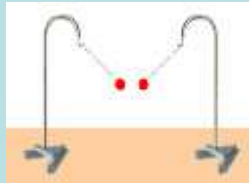


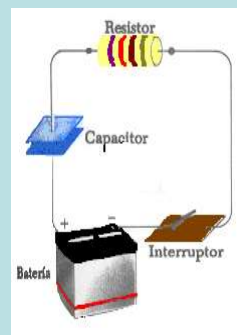
UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

FISICA III CIV 221



DOCENTE: ING. JOEL PACO S.

Capitulo V



CAPACITORES Y DIELECTRICOS

CONTENIDO

- 5.1. Capacitancia
- 5.2. Calculo de la capacitancia
- 5.3. Capacitores en serie y en paralelo
- 5.4. Almacenamiento de Energía en un campo eléctrico
- 5.5. Capacitores con dieléctricos

OBJETIVO

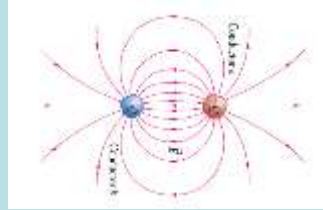
- Definir la capacitancia
- Aprender a calcular la capacitancia
- Aprender a calcular capacitores en serie y en paralelo
- Calcular de Energía en un campo eléctrico
- Calcular capacitores con dieléctricos

5.1. CAPACITANCIA

Capacitancia es la capacidad de un conductor para almacenar carga.

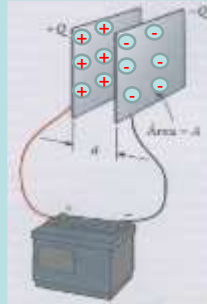
La **unidad de capacitancia** es el **culombio por voltio** o farad (F).

$$[F] = \left[\frac{C}{V} \right]$$



Si un conductor tiene una **capacitancia de un faradio**, la transferencia de un **culombio de carga** al conductor elevará su potencial en un **volt**.

La **rigidez dieléctrica** de cierto material es la intensidad del campo eléctrico para la cual el material deja de ser un **aislador** y se vuelve un **conductor**.



CAPACITOR

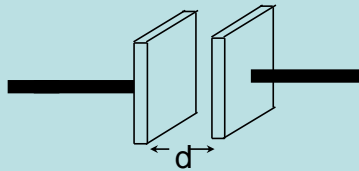
- Conocidos también como condensadores son dispositivos electrónicos que permiten almacenar energía eléctrica. En un circuito pueden estar asociados en serie paralelo o mixto, tal como lo hacen las resistencias.



Capacitor cilíndrico

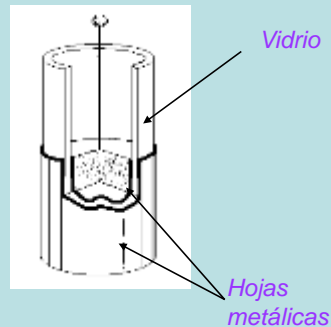
DISEÑO DE UN CAPACITOR

Está formado por dos conductores, denominan placas, muy cercanos entre si. Entre ellas se coloca un dieléctrico que permite aislar las placas entre si. La figura muestra un esquema de un capacitor de placas paralelas, aislado, en este caso, por aire. Existen otros dieléctricos tales como vidrio, papel humedecido con parafina etc.



LA BOTELLA DE LEYDEN

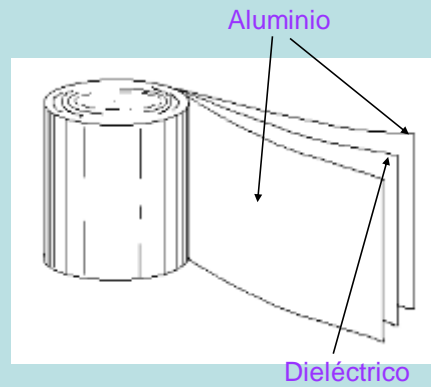
- Es un condensador cilíndrico, tiene por armaduras hojas metálicas que envuelven el recipiente de vidrio (dieléctrico) por fuera y por dentro.
- Ocupa un volumen grande y tiene relativamente poca capacidad.



(llamado botella de Leyden, por la ciudad holandesa donde primero se construyó)

DISEÑO DE UN CAPACITOR

Se pueden construir condensadores de gran capacitancia y poco volumen usando como armaduras hojas metálicas, separadas por un dieléctrico (generalmente papel parafinado), y enrollado, tal como muestra la figura.



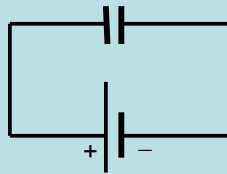
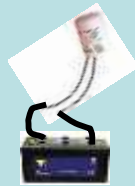
SIMBOLOGIA DE UN CAPACITOR

- Tal como acontece con los componentes de un circuito, los capacitores poseen su propia representación. Esta es la que indica la figura siguiente.



FUNCIONAMIENTO DE UN CAPACITOR Y PROCESO DE CARGA

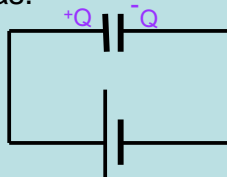
- Se conecta el capacitor inicialmente descargado, a una batería o fuente de poder, una placa al polo negativo y la otra al positivo, respetando la polaridad del capacitor y la batería. (*positivo con positivo y negativo con negativo*).



Generalmente el polo negativo del capacitor es más corto (es usual que venga señalado en el cuerpo del capacitor)

FUNCIONAMIENTO DE UN CAPACITOR Y PROCESO DE CARGA

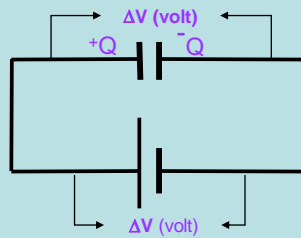
- En esta situación la batería extrae electrones desde una placa, la que finalmente adquiere una carga $+Q$, y los deposita en la otra que gana una carga $-Q$. El capacitor queda entonces con carga Q . Para ello se hace referencia al módulo de la carga que adquiere una de las placas.



La carga neta del capacitor es cero

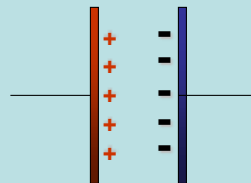
FUNCIONAMIENTO DE UN CAPACITOR Y PROCESO DE CARGA

- La transferencia de carga va aumentando hasta un límite en el cual la diferencia de potencial entre las placas del capacitor se iguala con la que posee la batería. Esta condición es la que limita el almacenamiento de energía (carga eléctrica) en el capacitor



EL CAPACITOR

Un **capacitor** está formado por dos conductores, muy cercanos entre sí, que transportan cargas iguales y opuestas.



La **capacitancia** entre dos conductores que tienen cargas iguales y opuestas es la razón de la **magnitud de la carga** sobre cualquier conductor a la **diferencia de potencial** resultante entre los dos conductores.

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

5.2. CALCULO DE LA CAPACITANCIA

La intensidad del campo eléctrico E
entre dos placas:

$$E = \frac{V}{d}$$

V = diferencia de potencial
entre las placas, volts

d = separación entre las
placas, metros

A partir de la ley de
Gauss:

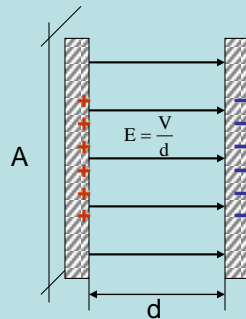
$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{A\epsilon_0}$$

Q = carga en cualquier placa

A = área de cualquier placa

ϵ_0 = permisividad del vacío ($8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$)

CÁLCULO DE LA CAPACITANCIA



$$C_0 = \frac{Q}{V} = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

CONSTANTE DIELECTRICA; PERMISIVIDAD

Un **material dieléctrico** es un **material no conductor** situado entre las placas de un capacitor.

Un material dieléctrico:

- Proporciona una **pequeña separación de las placas** sin que hagan contacto
- **Aumenta la capacitancia** de un capacitor.
- Permite **altos voltajes** sin que el dieléctrico alcance el punto de ruptura.
- A menudo proporciona una **mayor resistencia mecánica**

Algunos **materiales dieléctricos** comunes son:

- mica
- Papel parafinado
- cerámica
- plásticos

CÁLCULO DE LA CAPACITANCIA

Cuando el dieléctrico es un **vacío**:

$$C_0 = \frac{Q}{V} = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

donde:

- C_0 = capacitancia
- Q = carga eléctrica
- V = voltaje
- ϵ_0 = permisividad en el vacío
- A = área de las placas
- d = separación entre placas

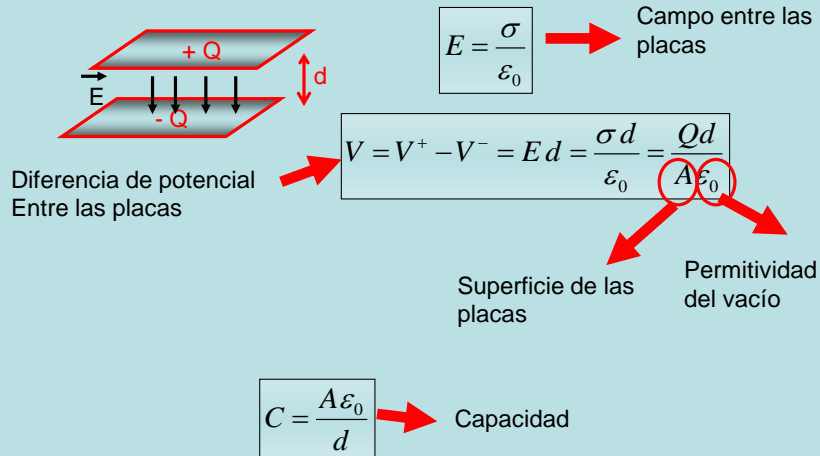
La **constante dieléctrica** se define como:

$$K = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

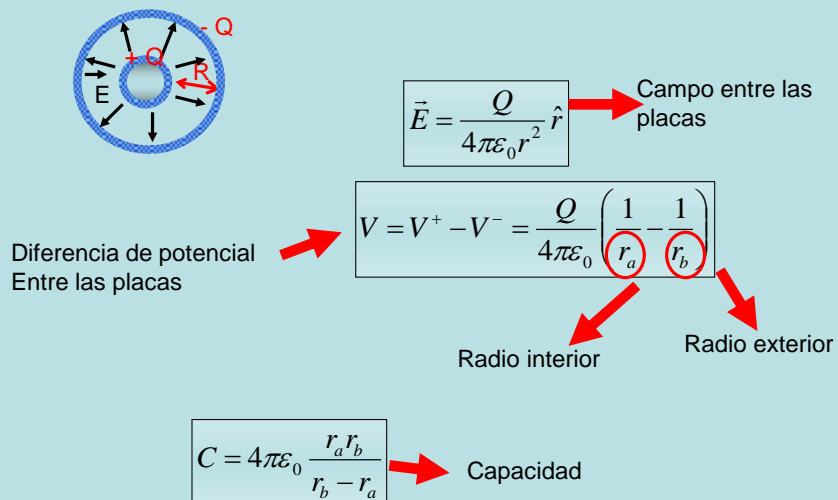
donde:

- K = constante dieléctrica (o **permisividad relativa**)
- ϵ = permisividad del dieléctrico
- ϵ_0 = permisividad en el vacío

CONDENSADOR PLACA PLANA PARALELAS



CONDENSADOR ESFÉRICO



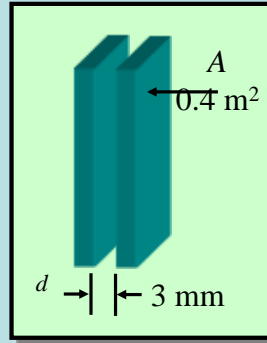
EJEMPLO

Las placas de un capacitor de placas paralelas tienen una área de 0.4 m^2 y están separadas 3 mm en aire. ¿Cuál es la capacitancia?

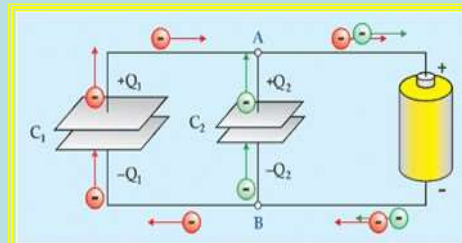
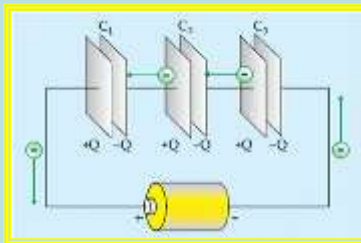
$$C = \frac{Q}{V} = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$C = \frac{(8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2})(0.4 \text{ m}^2)}{(0.003 \text{ m})}$$

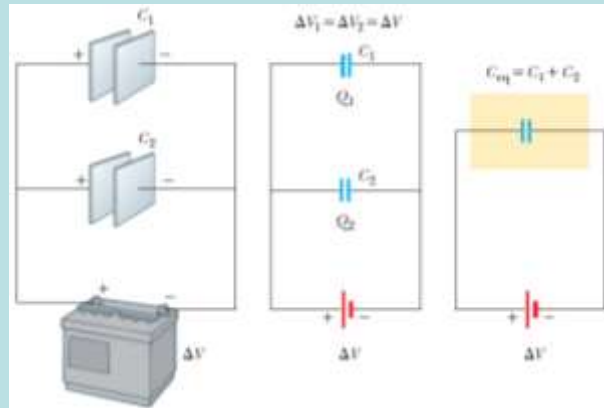
$$C = 1.18 \text{ nF}$$



5.3. CAPACITORES EN SERIE Y EN PARALELO



CAPACITORES EN PARALELO



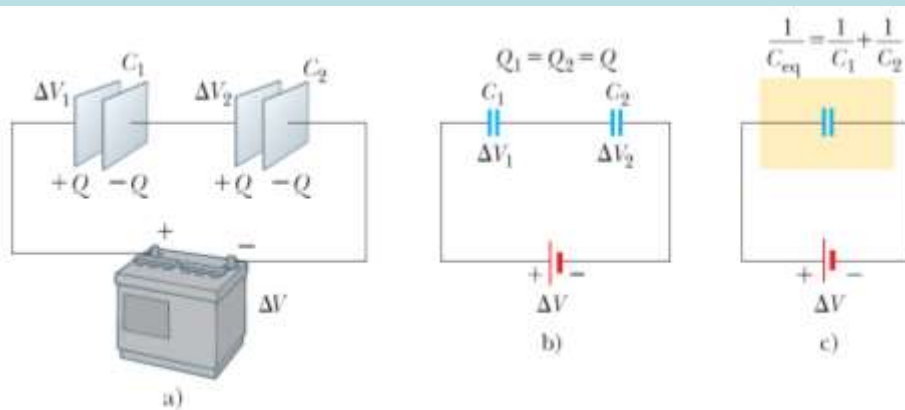
Carga total $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$

Capacitancia total

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

Voltaje total $V_T = V_1 = V_2 = V_3$

CAPACITORES EN SERIE



Carga total $Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3$

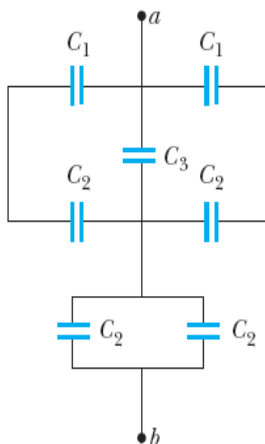
Capacitancia total

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

Voltaje total $V_T = V_1 + V_2 + V_3$

CIRCUITO MIXTO DE CAPACITORES

Determine la capacitancia equivalente entre los puntos a y b para el grupo de capacitores conectados como se muestra en la figura P26.23. Utilice los valores $C_1 = 5.00 \mu\text{F}$, $C_2 = 10.00 \mu\text{F}$ y $C_3 = 2.00 \mu\text{F}$.



5.4. ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN UN CAMPO ELÉCTRICO

Energía potencial eléctrica almacenada en el condensador = trabajo realizado para cargarlo.

$$dU = V \cdot dQ = \frac{Q}{C} \cdot dQ$$

$$U = \int_0^Q \frac{Q}{C} \cdot dQ = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV$$

Descarga del condensador \rightarrow se recupera la energía como trabajo realizado por las fuerzas eléctricas.

El condensador almacena carga y energía.

ENERGÍA DE UN CAPACITOR CARGADO

La **energía** potencial almacenada en las **placas de un capacitor** puede determinarse con:

$$U = \frac{Q^2}{2C}$$

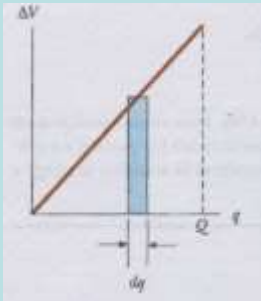
Donde:

U= energía potencial

Q = carga eléctrica

C = capacitancia

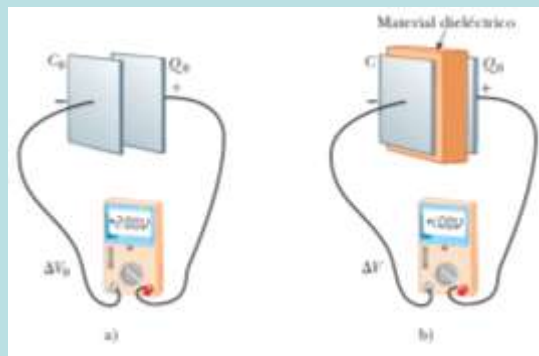
V = voltaje



$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

$$U = \frac{1}{2} QV$$

5.5. CAPACITORES CON DIELECTRICOS



$$\Delta V = \frac{\Delta V_0}{k}$$

$$C = \frac{Q_0}{\Delta V} = \frac{Q_0}{(\Delta V_0/k)} = k \cdot \left(\frac{Q_0}{\Delta V_0} \right)$$

Para placas planas :

$$C = k \cdot \epsilon_0 \cdot \left(\frac{A}{d} \right)$$

CONSTANTES DIELECTRICAS

Material	Constante dieléctrica κ	Intensidad dieléctrica ^a (10^6 V/m)
Aceite de silicón	2.5	15
Agua	80	—
Aire (seco)	1.000 59	3
Baquelita	4.9	24
Cloruro de polivinilo	3.4	40
Cuarzo fundido	3.78	8
Hule de neopreno	6.7	12
Mylar	3.2	7
Nylon	3.4	14
Papel	3.7	16
Papel impregnado en parafina	3.5	11
Poliestireno	2.56	24
Porcelana	6	12
Teflón	2.1	60
Titanato de estroncio	293	8
Vacío	1.000 00	—
Vidrio pìrex	5.6	14

^aLa resistencia dieléctrica es igual al campo eléctrico máximo que puede existir en un dieléctrico sin que se rompa el aislamiento. Observe que esos valores dependen en gran medida de si existen o no impurezas o defectos en los materiales.

EJERCICIO

Encuentre la capacitancia C y la carga Q si se conecta a una batería de 200-V. Suponga que la constante dieléctrica es $K = 5.0$.

$$\epsilon = K\epsilon_0 = 5(8,85 \times 10^{-12} \text{C/Nm}^2)$$

$$\epsilon = 44,25 \times 10^{-12} \text{ C/Nm}^2$$

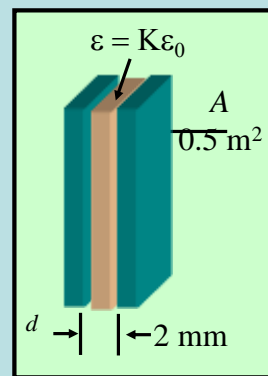
$$C = \epsilon \frac{A}{d} = \frac{(44.25 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2})(0.5 \text{ m}^2)}{0.002 \text{ m}}$$

$$C = 11.1 \text{ nF}$$

¿Q si se conecta a $V = 200 \text{ V}$?

$$Q = CV = (11.1 \text{ nF})(200 \text{ V})$$

$$Q = 2.22 \mu\text{C}$$



EJERCICIO

Un capacitor tiene una capacitancia de $6\mu\text{F}$ con aire como dieléctrico. Una batería carga el capacitor a 400 V y luego se desconecta. ¿Cuál es el nuevo voltaje si se inserta una hoja de mica ($K = 5$)? ¿Cuál es la nueva capacitancia C ?

$$K = \frac{C}{C_0} = \frac{V_0}{V}; \quad V = \frac{V_0}{K}$$

$$V = \frac{400\text{ V}}{5};$$

$$V = 80.0\text{ V}$$

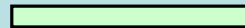
$$C = K \cdot C_0 = 5(6\ \mu\text{F})$$

$$C = 30\ \mu\text{F}$$

Dieléctrico aire



$$V_0 = 400\text{ V}$$



Dieléctrico mica

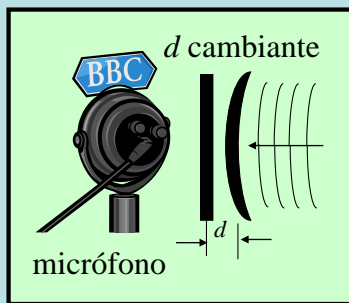


Mica, $K = 5$



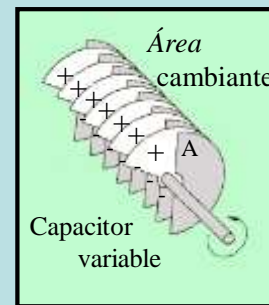
APLICACIONES DE LOS CAPACITORES

Un **micrófono** convierte las ondas sonoras en una señal eléctrica (voltaje variable) al cambiar d .



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

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



El **sintonizador** en un radio es un **capacitor variable**. El área cambiante A altera la capacitancia hasta que se obtiene la señal deseada.

