

TEMA 4

CONDENSADORES

CONDENSADORES

Un condensador es un componente que tiene la capacidad de almacenar cargas eléctricas y suministrarlas en un momento apropiado durante un espacio de tiempo muy corto.

En el primer tema recurrimos al símil hidráulico para comprender mejor la función que desempeñan los diferentes componentes electrónicos; en este caso podríamos pensar en los condensadores como depósitos de agua de reserva intercalados en la red que garantizan el suministro en caso de cortes de agua.

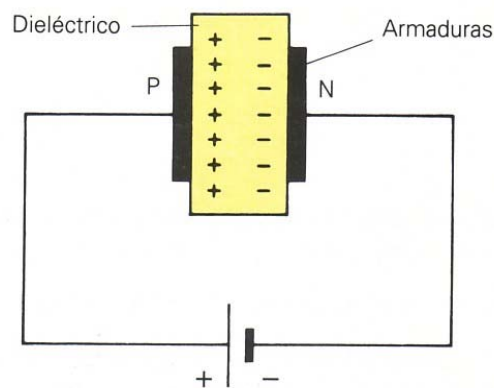
Aplicaciones

Su empleo en circuitos eléctricos y electrónicos es muy variado, por ejemplo: filtrado de corriente, circuitos osciladores, temporizadores, sintonizadores de emisoras, encendidos electrónicos, evitar el paso de la corriente continua de un circuito a otro, etc.

El condensador se comporta como un circuito abierto cuando se le aplica corriente continua, y si es alterna actúa como circuito cerrado, que permite el paso de la corriente en un solo sentido, esta propiedad se emplea para el filtrado de la corriente alterna.

Constitución

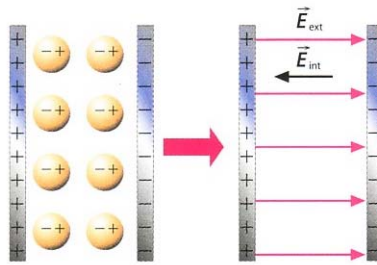
Constan de dos placas metálicas (armaduras) enfrentadas y separadas por un aislante polarizable (dieléctrico), como aire, papel, cerámica, mica, plásticos, etc.



El hecho de que el dieléctrico sea aislante significa que no permite que las cargas que llegan hasta el condensador lo atraviesen; sin embargo, el hecho de ser un material polarizable indica que sus moléculas al estar en un campo eléctrico se orientan en forma de dipolos de modo que el polo negativo se ve atraído por la placa cargada positivamente y viceversa.

Estas placas se van llenando de cargas positivas y negativas respectivamente, hasta alcanzar el mismo potencial de la fuente. Si la tensión de la fuente baja, el

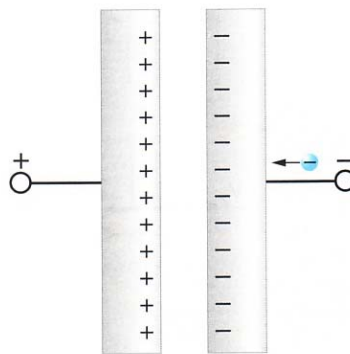
condensador cede sus cargas hasta igualar la tensión, de esta forma el campo eléctrico externo e interno se igualan.



CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDENSADORES

Capacidad

Es la propiedad de almacenar cargas eléctricas al estar sometidos a una tensión.



La capacidad de un condensador puede variar en función de:

- a) La distancia de las placas
- b) El número de placas
- c) El dieléctrico
- d) La temperatura

Su cálculo se realiza al tener en cuenta la relación existente entre las cargas almacenadas y la tensión.

$$C = Q / V$$

Siendo: C = Capacidad en faradios.

Q = Carga almacenada en culombios.

V = Diferencia de potencial en voltios

La unidad fundamental de capacidad es el faradio, es la que usaremos siempre a la hora de trabajar en ejercicios, pero como esta unidad es muy grande para las capacidades normales de los condensadores, se emplean los submúltiplos del faradio.

Microfaradio $\mu F = 10^{-6} F$ Nanofaradio $n F = 10^{-9} F$ Picofaradio $p F = 10^{-12} F$

Energía en un condensador

Para determinar la energía acumulada en un condensador basta con tener en cuenta su capacidad y la tensión a la que está alimentado.

$$E = C \cdot V^2 / 2$$

Como siempre, para trabajaremos con las unidades fundamentales en el sistema internacional; es decir, para que obtener la energía en Julios debemos trabajar con la capacidad en faradios y la d. d. p. en voltios.

Coeficiente de temperatura

Como todos los elementos electrónicos, se ve afectado por la temperatura, y al aumentar esta, disminuye su capacidad.

TIPO DE CONDENSADOR	COEFICIENTE DE TEMPERATURA (tanto por mil °C)
Mica	+0,1
Papel	+0,5
Plástico	-0,15
Película de poliéster	+0,3
Poliéster metalizado	+0,3
Policarbonato metalizado	+0,3
Electrolítico de aluminio	+1 o +5
Electrolítico de tántalo	+1

Corriente de fuga

Si mantenemos cargado un condensador durante largo tiempo, a través del dieléctrico hay un paso de electrones llamado corriente de fuga, disminuyendo así la capacidad del condensador. Por ello, el dieléctrico debe tener gran resistencia de aislamiento, que disminuye con el aumento de la humedad y de la temperatura. Los más afectados son los de papel, mica y cerámicos, por este orden.

Hay que tener en cuenta que no debemos colocar los condensadores cerca de ninguna fuente de calor, ni de humedad, ni aplicarles una tensión excesiva.

MATERIAL	CONSTANTE DIELÉCTRICA	RIGIDEZ DIELÉCTRICA
Aire	1	1,00 059
Papel	2 a 2,8	40 a 100
Presspan	3,2 a 3,8	100 a 400
Mica	4,5 a 5,5	600 a 700
Macanita	2,3 a 2,5	200 a 400
Madera	2,5 a 4,8	30 a 60
Porcelana	4,5 a 6,5	200 a 300
Vidrio	5 a 12	60 a 120
Baquelita	5,5 a 8,2	230
Ebonita	2,5 a 3,2	230

Tensión en los condensadores

Existen varias tensiones que caracterizan a un condensador, pero a continuación sólo vamos a detallar las más significativas.

Tensión de prueba, suele ser el doble o el triple de la tensión a la que normalmente va a trabajar el condensador, se emplea para comprobar las características de los aislantes.

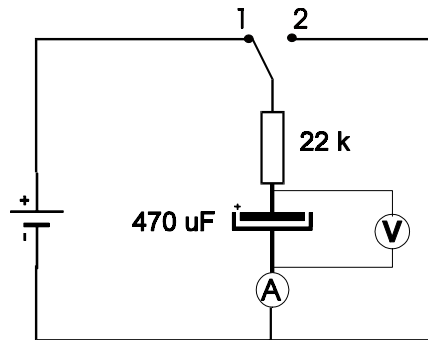
Tensión de trabajo, es la máxima tensión a la que se le puede hacer trabajar permanentemente al condensador sin que se deteriore.

Tensión de pico, es la máxima tensión a la que se le puede hacer trabajar durante intervalos cortos de tiempo, generalmente viene en minuto por hora de funcionamiento.

TIPO DE CONDENSADOR	VALORES	TENSIONES MÁXIMAS DE TRABAJO	TOLERANCIAS
Mica	2 pF a 22 nF	250 a 4.000 V	0,5 a 20 %
Papel	1 nF a 10 uF	250 a 1.000 V	5 - 10 - 20 %
Poliestireno	10 pF a 4,7 nF 4,7 pF a 22 nF	25 a 63 V 160 a 630 V	+/- 1pH (<50pF) 2,5 - 5 - 10 %
Poliéster	4,7 nF a 1,5 uF 1 nF a 470 nF	100 a 160 V 400 a 1.000 V	5 - 10 - 20 %
Poliéster metalizado	47 nF a 10 uF 10 nF a 2,2 uF 10 nF a 470 nF	63 a 100 V 250 a 400 V 630 a 1.000 V	5 - 10 - 20 %
Policarbonato metalizado	47 nF a 10 uF 10 nF a 2,2 uF 10 nF a 470 nF	63 a 100 V 250 a 400 V 630 a 1.000 V	5 - 10 - 20 %
Cerámico (I)	0,56 pF a 560 pF 0,47 pF a 330 pF	63 a 100 V 250 a 500 V	2 - 5 - 10 %
Cerámico (II)	4,7 nF a 470 nF 220 pF a 22 nF 100 pF a 10 nF 470 pF a 10 nF	15 a 50 V 63 a 100 V 250 a 500 V 1.000 V	(-20 + 50 %) (-20 + 80 %) +/- 20 % (-20 + 50 %)
Electrolítico de aluminio	100 a 10.000 uF 2,2 a 4.700 uF 0,47 a 2.200 uF 2,2 a 220 uF	4 a 10 V 16 a 40 V 63 a 160 V 200 a 450 V	(-10 +50 %) (-10 +100 %) (-20 + 30 %) (-10 + 50 %)
Electrolítico de tantalio	2,2 a 100 uF 220 nF a 22uF	3 a 10 V 16 a 40 V	+/- 20 % (-20 + 50 %)

CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR

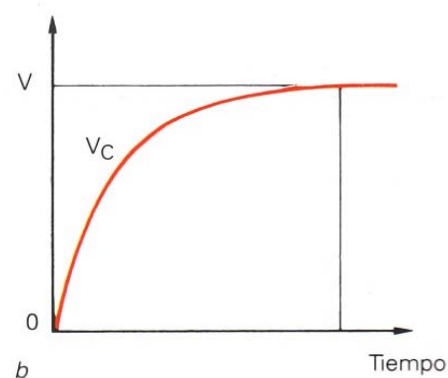
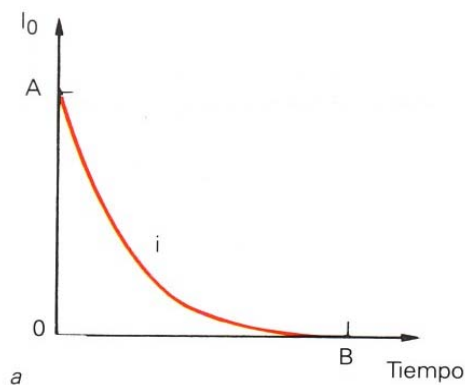
Para detallar el proceso de carga y descarga del condensador, nos apoyaremos en el circuito que se detalla a continuación.



Disponemos de una fuente de tensión, en este caso una batería, un condensador y una resistencia, que llamaremos de carga. Todo ello conectado convenientemente con un conmutador forma dos circuitos, 1, que será el circuito de carga y 2, que será el circuito de descarga.

Carga

Con el conmutador en la posición 1, llega la corriente a través de la resistencia, en el primer instante la intensidad alcanza su valor máximo, y a medida que se va cargando el condensador, va aumentando la tensión en él y la intensidad va disminuyendo.



Cuando la tensión en el condensador alcanza el valor de la tensión de la batería, quedan al mismo potencial, por lo tanto deja de circular corriente.

Como verás las curvas de carga de un condensador en función del tiempo son curvas exponenciales. Para poder calcular el valor de la carga almacenada por el condensador en un instante cualquiera debemos aplicar la relación:

$$Q = C \cdot V \cdot (1 - e^{-t/R \cdot C})$$

En realidad nunca llega a cargarse por completo, ya que tienen pérdidas de carga. En teoría se considera cargado cuando ha transcurrido un tiempo (t), que viene determinado por la siguiente fórmula:

$$t = 5 \cdot (R \cdot C)$$

Siendo: R = Resistencia empleada para la carga, en ohmios

C = Capacidad del condensador en faradios

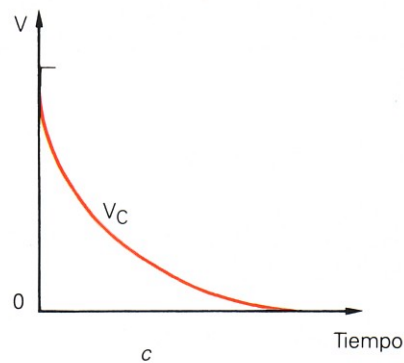
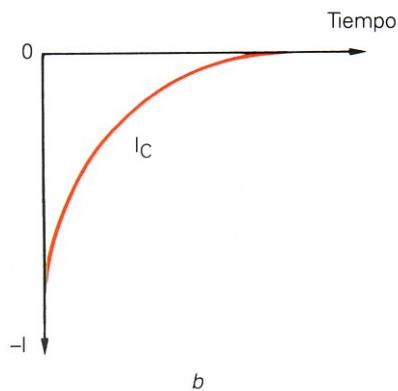
La constante de tiempo ($R \cdot C$) es el que tarda el condensador en almacenar un 63,2 % de la carga máxima.

Descarga

Para conseguir la descarga, pasaremos el conmutador a la posición 2.

En el instante inicial la tensión desciende rápidamente, existe también un gran paso de corriente que aparecerá con valores negativos, pues está circulando en sentido contrario al de carga.

La tensión disminuye hasta hacerse nula, como no existe d. d. p., también se hará nula la intensidad.



TIPOS DE CONDENSADOR

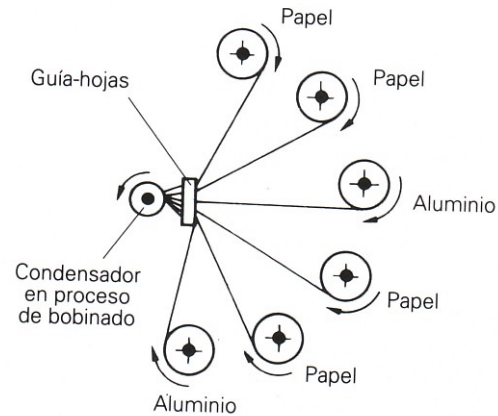
El dato más importante de un condensador es su capacidad, ésta puede ser fija, variable o ajustable (trimers).

1.- Condensadores fijos

Se clasifican en función del dieléctrico utilizado:

De papel

Suelen fabricarse con el arrollamiento de un dieléctrico de papel impregnado entre dos hojas metálicas que suelen ser de aluminio.



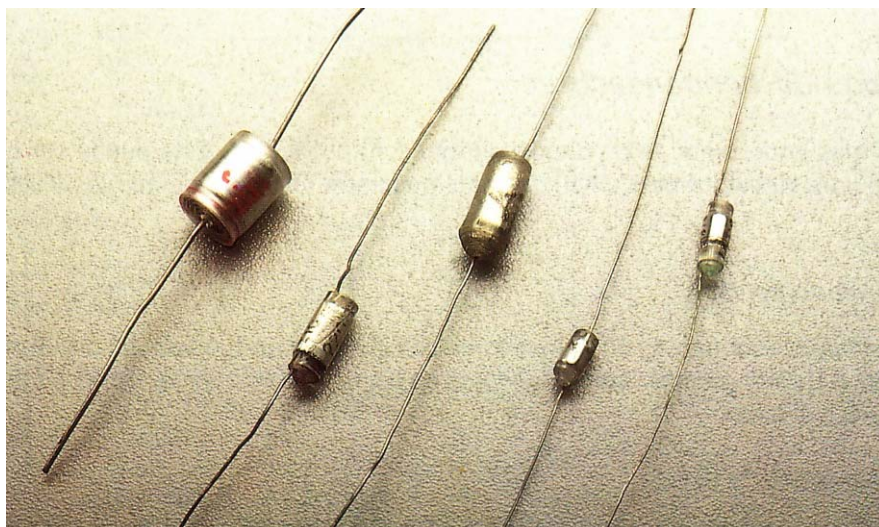
El conjunto queda cerrado en una resina termoplástica moldeada, con los terminales de conexión embebidos.



Se utilizan en el arranque de motores y en la compensación de potencias reactivas.

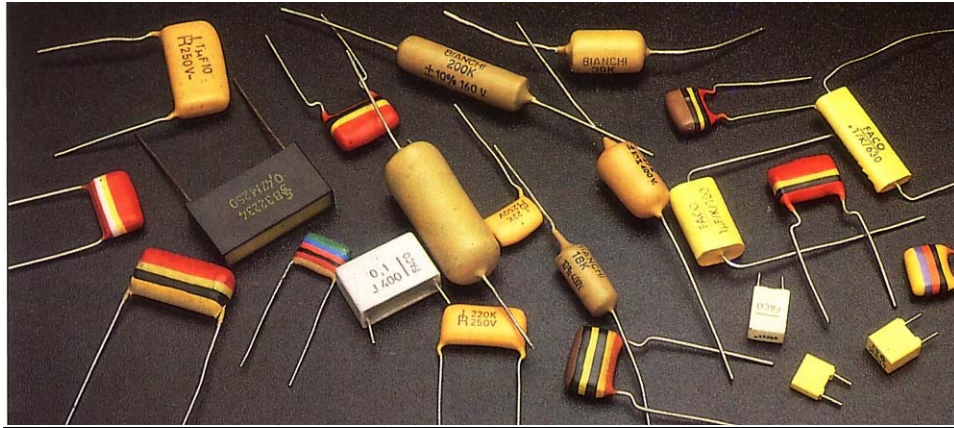
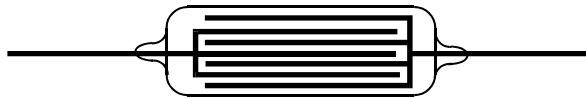
De plástico

Generalmente se fabrican de poliestireno. El proceso de fabricación es idéntico a los de papel, intercalando en este caso capas de poliestireno y papel de aluminio. Tienen elevada resistencia de aislamiento y bajas pérdidas dieléctricas.



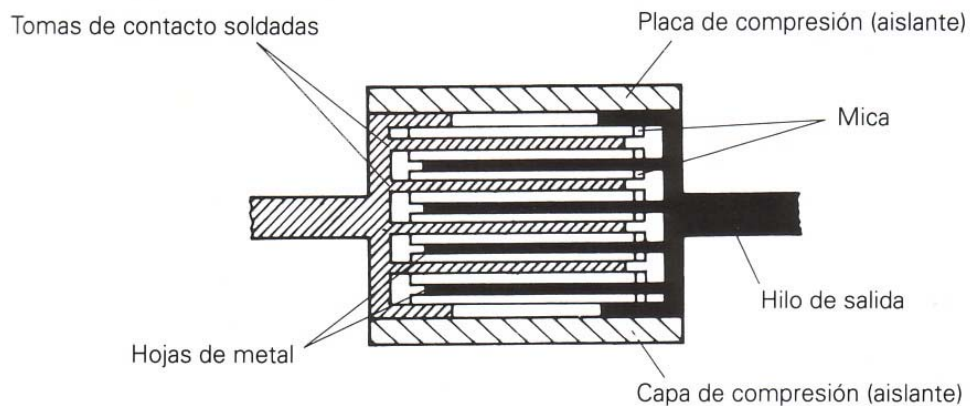
Poliéster metalizado

Sustituyen a los de papel. Para la reducción de tamaño, se sustituyen las cintas de aluminio por un metalizado superficial de las hojas de poliéster. Suelen tener forma cúbica. Tienen propiedades autorregenerativas, si se perforan por sobretensión. Dentro de este grupo están los de policarbonato metalizado, que son de mayor calidad.



Mica

Formado por un apilado de láminas de mica y hojas de cobre, latón, estaño o aluminio. Empleados en circuitos de filtrado, sintonía y paso de radiofrecuencia.

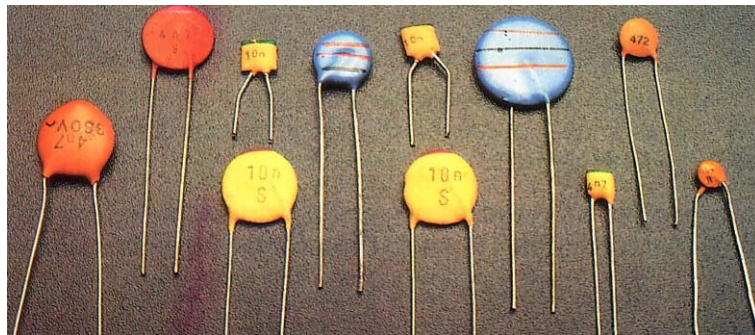


Vidrio

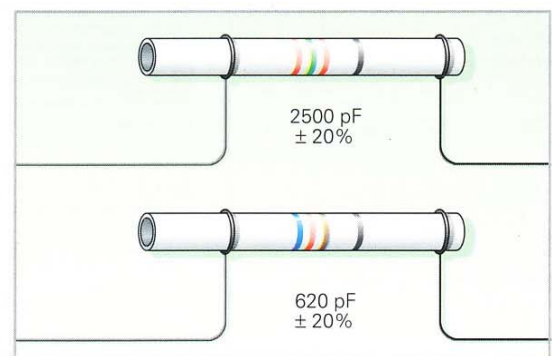
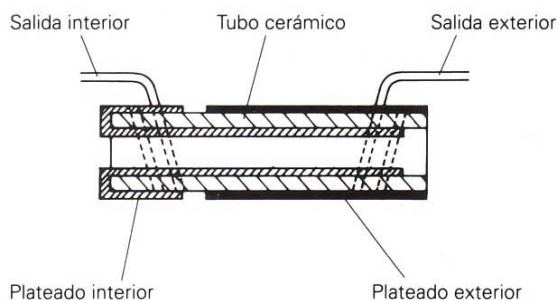
Se fabrican a partir de cintas de vidrio sobre las que se colocan otras de aluminio, a continuación se calientan y se las somete a presión para obtener una masa compacta y estanca.

Cerámicos

Son silicatos mezclados con óxidos metálicos y otros alcalinos y alcalino-térreos. Se fabrican en forma de disco y tubo. Son los más cercanos al condensador ideal. Tienen una constante dieléctrica muy elevada, que permite obtener condensadores pequeños y con gran capacidad.

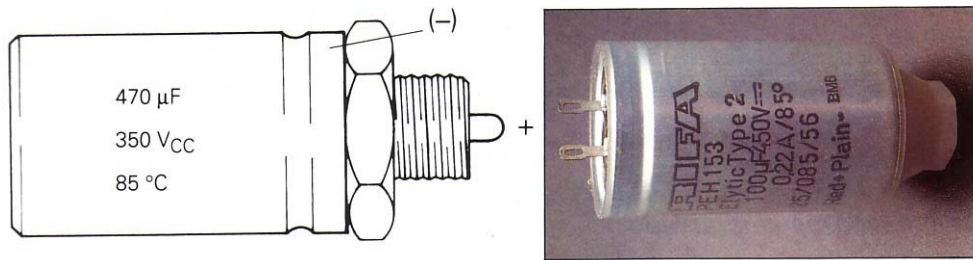


Los condensadores cerámicos se presentan con dos formatos comerciales, en forma de disco como los de la foto superior y en forma tubular como se detalla a continuación.

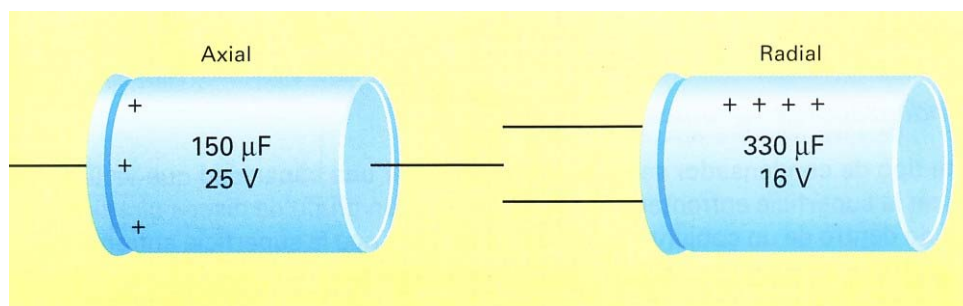


Electrolíticos

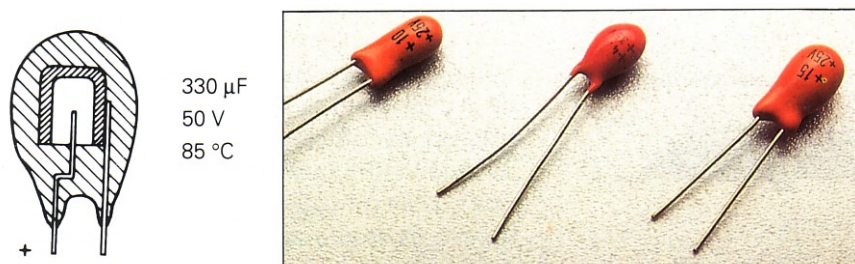
Ofrecen más capacidad en menos volumen y tienen polaridad. Pero si se aumenta la tensión de trabajo o no respetamos la polaridad, el dieléctrico se perfora y se destruye el condensador. Se emplean para grandes capacidades.



a) De aluminio: El dieléctrico es una capa de óxido de aluminio que impregna el papel que separa las láminas de aluminio. Tiene un elevado factor potencia, alta corriente de fuga, resistencia de carga alta, tolerancia elevada y se ven fuertemente afectados por la temperatura.



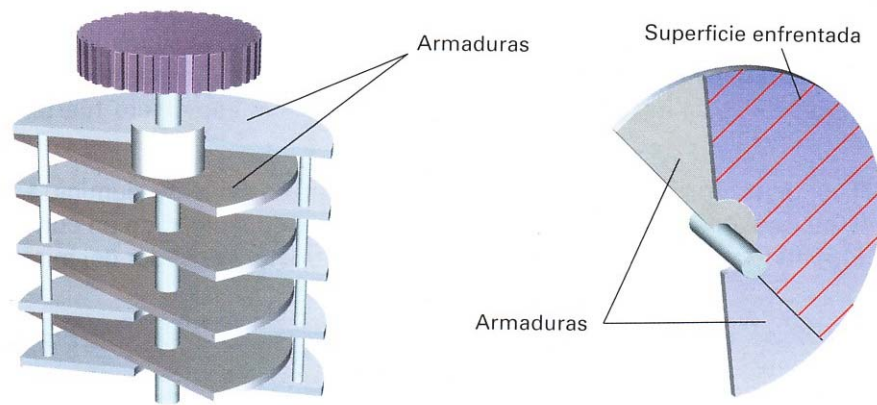
b) De tántalo: El dieléctrico es óxido de tántalo, que es un electrolito sólido que ayuda a aumentar la corriente dieléctrica. Tiene poca corriente de fuga y tensiones de trabajo pequeñas, menores de 40 V.



2.- Condensadores variables

Se caracterizan por tener una capacidad que varía al modificar la superficie enfrentada entre sus placas. Podemos tener tres posibilidades para variar la capacidad:

- Variar la superficie de armaduras enfrentada
- Variar la separación de las armaduras
- Variar el tipo de dieléctrico

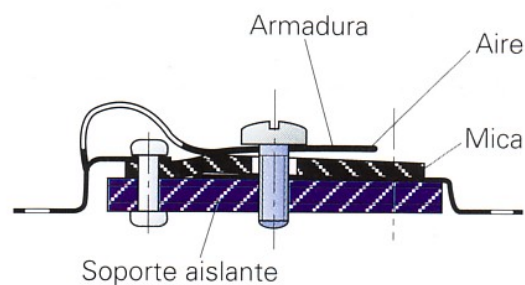


Se emplean en circuitos oscilantes y para sintonizar emisoras de radio.

3.- Condensadores ajustables

Dentro de los condensadores variables, podríamos realizar otra clasificación, los *condensadores ajustables*, en los que se puede regular la capacidad.

Se conocen como *trimers* y pueden ser de mica, de aire o cerámicos. Generalmente se ajustan una sola vez para dejarlos fijos en el circuito.



IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDENSADORES

Al igual que ocurre con las resistencias, en muchos condensadores se indica su valor a través de unas bandas coloreadas o puntos de color.

El orden de lectura de las franjas varía de un condensador a otro. Esto indica que la primera franja no tiene por que ser la primera cifra, sino que puede indicar la tolerancia. Como la tendencia es a indicar los valores de forma numérica, no haremos especial hincapié en este apartado, puesto que para su identificación hay que consultar las tablas de fabricantes.

Cuando vienen tres cifras impresas, casi siempre se hace referencia a la unidad de picofaradio.

CÓDIGO DE COLORES PARA CONDENSADORES							CONDENSADORES	
A	B	C	D	T	TC	V		
1ª cifra	2ª cifra	3ª cifra	Multiplicador	Tolerancia	Coef. de temperatura	Tensión		
0	0	0	x 1	± 20%	0	100 V		
1	1	1	x 10	± 10%	- 33 x 10^-6	250 V		
2	2	2	x 100	± 5%	- 75 x 10^-6	400 V		
3	3	3	x 1.000	± 2%	- 150 x 10^-6	630 V		
4	4	4	x 10.000	± 1%	- 220 x 10^-6			
5	5	5	x 100.000	± 1 pF	- 330 x 10^-6			
6	6	6	x 1.000.000	± 0,5 pF	- 470 x 10^-6			
7	7	7	≡ x 0,1	± 0,25 pF	- 750 x 10^-6			
8	8	8	≡ x 0,01	± 0,1 pF	150 ÷ -1500 x 10^-6			
9	9	9			100 ÷ -750 x 10^-6			

--	--	--	--	--	--	--

ASOCIACIÓN DE CONDENSADORES

Al igual que las resistencias, los condensadores pueden asociarse de diferentes formas: en serie, en paralelo y mixto.

Serie

Al igual que las resistencias, se dice que están acoplados en serie, cuando al terminal de salida de uno, se le une el de entrada de otro, y así sucesivamente.

La intensidad que llega a cada condensador es la misma. Podemos decir, por tanto, que la carga que tendrá cada uno es la misma.

$$Q_t = Q_{C1} = Q_{C2} = Q_{C3} = \dots$$

Sin embargo las tensiones serán diferentes, **la tensión total se repartirá entre los condensadores en función de su capacidad.**

$$V_t = V_{C1} + V_{C2} + V_{C3} + \dots$$

$$V_{C1} = Q_t / C_1 \quad V_{C2} = Q_t / C_2 \quad V_{C3} = Q_t / C_3$$

La fórmula que nos ayudará en el cálculo de la capacidad total o equivalente en el acoplamiento de condensadores en serie es:

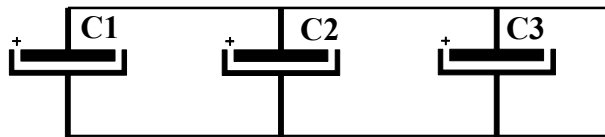
$$1/C_t = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + \dots$$

Observa que la capacidad total o combinada es menor que la más pequeña de un acoplamiento en serie.

Los condensadores en serie se agrupan igual que las resistencias en paralelo. Una vez aplicada la relación anterior que nos da el valor de $1/C_t$, debemos hacer la inversa del resultado para llegar a C_t que es el valor que deseamos calcular.

Paralelo

Cuando todas las entradas van unidas y a la vez también las salidas, se dice que están conectados en paralelo.



La tensión en todos los condensadores será la misma, igual a la suministrada por la fuente que los carga.

$$V_t = V_{C1} = V_{C2} = V_{C3} = \dots$$

La carga de cada condensador estará entonces en función de su capacidad.

$$Q_{C1} = C_1 \cdot V_t \quad Q_{C2} = C_2 \cdot V_t \quad Q_{C3} = C_3 \cdot V_t$$

La capacidad total o equivalente será igual a la suma de las capacidades de cada condensador.

$$C_t = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$