

## II CAPACITORES Y DIELECTRICOS

## Introducción

**CIRCUITO ELÉCTRICO**




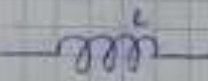
También llamada red eléctrica, es un camino cerrado por el cual se transporta la energía eléctrica (o corriente eléctrica) con el objeto de realizar trabajo.

La red eléctrica en su concepto fundamental está compuesta de: elementos activos, elementos pasivos y conductores (cables).

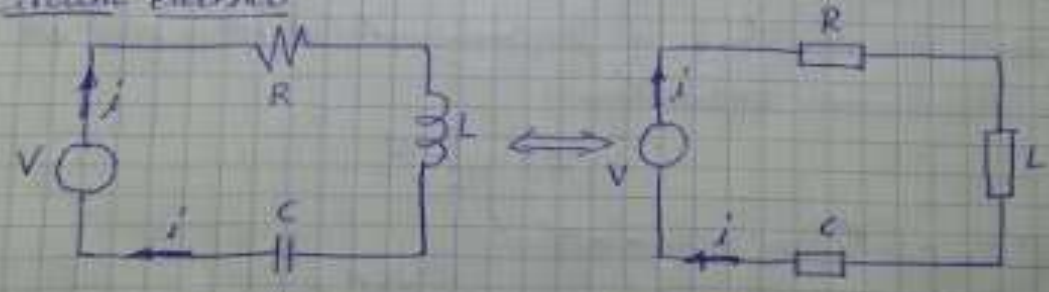
**ELEMENTOS ACTIVOS O FUENTES** ... Son dispositivos eléctricos que entregan energía al circuito.

**ELEMENTOS PASIVOS** ... Son dispositivos eléctricos que consumen energía del circuito o red. Los elementos pasivos en la práctica pueden ser: computadores, TVs, refrigeradores, un secador, etc. En su forma elemental los elementos pasivos son resistencias, capacitancias, e inductancias.

Simbolos convencionales

Resistencia		}	
Capacitancia			
Inductancia			

Circuitos eléctricos



## CAPACITOR O CONDENSADOR

Es un dispositivo que consume energía al generar campo eléctrico. Almacena energía al "retener" carga eléctrica en sus bordes.

En su forma más simple es un sistema formado por dos cuerpos conductores separados una distancia y que pueden adquirir cargas de igual valor y signos opuestos.



Al recibir cargas de signos opuestos, éstas se atraen, por lo que es necesario la acción de una fuerza externa para mantenerlas separadas.

Un condensador tiene la característica llamada CAPACITANCIA. El área A1 está a mayor potencial que A2, por tanto, la diferencia de potencial (o simplemente potencial) viene dado como

$$\Delta V = V_1 - V_2$$

Se dice que esta diferencia de potencial depende proporcionalmente de la carga almacenada  $Q$ ,  $\Delta V \propto Q$ , siendo esa constante de proporcionalidad el inverso de la mencionada capacitancia

$$\Delta V = \frac{1}{C} Q$$

$C$  capacitancia o capacidad

La capacitancia se define como el trabajo necesario para llevar carga de A2 a A1 que están a una diferencia de potencial  $\Delta V$ .



También, y en forma más simple se dice que la capacitancia es la capacidad del dispositivo de almacenar carga.

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

La capacitancia  $C$  está dada por la configuración del sistema de cuerpos que lo conforman al condensador, y del medio en el que se encuentra, pero no depende ni del potencial ni de la carga almacenada.

Actualmente existen una gran variedad de condensadores según su forma, tamaño y propósito específico.

En este curso estudiaremos tres tipos: Condensadores de placas paralelas, cilíndricos, y esféricos.

#### CAPACITOR DE PLACAS PARALELAS



El campo eléctrico entre dos placas o planos paralelos obtenemos que

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \text{ y es constante}$$

$$\Delta V = \int_0^d \vec{E} \cdot d\vec{l} = Ed$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{Ed} = \frac{QE_0}{\sigma d} = \frac{QE_0}{\frac{Q}{A}d}$$

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

#### Unidades de la capacitancia.

$$[C] = \left[ \frac{C}{V} \right] = \text{Faradio, } F \text{ (es una unidad muy grande).}$$

### CAPACITOR CILINDRICO.-



$$\Delta V = - \int_b^a \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

y conocemos que

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \hat{r} \text{ para } a < r < b$$

$$\Delta V = - \int_b^a \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} dr = - \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln r \Big|_b^a$$

$$\Delta V = - \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln\left(\frac{a}{b}\right)$$

$$C = \frac{q}{\Delta V} = \frac{q}{\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln\left(\frac{b}{a}\right)} = \frac{2\pi\epsilon_0 q}{\lambda \ln\left(\frac{b}{a}\right)} = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln\left(\frac{b}{a}\right)}$$

$$\boxed{\frac{C}{L} = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln\left(\frac{b}{a}\right)}}$$

### CAPACITOR ESFERICO



$$\Delta V = - \int_b^a \vec{E} \cdot d\vec{l} ; \vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r}$$

$$\Delta V = - \int_b^a \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \Big|_b^a = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$$

$$C = \frac{q}{\Delta V} = \frac{q}{\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)}$$

$$\boxed{C = \frac{4\pi\epsilon_0 ab}{(b-a)}}$$

De esta fórmula, calculando la capacitancia de un solo conductor (suponiendo el otro conductor en el infinito  $b \rightarrow \infty$ )

$$\boxed{C = 4\pi\epsilon_0 a}$$

## Clase 7.2

**ENERGÍA ALMACENADA EN UN CAPACITOR**

Fluye carga hasta que el capacitor quede con un potencial igual al de la fuente

$dW = dU = dqV$  es el trabajo infinitesimal que realiza la fuente para mover  $dq$  al condensador

como  $V = \frac{q}{C} \rightarrow dU = \frac{dq q}{C}$

$U = \int_0^Q \frac{q dq}{C} = \frac{Q^2}{2C} \rightarrow \boxed{U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}}$  que es la energía almacenada en el condensador

también  $\boxed{U = \frac{1}{2} C V^2}$

## Clase PAE

**Objetivo.** Encontrar la capacitancia y energía de diferentes tipos de condensadores.

### Ejercicios

1. Dado un capacitor de placas paralelas distanciadas 1 mm, Hallar el área de las placas para que su capacitancia sea de 1 F, 1  $\mu$ F, 1 pF.
2. Calcular la capacitancia de un cable coaxial en el vacío cuyos radios son de 1 mm y 2 mm y longitud 2m.
3. Calcular la capacitancia de un capacitor esférico de radios 2 mm y 4 mm respectivamente si el espacio entre los conductores está relleno de aceite, cuya permitividad eléctrica relativa es 4.

4. Calcular la energía almacenada por los condensadores de los ejercicios anteriores si están sometidos a una diferencia de potencial de 100 voltios.

### **Trabajo Autónomo 7 (TA7)**

1. Resolver los cuatro ejercicios de la clase PAE anterior, si los condensadores están rellenos de un dieléctrico cuya permitividad relativa es de 52, y una diferencia de potencial de 50 voltios.
2. En las circunstancias del ejercicio 1, ¿qué cantidad de carga almacenarán cada condensador?