



LABORATORIO 4: CAPACITANCIA

I. OBJETIVOS

- Determinar, a partir de su geometría, la capacitancia para un capacitor de placas paralelas cuyo dieléctrico es el vacío.
- 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.
- Determinar, a partir de la carga y la diferencia de potencial aplicada a un arreglo en serie y otro en paralelo, la capacitancia equivalente.

II. INTRODUCCIÓN

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:

$$C = Q / V$$

Donde Q representa el valor absoluto de la carga en cualquiera de los cuerpos antes mencionados (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: 1 farad = 1 coulomb/volt ó $1F = 1C/V$. Esta unidad de medida es muy grande en términos prácticos, razón por la cual se usan los siguientes submúltiplos:

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

No obstante la 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:

$$C = (\epsilon_0 A) / d$$

En donde ϵ_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**.

CAPACITORES EN SERIE

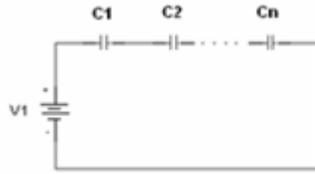


Figura 1

A 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:

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

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

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

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

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

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

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 será menor que cualquiera de los capacitores que constituyen el arreglo.

CAPACITORES EN PARALELO

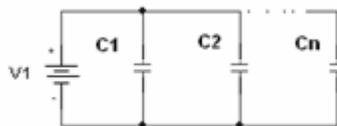


FIGURA 2

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.

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

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:

$$Q = CV$$

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

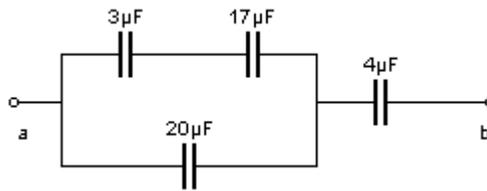
$$\boxed{C_T = C_1 + C_2 + \dots + C_n}$$

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.

III. TAREA PREVIA

1. ¿Qué es un dieléctrico?
2. En electrónica se maneja mucho el concepto de “voltaje de ruptura”, ¿Cómo definiría usted éste término?.
3. ¿Cuál es la expresión, sobre la base de su geometría, de la capacitancia para un capacitor de placas paralelas con dieléctrico de constante k que llena completamente el espacio entre las dos placas?
4. Investigue bibliográficamente las constantes dieléctricas para los siguientes materiales y clasifíquelos de mayor a menor, de acuerdo a la capacidad que éstos tienen (en un capacitor) para almacenar carga eléctrica. Materiales: Teflón, papel parafinado, plástico, papel, aceite de transformador, aire.
5. Para un capacitor con valor nominal $1\mu\text{F} \times 400\text{V}$ ¿Qué representan los 400 voltios?
6. Un capacitor de $0.4\mu\text{F}$ y otro de $8\mu\text{F}$ están conectados en paralelo con una batería de 24V. ¿Cuáles son la carga y el voltaje a través de cada condensador? ¿Cuál sería el capacitor equivalente de ese arreglo?

7. Determine la capacitancia equivalente en el siguiente arreglo entre a y b:



10. 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?

IV. EQUIPO Y MATERIAL

1	Fuente de corriente alterna 12V
1	Multímetro digital
2	Placas metálicas de aluminio con separadores.
1	Micrómetro
1	Muestra de separador de placas de aluminio
1	Placa de conexiones
2	Capacitores tipo cerámico (0.1μF, 500 Voltios, Tolerancia 10%)
1	Capacitor tipo cerámico (4.7μF, 400 Voltios, Tolerancia 10%)
-	Puentes de conexión
-	Cables de conexión

V. PROCEDIMIENTO

PARTE A: CAPACITOR DE PLACAS PARALELAS

1. Proceda a calcular el área de una de las placas del capacitor: L: _____(cm)

$$A = \text{_____} \text{ m}^2$$

2. Mida el espesor de un separador, el cual corresponde a la distancia “d” entre las placas, el docente de laboratorio le proporcionará una muestra del mismo.

$$d = \text{_____} \text{ m}$$

3. A partir de las dimensiones geométricas, calcule la capacitancia C_p .

$$C_p = (\epsilon_0 A) / d$$

$$C_p = \text{_____} \text{ F}$$

ϵ_0 : permitividad del espacio vacío (aire) 8.85pF/m

C_p : Capacitor de placas paralelas (capacitor experimental)

PARTE B: CAPACITORES EN SERIE

- 1- Conectar los capacitores C_1 y C_2 de $0.1 \mu\text{F}$ en serie con el capacitor de placas paralelas utilizado en la parte A (C_P) tal como se muestra en la figura 3 y 4.
- 2- Alimentar el circuito con 12 V AC , **NOTA: verifique que la fuente de alimentación esté arrojando dicho valor, en caso contrario coloque el voltaje que esté proporcionando (verifíquelo con el voltímetro).**

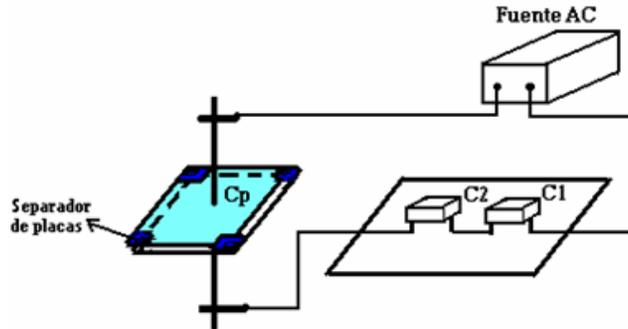


Figura 3. Montaje Experimental

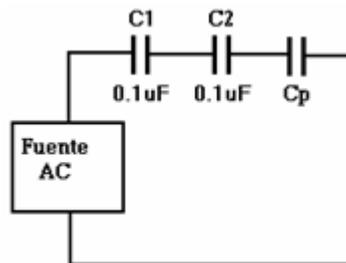


Figura 4. Circuito eléctrico

- 3- Medir la diferencia de potencial ΔV de cada capacitor y anotar en el Cuadro 1 (hoja de datos y análisis de resultados). Verifique que las esquinas de las placas paralelas del C_p estén juntas.
- 4- Basándose en el siguiente análisis: $Q_1 = Q_2 = Q_P$, dado que C_1 , C_2 y C_P están en serie, por tanto

$$Q_1 = C_1 \Delta V_1 = C_P \Delta V_P, \text{ entonces } C_P = Q_1 / \Delta V_P$$

- 5- Aplicando esta última expresión calcule de nuevo la capacitancia identificándola como

$$C'_P = \text{_____ F}$$

PARTE C: CAPACITORES EN PARALELO

1. Conectar 3 capacitores en paralelo y aplicar 12 V AC, verificando este voltaje con el voltímetro. Ver Figura No 5.

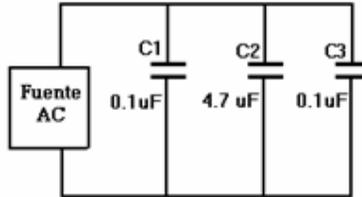


Fig.5

2. Calcular la carga almacenada por cada capacitor y llenar el Cuadro 2 (hoja de datos y análisis de resultados).

VI. HOJA DE DATOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

CAPACITOR	ΔV (VOLTIOS)	CARGA (Q) COULOMBIOS (C)
C ₁		
C ₂		
C _P		

CUADRO 1

CAPACITOR	CAPACITANCIA (C) FARADIOS (F)	ΔV (VOLTIOS)	CARGA (Q) COULOMBIOS (C)
C ₁			
C ₂			
C ₃			

CUADRO 2

PARTE A y B: CAPACITOR DE PLACAS PARALELAS

1. Determine el valor de la capacitancia del capacitor de placas paralelas, a partir de sus dimensiones geométricas.

$$C_P = \text{_____ F}$$

2. Compare los valores de C_p y C'_p y determine el % de error entre dichos valores.
3. ¿Considera tolerable el porcentaje de error obtenido, tomando en cuenta las condiciones en las cuales realizó la práctica?. Mencione 3 factores que considera usted determinantes en el % de error calculado en el numeral anterior. Explique y justifique su respuesta.
4. Determine la capacitancia equivalente C_{12} de la conexión en serie C_1 y C_2 a partir de sus valores nominales. ¿Cómo es el valor de C_{12} comparado con C_1 o con C_2 ? ¿Es lo que esperaba? Explique y justifique.
5. Determine el tamaño de las placas de un capacitor de placas paralelas cuya capacitancia fuese $C_p=C_{12}$, si la separación d fuese igual que el capacitor experimental de esta práctica. ¿Cuántas veces más grandes serían las placas?.
6. El valor de C_1 y C_2 es mucho mayor que el valor del capacitor de placas paralelas, ¿Qué puede concluir luego de haber realizado ésta práctica?.

PARTE C:

1. Determine la capacitancia equivalente C_{eq} de la conexión en paralelo C_1 , C_2 y C_3 a partir de sus valores nominales.
2. Determine la capacitancia C'_{eq} del sistema, pero ahora, a partir de las magnitudes eléctricas del cuadro No.2. Compare este valor con el obtenido en el numeral anterior. ¿qué puede concluir y porque?
3. ¿Qué puede concluir acerca de la carga Q de los capacitores en paralelo a partir de los datos experimentales del cuadro No.2? Explique y justifique su respuesta.
4. Investigue acerca de alguna aplicación que tienen los capacitores de acuerdo a su especialidad de estudio. Explique.

Electricidad y Magnetismo. Laboratorio N° 4. Hoja de criterios de evaluación de los resultados experimentales

Departamento: Ciencias Básicas

Laboratorio: Física

Asignatura: EMA

NOTA

Capacitancia

N°	Apellidos	Nombres	Carné	Firma	G.T
1					
2					
3					
4					
5					

Docente de laboratorio:

Mesa:

GL:

Fecha:

N°	Criterios a evaluar	% asignado	% obtenido	Observaciones
1	Presentación	5		
2	Cálculos de tablas	5		
3	Calculo de C_p a partir de su geometría	5		
4	Calculo de C_p a partir de parámetros eléctricos (C'_p)	10		
5	Comparación C_p y C_p' . Calculo del % de error.	5		
6	Conclusión del porcentaje de error obtenido y posibles causas de error.	10		
7	Capacitancia equivalente C_{12} en serie	5		
8	Para $C_p = C_{12}$ ¿Tamaño de placas?	10		
9	Por qué C_1 y C_2 tienen mayor capacitancia que C_p . Explicación.	10		
10	C_{eq} del paralelo de C_1 , C_2 y C_3	5		
11	C_{eq} del sistema a partir de magnitudes eléctricas.	10		
12	Conclusión de la comparación de C_{eq} en paralelo, ambos métodos.	5		
13	Comportamiento de la carga en el arreglo paralelo, basándose en los resultados obtenidos en la tabla 2.	5		
14	Aplicación del fenómeno físico experimentado	10		
	Total de puntos	100		