

Práctica #4

Transitorios- Carga y descarga Capacitor

Circuito RC

Objetivo

En esta práctica se estudia el régimen transitorio de un circuito RC. Se miden los tiempos característicos de carga y descarga. Por último, se estudia la respuesta del circuito RC al excitar al sistema con una señal periódica.

Circuito RC

Dado el circuito de la Figura 1 con el capacitor inicialmente descargado, cuando se cierra el interruptor S comienza a circular corriente por el mismo hasta cargar el capacitor. Veamos cómo es $i(t)$ y $q(t)$

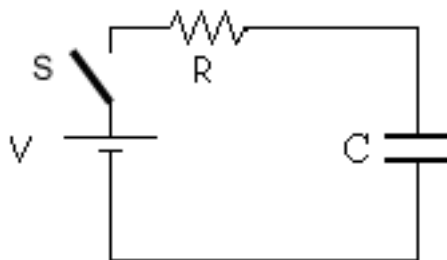


Figura 1: Circuito RC serie

Para un capacitor:
$$q = C \cdot V \quad (1)$$

Para el circuito:
$$V = V_R + V_C \quad (2)$$

$$V = R \cdot I + \frac{q}{C} = R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} \quad (3)$$

Cuya solución es:

$$q(t) = A \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) + V \cdot C \quad (4)$$

donde $\tau = R.C$ y A se determina de acuerdo a la condición de contorno del problema particular. Por ejemplo si el condensador se encuentra descargado ($q(t=0) = 0$) resulta que $A = - V.C$ por lo que:

$$q(t) = V \cdot C (1 - \exp(-\frac{t}{\tau})) \quad (5)$$

por lo que la corriente en función del tiempo es:

$$i(t) = (\frac{V}{R}) \exp(-\frac{t}{\tau}) \quad (6)$$

Plantee como serían las ecuaciones para la descarga del condensador reemplazando la fuente por un cortocircuito.

Carga y descarga de un capacitor

La Figura 1 muestra el circuito que se estudia en la práctica, se puede observar una conexión en serie entre una fuente de tensión, una resistencia y un capacitor.

En esta primera parte se estudia el proceso de carga y descarga del capacitor. Como la carga es proporcional a la caída de tensión entre las placas ($q = CV$, donde q es la carga del capacitor, C la capacidad y V la diferencia de potencial entre placas) se puede utilizar un multímetro para medir los procesos de carga y descarga. Se eligen valores de R y C de manera que el tiempo característico definido por $\tau = RC$ sea aproximadamente 100 segundos. De esta manera, el proceso de carga y descarga es lo suficientemente lento como para poder tomar los datos manualmente. Una vez que se encuentre todo conectado, se enciende el multímetro y se coloca en la función adecuada para medir tensión. Luego se enciende la fuente y utilizando un cronómetro (o el celular!) se puede medir la tensión del capacitor en función del tiempo.

Luego de completar la carga del capacitor, sin apagar los instrumentos, desconecte la resistencia del circuito y mida la tensión del capacitor nuevamente en función del tiempo. Este proceso corresponde a la descarga del elemento.

¿Cuál es el tiempo característico que se obtiene de las mediciones? ¿Es el que se fija mediante RC?

¿Cuál es el valor de tensión que alcanza el régimen estacionario?

En el proceso de descarga, ¿sobre qué elemento disipativo se descarga el capacitor?

¿Cómo podemos estimar la resistencia interna del multímetro?

Repetir las mediciones utilizando otro valor de tensión de fuente. ¿Debe cambiar el tiempo de carga/descarga?

Respuesta estacionaria

En esta parte de la práctica reemplazaremos la fuente de tensión constante por una alterna. Estudiaremos la respuesta del sistema cuando se excita con distintas frecuencias. Se utiliza un generador de funciones como fuente de tensión alterna y un osciloscopio para medir las señales.

Filtro pasa bajos – Integrador

Se eligen valores de R y C de manera que el producto de las mismas sea del orden de 100 μ segundos. Aplicando una señal sinusoidal de amplitud de 5 V, estudiar la respuesta del sistema en función de la frecuencia. Graficar el cociente entre las amplitudes de la señal de salida y la de entrada como función de la frecuencia $f = \omega/2\pi$. Se puede observar que existe un desfase entre la señal de entrada y la de salida $\phi = \omega\Delta t$. Estudiar el mismo en función de la frecuencia f. Luego cambie la forma de onda de entrada a una señal cuadrada. Nuevamente, estudie la forma de la señal de salida en función de la frecuencia. ¿Existe alguna relación entre la señal de salida y la de entrada? Intente describir mediante los modelos propuestos los resultados y comparar con las mediciones.

Filtro pasa altos – Derivador

Intercambie la ubicación de la resistencia y el capacitor en el circuito manteniendo los valores antes fijados. Repita las mediciones del caso anterior (esta vez midiendo la caída de potencial sobre la resistencia) y discuta las diferencias.

Bibliografía

1. *Física para estudiantes de ciencias e ingeniería*, D. Halliday, R. Resnick y J. Walker, 4ta. Ed. (Trad. de Fundamentals of Physics – John Wiley & Sons, Inc. New York 1993).
2. *Física Vol.II- Campos y ondas* - M. Alonso y E. J. Finn, Fondo Educativo Interamericano Ed. Inglesa, Addison-Wesley, Reading Mass.(1967); Fondo Educativo Interamericano(1970).
3. *Berkeley physics course - Volumen 2*, Electricidad y magnetismo, E. M. Purcell, Editorial Reverté, Barcelona (1969).