

# **PRÁCTICA DE LABORATORIO No. 3**

## **CAPACITORES**

### **DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FÍSICAS Y TECNOLOGÍA**

#### **FACULTAD DE INGENIERÍA**

#### **UNIVERSIDAD ICESI**

#### **CALI – COLOMBIA**

#### **1. OBJETIVOS GENERALES**

1. Familiarizar al estudiante con diversas técnicas de experimentación en física e ingeniería.
2. Verificar experimentalmente algunas de las predicciones de los modelos, teorías o leyes fundamentales estudiadas en clase.
3. Desarrollar y fortalecer habilidades de trabajo en grupo, así como de preparación de informes técnicos utilizando diferentes tipos de formatos.
4. Propiciar un espacio de trabajo para la discusión en grupo sobre temas técnicos y fortalecer el saber científico y profesional de los estudiantes.
5. Confrontar a los estudiantes con la problemática asociada a la toma, manipulación, organización, representación e interpretación de datos técnicos experimentales.
6. Cultivar en los estudiantes los valores éticos implícitos en el trabajo científico.

#### **2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Aprender el uso del multímetro como instrumento de medición de los capacitores. 2. Corroborar experimentalmente el valor de la capacitancia de un grupo de capacitores en configuración serie y paralelo.
3. Determinar, a partir de su geometría, la capacitancia para un capacitor de placas paralelas cuyo dieléctrico es el vacío.
4. Comprobar experimentalmente, el valor del capacitor de placas paralelas, a través de un arreglo de capacitores en serie, sobre la base de que la carga es la misma en cada uno de los capacitores. 5. Determinar, a partir de la carga y la diferencia de potencial aplicada a un arreglo en serie y otro en paralelo, la capacitancia equivalente.
6. Aprender a usar los programas de simulación para la comprobación de leyes fundamentales y la planificación de experimentos.

#### **3. CONCEPTOS A AFIANZAR**

1. Reforzar el concepto de capacitancia.
2. Entender la relación de la capacitancia con respecto a la carga y el voltaje.
3. Medición de variables eléctricas básicas.
4. Cuantificación de errores e incertidumbres de medición para variables físicas eléctricas.
5. Manejo de programas de simulación para experimentos de laboratorio.

#### **4. EQUIPO REQUERIDO**

1. Cuatro capacitores no polares.
2. Fuente de corriente alterna de 12V .

3. Tabla de pruebas (protoboard).
4. Multímetro.
5. Puntas de prueba.
6. Cables conectores.
7. Programa de simulación de experimentos Phet.

## 5. MARCO TEÓRICO

Un capacitor es un dispositivo que consta de dos cuerpos conductores 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 La diferencia de potencial entre dos puntos a y b está dada por expresión

$$Q = CV \quad (1)$$

Donde Q representa el valor absoluto de la carga en cualquiera de las placas del capacitor y V la magnitud de la diferencia de potencial entre éstos.

En el sistema internacional la unidad de medida de la capacitancia es el Farad: 1farad = 1coulomb/volt ó  $1F = 1C/V$ . Esta unidad de medida es muy grande en términos prácticos, razón por la cual se usan los siguientes submúltiplos:

$$1\mu F = 10^{-6}F, 1nF = 10^{-9}F \text{ y } 1pF = 10^{-12}F$$

No obstante la de definición de capacitancia;  $C = Q/V$ , se puede demostrar que ésta es independiente de la carga y de la diferencia de potencial que pueda tener un capacitor. La capacitancia depende de factores geométricos. Para el caso particular de un capacitor de placas paralelas se obtiene que:

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (2)$$

En donde  $\epsilon_0$  es la permitividad del vacío, A es el área de las placas y d, la distancia entre éstas. En su aplicación técnica los capacitores pueden encontrarse conectados en serie o en paralelo.

### 5.1 CAPACITORES EN SERIE

partir del principio de la 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 fig. 1, el valor de la carga es el mismo para cada uno de los capacitores. Estas dos afirmaciones se pueden plantear matemáticamente como:

$$Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n = Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n \quad (3)$$

Luego

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

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Por lo tanto

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i} \quad (4)$$

Esta última ecuación permite calcular la capacitancia del conjunto de capacitores en serie o 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 sería menor que cualquiera de los capacitores que constituyen el arreglo.

## 5.2 CAPACITORES EN PARALELO

En el arreglo paralelo mostrado en la Fig. 2, se cumple la propiedad de que la diferencia de potencial en cada uno de sus elementos es la misma. A partir de lo anterior tenemos lo siguiente.

$$V_1 = V_2 = \dots = V_n \quad (5)$$

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.

$$Q_{eq} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n \quad (6)$$

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

$$Q_{eq} = C_{eq} V = C_1 V + C_2 V + \dots + C_n V$$

por tanto

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad (7)$$

La capacitancia total del arreglo en 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.

## 6. PROCEDIMIENTO

### 6.1. Medicion Directa

1. Registre el valor de cada capacitor en una tabla de datos.
2. Ponga el selector del multímetro en la opción de medición de capacitancia.
3. Tome cada uno de los capacitores y mida con el multímetro la capacitancia respectiva y registre este valor en la tabla correspondiente con su incertidumbre respectiva.
4. Registre la discrepancia entre el valor teórico y el medido en cada uno de ellos.

### 6.2. Capacitores en Serie

1. Disponga los capacitores en serie de acuerdo con la Fig.1 utilizando la tabla de pruebas

(protoboard).

2. Hacer el cálculo teórico de esta con configuración y registrar en una tabla de datos. 3. Usando el multímetro mida la capacitancia de los capacitores en serie y registre el valor en la tabla de datos con su respectiva incertidumbre.
4. calcular la discrepancia entre el valor medido y el calculado.

### 6.3 Capacitores en Paralelo

1. Disponga los capacitores en serie de acuerdo con la Fig.1 utilizando la tabla de pruebas (protoboard).

### 6.4. Medición Indirecta

1. Conecte los dos capacitores no polares de valor conocido y uno de valor desconocido en serie sobre el protoboard.
2. Conecte la fuente de corriente alterna de 12V .
3. Con el multímetro asegure que en la salida de la fuente es de 12V AC (voltios de corriente alterna).
4. Conecte la salida de la fuente a los terminales de los capacitores en serie.
5. Mida la caída de voltaje sobre cada uno de los capacitores y registre los datos en una tabla con su respectiva incertidumbre.
6. Con la capacitancia y el voltaje del uno de los capacitores conocidos deduzca el valor de la capacitancia del condensador desconocido.

### 6.5 Trabajo con el simulador

1. Haga clic en "Capacitancia".
2. Tómese un momento para ver la simulación y aprender acerca de cada una de las funciones.
3. Haga clic en el botón de reinicio cuando haya terminado.

Recuerde que:

$C$  – Capacitancia (F)

$V$  – Potencial (V)

$P$  – Carga (C)

Para un condensador de placa paralelo, la capacitancia ( $C$ ) depende del área de las placas, la distancia entre las placas y el medio entre las placas. Dado que la simulación no tiene una opción dieléctrica, estableceremos  $K=1$ .

La Capacitancia se da entonces como aparece en la ecuación 2.

La carga en las placas se da como:

$$Q = C \cdot V \quad (8)$$

4. Cuando el condensador está conectado a la batería, la carga se acumula en el condensador.

La diferencia potencial en las placas está relacionada con el campo eléctrico como:

$$V = E \cdot d \quad \text{o} \quad Q = C \cdot V$$

La energía potencial (energía almacenada) en un condensador cargado se almacena en el campo eléctrico entre placas:

$$\diamond\diamond = \frac{1}{2}\diamond\diamond\diamond\diamond = \frac{1}{2}\diamond\diamond\diamond\diamond\diamond\diamond$$

Cuando el condensador se desconecta del circuito, la carga en las placas permanece constante.

Cuando el condensador está conectado con una resistencia, como una bombilla, se descarga (pierde su carga).

Algunas piezas de información antes de empezar.

- Todos los parámetros (Plate charges, Bar Graphs, Electric Field, y Current Direction) deben ser seleccionados. • Se deben seleccionar todos los parámetros (Capacitancia, Carga de placa superior y Energía almacenada). ○ Tenga en cuenta que la carga de la placa superior nunca muestra negativo. La carga positiva es cuando el gráfico es rojo y negativo es azul.
- Conecte el voltímetro a través del capacitor colocando el rojo en la placa superior y el negro en la parte inferior. Asegúrese de que la tensión en el voltímetro sea igual al voltaje de la batería. Si el voltímetro lee un negativo, cambie el rojo y el negro.
- La cantidad de corriente depende del brillo de la flecha. Si la flecha se desvanece, la corriente está disminuyendo. Si la flecha se vuelve más brillante, la corriente está aumentando. Sino hay flecha, no hay corriente.

Hacer predicciones

### Condensador conectado a la batería

1. Basándose en las ecuaciones anteriores, ¿cree que las cantidades enumeradas (Q, C, V, E y U) aumentarán (I), ¿disminuirán (D) o permanecerán iguales (S) si se realiza cada uno de los siguientes cambios?

cantidad	Aumentar la separación	Aumentar el área de la placa	Aumentar V de la batería
Capacitancia (C) del condensador			
Carga (Q) en cada plato			
Tensión (V) a través del condensador			
Campo eléctrico (E) entre placas			
Energía almacenada (U) del condensador			

### Condensador desconectado de la batería

2. ¿Cree que las cantidades enumeradas (Q, C, V y U) aumentarán (I), disminuirán (D) o permanecerán iguales (S) si se realiza cada uno de los siguientes cambios?

cantidad	Aumentar la separación	Aumentar el área de la placa
Carga (Q) en cada plato		
Capacitancia (C) del condensador		
Tensión (V) a través del condensador		

Energía almacenada (U) del condensador		
--	--	--

### JUGANDO CON EL CAPACITOR

#### Condensador conectado a la batería

Aumente lentamente el voltaje de la batería a 0,75 V.

- ¿Aumenta o disminuye la corriente al cargar un condensador?
- ¿Qué tan fuerte es la corriente cuando un condensador está completamente cargado? ¿Por qué?
- ¿Cuál es la dirección del campo eléctrico? ¿por qué?

¿Qué cambios (aumento o disminución) tuvo que realizar en cada uno de los parámetros enumerados (Separación, Área y Voltaje) para causar un aumento en las cantidades (Q, C, V y U)? Si un cambio de parámetro no provoca ningún cambio en la cantidad, indique eso.

cantidad	separación	Área de placas	V de batería
Aumentar la capacitancia c (C) del condensador			
Aumentar la carga c (Q) en cada plato			
Aumentar voltaje (V) a través del condensador			
Aumentar la energía de los capacitores (U)			

Cambie la polaridad de la tensión de la batería de 0,75 V a -0,75 V.

6. ¿Cuál es la dirección del campo eléctrico?

#### Condensador desconectado de la batería

¿Qué cambios (aumento o disminución) realizó en cualquiera de los parámetros (Separación o Área) que causan un incremento en las cantidades (Q, C, V y U)?

Incluya una explicación de por qué cada cantidad causó o no un cambio. Puede usar ecuaciones o palabras en sus explicaciones.

7. Aumentar la carga (Q) en cada plato:

8. Aumentar capacitancia (C) del condensador:

9. Aumentar voltaje (V) a través del condensador:

10. Aumentar la energía de almacenamiento (U) del condensador:

En la parte inferior de la simulación, haga clic en "Bombilla".

Tómese un momento para ver la nueva simulación y ver cómo esto difiere. Usted debe notar que todo es lo mismo, excepto ahora hay una bombilla (una resistencia) para que pueda descargar el condensador.

Haga clic en el botón de reinicio cuando haya terminado de reproducir.

#### Hacer predicciones

##### Conectando el condensador C a una bombilla

11. ¿Cómo cree que cambiará cada una de las cantidades (aumentar, disminuir o permanecer igual) cuando el condensador esté conectado a la bombilla?

	Carga de placa superior	capacitancia	Tensión del condensador	Energía almacenada	Brillo de la bombilla
Cambios					

#### Jugando con condensador

Mantenga el condensador conectado a la batería y ajuste el voltaje de la batería a 1,5 V.

12. Registre los valores para lo siguiente:

	Carga de	capacitancia	Tensión del	Energía
--	----------	--------------	-------------	---------

	placa superior		condensador	almacenada
valor				

Conecte el condensador a la bombilla (es posible que deba repetir este proceso unas cuantas veces para ver todos los cambios).

13. Registre los cambios (aumentar, disminuir o mantenerlos mismos) en lo siguiente mientras se descarga el condensador:

	Carga de placa superior	capacitancia	Tensión del condensador	Energía almacenada	Brillo de la bombilla
Cambios					

14. ¿Aumenta o disminuye la corriente al descargar un condensador? ¿Por qué?

### Preguntas de conclusión

15. ¿Cómo cargamos un condensador?

16. ¿Cómo descargamos un condensador?

17. ¿Qué significa decir que el condensador se está descargando?

18. ¿Depende la capacitancia del potencial a través del capacitor?

19. ¿Cómo determinaría el brillo (potencia) de la bombilla?

20. Si necesitas encender una bombilla durante más tiempo, ¿qué podrías hacer?