

Informe de Laboratorio 4: Circuito RC

Cristian Felipe Garcia-507407

Universidad Católica de Colombia

asanchez83@ucatolica.edu.co plrojas63@ucatolica.edu.co ljgaelano16@ucatolica.edu.co , vdrojas56@ucatolica.edu.co,
jdtrivino93@ucatolica.edu.co

RESUMEN: En esta experiencia se busca analizar el comportamiento y los diversos fenómenos físicos que ocurren en los circuitos Resistencia - Capacitor, entre los cuales se destacara el proceso de carga y descarga de un capacitor como por ejemplo el tiempo que le toma a este en alcanzar la mitad de su voltaje máximo y la constante de tiempo de dicho capacitor, dicho proceso será mostrado mediante graficas obtenidas de manera experimenta

I. INTRODUCCIÓN:

Muchos circuitos electrónicos contienen resistores y condensadores. Sin embargo, ignoramos la importancia que tienen dentro de un circuito, y sobre todo el objetivo que cumplen cuando estos se encuentran en serie. El simple acto de cargar o descargar un capacitor, puede establecer una situación en que las corrientes, voltajes y potencias sí cambian con el tiempo. Es por esto que los capacitores tienen muchas aplicaciones, ya que utilizan su capacidad de almacenar carga y energía. Por tal razón, entender lo que sucede cuando se cargan o se descargan es de gran importancia práctica.

II. MARCO TEÓRICO

Circuito RC

Los circuitos RC son circuitos que están compuestos por una resistencia y un condensador.

Se caracteriza por que la corriente puede variar con el tiempo. Cuando el tiempo es igual a cero, el condensador está descargado, en el momento que empieza a correr el tiempo, el condensador comienza a cargarse ya que hay una corriente en el circuito. Debido al espacio entre las placas del condensador, en el

circuito no circula corriente, es por eso que se utiliza una resistencia. [1]

Carga eléctrica

La carga eléctrica es una propiedad física intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión entre ellas. La materia cargada eléctricamente es influida por los campos electromagnéticos, siendo a su vez, generadora de ellos. La denominada interacción electromagnética entre carga y campo eléctrico es una de las cuatro interacciones fundamentales de la física. Desde el punto de vista del modelo estándar la carga eléctrica es una medida de la capacidad que posee una partícula para intercambiar fotones. [2]

Carga de un condensador

La carga del condensador no adquiere instantáneamente su valor máximo, Q , sino que va aumentando en una proporción que depende de la capacidad, C , del propio condensador y de la resistencia, R , conectada en serie con él.

Por tanto la cantidad de carga que tendrá ese condensador en función del tiempo transitorio del circuito será:]Ec. 1

$$q = Q^* \left(1 - e^{-\frac{t}{R^*C}}\right) \quad \boxed{\text{Ec. 1}}$$

Descarga de un condensador

Una vez que tenemos cargado el condensador, situamos el interruptor S en la posición 2, de forma que el condensador se desconecta de la batería. En esta situación el condensador va perdiendo paulatinamente su carga y su expresión de cálculo es:

$$q = Q * e^{-\frac{t}{R * C}}$$

Ec. 2

Siendo Q, la carga máxima que tenía al principio, antes de desconectarlo de la batería por medio del interruptor. [3]

Circuito en serie

En un circuito en serie los receptores están instalados uno a continuación de otro en la línea eléctrica, de tal forma que la corriente que atraviesa el primero de ellos será la misma que la que atraviesa el último. Para instalar un nuevo elemento en serie en un circuito tendremos que cortar el cable y cada uno de los terminales generados conectarlos al receptor. [4]

Circuito en paralelo:

En un circuito en paralelo cada receptor conectado a la fuente de alimentación lo está de forma independiente al resto; cada uno tiene su propia línea, aunque haya parte de esa línea que sea común a todos. Para conectar un nuevo receptor en paralelo, añadiremos una nueva línea conectada a los terminales de las líneas que ya hay en el circuito. [4]

Tiempo de carga

El tiempo de carga del circuito es proporcional a la magnitud de la resistencia eléctrica R y la capacidad C del condensador. El producto de la resistencia por la capacidad se llama constante de tiempo del circuito y tiene un papel muy importante en el desempeño de este. τ . [5]

$$\tau = R \cdot C$$

Ec. 3

Generador

Un **generador eléctrico** es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrica entre dos de sus puntos (llamados polos, terminales o bornes) transformando la energía mecánica en eléctrica. Esta transformación se consigue por la acción de un campo

magnético sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura (denominada también estator). Si se produce mecánicamente un movimiento relativo entre los conductores y el campo, se generará una fuerza electromotriz (F.E.M.). Este sistema está basado en la ley de Faraday. [6]



Fig. 1.

Osciloscopio:

Un **osciloscopio** es un instrumento de medición electrónico para la representación gráfica de señales eléctricas que pueden variar en el tiempo. Es muy usado en electrónica de señal, frecuentemente junto a un analizador de espectro. [7]



Fig. 2.

Multímetro

También denominado **polímetro**, es un instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales (tensiones) o pasivas como resistencias, capacidades y otras. [8] Fig. 3.



Fig. 3.

Resistencia eléctrica

Se le denomina **resistencia eléctrica** a la igualdad de oposición que tienen los electrones al desplazarse a través de un conductor. La unidad de resistencia en el Sistema Internacional es el ohmio, que se representa con la letra griega omega (Ω). [9] Fig. 4



FIG 4.

Condensador

Dispositivo pasivo, utilizado en electricidad y electrónica, capaz de almacenar energía sustentando un campo eléctrico. Está

formado por un par de superficies conductoras, generalmente en forma de láminas o placas, en situación de influencia total (esto es, que todas las líneas de campo eléctrico que parten de una van a parar a la otra) separadas por un material dieléctrico o por el vacío. Las placas, sometidas a una diferencia de potencial, adquieren una determinada carga eléctrica, positiva en una de ellas y negativa en la otra, siendo nula la variación de carga total. [10] Fig. 5



Fig. 5.

III. MONTAJE EXPERIMENTAL

Con los materiales ya nombrados en el marco teórico se mide con ayuda del multímetro los valores de las resistencias y los valores de los condensadores.

Se procede a hacer el siguiente montaje experimental:

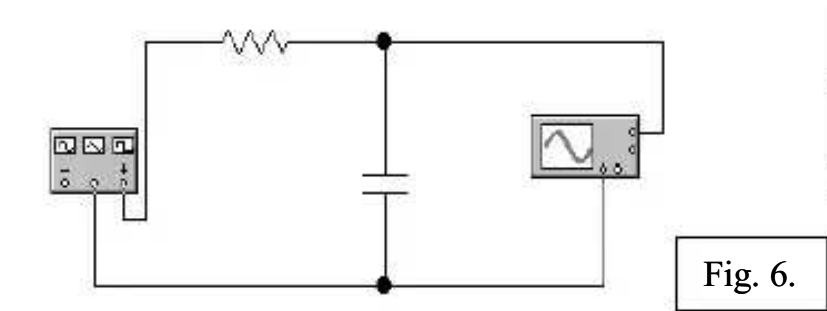


Fig. 6.

Luego de tener este montaje experimental se procede a colocar la frecuencia aproximada de $\frac{1}{5\tau} Hz$ en el generador; en el osciloscopio se midió el voltaje que se mostraba en el eje vertical, así como el tiempo en el eje horizontal. Se tomaron 6 datos de voltaje y tiempo para carga y descarga, reportándose en las tablas que se verán a continuación.

IV. RESULTADOS

A continuación presentamos los datos obtenidos de descarga en el circuito para las dos resistencias y los dos condensadores.

Primer Circuito:

Tabla N°1. (Datos del condensador y resistencia. Descarga)

R (Ω) Valor experimental	(102,6 \pm 0,1) Ω
C (F) Valor experimental	(23,39 $\times 10^{-6} \pm 0,01 \times 10^{-6}$) F
C (F) Valor teórico	22 μ F
F (Hz)	(83,68 \pm 0,0003)Hz
RC (s) directo	(0,00239 \pm 0,000255)s
RC (s) gráfico	(0.00284 \pm 0,0008)s
$\Delta\%$	18.82%

Tabla N°2 (Tiempo y Voltaje de Descarga)

Escala de tiempo: 0,001 s	
Escala de voltaje: 1 v	
T(s)	V(v)
0,0004	8
0,0008	6
0,0012	5
0,0018	4
0,0024	3
0,0034	2
0,0062	1

Tabla N°3 (Datos del condensador y resistencia. Carga)

R (Ω) Valor experimental	(102,6 ±0,1) Ω
C (F) Valor experimental	(23,39 x10 ⁻⁶ ±0,01x10 ⁻⁶) F
C (F) Valor teórico	22μF
F (Hz)	(83,68 ±0,0003)Hz
RC (s) directo	(0,00239±0,000255)s
RC (s) gráfico	(0,00313±0,0006)s
Δ%	31%

Gráfica 1: (Voltaje Vs Tiempo. Descarga)

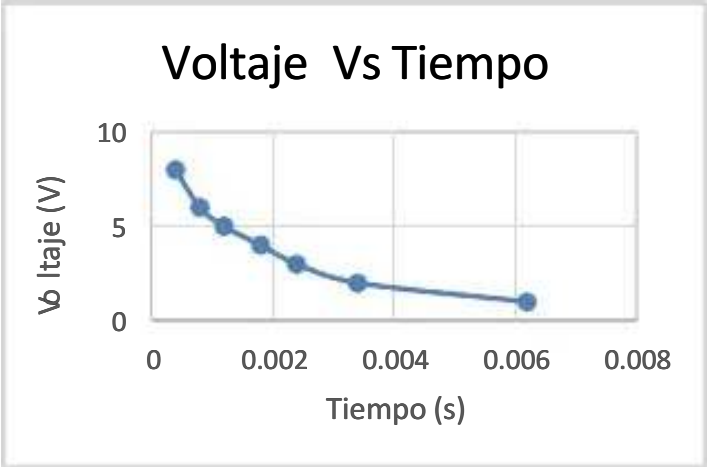
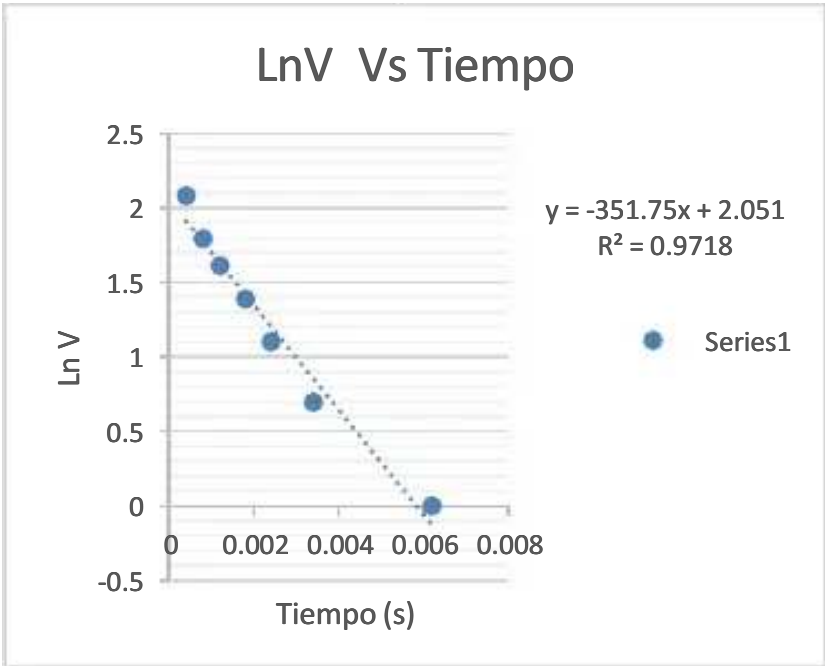


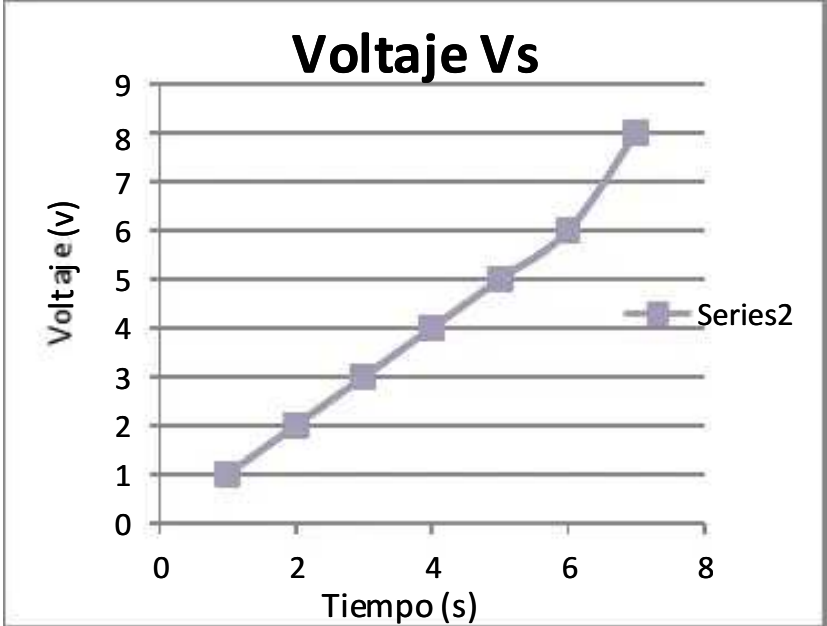
Tabla N°4 (Tiempo y voltaje de Carga)

Escala de tiempo: 0,001 s	
Escala de voltaje: 1 v	
T(s)	V(v)
0,0004	1
0,0008	2
0,0012	3
0,00175	4
0,00225	5
0,0033	6
0,0062	8

Gráfica 2: (LnV. Vs Tiempo. Ajuste lineal descarga)



Gráfica 3: (Voltaje Vs Tiempo. carga)



Gráfica 4: (LnV. Vs Tiempo. Ajuste lineal carga)

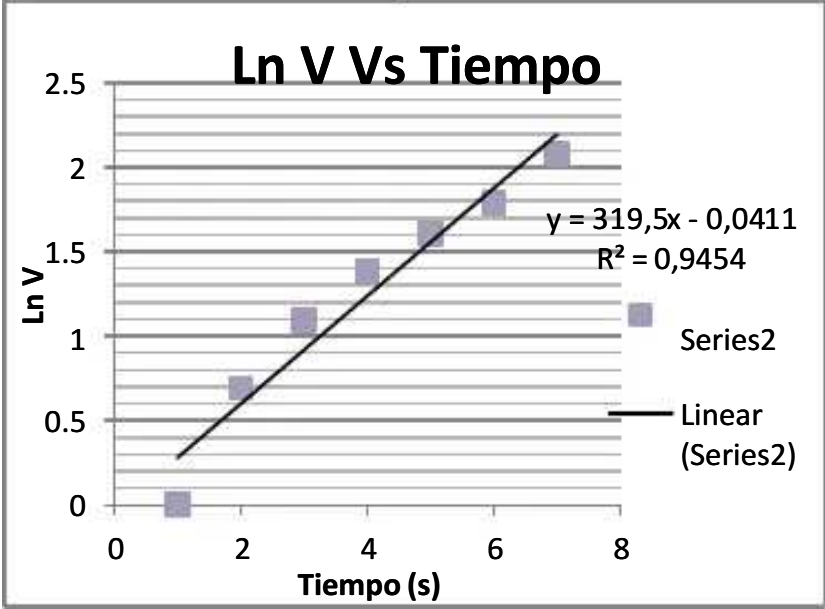
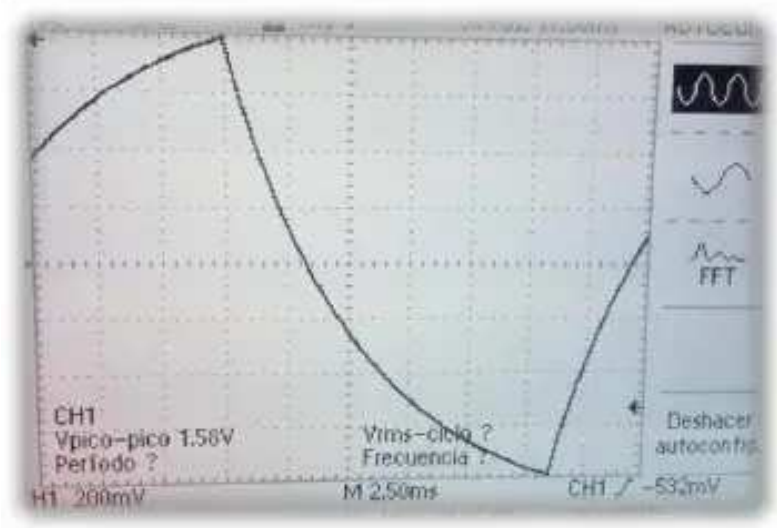
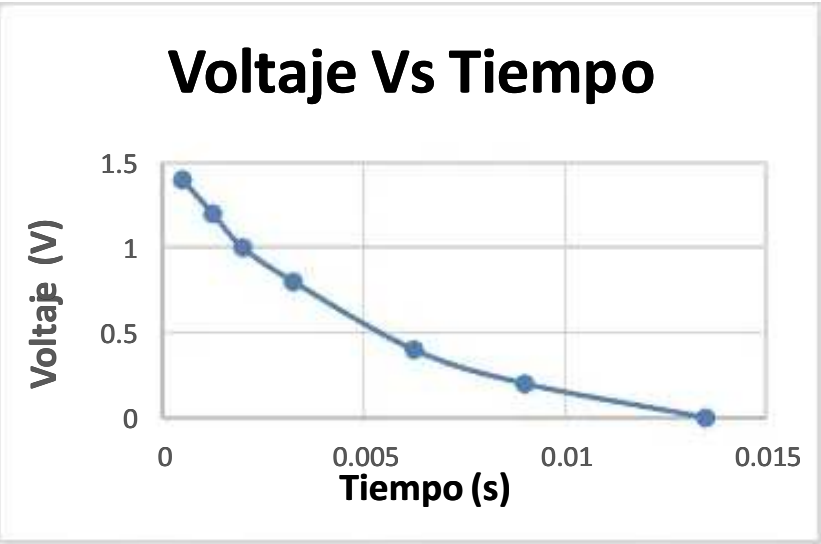


Imagen 3: (Osciloscopio. Descarga)



Gráfica N°5 (Voltaje Vs Tiempo. Descarga)



Segundo Circuito:

Tabla N°5: (datos del condensador y resistencia. Descarga)

R (Ω) Valor experimental	(484,0±0,1) Ω
C (F) Valor experimental	(11,19x10 ⁻⁶ ± 0,01x10 ⁻⁶) F
C (F) Valor teórico	10μF
F (Hz)	(36,90±0,0002)Hz
RC (s) directo	(0,00542±0,000496)s
RC (s) gráfico	(0,00441±0,0001)s
Δ%	18.63%

Tabla N°6: (Tiempo y Voltaje de Descarga)

Escala de tiempo: 0,025 s	
Escala de voltaje 0,2 v	
T(s)	V(v)
0.0005	1.4
0.00125	1.2
0.002	1
0.00325	0.8
0.0045	0.6
0.0063	0.4
0.009	0.2

Gráfica N°6 (LnV Vs Tiempo. Ajuste Lineal Descarga)

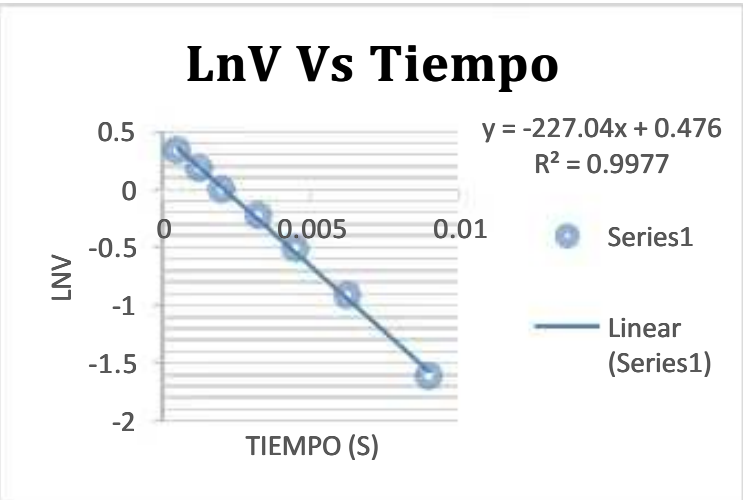


Tabla N°7: (datos del condensador y resistencia. Carga)

R (Ω) Valor experimental	(484,0±0,1) Ω
C (F) Valor experimental	(11,19x10 ⁻⁶ ± 0,01x10 ⁻⁶) F
C (F) Valor teórico	10μF
F (Hz)	(36,90±0,0002)Hz
RC (s) directo	(0,00542±0,000496)s
RC (s) gráfico	(0,00750±0,0001)s
Δ%	38%

Gráfica N° 7(Voltaje Vs Tiempo. Carga)

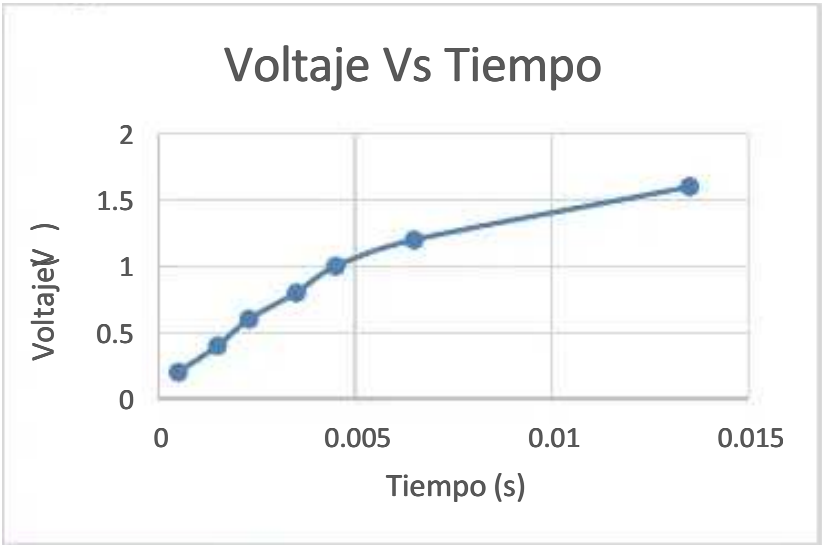
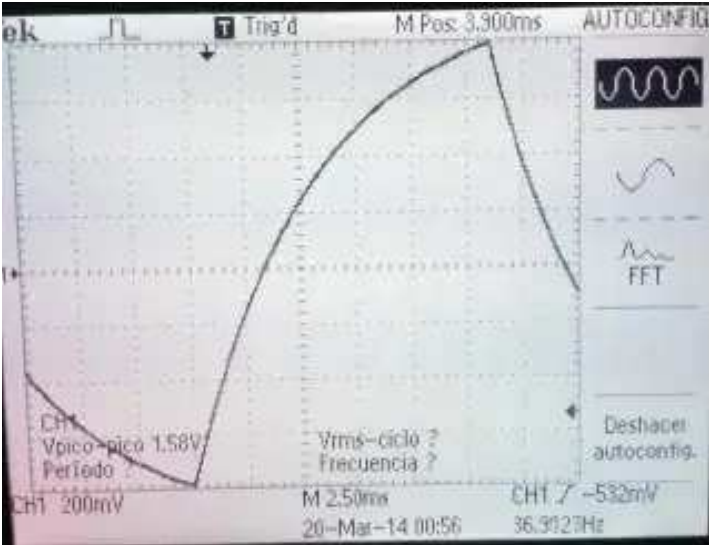


Imagen 4. (Osciloscopio de carga)



Gráfica N°8 (LnV Vs Tiempo. Ajuste Lineal Carga)

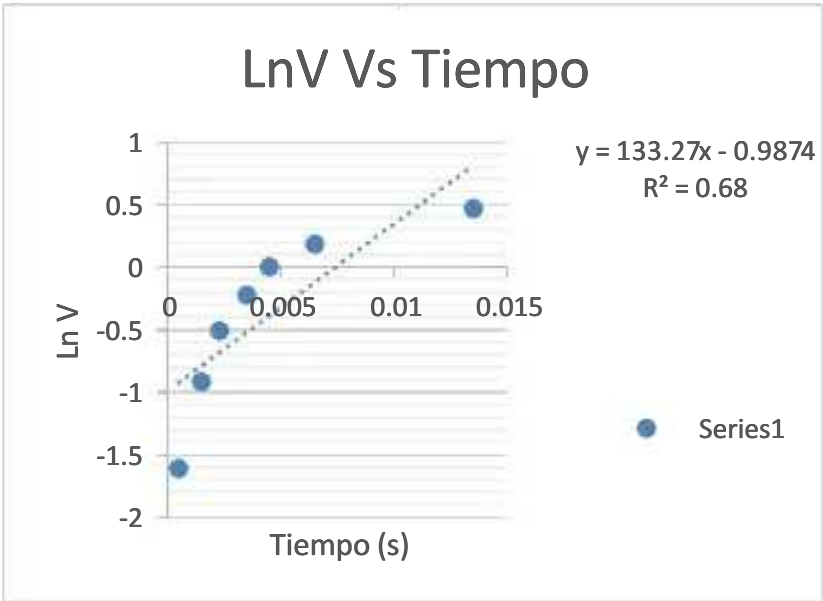


Tabla N°8: (Tiempo y Voltaje de carga)

Escala de tiempo: 0,025 s	
Escala de voltaje 0,2 v	
T(s)	V(v)
0.0005	0,2
0.0015	0,4
0.00225	0,6
0.0035	0,8
0.0045	1
0.0065	1,2
0.0135	1,6

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tabla 1:

En la tabla 1 encontramos los datos experimentales y teóricos del condensador y la resistencia (café, negro, café, dorado) y mediante ellos obtener el valor del tiempo de relajación (τ) siendo $(0,00239 \pm 0,000255)s$ donde la incertidumbre se obtuvo por medio del método de mínimos cuadrados al igual que el de la frecuencia través de la ecuación $\frac{1}{5\tau}$ Hz y con ella obteniendo

también la gráfica en el osciloscopio, para así generar el tiempo de oscilación por método grafico

Tabla 2:

En la tabla 2 podemos observar los datos obtenidos a través del osciloscopio cuya imagen arrojada es la Imagen 1 que esta el voltaje en función del tiempo, donde solo se tomo en cuenta los valores de descarga representados en la curva que baja; dichos datos sirvieron para obtener el tiempo que dura en descargarse el circuito, ya que cuando el interruptor se cierra, la corriente I aumenta a su valor máximo como un cortocircuito) y tiene el valor de $I = E / R$ amperios (como si el capacitor no existiera momentáneamente en este circuito RC), y poco a poco esta corriente va disminuyendo hasta tener un valor de cero

Gráfica 1:

En la gráfica 1 podemos observar que cuando el interruptor está abierto, existe una diferencia de potencial Q / C a través del capacitor y una diferencia de potencial cero a través de la resistencia ya que $I = 0$. Si el interruptor se cierra al tiempo $t = 0$, el capacitor comienza a descargarse a través de la resistencia. En algún tiempo durante la descarga, la corriente en el circuito es I y la carga del capacitor es Q . Sin embargo, la corriente en el circuito debe ser igual a la rapidez de decrecimiento de la carga en el capacitor. Es decir, $I = -dq / dt$. Lo que significa que a medida que transcurre el tiempo, la diferencia de potencial es menor.

Gráfica 2:

Se representa una gráfica logarítmica que se realizó para linealizar la curva del gráfico 1, donde se observa que cuando se descarga el capacitor, la corriente es negativa, porque invierte el sentido en el cual pasa por el capacitor. Estos valores de corriente varían exponencialmente conforme transcurre el tiempo de descarga, comenzando con un valor máximo de corriente y luego tendiendo a cero, donde la corriente inicial está dada por $I_0 = Q/RC$.

Se puede observar que la carga del capacitor y la corriente decrecen exponencialmente a una rapidez caracterizada por la constante de tiempo y además que

la descarga del circuito se da en forma logarítmica, con lo que puede afirmar que entre mayor sea el tiempo de la descarga, menor va a ser la cantidad perdida.

$$\tau = RC.$$

Si después de cargado el capacitor, alcanza una Diferencia de potencial $V_c = V_0$ Se cambia el interruptor y se obtendrá un circuito a través del cual se pueda descargar el capacitor, transformando su energía almacenada en energía en forma de calor en el resistor.

Tabla 3:

En la tabla 3 encontramos los datos experimentales y teóricos del condensador y la resistencia que es la misma que utilizamos en la descarga y mediante ellos obtener el valor del tiempo de relajación (τ) siendo el mismo $(0,00239 \pm 0,000255)s$ donde la incertidumbre se obtuvo por medio del método de mínimos cuadrados al igual que el de la frecuencia también la misma con ella se obtuvo también la gráfica en el osciloscopio, para así generar el tiempo de oscilación por método grafico .

Tabla 4:

Se tomó siete instantes de tiempo donde cada uno de ellos se pudo calcular el voltaje de carga, con ayuda de la gráfica del osciloscopio, con una escala de tiempo de 0.001s y una escala de voltaje de 1V.

Gráfica 3:

En la gráfica voltaje vs tiempo, a medida que el capacitador se carga, la diferencia de potencial aumenta mientras que transcurre el tiempo y su pico de potencial más alto es de 8v

Podemos concluir que la carga del capacitador aumenta exponencialmente, por lo que la carga varia a medida que el capacitador se está cargando.

Gráfica 4:

Debido a que la grafica 3 representada es semilogaritmica es necesario realizar un ajuste lineal para así poder obtener el valor grafico RC cuando donde se ve reflejada en la ecuación:

Carga en el capacitor en función del tiempo

$$Q(t) = Ec (1 - e^{-t/RC})$$

Para linealizar la ecuación:

$$\frac{dQ}{dt} = V - V_o = V_o e^{t/RC}$$

Por lo cual la ecuación de la recta será:

$$\begin{array}{ccc} \ln V - V_o & = & \ln V_o + \frac{1}{RC} t \\ \downarrow & & \downarrow \quad \downarrow \\ y(t) & = & y_0 + mt \\ & & m = \frac{1}{RC} \\ & & \tau_{exp} = \frac{1}{m} \end{array}$$

Permitiéndonos obtener el valor grafico por medio de su pendiente y observando que en el instante inicial la corriente es máxima debido a que esta almacenando energía y el tiempo de relajación con que se carga el circuito

Tabla 5:

En la tabla 5 podemos observar las mismas variables utilizadas en la tabla 1 donde la resistencia es de $(484 \pm 0,1) \Omega$ y el capacitor $(11,19 \pm 0,01) * 10^{-6} F$ valores experimentales.

El voltaje en el capacitor no varía instantáneamente y sube desde 0 voltios hasta E voltios (E es el valor de la fuente de corriente directa conectado en serie con R y

C). Donde el voltaje estará representado por la siguiente ecuación $V = V_o \left(e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$

Tabla 6:

Se tomó siete instantes de tiempo donde cada uno de ellos se pudo calcular el voltaje de descarga, con ayuda de la gráfica del osciloscopio, con una escala de tiempo de 0.025s y una escala de voltaje de 0.2V.

Gráfica 5:

Se observa en la gráfica *voltaje Vs el Tiempo*, del segundo circuito de descarga del condensador, donde es visible la disminución de la diferencia de potencial a medida que transcurre el tiempo y su pico de potencial más alto donde empieza la descarga es de 1,60 V.

Gráfica 6:

Una vez obtenido los datos se procede a graficar al Voltaje vs tiempo, observando que la grafica no es

lineal. Entonces para conocer la rapidez con la que se descarga el capacitor es necesario hallar la constante de tiempo τ de una gráfica semilogaritmica de \ln vs tiempo, donde la pendiente de dicha grafica representa a $(-1/\tau)$.

La grafica 4 representa $\ln(v)$ vs t donde;

$$V(t) = V_o e^{-\frac{t}{RC}} \text{ (Proceso de Descarga)}$$

$$\Rightarrow \ln V = \ln V_o + \ln e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\Rightarrow \ln V = \ln V_o + \frac{-1}{RC} t$$

$$\begin{array}{ccc} \downarrow & & \downarrow \quad \downarrow \\ y(t) & = & y_0 + mt \quad ; m = -\frac{1}{RC} \end{array}$$

$$\tau_{exp} = RC$$

$$m = -\frac{1}{RC} \Rightarrow \tau_{exp} = -\frac{1}{m}$$

Con las ecuaciones mencionadas con el ajuste lineal se determino el tiempo de relajación para cada par de resistencia y condensador, donde se obtuvo un error porcentual de 18,63%.

Tabla 7:

Podemos observar los datos directos y experimentales que obtuvimos del segundo circuito donde RC (directo) es de $(0,00542 \pm 0,000496)$ s y el RC grafico es $(0,00750 \pm 0,0001)$ s que se saca cuando se linealiza la gráfica \ln vs t donde la ecuación utilizada es

$Q = Ec (1 - e^{-t/RC})$ que se puede observar en el análisis de la grafica 4, y obtuvimos un error% de 38%. Debido a la falta de precisión al tomar las medidas por los practicantes

Tabla 8:

Se tomó siete instantes de tiempo donde cada uno de ellos se pudo calcular el voltaje de carga, con ayuda de la gráfica del osciloscopio, con una escala de tiempo de 0.025s y una escala de voltaje de 0.2V.

Gráfica 7:

Se observa en la gráfica *voltaje Vs el Tiempo*, del segundo circuito de carga del condensador, donde es visible el aumento de la diferencia de potencial a medida que transcurre el tiempo y su pico de potencial más alto es de 1,60 V y a partir de ahí empieza su descarga.

Gráfica 8:

Se muestra un ajuste lineal del segundo circuito de carga donde muestra que es directamente proporcional.

En esta gráfica se realizaron las mismas operaciones que en la gráfica 4. Obteniendo así una pendiente de 133,27; con esto al usar la fórmula $1/m$ se puede obtener el RC gráfico.

VI. CONCLUSIONES

Cuando τ es pequeña, el capacitor se carga rápidamente; cuando es más grande, la carga lleva más tiempo.

Si la resistencia es pequeña, es más fácil que fluya corriente y el capacitor se carga en menor tiempo

se logró determinar cómo varia la carga de un condensador en función del tiempo para cargarlo, ya que al principio se estableció como carga rápida, y mientras, transcurría el tiempo esta carga se iba haciendo más lenta poco a poco hasta lograr la carga deseada para el condensador

En el proceso de descarga del capacitor, el voltaje disminuye de manera exponencial a través del tiempo donde comienza en un valor máximo en el primer circuito 1.6 v y en el segundo en 1.4 v y tendiendo a cero acorde con el tiempo que transcurre la descarga.

El tiempo de duración de la carga del capacitor es el mismo que se requiere para la descarga

La resistencia se relaciona con la constante de tiempo τ en forma directamente proporcional.

VII. REFERENCIAS

- [1]<http://thales.cica.es/cadiz2/ecoweb/ed0184/Tema2/2.5.1.htm>
- [2]http://es.wikipedia.org/wiki/Carga_el%C3%A9ctrica
- [3]<https://virtual.ucatolica.edu.co/moodle/mod/resource/view.php?inpopup=true&id=33077>
- [4]http://luis.tarifasoft.com/2_eso/electricidad2ESO/circuitos_serie_y_paralelo.html
- [5] http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_RC
- [6]http://es.wikipedia.org/wiki/Generador_el%C3%A9ctrico
- [7] <http://es.wikipedia.org/wiki/Osciloscopio>
- [8]<http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-medicion/multimetro>
- [9] <http://www.fisicapractica.com/resistencia.php>
- [10]http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico

