



Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ingeniería

Cátedra: Física III

Profesor Adjunto: Ing. Arturo Castaño
Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Cesar Rey

TRABAJO DE LABORATORIO N° 3 – Capacidad: Carga y descarga de capacitores

OBJETO DE LA EXPERIENCIA:

- a) Medida de la capacidad de un condensador
- b) Asociación de condensadores: capacidad equivalente

METODOLOGIA:

Consiste en medir la diferencia de potencial sobre el capacitor en función del tiempo durante los procesos de carga y descarga de un capacitor conectado en serie con una resistencia eléctrica y una fuente de alimentación CC.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS: Un capacitor está formado por dos conductores separados por un medio material no conductor. Idealmente el capacitor almacena energía eléctrica en forma de campo eléctrico entre los conductores.

Cada conductor recibe el nombre de electrodo, cuando a uno de los electrodo se le agrega una carga eléctrica en el otro se induce la misma cantidad pero de signo distinto estableciéndose un campo eléctrico. Si se aumenta la carga en el capacitor, la diferencia de potencial entre sus electrodos se incrementa en forma proporcional. La relación entre la carga total Q en uno de sus electrodos y la diferencia de potencial V entre los electrodos es siempre una constante denominada capacidad del elemento, que se expresa como

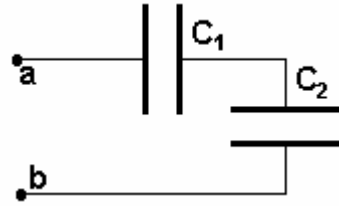
$$C = \frac{Q}{V} \quad (1)$$

la capacidad C se expresa en faradios. La capacidad de un capacitor depende de la geometría de los conductores que forman las placas del capacitor y del medio material que las separa.

Asociación de condensadores

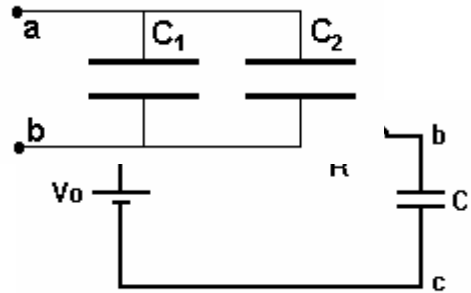
a) Asociación en Serie de dos condensadores

$$\text{Capacidad equivalente } \frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad (2)$$



b) Asociación en Paralelo de dos condensadores

$$\text{Capacidad equivalente } C_e = C_1 + C_2 \quad (3)$$



a) Análisis del Circuito: Proceso de carga

En el circuito de la figura 1, cuando se cierra el interruptor, si inicialmente el condensador está descargado es decir $Q(t=0) = 0$ se cumple la siguiente ecuación

$$V_o = i(t)R + \frac{Q(t)}{C} \quad (4)$$

Fig. 1

El primer miembro de la ecuación es la fuerza electromotriz V_o de la fuente de alimentación. La diferencia de potencial en la resistencia es $i(t)R$ y en el condensador $\frac{Q(t)}{C}$. Considerando que la corriente eléctrica $i(t)$ se puede escribir en términos de la carga como $i(t) = \frac{dQ}{dt}$. La ecuación (4) se expresa como, una ecuación diferencial de primer orden, lineal e inhomogénea con coeficientes constantes

$$R \frac{dQ(t)}{dt} + \frac{Q(t)}{C} = V_o \quad (5)$$

ordenándola se tiene

$$\frac{dQ(t)}{dt} + \frac{Q(t)}{RC} = \frac{V_o}{R} \quad (6)$$

Teniendo en cuenta las condiciones iniciales del proceso de carga, la solución completa de la (6) es :

$$Q(t) = V_o \cdot C \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) \quad (7)$$

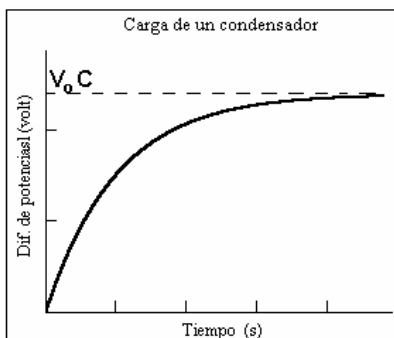


Fig. 2

La representación gráfica de $Q(t)$ durante el proceso de carga se muestra en la figura 2. En la gráfica se observa que el valor de la carga tiende asintóticamente al valor: $Q_{Lim} = V_o \cdot C$ para valores de tiempos grandes.

Para determinar la diferencia de potencial entre los bornes del condensador; debe emplearse la ec. (1) entonces:

$$V_{bc}(t) = \frac{Q(t)}{C} = V_o \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) \quad (8)$$

La representación gráfica de $V_{bc}(t)$ es análoga a $Q(t)$ salvo en el factor constante $1/C$, y para valores de tiempos grandes la diferencia de potencial sobre el condensador tiende asintóticamente el valor de la fuente V_0 .

El producto $R.C$ que está en el denominador del exponente tiene dimensiones de tiempo y recibe el nombre de constante de tiempo

$$\tau = R.C \quad (9)$$

Si $t = \tau$ en (8) resulta:

$$\text{EMBED Equation.3} \quad (11)$$

de modo que la constante de tiempo τ representa el tiempo que tarda el condensador en alcanzar el 63% de su diferencia de potencial (o bien su carga) final de equilibrio.

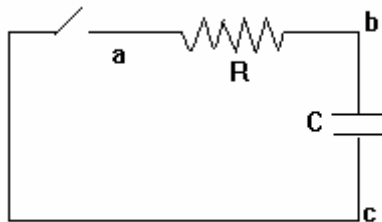


Fig.4

b) Análisis del Circuito: Proceso de descarga:

Si se considera el circuito de la figura 4, con el condensador C inicialmente cargado, es decir $t = 0$, $Q = Q_0$, en estas condiciones se cierra el interruptor A

Las diferencias de potencial instantáneas sobre cada elemento de circuito son:

$$V_{ab}(t) = i(t).R \quad (12.a) \quad V_{bc}(t) = \frac{Q(t)}{C} \quad (12.b)$$

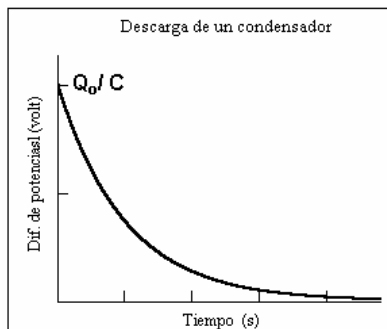


Fig. 5

Por lo tanto, se cumple Al no haber fuente de alimentación resulta:

$$V_{ab}(t) + V_{bc}(t) = 0 \quad (13)$$

Reemplazando resulta

$$i(t).R + \frac{Q(t)}{C} = 0 \quad (14)$$

La ecuación anterior puede escribirse como:

$$\frac{dq}{dt} + \frac{q}{RC} = 0 \quad (15)$$

cuya solución con las condiciones iniciales establecidas resulta:

$$Q(t) = Q_o \cdot e^{-\frac{t}{R.C}} \quad (16)$$

De (16) surge que la carga decrece exponencialmente con el tiempo debiendo transcurrir un tiempo infinitamente largo para que el condensador se descargue totalmente.

La fig. 5 muestra la representación gráfica de la ecuación (16)

La diferencia de potencial en el condensador será :

$$V_{bc}(t) = \frac{Q(t)}{C} = \frac{Q_o}{C} \cdot e^{-\frac{t}{R.C}} \quad (17)$$

si $V_o = \frac{Q_o}{C}$ el valor de la diferencia de potencial en el instante inicial y $t = \tau = RC$ entonces

$$V_{bc}(\tau) = V_o \cdot e^{-\frac{\tau}{R.C}} = V_o \cdot e^{-1} = 0.37 \cdot V_o \quad (18)$$

En este caso, la constante de tiempo del circuito representa el tiempo que tarda el condensador en reducir su diferencia de potencial (o su carga) a un 37% de su valor inicial.

Obsérvese que la (18) es posible escribirla de igual forma que la (11), se deja como ejercicio.

MATERIAL A UTILIZAR:

Fuente de alimentación de CC.

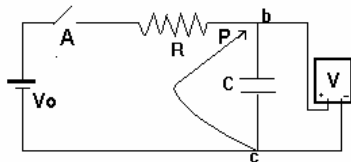
Plaqueta con circuito RC.

Voltímetro.

Cables de Conexión.

Cronómetro.

TÉCNICA OPERATORIA:



1.- Desarrollo de la experiencia del proceso de carga

1.1.- Arme el circuito de la figura empleando la plaqueta provista por la cátedra, conecte respetando la polaridad del condensador. Registre los valores de fuente de alimentación, de la resistencia R y de la capacidad C.

1.2.- Verifique que el condensador está completamente descargado conectando el voltímetro entre sus bornes, en caso contrario, cierre el circuito conectando la punta P en el punto b para lograrlo

1.3.- Para hacer una serie de lecturas de diferencia de potencial, cierre el interruptor A y registre los valores del voltímetro cada 10 seg. en una tabla

dato que el instrumento a utilizar es digital y muy preciso es que se realizará solo una serie de lecturas.-

TABLA 1: PROCESO DE CARGA	
Fuente de alimentación CC	
Resistencia	
Capacidad	
	lecturas
Tiempo (en segundos)	V (voltio)
0	0
10	

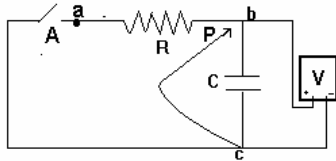
1.4.- Cuando el voltímetro mida el mismo valor más de 20 s (dos lecturas consecutivas), no haga más lecturas.

1.5.- Agrega al circuito un condensador en serie con el que ya está y repita el procedimiento

1.6.- Agrega al circuito un condensador en paralelo con el que ya está y repita el procedimiento

2.- Desarrollo de la experiencia del proceso de descarga

2.1.- Arme el circuito de la figura empleando la plaqueta provista por la cátedra, conecte respetando la polaridad del condensador. Registre los valores de fuente de alimentación, de la resistencia R y de la capacidad C en la tabla 2.



2.2.- Verifique que el condensador está completamente cargado conectando el voltímetro entre sus bornes, en caso contrario, cierre el circuito conectando la punta P en el punto b para lograrlo

2.3.- Para hacer una serie lecturas de diferencia de potencial, cierre el interruptor A y que el condensador queda cargado registre este valor V_0 , abra el interruptor A y conecte la punta P al punto a del circuito y registre los valores del voltímetro cada 10 seg. en una tabla

TABLA 2: PROCESO DE DESCARGA	
Fuente de alimentación CC	
Resistencia	
Capacidad	
	lecturas
Tiempo (en segundos)	V (voltio)
0	
10	

2.4.- Cuando el voltímetro mida el mismo valor más de 20 s (dos lecturas consecutivas), no haga más lecturas.

3.- Procesamiento de datos

3.2.- Grafique $V(t)$ en un gráfico

3.3.- Determine de la gráfica $V(t)$ la constante de tiempo, τ , ubicando la abscisa correspondiente al instante t cuya ordenada es $V = 0,63 V_0$ (donde V_0 es el valor de la diferencia de potencial que tiende asintóticamente la ddp sobre el condensador).

3.3.- Con el valor de τ obtenido determine el valor de la capacidad, C , por medio de la (9).

3.4.- Determine el error porcentual de la constante de tiempo, τ , tomando como valor teórico de la misma el obtenido por empleo de la (9), donde los valores de la resistencia R y el condensador C son datos por el fabricante de los mismos.

Bibliografía

Eisberg R. y Lerner L. "Física :Fundamentos y Aplicaciones" Vol I y II Ed. McGraw-Hill

Serway R "Física" Vol I y II Ed. McGraw-Hill

Sears Física Universitaria 6^{ta} ed. Addison Wesley

Zahn M. "Teoría Electromagnética" Ed. McGraw-Hill

Kip A. "Fundamentos de Electricidad y Magnetismo" Ed. McGraw-Hill

Gettys y otros Física clásica y moderna Ed. McGraw-Hill.

TRABAJO DE LABORATORIO N° 1

TEMA: ESTUDIO DEL REGIMEN TRANSITORIO DEL CIRCUITO RC

- a) Medida de la capacidad de un condensador electrolítico
- b) Asociación de condensadores: capacidad equivalente

HOJA DE DATOS

CURSO	FECHA	INTEGRANTES
		1.-
		2.-
		3.-
		4.-

TABLA 1: PROCESO DE CARGA	
Fuente de alimentación CC	
Resistencia	
Capacidad	

	Series de lecturas				
Tiempo (en segundos)	V (voltio)	V (voltio)	V (voltio)	V (voltio)	Promedio
0	0	0	0	0	
10					

Cálculo teórico de la constante de tiempo:

Determinación de la constante de tiempo (método gráfico):

Determinación de la capacidad:

TABLA 1.1: PROCESO DE CARGA: ASOCIACIÓN SERIE					
Fuente de alimentación CC					
Resistencia					
Capacidad C1					
Capacidad C2					
	Series de lecturas				
Tiempo (en segundos)	V (voltio)	V (voltio)	V (voltio)	V (voltio)	Promedio
0	0	0	0	0	

10					

Cálculo teórico de la constante de tiempo:

Determinación de la constante de tiempo (método gráfico):

Determinación de la capacidad equivalente:

Fuente de alimentación CC					
Resistencia					
Capacidad C1					
Capacidad C2					
	Series de lecturas				
Tiempo (en segundos)	V (voltio)	V (voltio)	V (voltio)	V (voltio)	Promedio
0	0	0	0	0	
10					

--	--	--	--	--	--

Cálculo teórico de la constante de tiempo:

Determinación de la constante de tiempo (método gráfico):

Determinación de la capacidad equivalente:

TABLA 2: PROCESO DE DESCARGA					
Fuente de alimentación CC					
Resistencia					
Capacidad					
	Series de lecturas				
Tiempo (en segundos)	V (voltio)	V (voltio)	V (voltio)	V (voltio)	Promedio
0	0	0	0	0	
10					

Cálculo teórico de la constante de tiempo:

Determinación de la constante de tiempo (método gráfico):

Determinación de la capacidad:

