

## Laboratorio 3: Potencial y campo eléctrico empleando el capacitor de placas paralelas

Física II, S2466-0225 - (2024-2) <sup>®</sup>

Mesa 3-B

### **Nombre Completo**

Andrés Camilo Mazo Hernández

Juan José Cañón Díaz

Juan Manuel Young Hoyos

Profesor: Augusto Carmona Valencia

Medellín, 14 de agosto de 2024

# Índice

<b>1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Marco Teórico</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Análisis y discusión: Montaje 1</b>	<b>2</b>
3.1	Montar capacitor . . . . .	2
3.2	Verificar Medidor . . . . .	2
3.3	Campo eléctrico entre placas paralelas . . . . .	2
3.4	Graficar $\Delta V$ vs $E$ . . . . .	3
3.5	¿Qué tipo de relación se encuentra en la gráfica del numeral 3.4? . . . . .	3
3.6	¿Qué significado físico tiene la pendiente? . . . . .	3
3.7	¿Qué valor se espera encontrar en la pendiente del numeral 3.4? . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Procedimiento Experimental y Resultados: Montaje 2</b>	<b>3</b>
4.1	Variar separación de entre placas . . . . .	3
4.2	Graficar $E$ vs $d^{-1}$ . . . . .	4
4.3	¿Qué tipo de relación se encuentra en la gráfica del literal 4.2? . . . . .	4
<b>5</b>	<b>Procedimiento Experimental y Resultados: Montaje 3</b>	<b>4</b>
5.1	Valores de montaje de capacitancias . . . . .	4
5.2	Montaje de capacitancias en Serie . . . . .	5
5.3	Montaje de capacitancias en Paralelo . . . . .	5
5.4	Montaje de capacitancias Extras . . . . .	6
<b>6</b>	<b>Análisis de Capacitores en Serie y en Paralelo</b>	<b>6</b>
6.1	Capacitores en Serie . . . . .	6
6.2	Capacitores en Paralelo . . . . .	6
<b>7</b>	<b>Causas de Error</b>	<b>6</b>
<b>8</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>7</b>
<b>9</b>	<b>Referencias</b>	<b>8</b>

## 1 | Objetivos

- Medir el campo eléctrico de un condensador de placas paralelas, utilizando un medidor de campo eléctrico para determinar cómo varía el campo en función de diferentes configuraciones y distancias entre las placas.
- Identificar y comprender las diferencias y similitudes entre la conexión de condensadores en serie y en paralelo, y cómo estas configuraciones afectan las propiedades eléctricas del sistema.

## 2 | Marco Teórico

El potencial eléctrico se define como la energía potencial por unidad de carga de prueba, expresada matemáticamente como  $\Delta V = \frac{\Delta U}{q_0}$ , donde  $\Delta U$  es la variación de la energía potencial y  $q_0$  es la carga de prueba. Esta definición establece que el potencial eléctrico es un escalar y se mide en voltios (V), donde  $1V = 1 \frac{J}{C}$ .

El campo eléctrico entre dos placas paralelas conductoras es de especial interés. Cuando las placas se cargan, el campo eléctrico entre ellas es casi uniforme y está casi completamente localizado entre las placas. La magnitud de este campo eléctrico,  $E$ , puede ser derivada aplicando el principio de superposición y se calcula mediante la relación  $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ , donde  $\sigma$  es la densidad superficial de carga y  $\epsilon_0$  es la permitividad del vacío.

Para placas paralelas con una separación  $d$  pequeña en comparación con sus dimensiones, la diferencia de potencial entre las placas puede calcularse como  $V_{ab} = Ed = \frac{qd}{\epsilon_0 A}$ , mostrando cómo el campo eléctrico se relaciona directamente con la carga y la geometría de las placas.

Además, se discutirá la conexión de condensadores en serie y paralelo:

- En serie, los condensadores comparten la misma carga y la tensión total se distribuye entre ellos según sus capacitancias inversas.
- En paralelo, todos los condensadores experimentan la misma diferencia de potencial y las cargas se suman, aumentando la capacitancia total.

Estos principios son fundamentales para entender cómo se distribuyen y manejan las cargas eléctricas en sistemas más complejos y son esenciales para diseñar circuitos eléctricos eficientes y efectivos.

## 3 | Análisis y discusión: Montaje 1

### 3.1 | Montar capacitor

Montar el capacitor de placas paralelas, como se muestra en la Figura 1, deje un espacio entre las placas de  $d = 6,5cm$ .

### 3.2 | Verificar Medidor

Verificar que el medidor de campo eléctrico marca cero cuando no se aplica un voltaje.

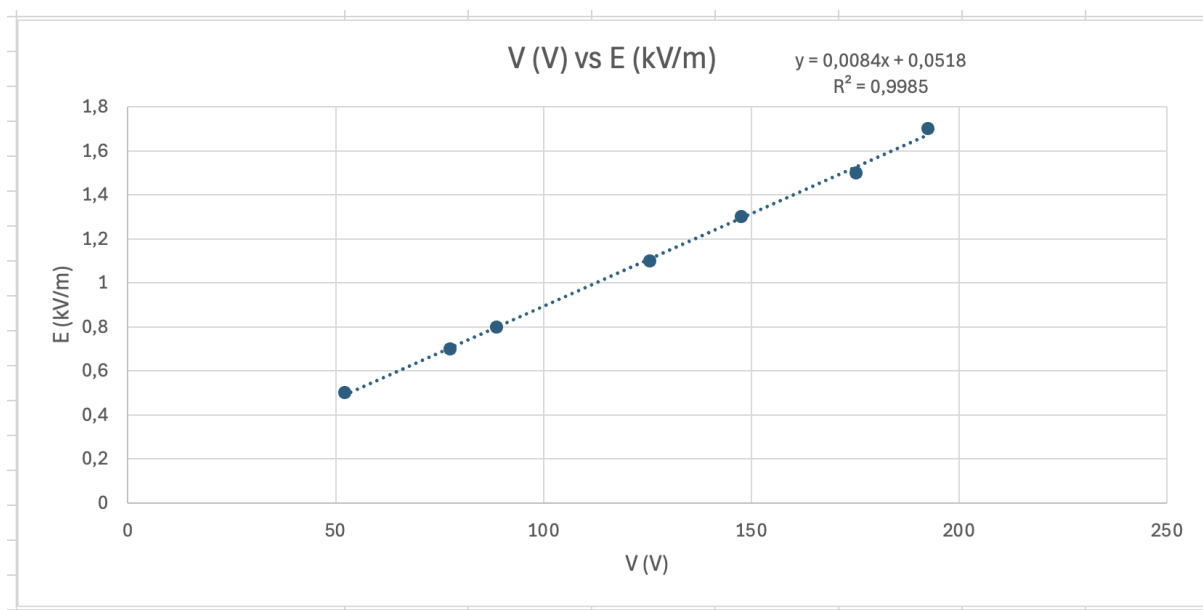
### 3.3 | Campo eléctrico entre placas paralelas

Reportar el campo eléctrico entre las placas paralelas para los siguientes voltajes.

Tabla 1							
V (V)	88,7	125,6	77,6	147,6	52,1	175,3	192,6
E (kV/m)	0,8	1,1	0,7	1,3	0,5	1,5	1,7
d (m)	0.065						

(a) Tabla Campo eléctrico  $E$  y  $V$

### 3.4 | Graficar $\Delta V$ vs $E$



(a) Campo eléctrico  $E$  y  $V$

### 3.5 | ¿Qué tipo de relación se encuentra en la gráfica del numeral 3.4?

La gráfica de  $V$  (Voltaje) versus  $E$  (Campo eléctrico) muestra una relación lineal, como indica la ecuación de la línea de mejor ajuste  $y = 0,0084x + 0,0518$  y un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) muy cercano a 1 ( $R^2 = 0,9985$ ). Esto implica que el campo eléctrico entre las placas de un capacitor aumenta proporcionalmente con el aumento del voltaje aplicado, lo cual es consistente con la teoría de que  $E = \frac{V}{d}$  para un capacitor de placas paralelas con distancia  $d$  constante entre las placas.

### 3.6 | ¿Qué significado físico tiene la pendiente?

La pendiente de la recta en la gráfica de  $V$  vs  $E$ , que es aproximadamente 0,0084 kV/m por V, representa el cambio en el campo eléctrico por unidad de cambio en el voltaje aplicado, es decir,  $\frac{1}{d}$ , donde  $d$  es la separación entre las placas del capacitor. Este valor es teóricamente igual a  $\frac{1}{d}$ , asumiendo que la distancia entre las placas no cambia. Esto valida la relación directa entre el campo eléctrico y el voltaje en un capacitor de placas paralelas, donde  $E = \frac{V}{d}$ .

### 3.7 | ¿Qué valor se espera encontrar en la pendiente del numeral 3.4?

Teóricamente, se espera que la pendiente de la gráfica  $V$  vs  $E$  sea  $\frac{1}{d}$ . Dado que la distancia entre las placas  $d$  es constante y conocida (0,065 m en este caso), la pendiente esperada es aproximadamente  $\frac{1}{0,065} \text{ m}^{-1}$  o aproximadamente 15,38 kV/m por V. La discrepancia entre este valor teórico y el valor experimental observado (0,0084 kV/m por V) puede deberse a errores experimentales o suposiciones en la teoría, como la uniformidad del campo entre las placas o la precisión en la medición del voltaje y la distancia.

## 4 | Procedimiento Experimental y Resultados: Montaje 2

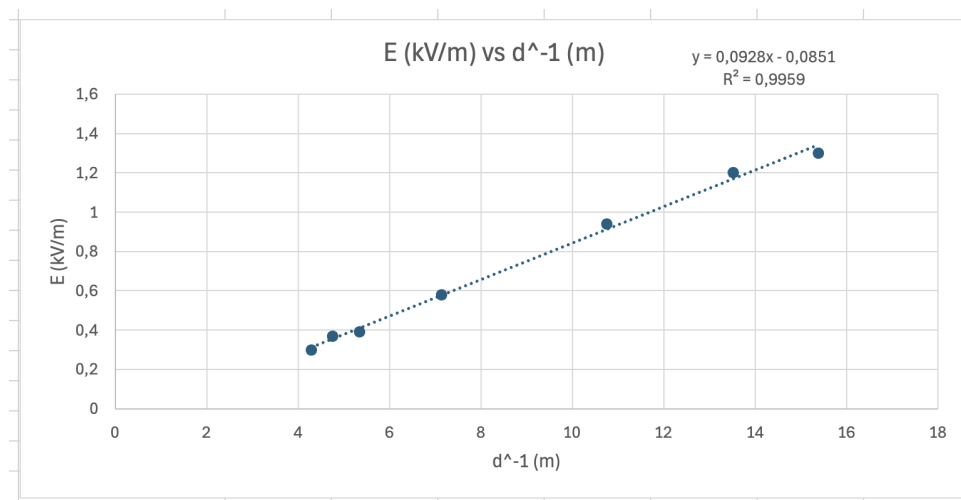
### 4.1 | Variar separación de entre placas

Fijar el voltaje en  $\Delta V = 100V$ , variar la separación entre las placas de acuerdo con la siguiente tabla y reportar el valor medido de  $E$ .

Tabla 2							
d (m)	0,065	0,233	0,14	0,187	0,093	0,21	0,074
$d^{-1}$ (m)	15,38462	4,291845	7,142857	5,347594	10,75269	4,761905	13,51351
E (kV/m)	1,3	0,3	0,58	0,39	0,94	0,37	1,2
V (V)	151						

(a) Tabla Campo eléctrico  $E$  y  $d^{-1}$ 

#### 4.2 | Graficar $E$ vs $d^{-1}$

(a) Campo eléctrico  $E$  vs  $d^{-1}$ 

#### 4.3 | ¿Qué tipo de relación se encuentra en la gráfica del literal 4.2?

La gráfica que relaciona el campo eléctrico  $E$  con el inverso de la distancia  $d^{-1}$  entre las placas muestra una dependencia lineal, evidenciada por la ecuación de la línea ajustada  $y = 0,0928x - 0,0851$  y un coeficiente de correlación muy elevado ( $R^2 = 0,9959$ ). Esto demuestra que el campo eléctrico es proporcional al inverso de la distancia entre las placas, como predice la fórmula  $E = \frac{V}{d}$ , indicando que a menor distancia, mayor es el campo eléctrico generado para un voltaje constante.

## 5 | Procedimiento Experimental y Resultados: Montaje 3

### 5.1 | Valores de montaje de capacitancias

	C1 (uF)	C2 (uF)	C3 (uF)	C4 (uF)	C5 (uF)
Capacitancia Teórica	100	47	33	22	10
Capacitancia Experimental	96,26	46,07	36,46	21,83	10,36

(a) Valores de montaje de capacitancias



## 5.2 | Montaje de capacitancias en Serie

Serie	
c1 y c2 (Téorica)	31,97279
c1 y c2 (Experimental)	30,9
c1, c2 y c3 (Téorica)	16,23914
c1, c2 y c3 (Experimental)	16,59
c1, c2, c3 y c4 (Téorica)	0,107034
c1, c2, c3 y c4 (Experimental)	9,35
c1, c2, c3, c4 y c5 (Téorica)	4,830121
c1, c2, c3, c4 y c5 (Experimental)	4,88

(a) Valores de Montaje de capacitancias en Serie

## 5.3 | Montaje de capacitancias en Paralelo

Paralelo	
c1 y c2 (Téorica)	147
c1 y c2 (Experimental)	147,56
c1, c2 y c3 (Téorica)	180
c1, c2 y c3 (Experimental)	191,92
c1, c2, c3 y c4 (Téorica)	202
c1, c2, c3 y c4 (Experimental)	222,03
c1, c2, c3, c4 y c5 (Téorica)	212
c1, c2, c3, c4 y c5 (Experimental)	232,72

(a) Valores de Montaje de capacitancias en Paralelo

## 5.4 | Montaje de capacitancias Extras

Adicionales de clase	
1 (Téorica)	40,0247
1 (Experimental)	41,37
2 (Téorica)	20,219
2 (Experimental)	20,13
3 (Téorica)	38,239
3 (Experimental)	222,03

(a) Valores de Montaje de capacitancias Extras

## 6 | Análisis de Capacitores en Serie y en Paralelo

### 6.1 | Capacitores en Serie

Se puede afirmar que para un sistema de capacitores en serie, el capacitor equivalente siempre es menor que la menor de las capacitancias individuales. Esto se debe a que la capacitancia equivalente para capacitores en serie se calcula como:

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

donde  $C_{eq}$  es la capacitancia equivalente y  $C_i$  son las capacitancias individuales. Esta relación asegura que  $C_{eq}$  sea menor que la menor capacitancia individual, como lo corroboran los resultados experimentales.

### 6.2 | Capacitores en Paralelo

Para capacitores en paralelo, se puede afirmar que el capacitor equivalente siempre es mayor que la mayor de las capacitancias individuales. La capacitancia equivalente se determina sumando las capacitancias individuales:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \cdots + C_n$$

Este cálculo produce una capacitancia equivalente  $C_{eq}$  que supera cualquier capacitancia individual, confirmado igualmente por los datos experimentales.

## 7 | Causas de Error

Las principales causas de error en este experimento podrían incluir:

- Errores en la calibración del medidor de campo eléctrico que podrían haber afectado la precisión de las mediciones.
- Influencias externas como campos electromagnéticos no controlados en el laboratorio que podrían haber interferido con las mediciones.
- Inexactitudes en la medición de distancias que podrían haber introducido variaciones en los resultados.

- No alinear perfectamente el sensor con el centro de la esfera cargada, lo que podría alterar los valores medidos.
- La pérdida de carga de la esfera durante el experimento debido a condiciones ambientales como la humedad o aislamiento inadecuado.

## 8 | Conclusiones

A partir del experimento realizado, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El experimento demostró efectivamente la presencia de cargas eléctricas en diferentes materiales y cómo estas se manifiestan al interactuar con su entorno.
- Se observaron y confirmaron dos tipos fundamentales de interacciones eléctricas: la atracción entre cargas opuestas y la repulsión entre cargas iguales.
- Las mediciones del campo eléctrico corroboraron la relación inversamente proporcional entre el campo eléctrico y el cuadrado de la distancia a la fuente de carga, proporcionando una validación empírica robusta de la Ley de Coulomb.
- Los resultados experimentales, alineados estrechamente con los principios teóricos, refuerzan la comprensión de las leyes fundamentales de la electrostática y su aplicabilidad en contextos reales.



## 9 | Referencias

- [1] Leskow, E. C. (2021a, julio 15). Campo Eléctrico - Concepto, historia, medición, fórmula, ejemplos. Concepto.
- [2] Física vol 2 - Halliday Resnick Krane - Capitulo 27 - Carga eléctrica y ley de Coulomb.