

Circuito RC

David Ricardo Martínez Hernández Código: 261931

Luis Carlos Reyes Gordillo Código: 244407

William Fernando Ortegon Gómez Código: 273512

Resumen—Se comprobó de manera empírica la carga y descarga del condensador, realizando los montajes establecidos en la guía de laboratorio, midiendo voltajes sobre la resistencia del sistema y sobre el mismo condensador en intervalos regulares de tiempo de 10s durante 100s, a partir de los datos obtenidos se construyeron las gráficas de voltaje en función del tiempo y hallando el tiempo característico del circuito (τ).

Palabras clave—Bombillo, Carga, Condensador, Corriente, Fuente DC, Galvanómetro, Ley de Ohm, Resistencia, Voltaje, Voltímetro.

I. INTRODUCCIÓN

Un condensador es un sistema formado por dos conductores separados por un dieléctrico o aislante, un condensador es un elemento que almacena energía potencial eléctrica y carga eléctrica. Para que este dispositivo almacene carga se transfiere carga de un conductor al otro de modo que uno tenga carga negativa y el otro una cantidad igual de carga positiva. Cuando las placas no están en equilibrio de carga se dice que el condensador se está cargando, a pesar que la carga neta del condensador es cero.

La relación de la carga de cada conductor respecto a la diferencia de potencial entre los conductores es una constante llamada **capacitancia**, es decir, entre las placas del condensador existe un campo eléctrico (hay una diferencia de potencial), la capacitancia C es igual al cociente de la magnitud Q de la carga de cualquiera de las placas y el valor absoluto de la diferencia de potencial

$$C = \frac{Q}{|V|} \quad (1)$$

En unidades del SI la capacitancia se mide en **farad** o **faradio**. En la figura 1 se muestra el circuito para la carga de un condensador, inicialmente se encuentra descargado, en serie a una resistencia R .

Después de cierto tiempo inicial $t = 0$ se cierra el interruptor para completar el circuito y permitir que la corriente al rededor de la espira comience a cargar el condensador, aparece una diferencia de potencial ($V = \frac{Q}{C}$) a través del condensador opuesta a la de la fuente, cuando la carga neta del condensador es cero se dice que la corriente del circuito es cero. Antes de cargarse por completo el condensador existe una corriente que varía en el tiempo. Aplicando la Ley de Conservación de la Energía en la figura 1 se obtiene

$$V - iR - \frac{q}{C} = 0 \quad (2)$$

Recordando que $i = \frac{dq}{dt}$ y reemplazando en la ecu. 2 se obtiene

$$V - \frac{dq}{dt}R - \frac{q}{C} = 0$$

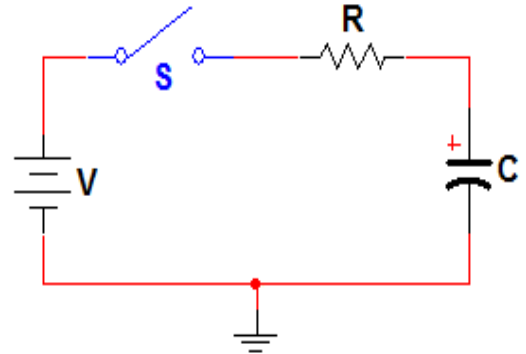


Fig. 1

CIRCUITO RC - CARGA DE UN CONDENSADOR

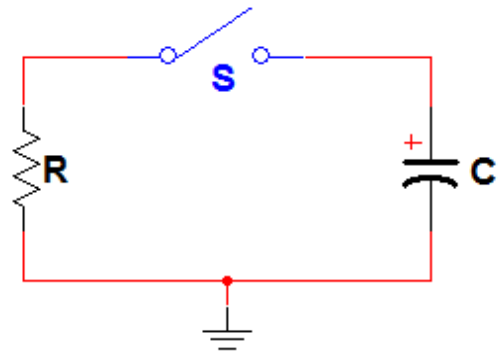


Fig. 2

CIRCUITO RC - DESCARGA DE UN CONDENSADOR

Esta ecuación diferencial al ser resuelta por métodos matemáticos apropiados se obtiene finalmente

$$q(t) = Q_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) \quad (3)$$

En la figura 2 se muestra el circuito para la descarga de un condensador, inicialmente se encuentra cargado, a través de una resistencia R .

Después de cierto tiempo inicial $t = 0$ se cierra el interruptor para completar el circuito y permitir que la corriente al rededor de la espira comience a descargar el condensador, cuando las cargas pasan a través de la resistencia R pierde energía debido a los choques con las imperfecciones de la red del material hasta que termina su movimiento. Aplicando la Ley de Conservación de la Energía en la figura 2 se obtiene

$$-iR - \frac{q}{C} = 0 \quad (4)$$

Recordando que $i = \frac{dq}{dt}$ y reemplazando en la ecu. 4 se obtiene

$$-\frac{dq}{dt}R - \frac{q}{C} = 0$$

Esta ecuación diferencial al ser resuelta por métodos matemáticos apropiados se obtiene finalmente

$$q(t) = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}} \quad (5)$$

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar este laboratorio fue necesaria la utilización de:

- Banana Caimán
- Condensadores
- Fuente
- Resistencias
- Voltímetro

III. DESARROLLO TEÓRICO DE LOS CIRCUITOS IMPLEMENTADOS

III-A. Carga de un Condensador

Se procedió a montar el circuito de la figura 3 teniendo en cuenta que el polo positivo del condensador quede conectado al potencial más alto que el polo negativo.

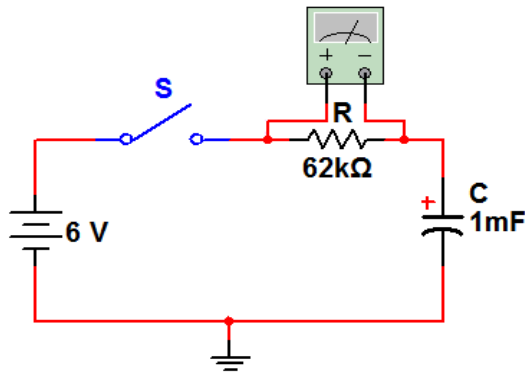


Fig. 3

CIRCUITO RC - CARGA DE UN CONDENSADOR

Estableciendo una diferencia de potencial de 6V en la fuente para alimentar el circuito, se cerró el circuito para medir el voltaje sobre la resistencia (V_R), con intervalos regulares de tiempo de aproximadamente 10s durante 100s hasta que el voltaje sea cercano a 0.2V, con los datos que se obtuvieron se determinó el voltaje del condensador (V_C) los datos se encuentran en la tabla I.

Tiempo s	V_R V	V_C V	V_R V	V_C V	V_R V	V_C V
0	5.85	0.15	5.8	0.2	5.8	0.2
10	4.75	1.25	4.6	1.4	4.68	1.32
20	3.65	2.35	3.6	2.4	3.63	2.37
30	2.9	3.1	2.85	3.15	2.85	3.15
40	2.3	3.7	2.26	3.74	2.24	3.76
50	1.8	4.2	1.8	4.2	1.8	4.2
60	1.45	4.55	1.45	4.55	1.4	4.6
70	1.14	4.86	1.13	4.87	1.15	4.82
80	0.9	5.1	0.9	5.1	0.9	5.1
90	0.72	5.28	0.72	5.28	0.7	5.3
100	0.58	5.42	0.6	5.4	0.56	5.44
110	0.48	5.52	0.48	5.52	0.46	5.54
120	0.38	5.62	0.39	5.61	0.37	5.63
130	0.3	5.7	0.3	5.7	0.3	5.7

TABLA I

DATOS OBTENIDOS DEL MONTAJE 3

Al realizar el gráfico 5 que corresponde a los resultados de voltaje contra tiempo se concluyó que se comporta de acuerdo a la teoría porque se aproxima a una función exponencial, los datos iniciales fueron distintos porque al conectar el voltímetro se demoraba un instante de tiempo y se podía desfasar un poco de su valor real.

El tiempo característico τ del circuito se halló graficando $\ln\left(\frac{V_f}{V_R(t)}\right)$ contra tiempo (gráfica 7), fue de

$$\frac{1}{\tau} = 0,02258$$

$$\tau_{Experimental} = 43,7291s$$

Este tiempo se calculó con la regresión lineal de los datos de la tabla I la ecuación es

$$\ln\left(\frac{V_f}{V_R(t)}\right) = 0,02258t + 0,039392$$

$$R^2 = 0,999539$$

Se escogió esta regresión lineal porque es la que más se acerca a los datos reales, es decir el coeficiente de correlación es aproximadamente 1.

De acuerdo al τ hallado anteriormente, tomando en cuenta que el valor del condensador es $1000\mu F$, se halló la resistencia equivalente por donde se está cargando el condensador es de

$$\tau = RC$$

$$R = \frac{\tau}{C} = \frac{43,7291s}{1000\mu F}$$

$$R = 43,7291k\Omega$$

De acuerdo a la resistencia hallada anteriormente la resistencia interna del voltímetro es

$$R_{EQUI} = 43,7291k\Omega$$

$$R_{EQUI} = \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$$

$$43,7291k\Omega = \frac{62k\Omega \cdot R_V}{62k\Omega + R_V}$$

$$R_V = 148,38919k\Omega$$

$$\%_{\epsilon} = \frac{Valor_{Teorico} - Valor_{Practico}}{Valor_{Teorico}} * 100 \quad (6)$$

De acuerdo a la fórmula anterior el error porcentual entre el tiempo característico del circuito tanto teórico como práctico es de 29,4692 %

III-B. Descarga de un Condensador

Se procedió a montar el circuito de la figura 4 teniendo en cuenta que el polo positivo del condensador quede conectado al potencial más alto que el polo negativo.

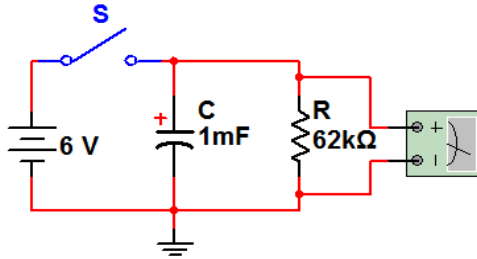


Fig. 4

CIRCUITO RC - DESCARGA DE UN CONDENSADOR

Estableciendo una diferencia de potencial de 6V en la fuente para alimentar el circuito, se cerró el circuito para medir el voltaje sobre la resistencia (V_R), con intervalos regulares de tiempo de aproximadamente 10s durante 100s hasta que el voltaje sea cercano a 0.2V, con los datos que se obtuvieron se determinó el voltaje del condensador (V_C) los datos se encuentran en la tabla II.

Tiempo s	V_C V	V_R V	V_C V	V_R V
0	5.8	5.8	5.75	5.75
10	4.7	4.7	4.7	4.7
20	3.7	3.7	3.7	3.7
30	2.92	2.92	2.9	2.9
40	2.32	2.32	2.3	2.3
50	1.82	1.82	1.84	1.84
60	1.45	1.45	1.45	1.45
70	1.15	1.15	1.15	1.15
80	0.92	0.92	0.9	0.9
90	0.75	0.75	0.72	0.72
100	0.59	0.59	0.58	0.58
110	0.48	0.48	0.49	0.49
120	0.39	0.39	0.4	0.4

TABLA II

DATOS OBTENIDOS DEL MONTAJE 4

Al realizar el gráfico 6 que corresponde a los resultados de voltaje contra tiempo se concluyó que se comporta de acuerdo a la teoría porque se aproxima a una función exponencial, porque... hay que completar esta parte.

El tiempo característico τ del circuito se halló gráficamente $\ln\left(\frac{V_0}{V_R(t)}\right)$ contra tiempo (gráfica 8), fue de

$$\frac{1}{\tau} = 0,022712$$

$$\tau_{Experimental} = 44,0304s$$

Este tiempo se calculó con la regresión lineal de los datos de la tabla II la ecuación es

$$\ln\left(\frac{V_0}{V_R(t)}\right) = 0,022712t + 0,039619$$

$$R^2 = 0,99964$$

Se escogió esta regresión lineal porque es la que más se acerca a los datos reales, es decir el coeficiente de correlación es aproximadamente 1.

De acuerdo al τ hallado anteriormente, tomando en cuenta que el valor del condensador es $1000\mu F$, se halló la resistencia equivalente por donde se está cargando el condensador es de

$$\tau = RC$$

$$R = \frac{\tau}{C} = \frac{44,0304s}{1000\mu F}$$

$$R = 44,0304k\Omega$$

De acuerdo a la resistencia hallada anteriormente la resistencia interna del voltímetro es

$$R_{EQUI} = 44,0304k\Omega$$

$$R_{EQUI} = \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$$

$$44,0304k\Omega = \frac{62k\Omega \cdot R_V}{62k\Omega + R_V}$$

$$R_V = 151,916837k\Omega$$

De acuerdo a la ecu. 6 el error porcentual entre el tiempo característico del circuito tanto teórico como práctico es de 28,9832 %

IV. CONCLUSIONES

- Se comprobó que al cargarse por completo un condensador aísla el circuito, es decir se comporta como un interruptor abierto, no deja pasar corriente aunque el condensador nunca se va a cargar por completo si va a tender al voltaje de la fuente mientras que la corriente en el circuito va a tender a 0.
- Al momento de querer calcular el tiempo característico del circuito (τ) es necesario hacer un despeje matemático para hacer una gráfica lineal (papel semilogarítmico) de esta forma se gráfica $\ln\left(\frac{V_f}{V_R(t)}\right)$ contra tiempo, la pendiente de esta función es el recíproco del tiempo característico.
- El τ que se obtuvo fue muy distinto al que se esperaba por la resistencia interna del voltímetro, esta resistencia equivalente es más pequeña que la resistencia teórica porque se encuentra conectado en paralelo, al estar conectado en esta configuración el valor final será menor a la menor de las resistencias, por consiguiente el τ práctico será menor al τ teórico.
- De acuerdo a los datos obtenidos en la práctica y utilizados para hallar la regresión lineal el voltaje en la resistencia es aproximadamente igual tomando el mismo intervalo de tiempo, lo que quiere decir va a estar transitando la misma corriente sobre la resistencia sin importar si el condensador se encuentra cargándose o descargándose.
- El proceso de carga y descarga de un condensador va a ser semejante en instantes de tiempo determinados siempre que se alimente o haya sido alimentado con el mismo voltaje, esto se concluye al observar las gráficas de los procesos de carga y descarga, y ver que al ser repetidos 3 veces estos procesos, los comportamientos que se tienen son idénticos y su distanciamiento es mínimo.

REFERENCIAS

- [1] Serway, Beichner. "Física para ciencias e ingeniería". McGraw-Hill, 2002.
- [2] Sears, Zemansky, Young. "Física Universitaria". Pearson Education, 2005.