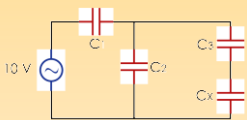


### Situación Problema:



En el circuito anterior se dañó el capacitor  $C_x$  y es necesario cambiarlo; el dato de placa de dicho capacitor ya no se logra visualizar, mientras que los valores nominales de  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$ , se conocen.  
¿Cómo se puede obtener el valor de dicho capacitor?



### ¡DEFINICIÓN! CAPACITANCIA

Capacitancia o capacidad eléctrica es la propiedad que tienen los cuerpos para mantener una carga eléctrica. También es una medida de la cantidad de energía eléctrica almacenada para una diferencia de potencial eléctrico dada.

## COMPETENCIA

- C1. Demuestra que la capacitancia depende únicamente de su diseño  
C2. Calcula, de manera experimental, la capacitancia equivalente de un circuito

## INDICADOR DE LOGRO

- I1. Mide los parámetros geométricos de un capacitor de placas paralelas y aplica la ecuación para calcular su capacitancia.  
I2. Mide caídas de voltaje en un circuito serie, determina la carga almacenada y calcula el valor de un capacitor desconocido dentro del arreglo.  
I3. Mide diferencias de potencial y calcula la carga total en el circuito, conociendo los datos nominales de los capacitores.  
I4. Divide la carga total entre el voltaje total medido para calcular la capacitancia equivalente de un circuito mixto.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

Un **Capacitor** es un dispositivo que consta de dos cuerpos conductores idénticos de cualquier forma, colocados a una corta distancia entre sí y a los cuales, se les aplica cargas iguales pero de signo contrario. Este dispositivo se utiliza para almacenar carga eléctrica y esta capacidad está relacionada con la propiedad denominada **Capacitancia** ( $C$ ) y que operacionalmente se define como:

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

Donde  $Q$  representa el valor absoluto de la carga en cualquiera de los cuerpos antes mencionados (placas del capacitor) y  $V$  es la magnitud de la diferencia de potencial entre estos. En el Sistema Internacional, la unidad de medida de la capacitancia es el **Faradio**:

1 Faradio = 1 Coulomb/voltio ó  $1F = 1 C/V$  Sin embargo, esta unidad de medida es una cantidad muy grande en términos prácticos, razón por la cual se usan los siguientes múltiplos:

$$1\mu F = 1 \times 10^{-6} F$$

$$1nF = 1 \times 10^{-9} F$$

$$1pF = 1 \times 10^{-12} F$$

No obstante ante la definición de capacitancia;  $C=Q/V$ , se puede demostrar que ésta es independiente de la carga y de la diferencia de potencial que puede tener un capacitor.

La capacitancia depende de factores geométricos. Para el caso particular de un capacitor de placas paralelas su capacitancia está dada por:

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

En donde  $\epsilon_0$  es la permisividad en el vacío ( $8.85 \times 10^{-12} F/m$ ),  $A$  es el área de las placas y  $d$ , es la distancia de separación entre éstas.

En su aplicación técnica los capacitores pueden encontrarse conectados en serie o en paralelo.

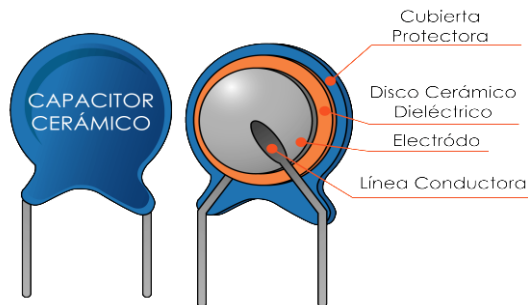


### ¡RECUERDE!

Para cualquier capacitor con vacío, la capacitancia  $C$  sólo depende de las formas, las dimensiones y la separación de los conductores que constituyen el capacitor.

La **energía potencial eléctrica**  $U$  que almacena un capacitor puede calcularse así:  
 $Q^2/2C = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}QV$

Los capacitores por lo general llevan indicados un voltaje de operación que indica el **voltaje máximo** soportado para que el dieléctrico no permita conducción de carga.

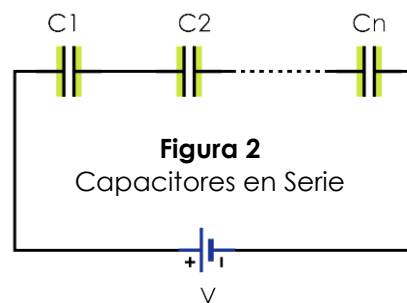


**Figura 1**

Interior de un Capacitor Cerámico

### >CAPACITORES EN SERIE<

A partir del **Principio de Conservación de la Energía**, se sabe que la suma de las diferencias de potencial en cada uno de los capacitores tiene que ser igual a la diferencia de potencial de la fuente. Además para el arreglo de la figura 2, el valor de la carga es el mismo para cada uno de los capacitores.



**Figura 2**

Capacitores en Serie

Estas dos afirmaciones se pueden plantear matemáticamente así:

$$Q_1 = Q_2 = \dots Q_n = Q$$

$$V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

Entonces:

$$V_T = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \dots + \frac{Q}{C_n}$$

$$V_T = Q \left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \right)$$

$$\frac{V_T}{Q} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

$$\frac{1}{C_{Equivalente}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} = \sum_i^n \frac{1}{C_i}$$

$$C_{Equivalente} = \frac{1}{\left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \right)}$$

Esta última ecuación permite calcular la capacitancia del conjunto de capacitores en serie, lo que significa que nos dará el valor de la capacitancia de un capacitor que podría sustituir el arreglo de los  $N$  capacitores en serie. Por lo tanto, en un arreglo serie de capacitores, el capacitor equivalente siempre será menor que cualquiera de los capacitores que constituyen el arreglo.

## >CAPACITORES EN PARALELO<

En el arreglo paralelo mostrado en la figura 3, se debe cumplir la propiedad de que la diferencia de potencial en cada uno de los elementos conectados es la misma, a partir de lo cual tenemos lo siguiente:

$$V_T = V_1 = V_2 = \dots = V_n$$

Por otra parte, la carga en cada uno de los capacitores depende de las capacitancias respectivas. Esto quiere decir, que la suma de las cargas de cada uno de los capacitores tiene que ser igual a la carga total entregada por la fuente de energía.

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

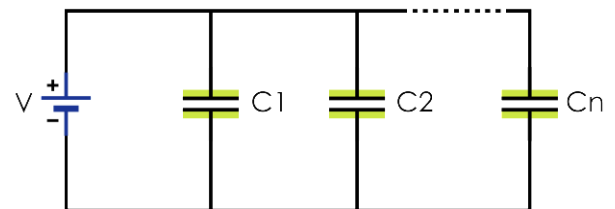
Por definición, la carga en términos de la diferencia de potencial y capacitancia es:

$$Q = CV$$

$$C_T V_T = C_1 V_1 + C_2 V_2 + \dots + C_n V_n$$

$$C_{\text{Equivalente}} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Entonces, la capacitancia total (Equivalente) del arreglo paralelo es igual a la suma de las capacitancias de todos los capacitores en paralelo. Por lo tanto en un arreglo paralelo de capacitores, el capacitor equivalente será mayor que cualquiera de los capacitores que constituyen el arreglo.



**Figura 3**  
Capacitores en Paralelo



### ¡BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA!

*“Física para Ciencias  
e Ingeniería” 7a*  
Edición. Raymond A.  
Serway

*“Fundamentos de  
Física” 4a Edición.*  
Robert Resnick

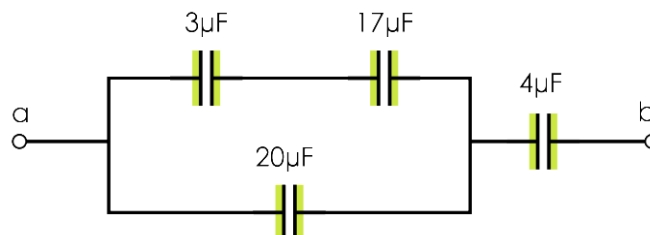
*“Física Universitaria”*  
12a Edición. Sears  
Zemansky

### ¡CONSTANTES DIELECTRICAS DE ALGUNOS MATERIALES!

Material	$\kappa$
Vacío	1
Aire	1.00059
Teflón	2.1
Polietileno	2.25
Benceno	2.28
Mica	3 – 6
Mylar	3.1
Plexiglás	3.4
Vidrio	5 – 10
Agua	80.4
Poliestireno	19.7
Parafina	13.9
Papel	32 – 40
Parafinado	

## TAREA PREVIA

1. Explique, ¿Qué es un dieléctrico?
2. En electrónica, en ocasiones se maneja el término “voltaje de ruptura” del capacitor. Investigue a qué se refieren con ese término.
3. Sobre la base de la geometría. ¿Cuál es la expresión matemática, de la capacitancia de un capacitor de placas paralelas con dieléctrico de constante  $k$  que llene completamente el espacio entre las dos placas?
4. Un capacitor de  $0.4\mu\text{F}$  y otro de  $8\mu\text{F}$  están conectados en paralelo con una batería de  $24\text{V}$ . ¿Cuáles son la carga y el voltaje a través de cada condensador? ¿Cuál sería el capacitor equivalente de este arreglo?
5. ¿Cuánta energía potencial  $U$  almacenaría el capacitor equivalente del arreglo anterior?
6. Determine la capacitancia equivalente entre los puntos a y b del siguiente arreglo de capacitores.



7. Investigue sobre la importancia que tiene la inserción de un dieléctrico entre los cuerpos que forman un capacitor. ¿Cómo se ven afectados: *El campo eléctrico, la diferencia de potencial y la capacitancia?*



### ¡COMENTARIO!

Para el desarrollo de este laboratorio haremos las siguientes aproximaciones:

- *El campo eléctrico entre las placas es uniforme.*
- *La constante dieléctrica es 1 considerando la del aire.*
- *La carga está distribuida uniformemente en las placas.*
- *La distancia de separación entre las placas es uniforme.*



### ¡CUIDADO!

Siga al pie de la letra las indicaciones que su instructor le explique en cuanto al uso del equipo.

Manipule con cuidado las perillas de la fuente.

No toque el equipo sin previa autorización de su instructor.

Aplique las normas de seguridad que su instructor le comente.

Si tiene dudas, siempre pregunte a su instructor.

## RECURSOS

1	Fuente AC/DC variable
1	Multímetro Digital
2	Placa metálica de aluminio con separadores
1	Micrómetro
1	Muestra de separador de las placas de aluminio
1	Placa de conexiones
2	Capacitor tipo cerámico (0.1 $\mu$ F, 500V, Tolerancia 10%)
2	Capacitor tipo cerámico (valores que el instructor indique)
-	Puentes de conexión
-	Cables de conexión

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

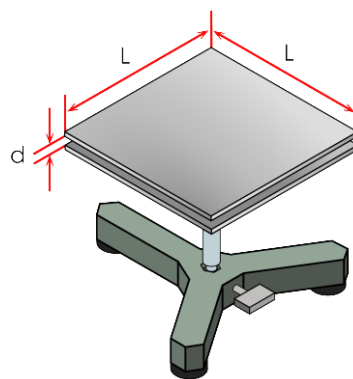
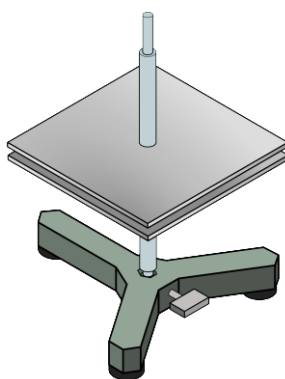
### PARTE A: Capacitor de Placas Paralelas

1. Mida , con la cinta métrica, la longitud de uno de los lados de la placa cuadrada.( exprésela en metros)

$L = \rule{1.5cm}{0.4pt}$  (m)

2. Mida, con el micrómetro, el espesor de la muestra del separador que su instructor le proporcione. El espesor del separador corresponde a la distancia de separación  $d$  entre las placas.

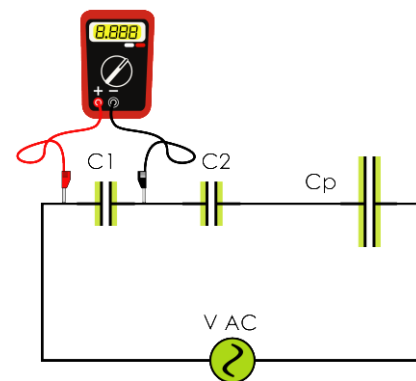
$d = \rule{1.5cm}{0.4pt}$  (mm)



### PARTE B: Capacitores en Serie

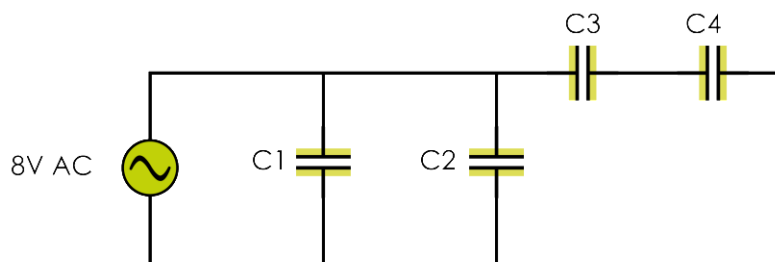
1. Conectar los capacitores  $C_1$  y  $C_2$  de 0.1 $\mu$ F en serie con el capacitor de **Placas Paralelas** utilizado en la parte A ( $C_p$ ) tal como se muestra en la figura 3.

- Alimentar el circuito con 10V AC. **NOTA:** Note que la fuente tiene una perilla escalonada de voltaje de corriente alterna, por tanto, verifique con el voltímetro en AC, la salida de la fuente de voltaje, si el voltaje es relativamente superior o inferior al indicado (10V) entonces utilícelo tal cual.
- Medir la diferencia de potencial  $\Delta V$  de cada capacitor y anotar en la tabla No1 de la Hoja de Análisis y Resultados.



### PARTE C: Capacitores en un arreglo Mixto

- Arme el siguiente circuito, con la alimentación de voltaje indicado.
- Mida la diferencia de potencial en cada capacitor y anótelos en la tabla No2.



### RESULTADOS OBTENIDOS



#### ¡OJO!

En su reporte, deje constancia de todos los cálculos realizados y tablas de toma de datos.

Las conclusiones, justificaciones y comentarios deben hacer referencia a los datos obtenidos y la tendencia de éstos, ya que son resultados de la experiencia desarrollada en el laboratorio.

Es esencial que se maneje claramente el fenómeno experimentado y las variables físicas de las cuales depende.

CAPACITOR	$\Delta V$ (V)	CARGA Q (Coulomb)
C <sub>1</sub>		
C <sub>2</sub>		
C <sub>p</sub>		

TABLA No1

CAPACITOR	CAPACITANCIA FARADIOS (F)	$\Delta V$ (V)	CARGA Q (nC)
C <sub>1</sub>			
C <sub>2</sub>			
C <sub>3</sub>			
C <sub>4</sub>			

TABLA No2



### PONGA EN PRÁCTICA LO EXPERIMENTADO

Un capacitor tiene vacío en el espacio entre los dos conductores. Si se duplica la cantidad de carga en cada conductor, ¿Qué pasa con la capacitancia?

#### PRIMERA PARTE:

1. A partir de las dimensiones geométricas, calcule la capacitancia del capacitor de placas paralelas  $C_p$ . Exprese el dato en pF.

$$C_p = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

$$C_p = \underline{\hspace{2cm}} \text{ pF}$$

$\epsilon_0$ : Permisividad del espacio vacío (aire) = 8.85 pF/m

$C_p$ : Capacitor de Placas Paralelas (Capacitor Experimental)

2. Calcule la carga almacenada en cada capacitor y complete la tabla 1.
3. Aplicando el concepto de carga almacenada y diferencia de potencial, calcule de nuevo la capacitancia del capacitor de placas paralelas y nómbrela  $C_p'$  (Deje evidencia operacional)

$$C_p' = \underline{\hspace{2cm}} \text{ pF}$$

$C_p'$ : Es la capacitancia del capacitor de placas paralelas calculada usando parámetros eléctricos  $Q$  y  $V$

4. Determine el porcentaje de error obtenido, tomando en cuenta las condiciones en las cuales se realizó la práctica. Mencione los factores que considera determinantes en éste porcentaje. Explique y justifique su respuesta.

#### SEGUNDA PARTE:

1. Calcular la carga almacenada por cada capacitor y completar la tabla No2
2. Determine la capacitancia equivalente  $C_{eq}$ , de la conexión mixta  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  y  $C_4$  a partir de sus valores nominales (capacitancias).
3. Determine la capacitancia equivalente ( $C_{eq}'$ ) de la conexión mixta, pero ahora, a partir de las magnitudes eléctricas (Carga y Voltaje) de la tabla No2 y luego compare este valor con el obtenido en el numeral anterior. ¿Qué puede concluir? ¿Es así como se esperaba?
4. A partir de los datos experimentales de la tabla No2 ¿Qué puede concluir acerca de la carga almacenada en los capacitores  $C_3$  y  $C_4$  del arreglo mixto? Explique y justifique.
5. Determine la energía total almacenada en el circuito.