



PRACTICA #5 CAPACITANCIA

Objetivos

- Estudiar y analizar las configuraciones de conexión entre los capacitores y la energía almacenada.

Fundamento teórico

La relación entre la carga q y el potencial V de un conductor en equilibrio electrostático es una constante llamada capacidad C del conductor, la misma que depende exclusivamente de la geometría del conductor y del medio en el que está inmerso.

Capacitancia se define como el cociente de la magnitud de la carga de cualquiera de los conductores entre la magnitud de la diferencia de potencial eléctrico entre ellos, es decir:

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

Se llama **capacitor** al dispositivo que almacena carga y que consiste en dos conductores que no se tocan. Estos dos conductores tienen, por lo general, cargas del mismo valor pero de signo contrario, Q . La unidad de capacitancia (C/V) se le denomina **faradio** (F). Se acostumbra utilizar el microfaradio (10^{-6} F) para denominar a los capacitores disponibles en el comercio.

El espacio entre los conductores está lleno por un material no conductor, como aire, papel o plástico. A este material se le denomina **dieléctrico**, y la capacitancia es proporcional a una de sus propiedades, llamada *constante dieléctrica*, K (igual a 1 para el aire).

Al hablar de un capacitor de placas paralelas, este se encuentra en función de la distancia entre estas placas, además de la constante dieléctrica del material entre las placas, es decir:

$$C = \epsilon_r \frac{A}{d}$$

Donde ϵ_r es el valor de la permitividad eléctrica relativa del capacitor, cuyas placas están separadas por un dieléctrico. Además, se puede definir a ϵ_r como:

$$\epsilon_r = K \epsilon_0$$

Donde $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} [C^2/Nm^2]$, que es la permitividad eléctrica del vacío. A continuación en la tabla 5.1 se puede observar ciertos valores de permitividad relativa según el dieléctrico de condensación.

Dieléctrico	ϵ_r
Vacío	1
Aire	1.0006
Teflón	2.0
poliestireno	2.5
policarbonato (MKC)	2.9
poliéster / mylar (MKT)	3.2
vidrio	4.0 - 8.5
mica	6.5 - 8.7
cerámica	6.0 - 50,000
óxido de aluminio	7.0
óxido de tántalo	11.0

Tabla 5. 1: Permitividad relativa

Un capacitor cargado almacena una cantidad de energía potencial electrostática igual a:

$$\frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{Q^2}{2C}$$

Esta energía puede imaginarse como almacenada en el campo eléctrico entre las placas.

Configuración en serie y paralelo

Se puede demostrar que, al tener n capacitores conectados en paralelo, la capacitancia viene dada por:

$$C_{eq} = \sum_{i=1}^n C_i$$

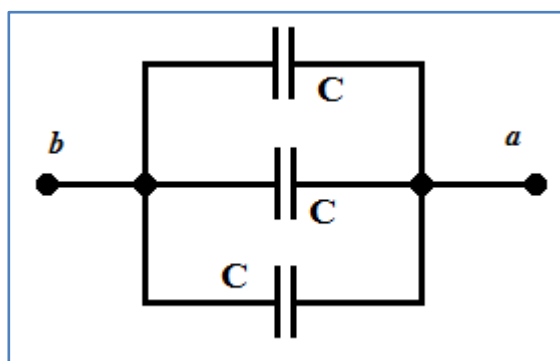


Figura 5. 1: Configuración en paralelo

Al tener n capacitores conectados en serie, la capacitancia viene dada por:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

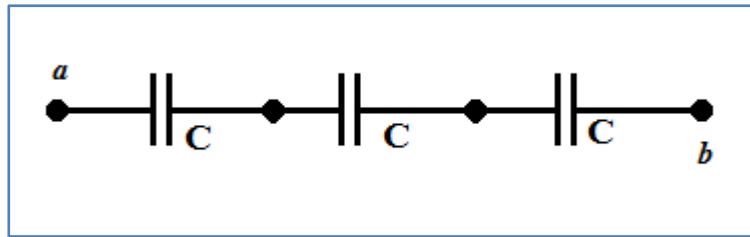


Figura 5. 2: Configuración en serie

Procedimiento

1. Capacitancia de un capacitor desconocido C_x .

- a. Arme el circuito de la figura 5.3

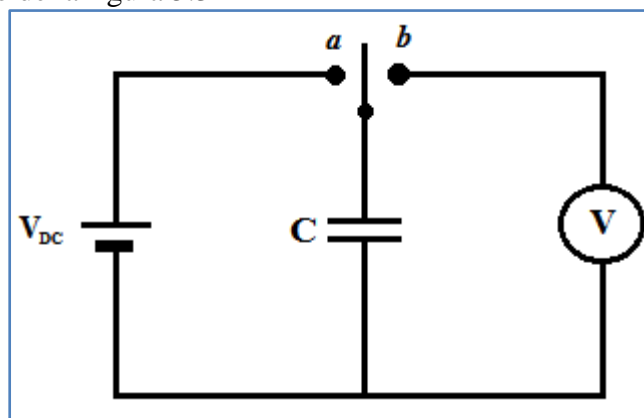


Figura 5. 3

- b. Ajustar 8 V_{DC} en la fuente de voltaje, con la posición del interruptor en **b**.
c. Colocar el interruptor en la posición **a**, para cargar el capacitor patrón (C_p).
d. Cambiar la posición del interruptor de **a** a **b** y registrar la lectura (V_p) del voltímetro en ese instante en la reporte de datos.
e. Con el circuito desconectado, sustituir el capacitor patrón por el desconocido (C_x). Luego activar el circuito y repetir los pasos c y d.
f. Del circuito mostrado en la figura 5.3, cuando el interruptor está en la posición **a**, tanto el capacitor patrón como el desconocido adquieren una carga máxima Q_p y Q_x respectivamente, notando que ambos capacitores son sometidos a la misma diferencia de potencial V , se obtiene la siguiente relación:

$$\frac{Q_p}{C_p} = \frac{Q_x}{C_x} \Rightarrow C_x = \frac{Q_x}{Q_p} C_p$$

- g. La lectura que señala el voltímetro representa la diferencia de potencial en el capacitor, la cual es proporcional a la carga almacenada en el capacitor, por tanto es válido que la relación (V_x/V_p) sea equivalente a (Q_x/Q_p). Entonces la capacitancia desconocida se obtiene por:

$$C_x = \frac{V_x}{V_p} C_p$$

2. Conexión paralelo

- a. Se conectan en paralelo los capacitores desconocido y patrón como se indica en la figura 5.4, y de manera similar al experimento anterior se determina la lectura del voltímetro (V_{ep}), que representa la diferencia de potencial de la configuración paralelo.

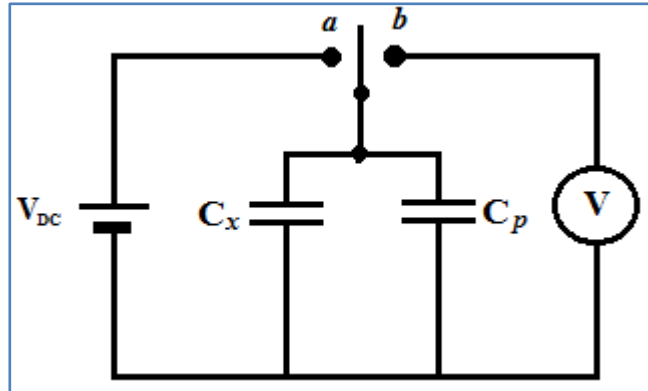


Figura 5. 4: Configuración en paralelo

- b. Para calcular la capacitancia equivalente (C_{ep}) se usará la expresión:

$$C_{ep} = \frac{V_{ep}}{V_p} C_p$$

- c. El valor de la capacitancia desconocida será calculada mediante la siguiente expresión:

$$C_x = C_{ep} - C_p$$

3. Configuración Serie

- a. Se colocan los capacitores C_x y C_p en serie como se indica en la figura 5.5, y de manera similar que el caso anterior, se determina la lectura del voltímetro (V_{es}), que representa la diferencia de potencial de la configuración serie.

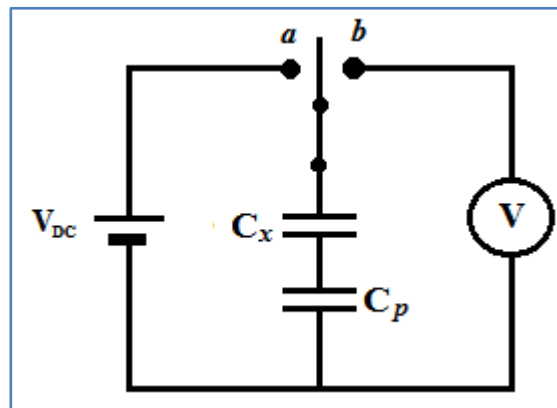


Figura 5. 5: Configuración en serie

- b. La expresión para calcular la capacitancia equivalente serie (C_{es}) es:

$$C_{es} = \frac{V_{es}}{V_p} C_p$$

- c. Para determinar la capacitancia desconocida, se usará la expresión:

$$C_x = \frac{C_{es}C_p}{C_p - C_{es}}$$

Materiales

- Fuente de voltaje DC
- Voltímetro
- Interruptor de dos posiciones
- Capacitor estándar CENCO
- Capacitor desconocido
- Cables de conexión

Banco de preguntas

1. Defina capacitancia
2. Demuestre que el inverso de la capacitancia equivalente es la suma de los inversos de las capacitancias dispuestas en serie.

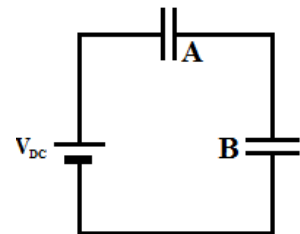
$$\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

3. Demuestre que la capacitancia equivalente es la suma de las capacitancias dispuestas en paralelo.

$$C_{eq} = \sum_{i=1}^n C_i$$

4. Consulte la codificación por colores de los capacitores.
5. Realice la descripción del ciclo de carga y descarga de un capacitor mediante un gráfico V vs. t
6. ¿Por qué es válida la relación $V_x/V_p = Q_x/Q_p$?
7. ¿Cuáles son las diferencias entre una combinación serie y una paralelo?
8. ¿En cuál configuración es mayor la energía almacenada?
9. En la práctica de capacitancia un alumno conecta 2 condensadores cilíndricos iguales que están conectados a una batería como se indica en el dibujo. El profesor pregunta a un alumno que sucede si se introduce una placa de mica de constante dieléctrica (ϵ) entre las placas de B. De las alternativas dadas escoja la correcta.

- a. Aumenta el voltaje en A y su carga aumenta
- b. Aumenta la carga en B y su voltaje permanece constante
- c. Aumenta la carga en B pero su voltaje disminuye
- d. La carga en A y B no se modifica.



10. Dos capacitores iguales se conectan en serie a una batería. Luego esos capacitores se conectan en paralelo a la misma batería. Entonces ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

- a. $U_{es} > U_{ep}$
- b. La carga de los capacitores en serie es la misma.
- c. $C_{es} > C_{ep}$
- d. El voltaje de los capacitores en paralelo es distinto.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LABORATORIO DE FÍSICA C



REPORTE DE PRÁCTICA

CAPACITANCIA

Nombre: _____
Paralelo: _____ **Fecha:** _____

Prueba de entrada:	
Actuación:	
Reporte de práctica:	
Prueba de Salida:	
TOTAL:	

1. Capacitancia de un capacitor desconocido C_x .

- a. Complete la tabla, realizando los cálculos de incertidumbre respectivos:

Voltaje de Fuente [V]		Capacitor patrón [μF]	
$V_{\text{DC}} \pm \delta V_{\text{DC}}$		$C_{\text{p}} \pm \delta C_{\text{p}}$	
Voltajes observados [V]			
$V_{\text{p}} \pm \delta V_{\text{p}}$		Capacitor Desconocido [μF]	
$V_{\text{X}} \pm \delta V_{\text{X}}$		$C_{\text{X}} \pm \delta C_{\text{X}}$	

- b. Cálculo de la capacitancia experimental C_x y su respectiva incertidumbre δC_x .

- c. Determine el error de medición de la capacitancia C_x

- d. Determine la carga y energía almacenada en los capacitores C_p y C_x

$Q_p \pm \delta Q_p$ [C]	U_p [J]	$Q_x \pm \delta Q_x$ [C]	U_x [J]

2. Configuración en paralelo

a. Complete la siguiente tabla:

Voltaje de Fuente [V]		Capacitor patrón [μF]	
$V_{\text{DC}} \pm \delta V_{\text{DC}}$		$C_p \pm \delta C_p$	
Voltajes observados [V]			
$V_p \pm \delta V_p$		Capacitancia equivalente [μF]	
$V_{ep} \pm \delta V_{ep}$		$C_{ep} \pm \delta C_{ep}$	

b. Cálculo de la capacitancia equivalente paralelo con su respectiva incertidumbre

c. Determine el error de medición para C_{ep}

3. Configuración en serie

a. Complete la siguiente tabla:

Voltaje de Fuente [V]		Capacitor patrón [μF]	
$V_{\text{DC}} \pm \delta V_{\text{DC}}$		$C_p \pm \delta C_p$	
Voltajes observados [V]			
$V_p \pm \delta V_p$		Capacitancia equivalente [μF]	
$V_{\text{es}} \pm \delta V_{\text{es}}$		$C_{\text{es}} \pm \delta C_{\text{es}}$	

b. Cálculo de la capacitancia equivalente serie con su respectiva incertidumbre.

c. Determine el error de medición para C_{es} .

d. Determine la carga de las configuraciones serie y paralelo. Complete la tabla.

$C_{ep} \pm \delta C_{ep}$ [uF]	$Q_{ep} \pm \delta Q_{ep}$ [C]	$C_{es} \pm \delta C_{es}$ [uF]	$Q_{es} \pm \delta Q_{es}$ [C]

e. Entre las configuraciones serie y paralelo, ¿Cuál tiene mayor carga almacenada?

f. ¿Llega la aguja del voltímetro a marcar el voltaje de la fuente? Explique el porqué de lo observado.

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES
