

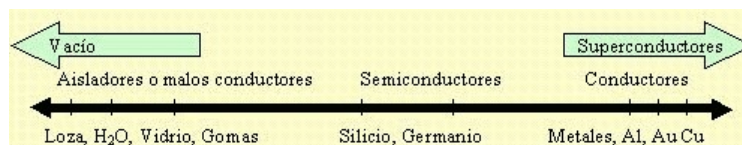
Capacitancia y Condensadores



Conductores y aislantes

Conductor eléctrico: es un material o sustancia en que las cargas eléctricas pueden desplazarse a través de ellos. Ejemplos de ellos son los metales (carbón, grafito, plata, etc.), algunos fluidos (gases ionizados, soluciones alcalinas, etc.)

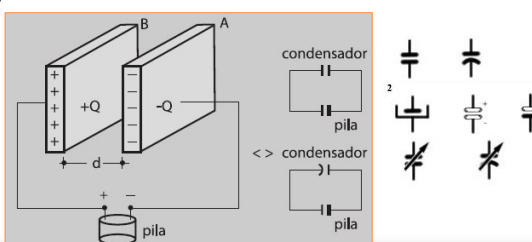
Aislador eléctrico: Es un material o sustancia en que el movimiento de las cargas es muy baja. Ejemplos de ellos son: el vidrio, la madera seca, el cerámico, el plástico, el papel, etc.



Condensadores eléctricos

Condensador (Capacitor)

- **Definición:** Es un dispositivo compuesto por dos conductores, de cargas iguales " Q ", pero de signos opuestos, separados una pequeña distancia, entre los cuales hay una diferencia de potencial " ΔV ", de tal manera que entre ellos se origina un campo eléctrico que es prácticamente constante.
- **Función:** Este dispositivo permite almacenar carga eléctrica de manera que posea energía potencial eléctrica.
- **Aplicaciones:**
 - Flash de cámara
 - Teclados computador
 - Baterías
 - Airbag
- **Simbología:**



Capacitancia o Capacidad (C)

- **Introducción:** Cada conductor (forma, tamaño o medio en el cual se inserta) esta caracterizado por una constante que denominaremos capacitancia o capacidad eléctrica.
- **Definición:** Es una magnitud escalar que esta definida como la carga Q de cualquiera de los conductores, dividida por la diferencia de potencial entre ellos:

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

Donde:
 C: Capacitancia
 Q: Carga eléctrica
 ΔV : Diferencia de potencial

- **Nota:** C es un valor constante, para un condensador dado. La capacitancia es una medida de la capacidad del condensador para almacenar carga eléctrica y energía potencial eléctrica.

Capacitancia o Capacidad (C)

- **Unidades (S.I):** La unidad es el faradio [F].

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

$$1F = 1\left[\frac{C}{V}\right]$$

	C	Q	V
S.I.	faradio (f)	C	v

- **Dependencia:** La capacitancia dada en un dispositivo depende de:
 - La forma
 - El tamaño
 - El material que separa los conductores.

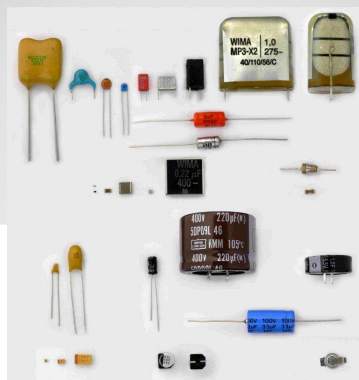
Observación:

Q: no es la carga total del capacitor, la cual es cero, sino de uno de los conductores.

V: no es el potencial de uno de los condensadores, sino que es la ΔV entre ambos



Tipos de condensadores

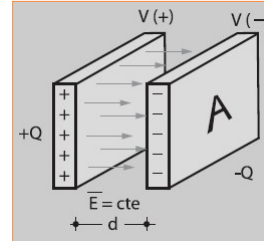


Calculo de capacitancia:

a) Condensador de placas paralelas:

Llamados también condensadores planos.

Los conductores que forman el capacitor están separados por el espacio vacío. En este caso se considera que entre las placas se genera un campo eléctrico constante

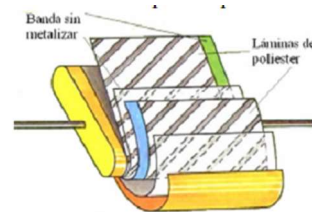


Calculo de ΔV : Diferencia de potencial

$$\Delta V = - \int_d^0 \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$\rightarrow \Delta V = - \int_d^0 E dx \cos(0)$$

$$\rightarrow \Delta V = -E \int_d^0 dx \Rightarrow \Delta V = Ed$$



Condensador de placas paralelas

$$\Rightarrow \Delta V = Ed$$

Campo eléctrico de un plano

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



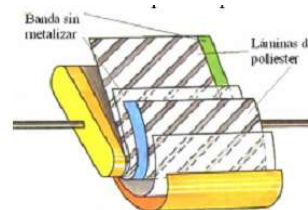
Calculo de la capacitancia:

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \rightarrow C = \frac{Q}{Ed} \rightarrow C = \frac{Q}{(\sigma / \epsilon_0)d}$$

$$C = \frac{Q \epsilon_0}{\sigma d} \rightarrow \text{si, } \sigma = \frac{Q}{A} \rightarrow$$

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

capacitancia de un conductor de placas paralelas



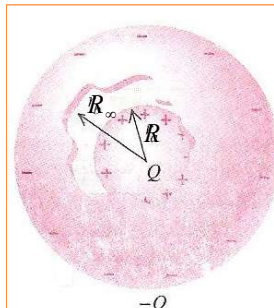
Calculo de capacitancia:

b) Condensador esférico:

Esta compuesto por dos cascarones conductores esféricos concéntricos separados por el vacío.

Consideremos 2 esferas conductoras:

- Una de radio R.
- Otra de radio infinito.



Calculo de ΔV : Diferencia de potencial

$$\Delta V = -\int_{\infty}^P \vec{E} \cdot d\vec{l} \rightarrow \Delta V = -\int_{\infty}^P E dr \cos(0) \rightarrow \Delta V = -\int_{\infty}^{P=R} E dr$$

Calculo del campo eléctrico:

Nos damos una esfera Gaussiana con $r > R$

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{Q_{Enc}}{\epsilon_0} \rightarrow ES = \frac{Q}{\epsilon_0} \rightarrow E(4\pi r^2) = \frac{Q}{\epsilon_0} \rightarrow E = \frac{Q}{4\pi r^2 \epsilon_0}$$

Reemplazando el campo eléctrico en el potencial, nos queda:

$$\Delta V = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{\infty}^R \frac{dr}{r^2}$$

Calculo de capacitancia:

b) Condensador esférico:

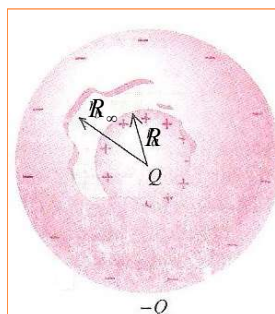
$$\Delta V = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{\infty}^R \frac{dr}{r^2} \rightarrow \Delta V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

Calculo de la capacitancia:

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \rightarrow C = \frac{Q}{\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}}$$

$$C = 4\pi\epsilon_0 R$$

capacitancia de un conductor esférico aislado.

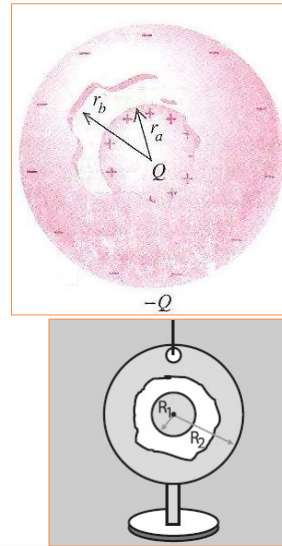


Calculo de capacitancia:

b) Condensador esférico de radio R:

- Si el cascaron interior de radio interior r_a y el cascaron exterior de radio exterior r_b con cargas de igual magnitud pero de signo contrario, la capacitancia esta dada por:

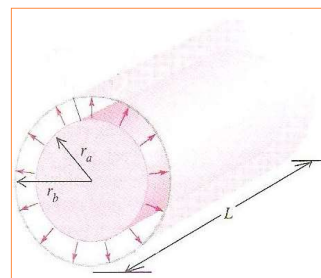
$$C = \frac{4\pi\epsilon_0 r_a r_b}{(r_b - r_a)}$$



Calculo de capacitancia:

c) Condensador cilíndrico:

- Esta compuesto de un cilindro, rodeado por un cascaron conductor coaxial cilíndrico separados por el vacío, ambos de longitud L.
- Si se tiene un conductor cilíndrico largo (L) de radio r_a rodeado por un cascaron coaxial cilíndrico conductor de radio r_b , en el vacío y ambos tienen cargas de igual magnitud pero signo contrario.



Calculo de ΔV : Diferencia de potencial

$$\Delta V = -\int_b^a \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad \rightarrow \Delta V = -\int_b^a E dl \cos(0)$$

$$\rightarrow \Delta V = -\int_b^a E dr$$



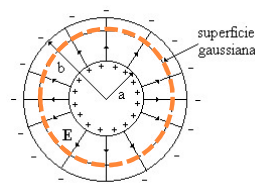
Calculo de capacitancia:

c) Condensador cilíndrico:

Cálculo del campo eléctrico:

Nos damos una esfera Gaussiana con $a < r < b$

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{Q_{Enc}}{\epsilon_0} \rightarrow ES = \frac{Q}{\epsilon_0} \rightarrow E(2\pi rL) = \frac{Q}{\epsilon_0} \rightarrow$$



Reemplazando el campo eléctrico en el potencial, nos queda:

$$E = \frac{Q}{2\pi rL \epsilon_0}$$

$$\Delta V = -\frac{Q}{2\pi L \epsilon_0} \int_b^a \frac{dr}{r} \rightarrow \Delta V = \frac{Q}{2\pi L \epsilon_0} [\ln(b) - \ln(a)] \rightarrow \Delta V = \frac{Q}{2\pi L \epsilon_0} \ln(b/a)$$

Cálculo de la capacitancia:

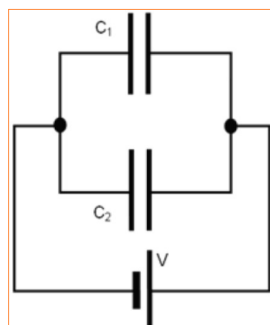
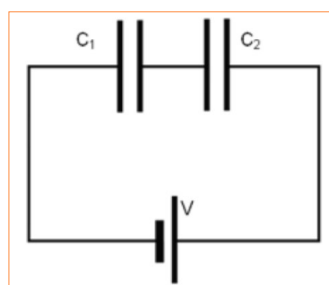
$$C = \frac{Q}{\Delta V} \rightarrow C = \frac{Q}{\frac{Q}{2\pi L \epsilon_0} \ln(b/a)} \rightarrow C = \frac{2\pi \epsilon_0 L}{\ln(b/a)}$$

capacitancia de un conductor cilíndrico

Asociación de condensadores

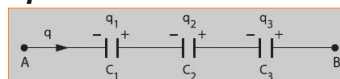
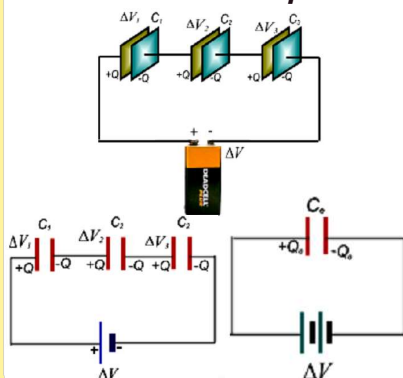
Combinación de capacitores

Con el fin de obtener condensadores con capacidades mayores o menores, que nos permitan almacenar mayor o menor cantidad de carga se suelen agrupar éstos en conjuntos llamados baterías de condensadores. Los más usados son la combinación en serie y en paralelo.



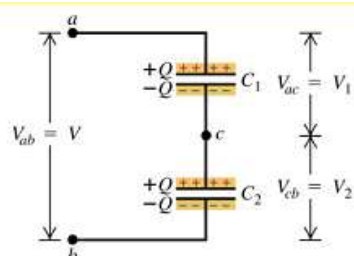
Condensadores en serie

Dos o más condensadores están en serie, cuando la placa positiva de un condensador, se encuentra interactuando con la placa negativa del otro y así sucesivamente. En otras palabras, una combinación de condensadores esta en serie, cuando los condensadores están en la misma línea del circuito, **donde la magnitud de la carga es la misma en todas las placas de los capacitores.**



Si se tienen dos capacitores en serie:
Se debe encontrar un capacitor equivalente que desempeñe la misma función que la combinación en serie teniendo en cuenta que la diferencia de potencial que entrega la fuente de voltaje corresponde a la suma de la diferencia de potencial de cada capacitor. $(\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2)$

Condensadores en serie



Capacidad equivalente (C_{eq}):

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

$$\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

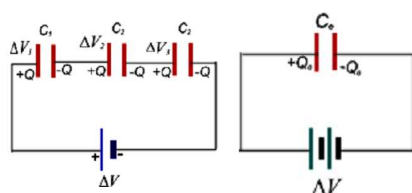
Capacitancia equivalente

Carga total (Q_T):

$$Q_T = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$$

Voltaje total (V_T):

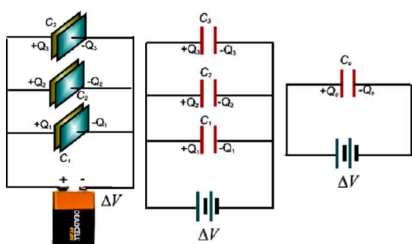
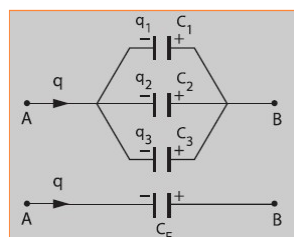
$$V_T = \sum_{i=1}^n V_i$$



Condensadores en paralelo

Dos o más condensadores están en paralelo cuando están conectados a una misma diferencia de potencial.

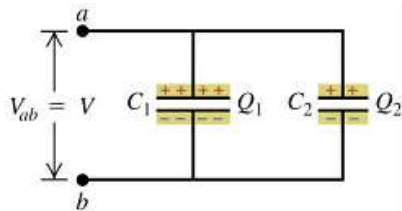
En otras palabras, una combinación de condensadores está en paralelo, cuando los condensadores están en distinta línea de circuito, **donde la diferencia de potencial es la misma en la fuente de voltaje y en los capacitores.**



Se debe encontrar un capacitor equivalente que desempeñe la misma función que la combinación en paralelo teniendo en cuenta que la carga total corresponde a la suma de la carga en cada capacitor individual.

$$(Q = Q_1 + Q_2)$$

Condensadores en paralelo



Capacidad equivalente (C_{eq}):

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

$$C_{eq} = \sum_{i=1}^n C_i$$

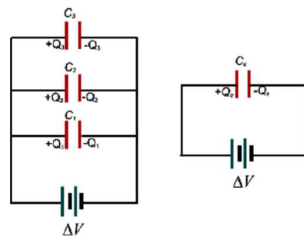
Capacitor
equivalente

Carga total (Q_T):

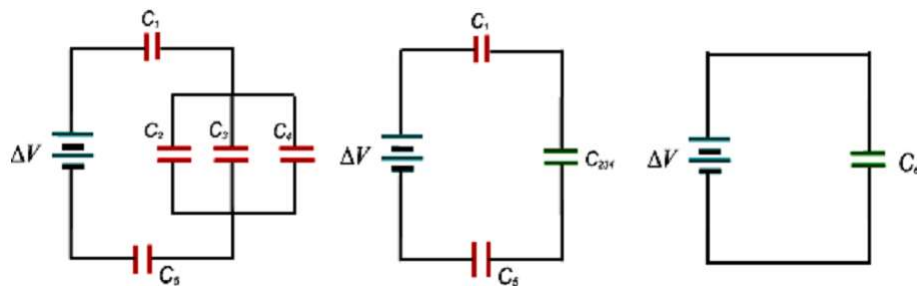
$$Q_T = \sum_{i=1}^n Q_i$$

Voltaje total (V_T):

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

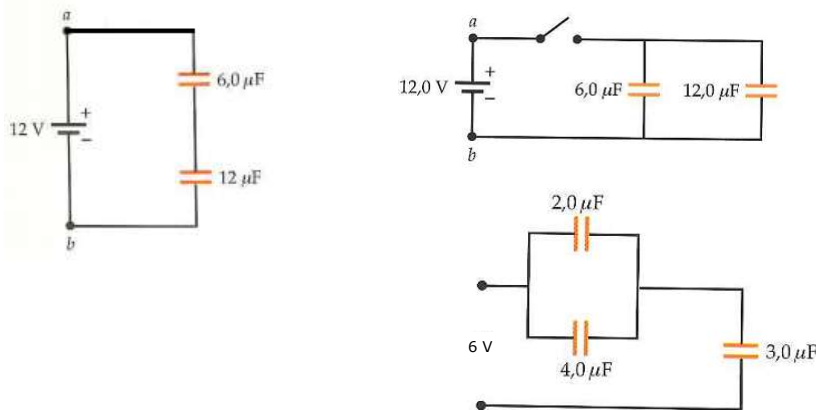


Conexión mixta



Ejemplos

De los circuitos mostrados, determinar la carga y diferencia de potencial para cada capacitor



Ejemplo

1. En la figura siguiente determinar la capacidad equivalente entre a y b . Donde $C_1 = 2 \mu\text{F}$, $C_2 = 1 \mu\text{F}$ y $C_3 = 3 \mu\text{F}$.
2. Si $\Delta V_{ab} = 12 \text{ V}$, determinar la carga y diferencia de potencial en cada condensador.

