

CAPACIDAD

El condensador.

Dos placas de metal, separadas por un dieléctico o aislador, forman un condensador, o capacitor, o sea un dispositivo que tiene la capacidad de almacenar electricidad, como un exceso de electrones en una de las placas y una deficiencia de ellos en la otra. El tipo de condensador mas usado en la practica consiste en dos tiras de hojas metálicas , separadas por dos tiras de papel impregnado en parafina, arrollada en forma de espiral, formando dos superficies de considerable extensión y muy próxima una de otra. El conjunto, una vez arrollado se sumerge totalmente en parafina caliente.-

En receptores de radio, algunos de los condensadores están constituidos por dos juegos de placas de metal, rígidas, separadas por espacio de aire. Uno de las placas es fija y la otra es móvil, dispuesto de tal modo que sus placas pueden moverse libremente, entrando y saliendo de entre los espacios que se encuentran entre las dos placas.

Existen una variada formas de condensadores según las necesidades, entre ellos : los cerámicos, los de mica, los de poli carbonato, los electrolíticos , etc.-

Supongamos que un condensador C , sea sometido a varios procesos de carga y descarga sucesivos, utilizando una tensión U diferente para cada uno. Si para cada tensión aplicada se mide la carga obtenida para cada proceso y llamando U_1 , U_2 , U_3 U_n a las tensiones aplicadas sucesivamente en cada proceso y q_1 , q_2 , q_3 , , q_n , a las cargas respectivas obtenidas sucesivamente para cada proceso se tendrá

$$\frac{q_1}{U_1} = \frac{q_2}{U_2} = \frac{q_3}{U_3} = \dots = \frac{q_n}{U_n} = C = \text{constante}$$

La magnitud así obtenida se denomina **CAPACIDAD** , y representa la propiedad del condensador de almacenar una cantidad de electricidad, o carga eléctrica entre sus placas. Esta magnitud constante identifica a cada condensador y el valor de aislación de su dieléctico define el campo de aplicación.

Se define como capacidad eléctrica de un conductor al cociente entre la carga y el potencial.

$$C = \frac{q}{V} \Rightarrow = \frac{cb}{V} = (F) \text{ FARADIO} \quad \text{tambien} \quad q = C \cdot U = (cb) \quad \text{y} \quad U = \frac{q}{C} = (V)$$

Se comprueba experimentalmente que la capacidad es constante mientras el conductor se encuentra aislado y alejado de otro conductor, la unidad de capacidad es el FARADIO (F) y se dice que un condensador tiene una capacidad de un Faradio, cuando, sometido a una diferencia de potencial de un volt, es capaz de mantener una carga eléctrica de Coulomb.-,

Las unidades usada mas comúnmente son :

$$1 \text{ MF} = 1 \times 10^{-3} \text{ F}$$

$$1 \mu \text{ F} = 1 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$1 \text{ P F} = 1 \times 10^{-12} \text{ F}$$

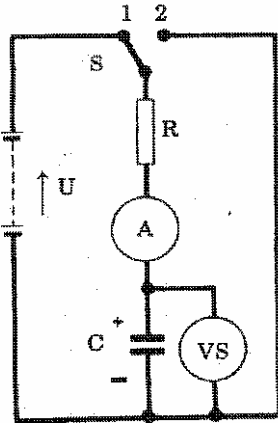
Carga y descarga de un condensador

Un condensador puede considerarse como reservorio de energía eléctrica, prácticamente se puede comprobar por medio de un circuito muy sencillo de una pila , una resistencia y un condensador, además de un galvanómetro muy sensible y un voltímetro, conectados adecuadamente. Al conectar el circuito se verifica una corriente apreciable por el sistema, medido por el galvanómetro, luego disminuye hasta cero, indicando cuando el condensador ha alcanzado el estado de máxima carga. Al mismo tiempo se registra un aumento de la diferencia de potencial sobre el condensador, registrada por el voltímetro llegando también al máximo valor.

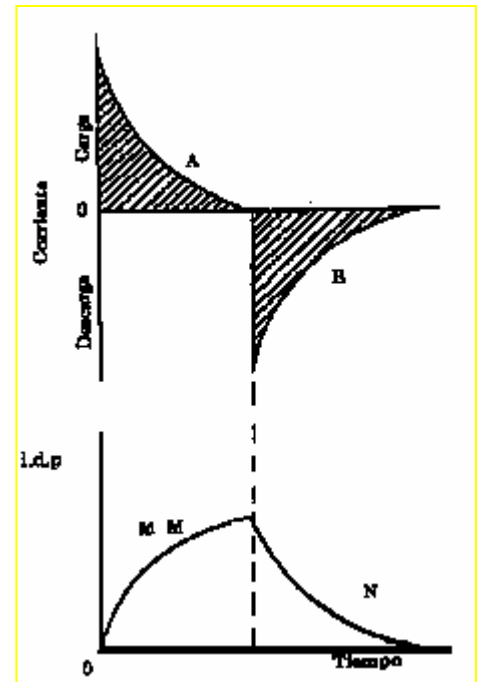
Si ahora ponemos en corto circuito al condensador, excluyendo a la fuente de alimentación, el condensador esta en condiciones de devolver la carga adquirida. Inmediatamente la corriente alcanza igual valor gráfico

Nº 7

máximo que anteriormente, pero la reflexión de la aguja del galvanómetro es en sentido contrario, par volver a cero nuevamente. Al mismo tiempo la diferencia de potencial registrada por el voltímetro disminuye a cero.



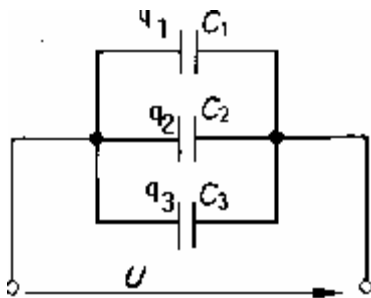
curva de carga y descarga de un condensador



Asociación de condensadores

Conexión paralelo

Consideremos tres condensadores de capacidad C_1 , C_2 , C_3 Faradio respectivamente conectados en paralelo a una fuente de energía, de forma tal que las armaduras de los condensadores tendrán la misma diferencia de potencial U . La carga del C_1 es q_1 , de C_2 es q_2 y de C_3 es q_3 . - La carga obtenida dependerá de la capacidad de cada un de ellos. Analizando el circuito podemos comprobar :



$$q = q_1 + q_2 + q_3$$

$$q_1 = C_1 \times U, \quad q_2 = C_2 \times U, \quad q_3 = C_3 \times U$$

$$q = C_1 \times U + C_2 \times U + C_3 \times U$$

$$q = U \times (C_1 + C_2 + C_3)$$

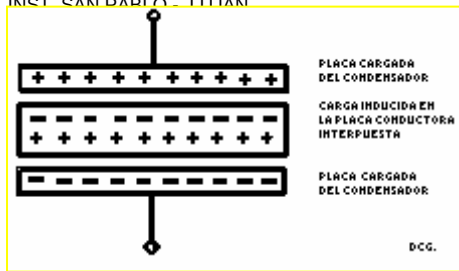
Si el área de la armadura puede ser modificada de obtienen condensadores variables. por la tanto la capacidad total de este sistema será :(1)

Aunque el análisis fue efectuado con tres condensadores solamente, es válido para cualquier número de ellos.

$$C_e = C_1 + C_2 + C_3 \quad (1)$$

Condensadores conectados en serie.

Antes de comenzar a considerar el efecto de la conexión de condensadores en serie es oportuno efectuar algunas consideraciones sobre cargas inducidas. A través de sencillas experiencias realizadas, se demuestra que sí se acerca un cuerpo conductor descargado a otro cuerpo cargado, dentro del primero tiene lugar un movimiento de cargas, acumulándose del lado del cuerpo cargado las cargas de signo diferente al de este y del lado opuesto, la que tiene su mismo signo. Estas cargas así separadas, son cargas inducidas.-



Aunque el análisis fue efectuada para tres condensadores solamente es valido para cualquier número de ellos. El método más sencillo para someter un conductor a la influencia de cuerpos cargados, consiste en introducir una placa conductora entre las placas de un condensador con placas paralelas, de manera que pueda suponerse que la totalidad del campo eléctrico pasa a través de la placa conductora. Las cargas de las placas del condensador atraen a las cargas de signos opuestos de la

placa interpuesta entre éstas. Este movimiento de cargas continua hasta que las cargas inducidas sobre las caras de la placa interpuesta suman la misma cantidad que las cargas de las placas correspondientes del condensador. Efecto producido en una placa conductora interpuesta entre las placas de un condensador de placas paralelas cargada.

Esto ocurre cuando la fuerza por unidad de carga o intensidad del campo eléctrico, dentro del conductor se hace igual a cero.

Cuando se conectan dos condensadores en serie, la f.e.m. aplicada provoca la acumulación de cargas en las placas conectadas a la fuente externa. Las placas intermedias se cargan debido a las cargas inducidas que se mueven dentro de esa parte del sistema, de modo que en cada placa se conserva el equilibrio de cargas. Esto se compara con el movimiento dentro de la placa descrita anteriormente, excepto por el hecho de que las superficies de dicha placa han sido separadas dejando solamente un alambre de conexión entre ellas. Es fácil advertir que en la conexión en serie la carga de cada placa es numéricamente igual a la carga de las demás.

Considérense tres condensadores conectados en serie, de capacidad C_1 , C_2 y C_3 (Faradio), respectivamente; cada uno de ellos adquiere la diferencia de potencial U_1 , U_2 , y U_3 , también respectivamente, siendo U (V) la tensión total aplicada.

Cuando se conecta el circuito, una carga Q se mueve por el circuito y cada capacitor adquiere una carga Q .

Por lo tanto

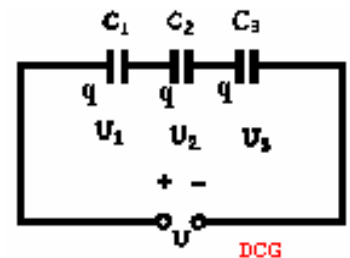
$$Q = U_1 \cdot C_1 = U_2 \cdot C_2 = U_3 \cdot C_3$$

Si "Ceq" es la capacidad equivalente del circuito, será

$$Q = U \cdot C_{eq}$$

Por la segunda Ley de Kirchhoff

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$



$$U = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} = Q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right) = Q \cdot \frac{1}{C_{eq}}$$

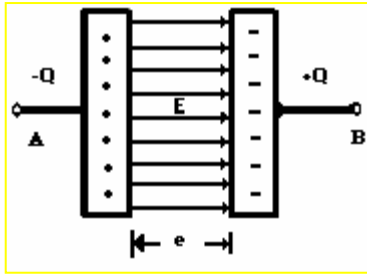
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

Aunque este análisis fue realizado sobre tres condensadores únicamente, los resultados son válidos para cualquier número de ellos.

En particular para dos condensadores se tiene la siguiente expresión.-

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad \dots \gg \gg \quad C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} ; \quad Q = C \cdot U = \frac{U \cdot C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Relación entre la capacidad y las dimensiones de un condensador.



El condensador típico es el de placas planas, paralelas, que está construido con dos placas metálicas paralelas, planas, enfrentadas, conservando entre ellas una distancia e . (Fig. 1). El espacio entre las placas está constituido por un dieléctrico, que puede ser aire o algún material aislante. La distancia e que separa las placas es muy pequeña en relación con las dimensiones de las placas.

En el espacio comprendido entre las placas, cuando se aplica una tensión a los terminales A y B, se establece un campo eléctrico que posee todas las propiedades de los campos eléctricos y al que son aplicables todas las consideraciones descriptas anteriormente. El

campo de este condensador se encuentra totalmente localizado entre las placas y se considera uniforme. En los bordes de las placas existe una pequeña deformación que, cuando la distancia " e " es muy pequeña (como normalmente ocurre en la práctica) es totalmente despreciable, aunque se puede calcular los valores correspondientes. donde :

S: superficie de las placas del condensador (m^2)

Q: Carga de cada una de las placas (Cb)

ϵ : Constante dieléctrica y e : separación entre placas

Es evidente que el espesor de la placa no tiene ninguna importancia, por lo que se puede construir tan delgada como se quiera.

La placa de la izquierda actuará como inductor y la placa de la derecha como inducido, cargándose de esta manera la primera positivamente con cualquier fuente de energía eléctrica; por inducción aparecerán cargas negativas, y entre ambas se formará un campo eléctrico de líneas paralelas entre sí y perpendiculares a la placa.

Si desarrollamos el análisis considerando la intensidad de campo eléctrico, la densidad de carga superficial y la diferencia de potencia que forma llegamos a las siguientes expresiones :

Es decir que la capacidad de un condensador será mayor cuanto mas grande sea la superficie

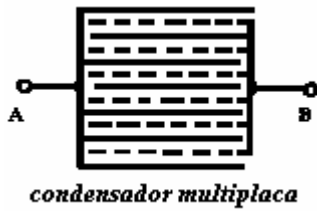
$$C = \frac{q}{V} \quad \text{-----}>> \quad C = \frac{q}{\frac{4\pi q e}{\epsilon \cdot S}} \quad \text{-----}>>> \quad C = \frac{\epsilon \cdot S}{4 \pi e}$$

enfrentada de las armaduras S (cm^2), cuanto mayor sea la constante dieléctrica del material colocado entre las placas y cuanto mas cercas estén una de otra, es decir cuanto menor sea " e (cm)". Hay que aclarar que la expresión de capacidad obtenida es una dimensión lineal, de modo que encontrara expresada en centímetros. Para obtener la unidad practica debe aplicarse un equivalente, transformarse en microfaradios, siendo este valor de 9×10^5 , lo que equivale decir que el valor de capacidad resultante de la formula anterior se la debe dividir por : " 900.000." para expresarlo en micro faradio.-

La expresión de la capacidad es valida cuando las armaduras no están formadas por un plano único, sino que están arrolladas sobre sí mismo . Siendo esta la forma constructiva mas generalizada. Para un espesor del dieléctrico reducido se puede aplicar la formula general del condensador plano. Debe aclararse que la superficie a tomar en cuenta es la enfrentada entre las dos armaduras, no interviniendo las partes que no estén en tales condiciones.

Capacidad del condensador multiplaca.

Supóngase que un condensador está constituido por "n" placas paralelas, conectadas en forma alternada, como muestra la figura. El condensador de la figura está formado por siete placas, cuatro conectadas a A, tres conectadas a B. Se ve que cada lado de las tres placas conectadas a B está en



contacto con el dieléctrico, mientras que solo un lado de las placas exteriores está en contacto con el. En consecuencia, la superficie útil de cada juego de placas es $6 \cdot A$ (m²).

Para n placas, la superficie útil de cada juego de placas es $(n - 1) A$ (m²) por lo tanto la capacidad de un condensador de n placas es

$$C = \frac{\epsilon \cdot (n - 1) S}{4 \pi e}$$

ENERGÍA ALMACENADA EN UN CONDENSADOR.

En un condensador, la diferencia de potencial entre sus conductores es directamente proporcional a la carga que adquieren ($V = Q/C$).

En el proceso de carga, el condensador comienza descargado o ($Q = 0$), y termina con el valor " Q ". Por lo tanto, la diferencia de potencial varía desde el valor cero hasta " V ", y su valor medio

es " $\frac{1}{2} V$ ". Ahora bien, el trabajo necesario W para trasladar la carga total " Q ", a través de una diferencial de potencial media, pero constante, $\frac{1}{2} V$ es $W = Q (\frac{1}{2} V)$.

Por consiguiente, la energía eléctrica (W) almacenada en la carga de un condensador viene dada por:

$$W = \frac{1}{2} QV \quad ; \quad W = \frac{1}{2} CV^2 \quad ; \quad W = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \quad \text{teniendo en cuenta que } Q = CV$$

en donde W se mide en Joule (J); Q en culombios (Cb), V en voltios (V) y C en faradios (F).

Expresiones útiles para al calculo de distintos condensadores

Condensador cilíndrico

$$C = K \frac{L}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$$

Donde:

- K : es una constante de proporcionalidad
- L : es la longitud del condensador
- $\ln$: logaritmo natural
- r_1 : radio menor
- r_2 : radio mayor

Condensador dos cilindros paralelos

$$C = \frac{L \epsilon}{4 \ln 2 \frac{a}{r}}$$

Donde :

- C = capacidad a calcular
- L = longitud de los cilindros

ϵ = constante dieléctrica

$\ln$ = logaritmo natural

a = separación entre los dos cilindros

r = radio del cilindro

Condensador un cilindro y un plano paralelo

Donde :

$$C = \frac{L \epsilon}{2 \ln 2 \frac{a}{r}}$$

C = capacidad a calcular

L = longitud de los cilindros

ϵ = constante dieléctrica

$\ln$ = logaritmo natural

a = separación entre los dos cilindros

r = radio del cilindro

XX

INDICE

MODULO N° 4	1
CAPACIDAD	1
El condensador.	1
Carga y descarga de un condensador	1
Asociación de condensadores.....	2
<u>Conexión paralelo</u>	2
<u>Condensadores conectados en serie.</u>	2
<u>.Relación entre la capacidad y las dimensiones de un condensador.</u>	4
<u>Capacidad del condensador multiplaca.</u>	4
ENERGÍA ALMACENADA EN UN CONDENSADOR.	5
Expresiones útiles para al calculo de distintos condensadores	5
<u>Condensador cilíndrico</u>	5
<u>Condensador dos cilindros paralelos</u>	5
<u>Condensador un cilindro y un plano paralelo</u>	6