

# Circuitos Eléctricos con Capacitores

## Física

## RUTA DE APRENDIZAJE

- En este documento se espera revisar los conceptos asociados a circuitos eléctricos y capacitancias.
- Este tema está inserto en la unidad de electricidad.

Circuitos  
Eléctricos

Resistencia

Capacitancia

Magnetismo

## ÍNDICE

- Introducción
- Capacitores
- Dieléctricos
- Circuitos eléctricos
- Problema resuelto
- Problemas propuestos
- Síntesis
- Referencias bibliográficas

## INTRODUCCIÓN

Los circuitos eléctricos pueden tener muchos elementos conectados, uno de los más importantes son los condensadores, éstos los podemos encontrar en la mayoría de los dispositivos eléctricos que usamos en el día a día, ¿sabes cómo funcionan?

En esta ficha se revisarán conceptos, tales como capacitancia, funcionamiento de los condensadores, dieléctricos y circuitos eléctricos. Al final de la ficha puedes encontrar problemas resueltos y propuestos para acompañar tu estudio autónomo.



# CIRCUITOS ELÉCTRICOS CON CAPACITORES

## Capacitores

Los circuitos eléctricos pueden tener conectados múltiples elementos, dependiendo de la función que queremos que realicen. Entre ellos se encuentran **los capacitores que están encargados de almacenar carga y energía eléctrica**. Hay distintos tipos según su forma y material, por ejemplo: electrolíticos, poliéster y cerámico. Sin embargo, todos consisten en dos conductores separados por un aislante o dieléctrico. Los símbolos de este dispositivo que se utilizan en los diagramas de circuitos eléctricos son:

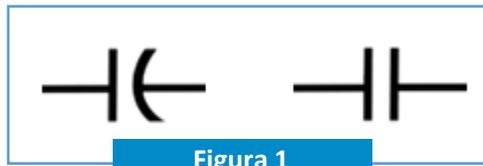


Figura 1

Figura 1: símbolos capacitores (Creación propia en Canva, 2023)

**La capacitancia (C) es la carga (Q) que almacena por unidad de diferencia de potencial eléctrico (V)** (Sears, Zemansky, Young, & Freedman, 2009), de esta forma su relación matemática queda:

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

Su unidad de medida es Farad en reconocimiento a Michael Faraday:

$$1 \text{Farad (F)} = 1 \frac{\text{Coulomb}}{\text{Volts}} = 1 \frac{\text{C}}{\text{V}}$$

Esta capacitancia puede quedar expresada según la geometría del capacitor, por ejemplo, una de las más utilizadas es la de placas paralelas, la cual depende de su área (A) y distancia entre placas (d):

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

Donde:  $\epsilon_0 =$  Permitividad eléctrica en el vacío

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$$

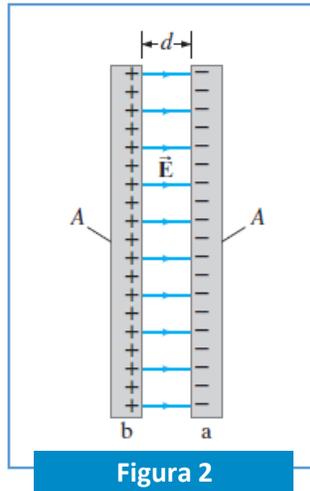


Figura 2

**Figura 2:** capacitor de placas paralelas extraída de Giancoli, D. (2008). Física para ciencias e ingeniería con física moderna (Vol. 2). México: Pearson Educación.

## Dieléctricos

Los capacitores pueden tener entre sus placas conductoras, un material no conductor como el papel, nylon u otros, como se muestra en la figura. **Este material se llama dieléctrico y permite aumentar la capacitancia de un capacitor en relación a su constante dieléctrica ( $k$ ).**

$$C = kC_0$$

Quedando la capacitancia con dieléctrico de un capacitor de placas paralelas como:

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

Siendo  $k$  la constante dieléctrica del material y  $C_0$  es la capacitancia del capacitor sin dieléctrico.

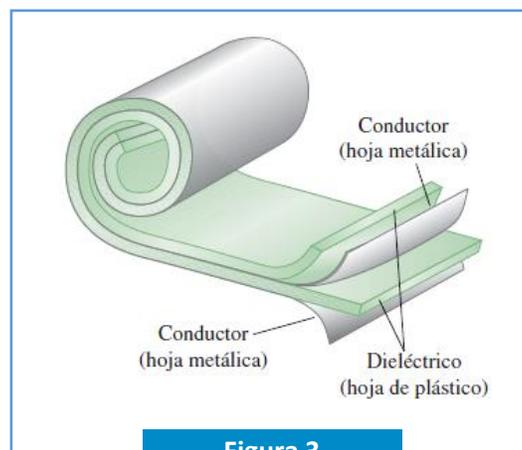


Figura 3

**Figura 3:** capacitor con dieléctrico extraída de Sears, F., Zemansky, M., Young, H., & Freedman, R. (2009). Física Universitaria (Vol. 2). México: Pearson Educación de México.

En la siguiente tabla se pueden revisar los valores de las constantes dieléctricas dependiendo de los tipos de materiales que se pueden integrar a los capacitores:

Material	$K$	Material	$K$
Vacío	1	Cloruro de polivinilo	3.18
Aire (a 1 atm)	1.00059	Plexiglás	3.40
Aire (a 100 atm)	1.0548	Vidrio	5–10
Teflón	2.1	Neopreno	6.70
Polietileno	2.25	Germanio	16
Benceno	2.28	Glicerina	42.5
Mica	3–6	Agua	80.4
Mylar	3.1	Titanato de estroncio	310

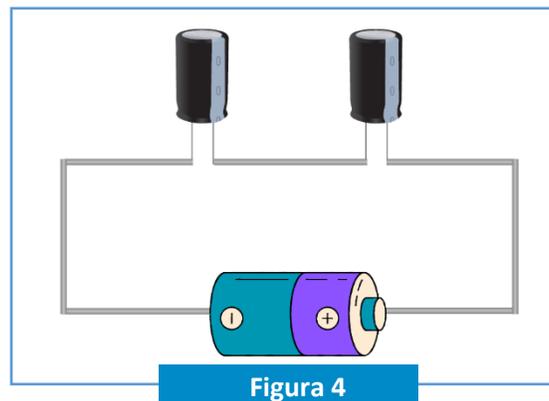
**Tabla 1:** constantes dieléctricas de diferentes materiales extraída de Sears, F., Zemansky, M., Young, H., & Freedman, R. (2009). Física Universitaria (Vol. 2). México: Pearson Educación de México.

## Circuitos eléctricos en serie, paralelo y mixto

Tal como las resistencias, **los capacitores también se pueden conectar en circuitos eléctricos en serie, paralelo o de forma mixta**. El comportamiento de la carga y la diferencia de potencial eléctrica es la misma que se revisó con las resistencias. Sin embargo, la capacitancia tendrá una relación diferente al depender de:

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

### Circuito en serie



**Figura 4:** circuito eléctrico en serie (Creación propia en Canva, 2023)

Un circuito en serie como se observa en la figura 4 es conectar los dispositivos en una sola trayectoria del cable. En este caso, **la carga eléctrica mantiene su valor en los capacitores, ya que no hay otro camino donde se pueda dividir. Mientras que la diferencia de potencial eléctrica se distribuye**, quedando las ecuaciones:

$$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_n$$

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

Despejando la diferencia de potencial eléctrica de la capacitancia:

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

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

Luego reemplazamos en la sumatoria de la diferencia de potencial eléctrica:

$$\frac{Q_T}{C_T} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} + \frac{Q_3}{C_3} + \dots + \frac{Q_n}{C_n}$$

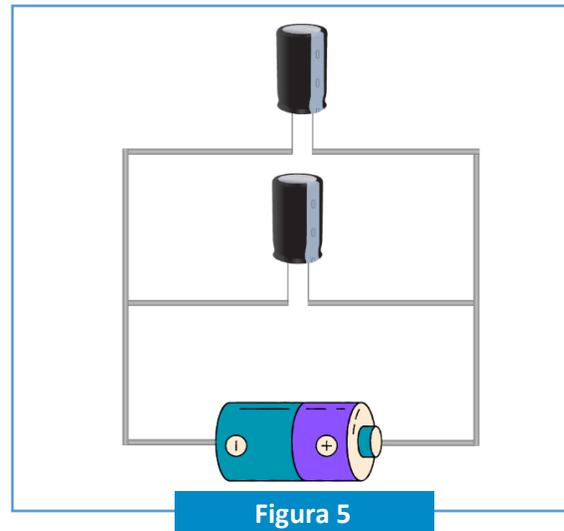
Como las cargas eléctricas son iguales, ellas se pueden simplificar:

$$\frac{Q_T}{C_T} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} + \frac{Q_3}{C_3} + \dots + \frac{Q_n}{C_n} \quad /: Q$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Entonces, **la inversa de la capacitancia equivalente es la suma a la inversa de todas las capacitancias que están en el circuito eléctrico**. Es importante decir que la capacitancia equivalente es la representación de una capacitancia que combina a todas las demás.

## Circuito en paralelo



**Figura 5:** circuito eléctrico en paralelo (Creación propia en Canva, 2023)

La conexión en paralelo se conecta siguiendo dos trayectorias de cables como se muestra en la figura 5. De esta forma, **la carga eléctrica se divide en los caminos que forman los nodos. Asimismo, la diferencia de potencial eléctrica se mantiene igual en cada capacitor:**

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = V_n$$
$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

Reemplazando con la carga de la capacitancia

$$C = \frac{Q}{V}$$
$$Q = C V$$
$$C_T V_T = C_1 V_1 + C_2 V_2 + C_3 V_3 + \dots + C_n V_n$$

Como las diferencias de potencial eléctrica son iguales, ellas se pueden simplificar:

$$C_T V_T = C_1 V_1 + C_2 V_2 + C_3 V_3 + \dots + C_n V_n /: V$$

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

**Entonces, la capacitancia equivalente, es la suma directa de todas las capacitancias que están en el circuito eléctrico.**

## Circuito mixto

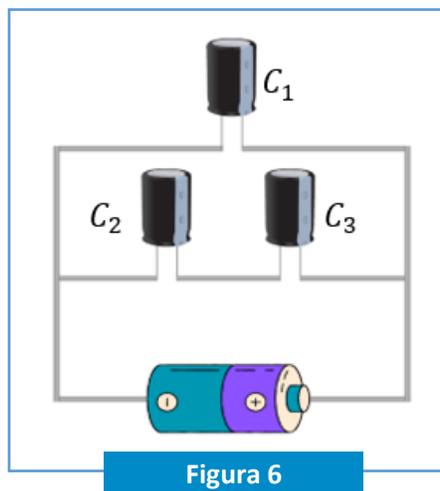


Figura 6: circuito eléctrico mixto (Creación propia en Canva, 2023)

Los circuitos eléctricos mixtos están mezclados entre serie y paralelo. Por ejemplo, en la figura 6 se observa que  $C_2$  y  $C_3$  están en serie. Mientras que  $C_1$  está en paralelo con  $C_2$  y  $C_3$ . Entonces la capacitancia equivalente entre los capacitores en serie queda:

$$\frac{1}{C_{23}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

Luego, esa capacitancia equivalente se une con el capacitor conectado en paralelo para calcular la capacitancia total del sistema:

$$C_T = C_{23} + C_1$$

Aquí la sugerencia es dibujar los capacitores dependiendo del calculo que se realiza de las capacitancias equivalentes según si están en serie o paralelo. Esto para simplificar el circuito eléctrico en su mínima expresión. Para el caso del circuito de la figura 6 queda:

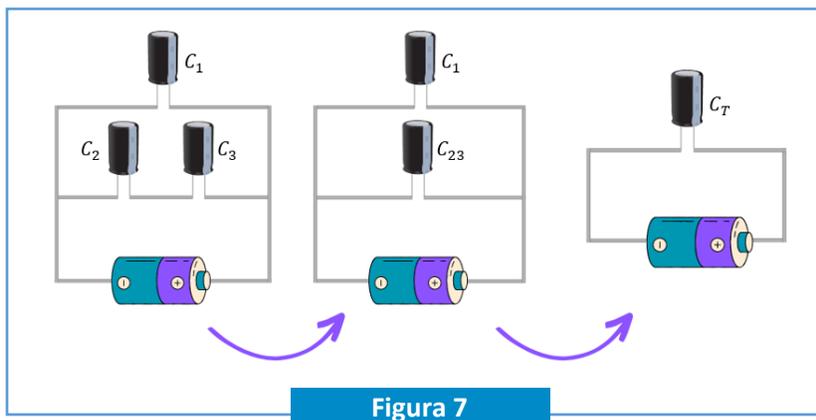


Figura 7: circuito eléctrico mixto (Creación propia en Canva, 2023)

## PROBLEMAS RESUELTOS

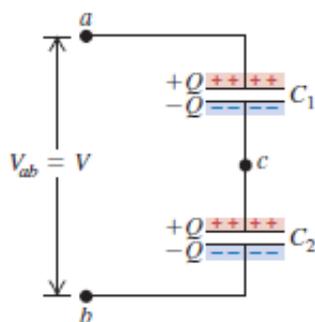
A continuación, se presenta un problema resuelto con sus procedimientos, en este problema se sugiere hacer lo siguiente:

- Lee comprensivamente.
- Revisa el paso a paso.
- Destaca lo que te resulte importante.
- Destaca lo que te genere dudas y luego consulta a la tutora.

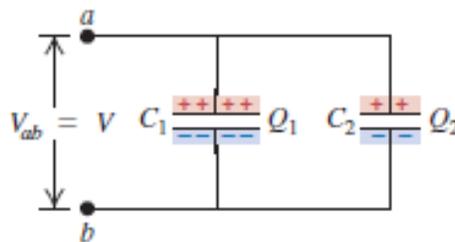
### Problema 1

En las siguientes figuras, sean  $C_1 = 6 \mu F$ ,  $C_2 = 3 \mu F$  y  $V_{ab} = 18 V$ . Calcule la capacitancia equivalente, la carga y la diferencia de potencial para cada capacitor cuando los dos capacitores se conectan a) en serie, y b) en paralelo. (Sears, Zemansky, Young, & Freedman, 2009)

a)



b)



### Solución letra A

**Paso 1: registrar los datos.**

$$C_1 = 6 \mu F = 6 \times 10^{-6} F$$

$$C_2 = 3 \mu F = 3 \times 10^{-6} F$$

$$V_{ab} = 18 V$$

**Paso 2: calcular la capacitancia en serie.**

Sabemos que:

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

Reemplazando:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{6\mu F} + \frac{1}{3\mu F}$$

Con mínimo común múltiplo:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1+2}{6\mu F}$$

Esto se puede resolver rápidamente con tu calculadora o con mínimo común múltiplo. Visita la siguiente página: <https://www.lucaedu.com/minimo-comun-multiplo/>

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3}{6\mu F}$$

$$C_{eq} = \frac{6\mu F}{3}$$

$$C_{eq} = 2\mu F$$

**Paso 3: calcular la carga de cada capacitor.**

La carga de los capacitores que están en serie es igual a la total:

$$Q_T = Q_1 = Q_2$$

Entonces, al utilizar la ecuación de capacitancia queda:

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

$$Q = C_{eq}V$$

$$Q = 2\mu F \cdot 18 V$$

$$Q = 36 \mu C$$

$$Q_T = Q_1 = Q_2 = 36 \mu C$$

**Paso 4: calcular la diferencia de potencial eléctrica de cada capacitor.**

La suma de la diferencia de potencial eléctrica de los capacitores es igual a la diferencia de potencial eléctrica total del circuito.

$$V_T = V_1 + V_2$$

Entonces el cálculo de cada diferencia de potencial eléctrica se realiza también con la ecuación de capacitancia:

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

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

$$V_1 = \frac{36 \mu C}{6\mu F}$$

$$V_1 = 6 V$$

$$V_2 = \frac{36 \mu C}{3\mu F}$$

$$V_2 = 12 V$$

Para comprobar se suman y verifica con la información de la diferencia de potencial eléctrica indicada en el enunciado:

$$V_T = V_1 + V_2$$

$$V_T = 6 V + 12 V$$

$$V_T = 18 V$$

Solución letra B

**Paso 5: calcular la capacitancia en paralelo.**

Sabemos que:  $C_{eq} = C_1 + C_2$

Reemplazando:  $C_{eq} = 6\mu C + 3\mu C$

$$C_{eq} = 9\mu C$$

**Paso 6: calcular la diferencia de potencial eléctrica de cada capacitor.**

Al estar conectados en paralelo, la diferencia de potencial eléctrica de cada capacitor es igual a la total del circuito eléctrico. Entonces queda:

$$V_T = V_1 = V_2 = 18 V$$

**Paso 7: calcular la carga de cada capacitor.**

La suma de la carga de los capacitores que están en paralelo es igual a la total:

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

Entonces, al utilizar la ecuación de capacitancia queda:

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

$$Q = C V$$

$$Q_1 = 6\mu F \cdot 18 V$$

$$Q_1 = 108\mu C$$

$$Q_2 = 3\mu F \cdot 18 V$$

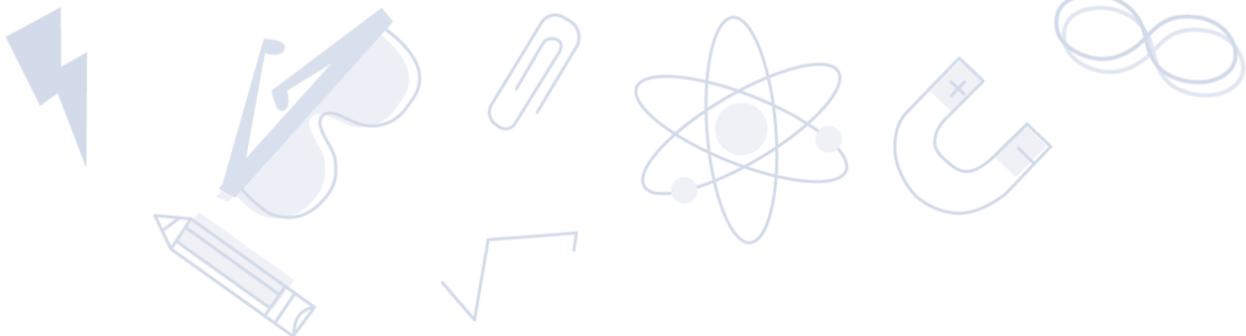
$$Q_2 = 54\mu C$$

Queda la carga total como:

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

$$Q_T = 108\mu C + 54\mu C$$

$$Q_T = 162\mu C$$

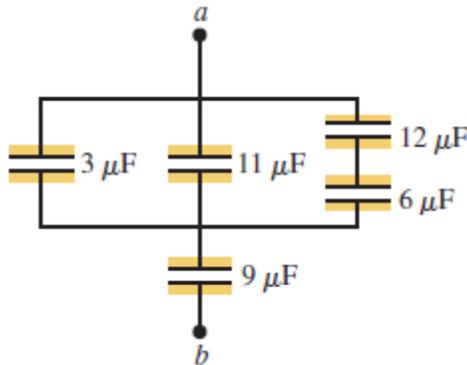


## PROBLEMAS PROPUESTOS

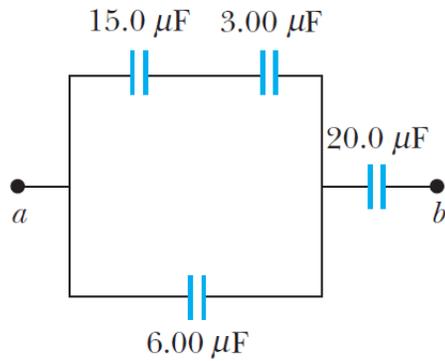
A continuación, se presentan tres problemas propuestos para que puedas resolver y practicar. Recuerda hacer lo siguiente:

- Resuélvelos siguiendo los pasos utilizados en el problema resuelto.
- Si es necesario, apóyate con los apuntes.
- Si surgen dudas, regístralas para luego consultar con el tutor.
- ¡Buen trabajo!

1. Dos capacitores,  $C_1 = 5\mu F$  y  $C_2 = 12\mu F$ , están conectados en paralelo, y la combinación resultante está conectada a una batería de 9 V. Encuentre:
  - a) La capacitancia equivalente de la combinación
  - b) La diferencia de potencial a través de cada capacitor
  - c) La carga almacenada en cada uno de ellos. (Serway & Jewett, 2009)
2. Encuentre la capacitancia equivalente de la combinación que se muestra en la siguiente figura. (Sears, Zemansky, Young, & Freedman, 2009)



3. Cuatro capacitores están conectados como se muestra en la siguiente figura:
  - a) Encuentre la capacitancia equivalente entre los puntos a y b.
  - b) Calcule la carga de cada uno de los capacitores si  $\Delta V_{ab} = 15 V$ .(Serway & Jewett, 2009)



4. Comprueba tus resultados con la simulación:  
[https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab_en.html)



Recuerda que para medir debes ubicar el amperímetro en serie al condensador y el voltímetro debe ir en paralelo al condensador que quieres medir.

#### Soluciones

- 1) a)  $17\ \mu\text{F}$  b)  $9\ \text{V}$  c)  $45\ \mu\text{C}$  /  $108\ \mu\text{C}$   
 2)  $6\ \mu\text{F}$   
 3) a)  $5,96\ \mu\text{F}$  b)  $89,5\ \mu\text{C}$  /  $63,2\ \mu\text{C}$  /  $26,3\ \mu\text{C}$  /  $26,3\ \mu\text{C}$

## SÍNTESIS

En esta ficha se revisó **el funcionamiento de los capacitores cuando son conectados en serie, paralelo y mixto**. En este sentido, la carga y la diferencia de potencial eléctrica tienen el mismo comportamiento que cuando se conectan otros elementos como las resistencias. Sin embargo, la capacitancia equivalente tendrá un comportamiento según su ecuación general. Asimismo, **se revisó el uso de dieléctricos en los condensadores y su propiedad de aumentar la capacitancia** dependiendo del material que se utilice. Por último, es relevante mencionar **que los capacitores son dispositivos que almacenan carga y energía eléctrica**, por lo que su uso es muy importante dentro de los circuitos eléctricos.

Las principales ecuaciones son:

**Capacitancia**

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

**Capacitancia placas paralelas**

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

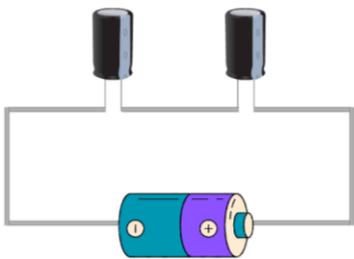
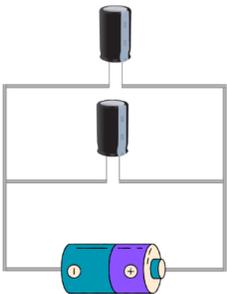
$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$$

**Dieléctricos**

$$C = kC_0$$

Para placas paralelas:

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

Resistencias en serie	Resistencias en paralelo
	
$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$ $Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q_n$ $V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$	$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$ $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$ $V = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$

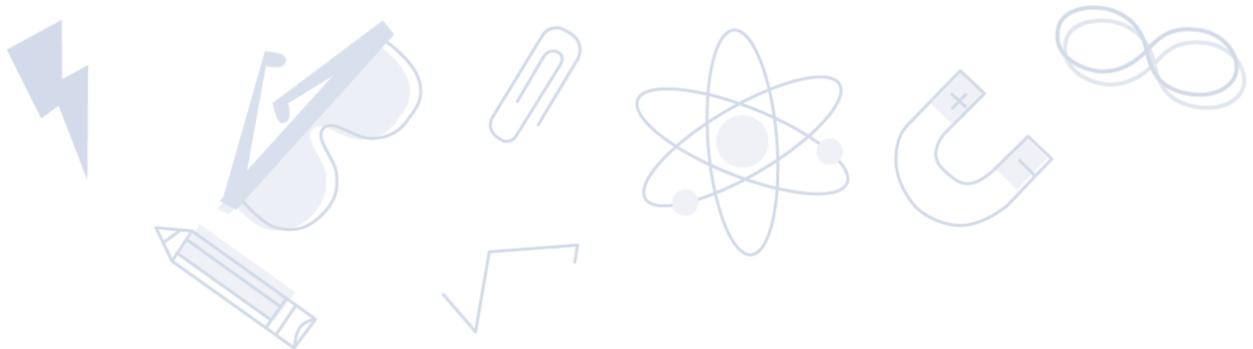
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bueche, F. & Hecht, E. (2007). *Física general*. México: McGraw-Hill.

Giancoli, D. (2008). *Física para ciencias e ingeniería con física moderna (Vol. 2)*. México: Pearson Educación.

Sears, F., Zemansky, M., Young, H., & Freedman, R. (2009). *Física Universitaria (Vol. 2)*. México: Pearson Educación de México.

Serway, R., & Jewett, J. (2009). *Física para ciencias e ingeniería con física moderna (Vol. 2)*. México: Cengage Learning Editores.



# ¿Quieres recibir orientación para optimizar tu estudio en la universidad?

CONTAMOS CON PROFESIONALES EXPERTOS EN EL APRENDIZAJE QUE TE PUEDEN ORIENTAR

[SOLICITA NUESTRO APOYO](#)



[Sitio Web de CIMA](#)



[Ver más fichas](#)



[Solicita más información](#)



**CIMA** UNIDAD DE ACOMPAÑAMIENTO ESTUDIANTIL