el voltaje de un capacitor en un circuito RC, para luego realizar las gráficas de estos y así poder analizar sus comportamientos. Se hallaron los tiempos de carga y descarga para luego proceder a calcular el porcentaje de diferencia entre ambos tiempos. Se buscó la relación entre la constante de tiempo, la resistencia y la capacitancia del circuito. Se finalizó con el último objetivo del experimento el cual consistía en medir la vida media del voltaje en el circuito RC.

I) Introducción

Los circuitos RC son circuitos que consisten de como mínimo un resistor y un capacitor conectados en serie y a una fuente de energía. Estos circuitos son utilizados comúnmente como filtros de señales eléctricas (AC).

El interés en los circuitos RC se centra en cómo cambia el voltaje y la carga del circuito con el tiempo. El termino RC es lo mismo que la constante de tiempo, lo que nos brinda un valor de cuan rápido se va a cargar el capacitor una vez el interruptor se enciende y de cuan rápido ese mismo capacitor se va a descargar una vez se apague el interruptor y se prenda la bombilla la cual va a consumir toda la carga.

II) Datos y Cálculos

Utilizando el simulador se construyeron dos circuitos uno en fase de carga y otro en descarga mostrados en las figuras 1 y 2.

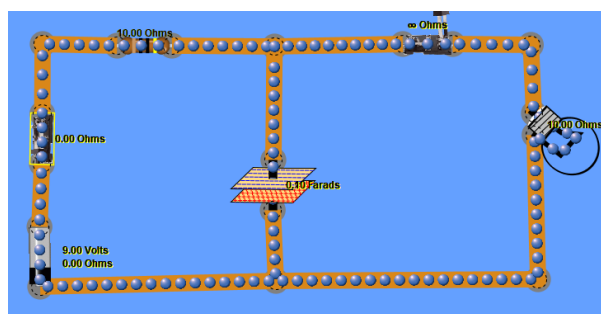


Figura 1: Circuito en fase de carga

Durante la fase de carga se midió el tiempo que tarda el capacitor en alcanzar el voltaje máximo el cual fue de 9.69 segundos y el voltaje máximo de 9 voltios. Estos valores se alcanzaron con una resistencia de $10\ \Omega$ y con un capacitor de 0.1 faradios.

Luego se procedió a calcular la constante de tiempo τ utilizando la fórmula y los factores de conversión siguientes:

$$\begin{aligned} 1\ \Omega * f &= 1 \frac{v}{A} * \frac{C}{v} = 1 \frac{C}{\frac{C}{s}} = 1s \\ \tau &= RC \\ \tau &= 10 * 0.1 = 1s \end{aligned} \quad (1)$$

Para culminar la primera parte del experimento se procedió a llenar la tabla 1 utilizando la siguiente fórmula para calcular el voltaje:

$$V(t) = V_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \tag{2}$$

Tabla 1: Tiempo y porcentaje de carga.

Const. de tiempo	Tiempo (s)	% de carga
τ	1	63
2τ	2	86.5
3τ	3	95
4τ	4	98.2
5τ	5	99.3

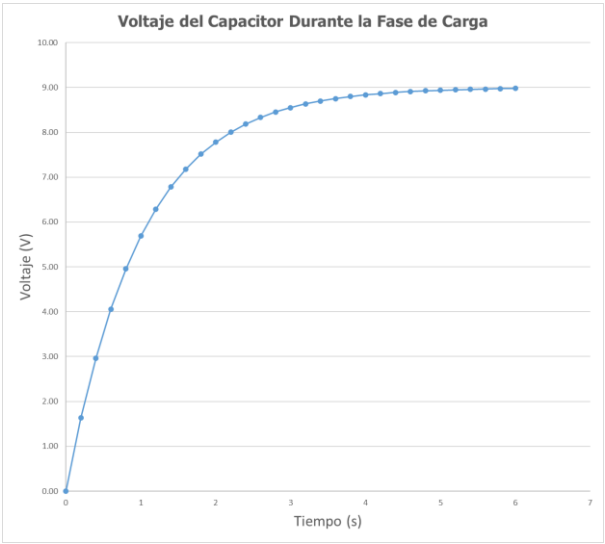


Gráfico 1: Voltaje del capacitor durante la fase de carga

Durante la segunda parte del experimento se construyó el circuito en fase de descarga se midió el tiempo que tarda el capacitor descargarse completamente. El tiempo fue de 9.72 segundos, los valores del resistor y capacitor se mantuvieron constantes. Por lo que la constante de tiempo no cambio.

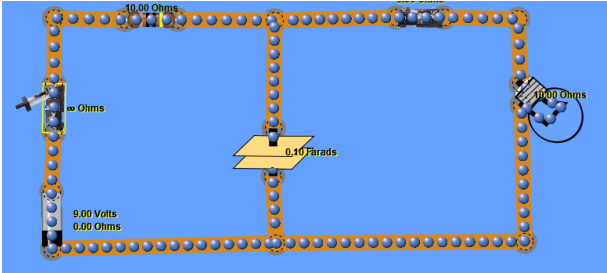


Figura2: Circuito en fase de carga

Utilizando la formula 3 se obtuvieron los datos para la tabla 2

$$V(t) = V_0 * e^{-\frac{t}{RC}} \tag{3}$$

Tabla 2: Tiempo y porcentaje de carga.

Const. de tiempo	Tiempo (s)	% de carga
τ	1	37
2τ	2	13.5
3τ	3	5.0
4τ	4	1.8
5τ	5	0.7

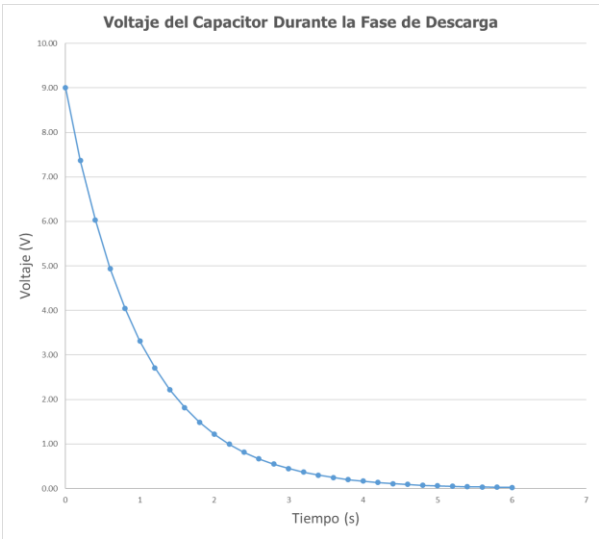


Gráfico 2: Voltaje del capacitor durante la fase de descarga

Luego se calculó el porcentaje de diferencia entre los tiempos de carga y descarga ya que deben de ser iguales en teoría. Para esto se utilizó la siguiente formula:

$$\%D = 2 * \frac{T_{carga} - T_{descarga}}{T_{carga} + T_{descarga}} * 100 \quad (4)$$

Por último, se calculó el tiempo de vida media utilizando la formula 5 y se comparó con el valor experimental el cual se encuentra en la intersección de las dos gráficas y fue aproximadamente de 0.69s

$$T_{1/2} = \tau * \ln(2) \quad (5)$$

$$T_{1/2} = 1 * \ln(2) = 0.693 \text{ s}$$

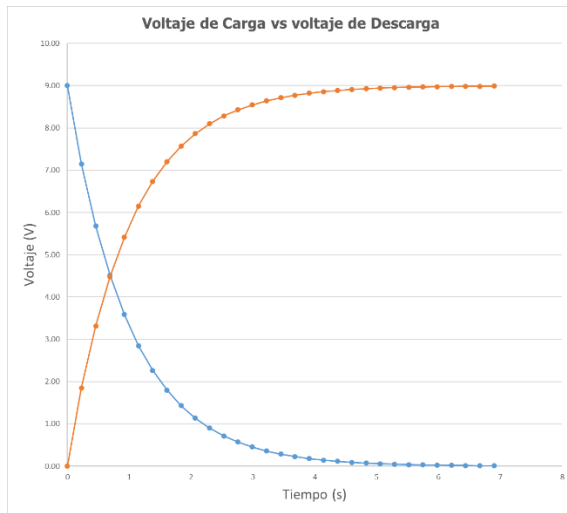


Gráfico 3: Voltaje de carga vs voltaje de descarga

III) Análisis de Resultados

El circuito que se utilizó en la simulación contaba con una batería de 9V, dos “switchers”, un capacitor de 0.10F y dos resistores (uno de ellos era una bombilla) de 10Ω. El primer paso consistía en analizar la fase de carga así que se procedió a cerrar el primer “switch” para que el capacitor se cargara. El tiempo que demoró el capacitor en alcanzar el 100% de la carga fueron unos 9.69 segundos. Con los valores de la resistencia ‘R’ y capacitancia ‘C’, se determinó el valor del producto RC el cual fue de 1Ω*F, donde sus unidades pueden ser simplificadas de tal manera que su resultado es 1 segundo. Este valor es de suma importancia pues es el valor de la constante de tiempo ‘τ’ del capacitor. Se identificó la ecuación de voltaje a través del capacitor y la ecuación de corriente a través del condensador para luego hacer una gráfica de ambas. Se pudo apreciar

como a medida que aumenta el voltaje, la corriente disminuye.

Se utilizó la ecuación (2) para hallar el porcentaje de carga desde el segundo 1 al segundo 5. Se pudo apreciar como el porcentaje de carga en el primer segundo fue de 68% mientras que al llegar al segundo 5 el porcentaje de este fue 99%. Esto quiere decir que del segundo 5 al segundo 9.69, que fue el resultado de carga obtenido, este se toma 4.69 segundos en completar su capacidad de carga al 100%.

Con el capacitor cargado al 100%, se comenzó la fase de descarga del capacitor. Se cerró el primer “switch” para poder abrir el segundo “switch”, el cual pasa por una bombilla. El tiempo que se tomó este en descargarse fue 9.72 segundos. Este tiempo se esperaba que fuese bien cercano (debido a que siempre hay un margen de error) ya que los dos resistores que se encontraban en el circuito tenían la misma resistencia de 10Ω, lo que implica que el tiempo de carga debe ser igual al tiempo de descarga. Al realizarse la gráfica para este caso se comprobó que a medida que el voltaje disminuye, la corriente aumenta negativamente hasta que llega a cero.

Para concluir el experimento se calculó el porcentaje de diferencia entre el tiempo de carga y el tiempo de descarga el cual resultó ser de un 0.31%. Este porcentaje de diferencia tan bajo se cree que fue debido al margen de error en el que uno puede demorarse en tomar el tiempo durante las distintas fases. Luego se determinó el valor teórico del tiempo de vida media el cual está dado por la ecuación (5) y resultó ser 0.63 segundos. Luego se realizó una gráfica de voltaje vs tiempo con las gráficas de los valores obtenidos por las fases de carga y descarga para hallar el valor experimental del tiempo de vida media. Este nos dio el mismo resultado que el teórico el cual fue de 0.63 segundos.

IV) Conclusiones

Se cumplieron ambos objetivos del experimento. Se pudo analizar el comportamiento del voltaje en el capacitor de un circuito RC además de poder encontrar la relación de las ecuaciones matemáticas del voltaje y la corriente en las fases de carga y descarga. Por último, se pudo medir la vida media del voltaje en el circuito RC. En la fase de carga se pudo apreciar como a medida que aumentaba el voltaje, la corriente disminuía. Por otro lado, en la fase de descarga se pudo apreciar como a medida que el voltaje disminuía, la corriente aumentaba negativamente hasta llegar a cero.

V) Referencias (Formato IEEE)

[1] PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. Retrieved from: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/legacy/circuit-construction-kit-ac>

[2] CircuitLab TM online workbench. Retrieved from: <https://www.circuitlab.com/>