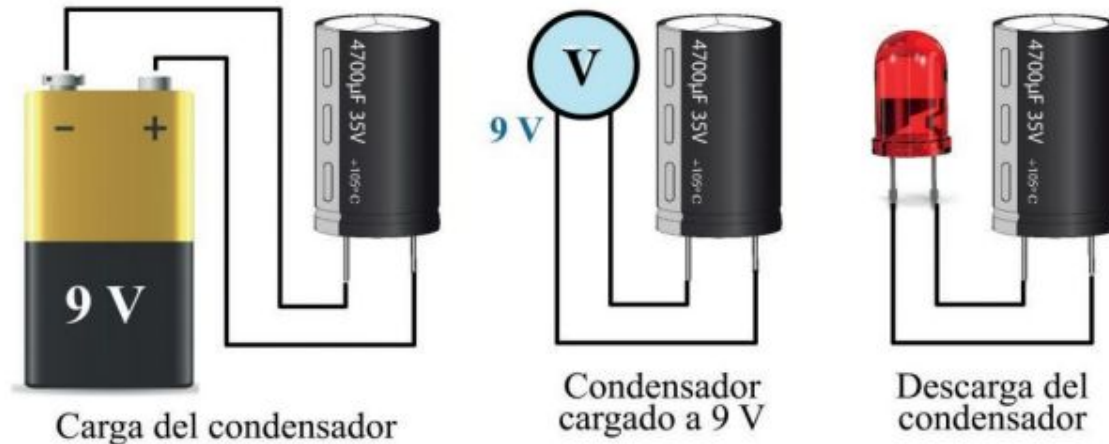


UD4. CONDENSADORES

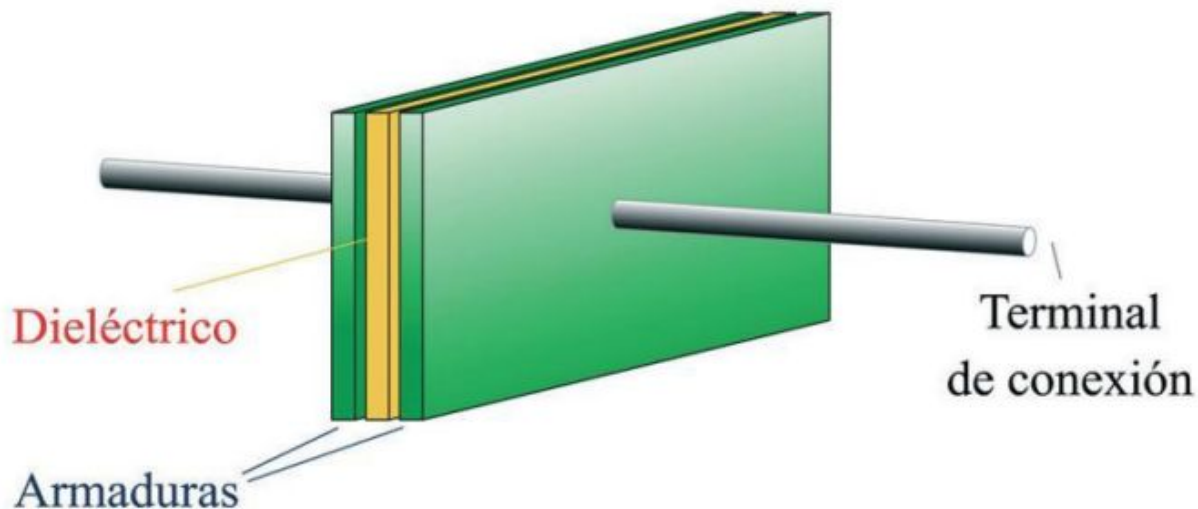
1.- Funcionamiento

Un condensador es un componente que es capaz de almacenar una pequeña carga eléctrica, que posteriormente puede devolver.

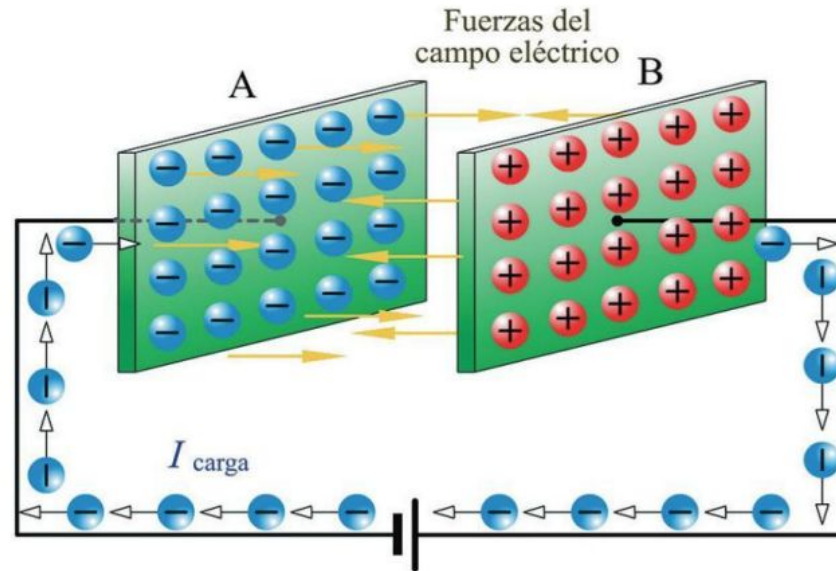
La tensión a la que se carga el condensador siempre coincide con la fuente de tensión a la que se haya conectado.



Para construir un condensador basta con montar dos placas metálicas conductoras separadas por un material aislante, denominado dieléctrico, como aire, papel, cerámica, mica, plástico, etc.



Una vez cargado el condensador, si se lo desconecta de la fuente de energía eléctrica, la acumulación de cargas se mantiene gracias a que sigue existiendo la fuerza de atracción entre las armaduras cargadas debido a la diferencia de cargas.



2.- Capacidad de un condensador

Se denomina capacidad de un condensador a la propiedad que este posee de almacenar mayor o menor cantidad de electricidad.

Si llamamos Q a la cantidad de carga almacenada por el condensador, C a la capacidad del condensador y U a la tensión entre las armaduras, resulta que:

$$Q = C \cdot U$$

Q = Culombios

C = Faradios

U = Voltios

La unidad de capacidad es el faradio (F). Se puede decir que un condensador posee la capacidad de un faradio cuando almacena una carga de un culombio al aplicar una tensión de un voltio entre sus placas.

El faradio es una unidad muy grande, por lo que se utilizan submúltiplos, correspondientes a su millonésima parte, milmillonésima parte y billonésima parte, que reciben los nombres de:

Microfaradio (μF)

$$1 \mu F = 1/1.000.000 = 0,000001 = 10^{-6} F$$

Nanofaradio (nF)

$$1 nF = 1/1.000.000.000 = 0,000000001 = 10^{-9} F$$

Picofaradio (pF)

$$1 pF = 1/1.000.000.000.000 = 0,000000000001 = 10^{-12} F$$

Calcula la carga eléctrica almacenada por un condensador de $2.200 \mu\text{F}$ de capacidad cuando se lo conecta a una pila de $4,5 \text{ V}$.

Lo primero que hacemos es cambiar las unidades:

$$\frac{2.200 \mu\text{F}}{1.000.000} = 0,0022 \text{ F}$$

$$Q = C \cdot U = 0,0022 \cdot 4,5 = 0,0099 \text{ culombios}$$

- La capacidad de un condensador es mayor cuanto más grande sea la superficie de sus armaduras.
- Por otro lado, la capacidad es menor cuanto mayor sea la distancia que separa a las cargas.
- Por último, según sea la sustancia aislante que se introduce entre las armaduras, la capacidad también varía. Este factor se mide con la constante dieléctrica de la sustancia que se utiliza como aislante.

La expresión matemática que relaciona la capacidad con sus características constructivas es:

$$C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \frac{S}{d}$$

Como la constante dieléctrica del vacío es igual a:

$$\epsilon_0 = 1/4 \cdot \pi \cdot 9 \cdot 10^9 \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$$

la expresión final podría quedar así:

$$C = \frac{\epsilon_r}{4 \cdot \pi \cdot 9 \cdot 10^9} \cdot \frac{S}{d}$$

S = Superficie de las armaduras en m^2 .

d = Espesor del dieléctrico en m.

ϵ_r = Constante dieléctrica de la sustancia aislante relativa al vacío.

ϵ_0 = Constante dieléctrica del vacío.

Sustancia	ϵ	Sustancia	ϵ
Aire	1	Ebonita	2,5 a 3,2
Petróleo	2	Poliéster	3
Aceite mineral	2,2 a 2,4	Mica	3 a 6
Parafina	1,9 a 2,3	Porcelana	4,5 a 6
Papel	2 a 2,8	Vidrio	5 a 10
Madera	2 a 8	Baquelita	5,6 a 8,5

Calcula la capacidad de un condensador si sus placas son de $0,1 \text{ m}^2$, la distancia entre placas de $0,3 \text{ mm}$ y el dieléctrico es de: **a)** aire; **b)** poliéster.

Para un dieléctrico de aire tenemos que:

$$C = \frac{\epsilon_r}{4 \cdot \pi \cdot 9 \cdot 10^{-9}} \cdot \frac{S}{d} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 9 \cdot 10^{-9}} \cdot \frac{0,1}{0,0003} = \\ = 2,95 \cdot 10^{-9} \text{ F} = 2,95 \text{ nF}$$

$$0,3 \text{ mm} = 0,3/1.000 = 0,0003 \text{ m}$$

Si utilizamos como dieléctrico el poliéster obtendremos una capacidad tres veces superior, ya que $\epsilon_r = 3$.

3.- Carga de un condensador

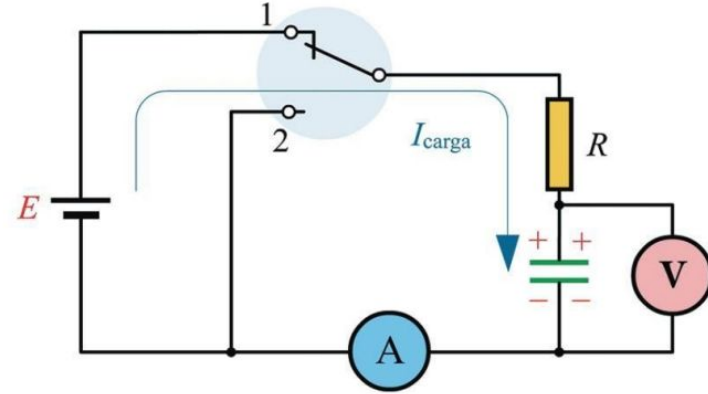
La resistencia R se ha conectado en serie con el circuito para retardar el proceso de carga.

El amperímetro (A) nos indicará la intensidad de carga y el voltímetro (V) la tensión a que queda sometido el condensador en todo momento.

Cuando el conmutador se posiciona en el punto el condensador se pone en contacto con el generador y comienza su proceso de carga.

En el primer momento la diferencia de cargas que existe en el condensador es cero y, por tanto, la intensidad que indicará el amperímetro en el primer momento de conexión será igual a:

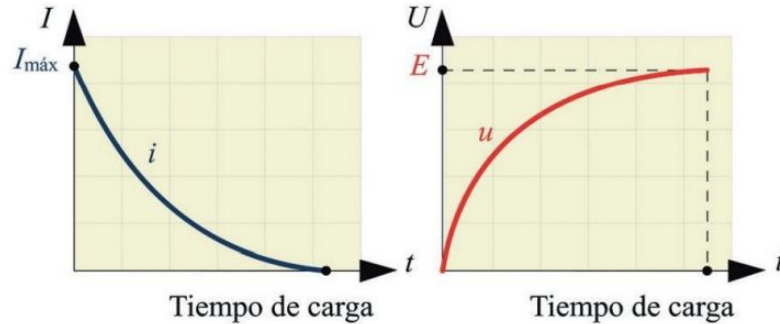
$$i_{\text{máx}} = \frac{E}{R}$$



Según se va cargando el condensador la tensión de este irá creciendo.

En consecuencia, la diferencia de potencial que existe entre el generador y el condensador se hace más pequeña y, por consiguiente, se irá reduciendo la intensidad de carga.

Cuando el condensador alcanza la misma tensión que el generador se completa el ciclo de carga y la intensidad de corriente queda interrumpida.



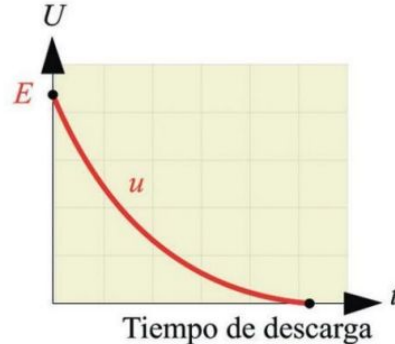
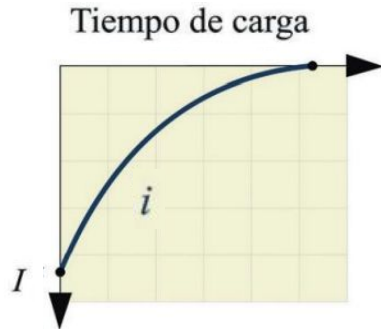
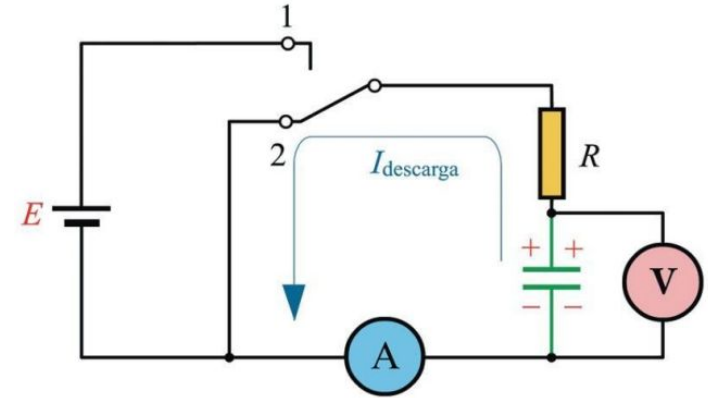
En conclusión, un condensador en C.C. solo deja pasar la corriente durante el corto periodo de tiempo que dura su carga. Al cabo de este tiempo actúa como un interruptor abierto.

4.- Descarga de un condensador

Al cambiar de posición el conmutador, el condensador se descarga por la resistencia.

En un primer momento la intensidad es grande, ya que el condensador tiene toda la tensión (la misma que la del generador).

Según se va descargando el condensador, la tensión se va reduciendo y, con ella, la intensidad de la corriente.

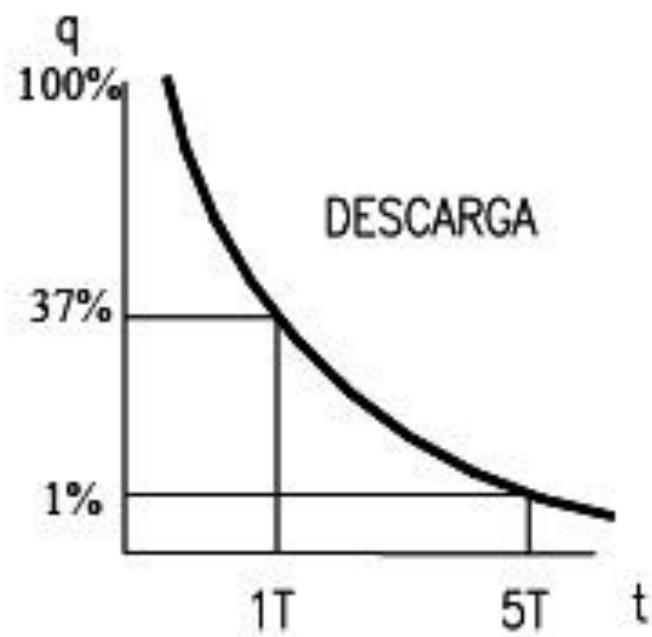
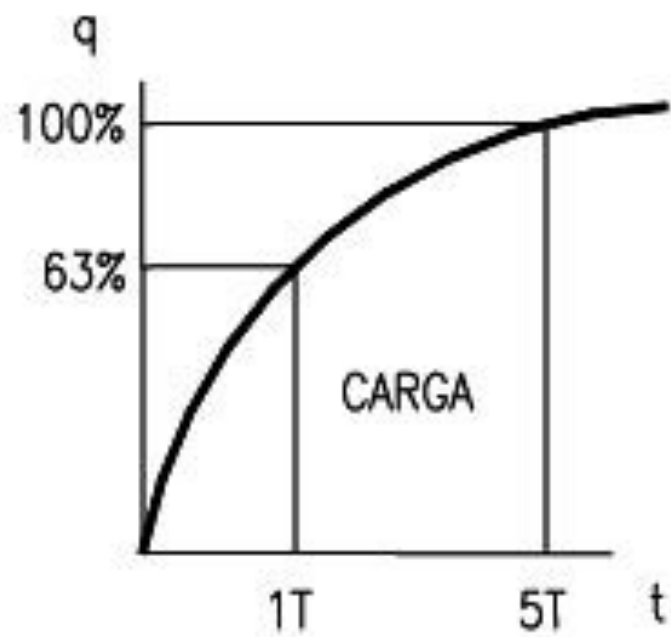


5.- Constante de tiempo de carga y descarga de un condensador

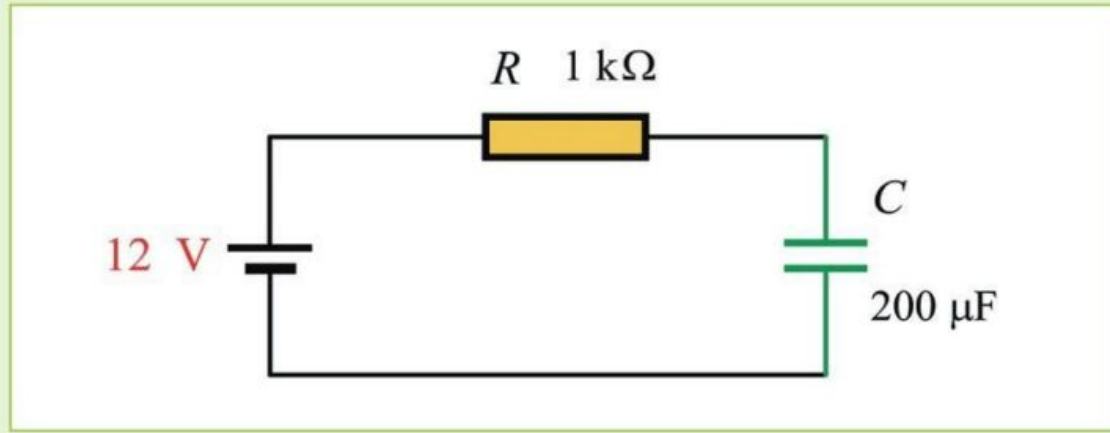
Se conoce por constante de tiempo al tiempo que invierte el condensador en adquirir el 63 % de la carga total. La constante de tiempo de condensador es igual al producto $R \cdot C$.

Esta constante es igual de válida para calcular el tiempo de descarga de un condensador.

En teoría, un condensador tardaría un tiempo infinito en cargarse o descargarse totalmente; en la práctica, se puede comprobar que transcurrido un tiempo igual a cinco constantes de tiempo se puede dar por terminado prácticamente el 100% del proceso de carga o descarga del condensador.



Determina la constante de tiempo del condensador del circuito de la Figura. Calcula también el tiempo de carga completa del condensador.



La constante de tiempo será igual a:

$$\tau = R \cdot C = 1.000 \cdot 200 \cdot 10^{-6} = 0,2 \text{ segundos}$$

El tiempo total de carga se dará para cinco constantes de tiempo:

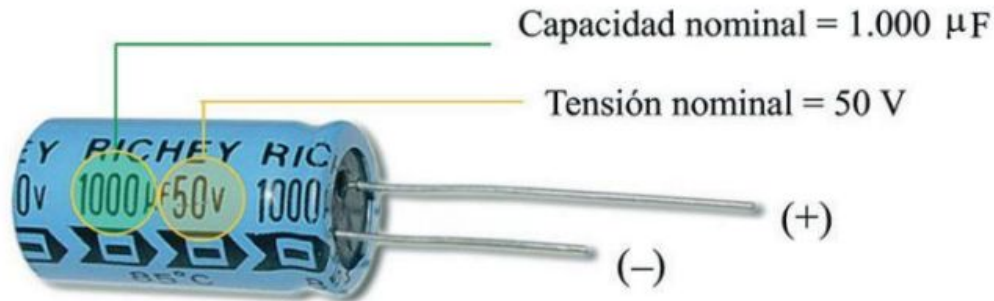
$$t = 5 \cdot \tau = 5 \cdot 0,2 = 1 \text{ segundo}$$

6.- Especificaciones técnicas de los condensadores

Capacidad nominal: el valor de la capacidad de un condensador puede cambiar con la frecuencia de trabajo (Hz) y con la temperatura ambiente, por lo que los fabricantes facilitan la capacidad junto con estos últimos parámetros.

Tensión de perforación del dieléctrico o tensión pico (U_p): la tensión máxima que es capaz de soportar un condensador sin que se destruya su dieléctrico.

Tensión de trabajo o nominal (U): la tensión a la que puede funcionar un condensador de forma permanente sin sufrir daños. Esta tensión es la que se encuentra indicada en la superficie de los condensadores.

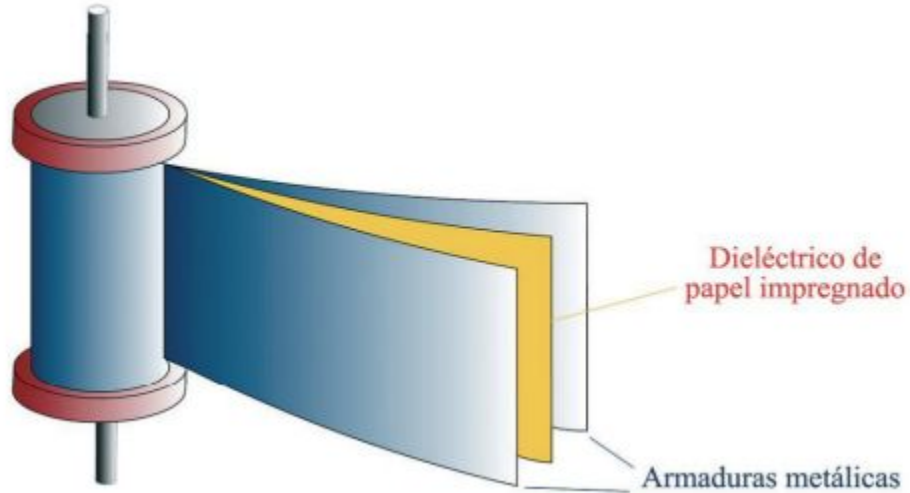


Consejos para conseguir que los condensadores tengan una larga vida una vez conectados al circuito:

- Para descargarlos, hacerlo siempre a través de una resistencia, evitando las descargas mediante cortocircuitos.
- Procurar que no queden expuestos a fuentes de calor.
- Evitar dañar la envolvente del condensador, ya que de debilitarse su estanqueidad podría penetrar la humedad ambiente en el dieléctrico.
- No someter al condensador a sobretensiones.
- No conviene almacenar los condensadores con carga.

7.- Tipos de condensadores

7.1 Condensadores de papel impregnado



7.2 Condensadores de papel metalizado



Condensador film (0,27 μ F/100 V).

7.3 Condensadores de plástico



7.4 Condensadores cerámicos



7.5 Condensadores de mica

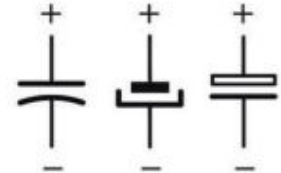
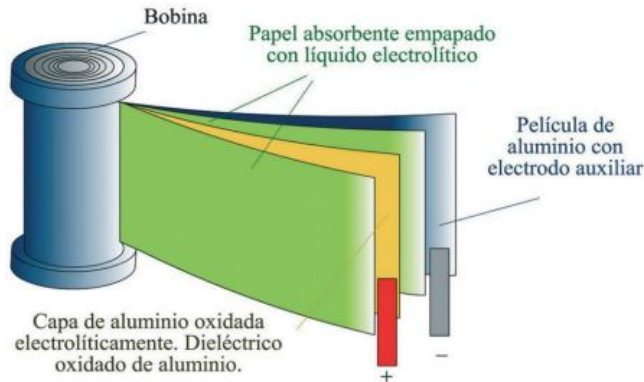


7.6 Condensadores electrolíticos de aluminio

Estos condensadores se diferencian bastante del resto por sus características constructivas. Están constituidos por una lámina de aluminio y otra de plomo sumergidas en una solución de cloruro de amonio (electrolito).

Son condensadores con los que se consiguen capacidades elevadas en un volumen reducido (desde 1 μF hasta decenas de miles de microfaradios).

Tienen polaridad, es decir, no pueden invertirse las conexiones indicadas en la superficie del componente, ni, por tanto, aplicarse corriente alterna. En caso contrario, el condensador se perfora.



7.- Asociación de condensadores

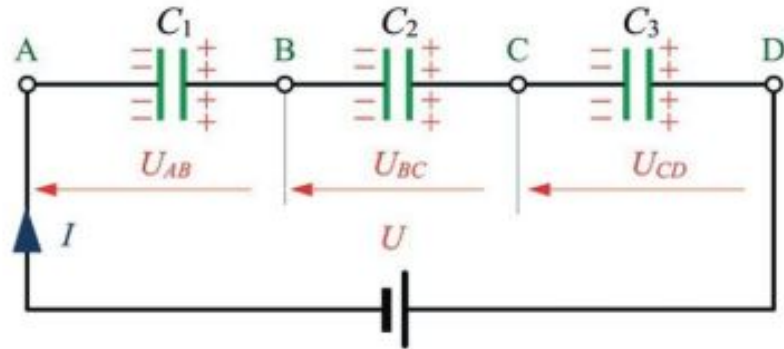
7.1 Asociación en serie

La tensión aplicada al conjunto se reparte entre los terminales de cada uno de los condensadores, de tal forma que se cumple la relación:

$$U = U_{AB} + U_{BC} + U_{CD}$$

Sin embargo, la capacidad total obtenida es inferior a la de cualquiera de ellos.
Se cumple que:

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



Se dispone de un número ilimitado de condensadores de $100\ \mu\text{F}$ de capacidad y $50\ \text{V}$ de tensión de trabajo.

¿Cuántos condensadores de este tipo sería necesario acoplar para conseguir un equivalente con una tensión de trabajo de $200\ \text{V}$ y una capacidad de $25\ \mu\text{F}$? ¿Cómo hay que acoplarlos?

Al acoplar cuatro condensadores de $100\ \mu\text{F}$ en serie se consigue una capacidad equivalente igual a:

$$C_T = \frac{100}{4} = 25\ \mu\text{F}$$

Al ser iguales los condensadores la tensión se reparte por igual en cada condensador:

$$U = \frac{200}{4} = 50\ \text{V}$$

Con esta solución hemos conseguido conectar a una tensión de $200\ \text{V}$ condensadores que solo soportan $50\ \text{V}$. Por supuesto se ha hecho a costa de reducir la capacidad de $100\ \mu\text{F}$ a $25\ \mu\text{F}$.

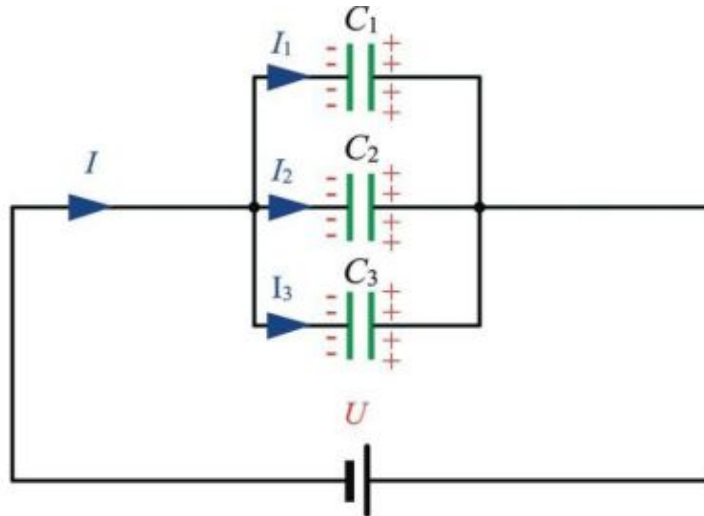
7.2 Asociación en paralelo

La tensión a la que quedan sometidos todos los condensadores es la misma y coincide con la aplicada al conjunto.

La capacidad aumenta cuando se les conecta en paralelo. Se cumple que:

$$U = U_{C_1} = U_{C_2} = U_{C_3}$$

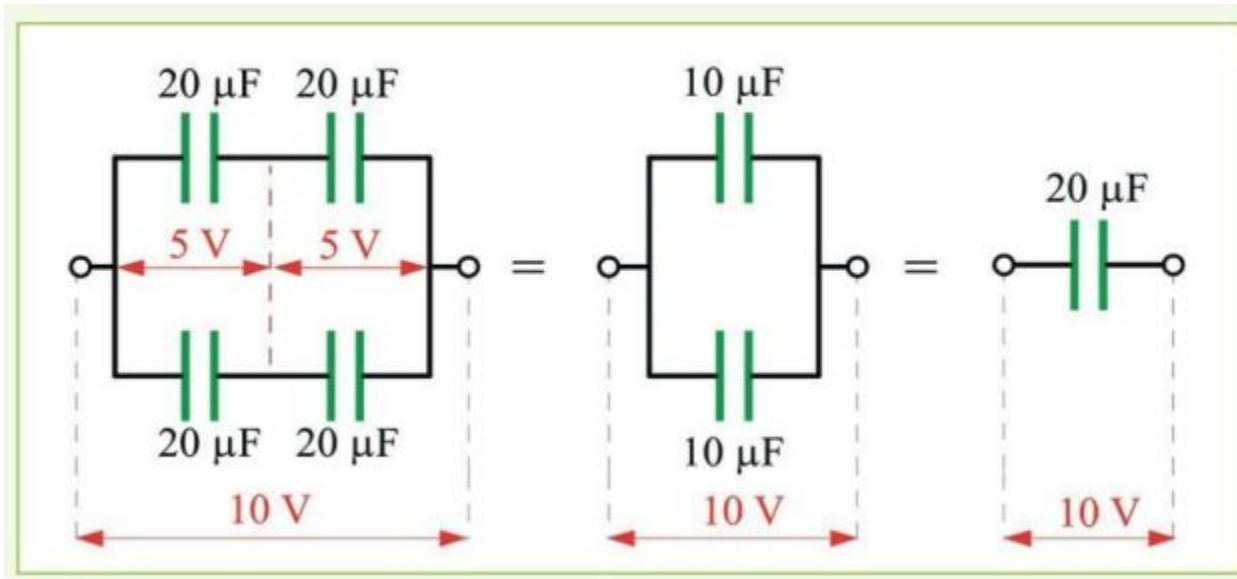
$$C = C_1 + C_2 + C_3$$



Determina cuántos condensadores de $20\ \mu\text{F}$ de capacidad y $5\ \text{V}$ de tensión de trabajo hay que conectar para conseguir un equivalente de $20\ \mu\text{F}/10\ \text{V}$.

Solución:

4 condensadores teniendo en cuenta las equivalencias de la figura inferior.



Calcula la carga eléctrica que almacena un condensador de $1.000 \mu\text{F}$ cuando es sometido a las siguientes tensiones: 4 V, 20 V y 100 V, respectivamente.

$$Q = C \cdot U$$

$$Q_1 = 1.000 \cdot 10^{-6} \cdot 4 = 0,004 \text{ C}$$

$$Q_2 = 1.000 \cdot 10^{-6} \cdot 20 = 0,02 \text{ C}$$

$$Q_3 = 1.000 \cdot 10^{-6} \cdot 100 = 0,1 \text{ C}$$

¿Qué espesor deberá tener el dieléctrico de un condensador plano de porcelana ($\epsilon = 5,5$) para conseguir una capacidad de 1 nF, si posee unas armaduras con unas dimensiones de 50 cm $\times$ 2 cm?

$$d = \frac{\epsilon}{4 \cdot \pi \cdot 9 \cdot 10^9} \cdot \frac{S}{C} = \frac{5,5}{4 \cdot \pi \cdot 9 \cdot 10^9} \cdot \frac{50 \cdot 2 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-9}} = 0,00049 \text{ m} = 0,49 \text{ mm}$$

Determina la constante de tiempo y el tiempo que invierte un condensador de $100\ \mu\text{F}$ cargado con $24\ \text{V}$ en descargarse totalmente a través de una resistencia de $100\ \Omega$.

$$\tau = R \cdot C = 100\ \Omega \cdot 100\ \mu\text{F} \cdot 10^{-6} = 0,01\ \text{S}$$

$$t = 5 \cdot \tau = 5 \cdot 0,01 = 0,05\ \text{S}$$

Se conectan en paralelo un condensador de $5\ \mu\text{F}$ con uno de $15\ \mu\text{F}$ a una tensión de $100\ \text{V}$. Calcula la capacidad y la carga del conjunto formado, así como la carga de cada condensador.

$$C_T = C_1 + C_2 = 5 + 15 = 20\ \mu\text{F}$$

$$Q_T = U \cdot C_T = 100 \cdot 20 \cdot 10^{-6} = 0,002\ \text{C}$$

$$Q_1 = U \cdot C_1 = 100 \cdot 5 \cdot 10^{-6} = 0,0005\ \text{C}$$

$$Q_2 = U \cdot C_2 = 100 \cdot 15 \cdot 10^{-6} = 0,0015\ \text{C}$$