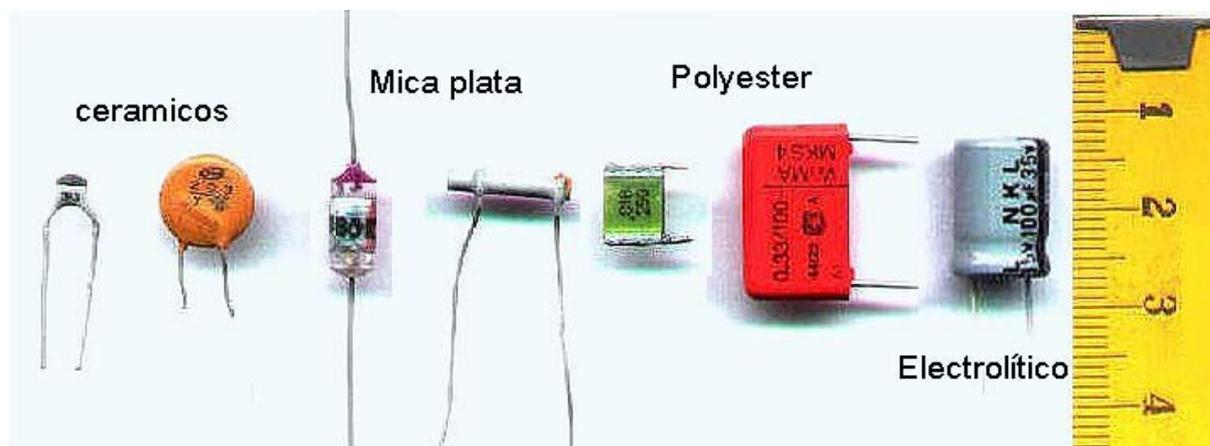


CAPACITORES

Un capacitor o 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 la figura siguiente se pueden observar muestras de cada tipo de capacitor



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.

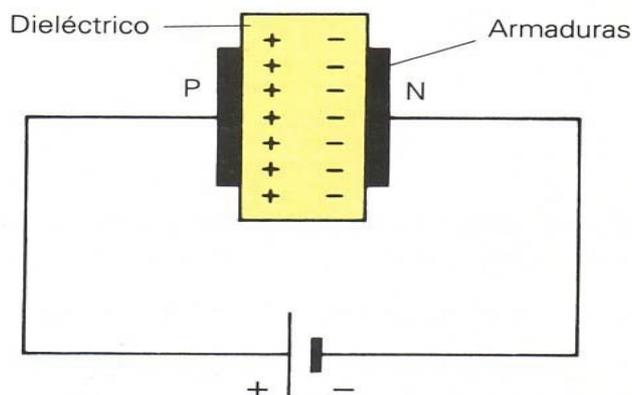
Aplicaciones

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

Cada vez que se enfrenten dos metales separados por un dieléctrico, (Aislante) se forma un

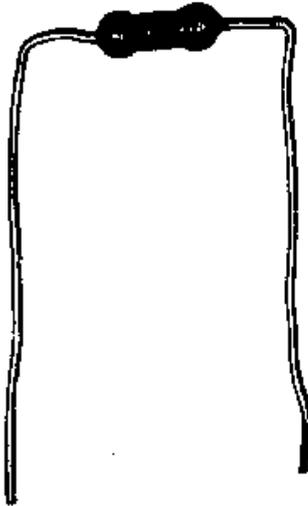


capacitor. Lo más normal es el capacitor de placas paralelas

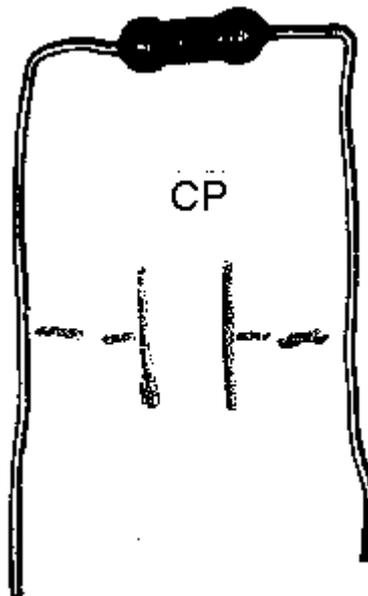
En el cual el aislante o (dieléctrico), puede ser aire, papel, cerámica, mica, plásticos, etc.

Pero como se dijo donde quiera que se enfrenten dos metales o conductores, separados por un aislante se forma un capacitor

Por ejemplo en el resistor que a continuación se muestra los terminales del mismo son metales que están separados por aire que es dieléctrico



Por lo tanto entre los mismos se forma un capacitor parásito en paralelo con el resistor

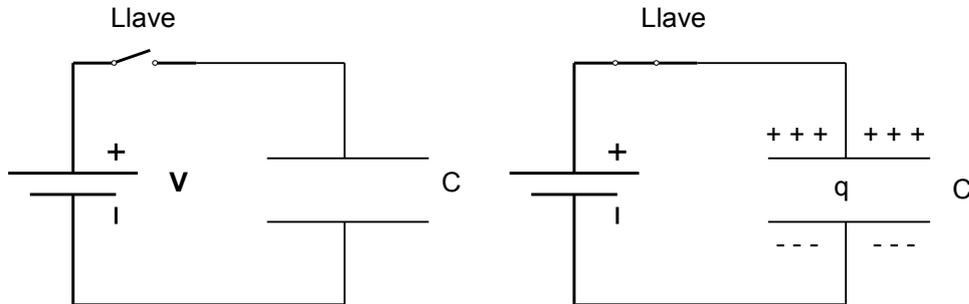


Pero por ahora no hay que preocuparse pues dichos capacitores son de valores muy pequeños y solo se siente su efecto para muy altas frecuencias

Capacitores, /2

Un capacitor es formado por dos conductores separados por un aislante, (dieléctrico)
El vacío o el aire también pueden ser dieléctricos.

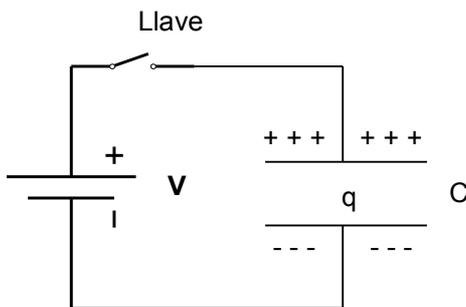
Capacitor conectado a una batería



Cuando cerramos la llave el terminal positivo de la batería atrae electrones de la placa superior y la deja cargada positivamente.

En cambio el terminal negativo de la batería inyecta electrones a la placa inferior y la deja cargada negativamente.

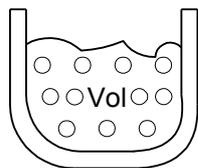
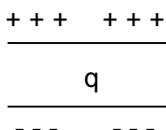
La magnitud de la carga con que se carga el capacitor se calcula con la siguiente fórmula: $q = C \cdot V$



Esta situación perdura aunque se abra la llave, debido a que las cargas eléctricas no pueden escapar por el aislante

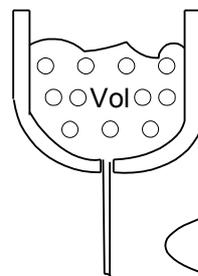
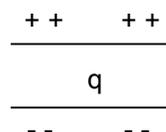
Los capacitores integrados ocupan poco espacio, por eso por su propiedad de almacenar cargas eléctricas las memorias dinámicas se construyen con pequeños capacitores integrados

Analogía con el sistema hidráulico



Un capacitor se comporta como un tanque lleno de líquido en el cual la carga eléctrica es análoga al Volumen del líquido

q análogo a Vol



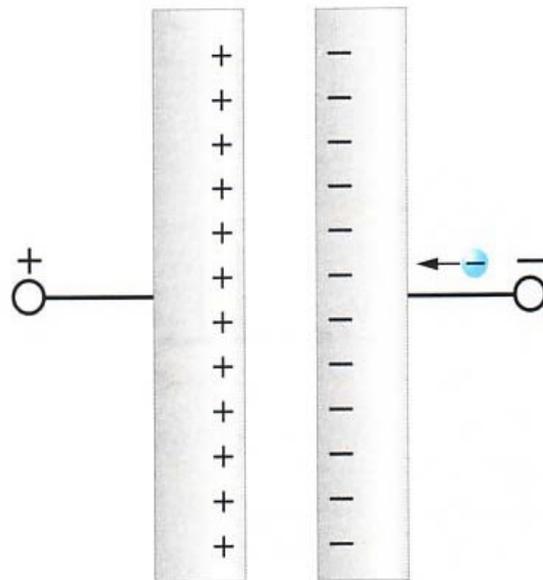
Los capacitores integrados que conforma a las memorias dinámicas no se construyen con aislantes perfectos, por lo tanto tiene pérdidas. En el dibujo la analogía es el tanque con una perforación por la cual escapa el líquido

Por lo tanto dichos capacitores necesitan ser recargados, operación que se denomina "Refresco de la memoria"

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 medida en faradios.

Q = Carga almacenada medida en culombios.

V = Diferencia de potencial medida 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.

Milifaradio mf = 10^{-3} F

Microfaradio μ F = 10^{-6} F

Nanofaradio n F = 10^{-9} F

Picofaradio p F = 10^{-12} F

Capacitor Plano

La capacidad de un condensador de placas metálicas planas paralelas de área **A** y separación **d** está dada por la expresión siguiente en la cual:



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

de las constantes especiales podemos nombrar:

ϵ_0 : permitividad del vacío, cuyo valor es 8.85×10^{-12} F/M

k : permitividad relativa del material dieléctrico entre las placas.

($k=1$ para el vacío, $k>1$ para todos los materiales, aproximadamente $=1$ para el aire)

Constante Dieléctrica Relativa

Aquí vemos algunos ejemplos de materiales comunes

Substancia	Constante dieléctrica	Substancia	Constante dieléctrica
Aire y gases	1,0	Ebonita	2,8
Aceite de ricino	4,6	Flint	6,6-9,9
Aceite mineral	2,7	Goma laca	3,1
Agua destilada	80,0	Ipertrolitul	2,5
Alcohol	15-30	Mármol	8,0
Bakelita	5,0	Mica	5,7-8,0
Calán	6,6	Micalex	8,0
Calit	6,5	Papel	1,5
Caucho	2,1-2,9	Papel parafinado	3,7
Celuloide	4,1	Parafina	2,1
Cera	1,8	Porcelana	5,7-6,8
Condensa	40-50	Resina	2,5
Cristal	5,8-7,6	Vaselina	2,2
Cuarzo	4,5	Vidrio	5,4-10,0

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.

Ejemplo de cálculo de la capacidad de un capacitor de placas paralelas

Si un capacitor tiene sus placas cuadradas de 1 cm, su separación es 1 mm y le dieléctrico es aire hallar la capacidad

Para que la capacidad sea expresada en el sistema MKS en F,(FARADIOS todas la dimensiones debe expresarse en m o m²

lado de la placa l=1cm y es también igual a 0.01 m

$$A=l \times l = 0.01\text{m} \times 0.01 \text{ m} = 0.0001 \text{ m}^2$$

$$d=1 \text{ mm} = 0.001\text{m} = 1 \text{ e-}3 \text{ m}$$

$$C=K.\epsilon_0.A/d= 1 \times (8.85\text{e-}12 \text{ F/m}) \times (0.0001\text{m}^2)/1\text{e-}3 \text{ m} = 8,85\text{e-}13 \text{ F} = 0,885 \text{ e-}12 = \text{F} = 0,885 \text{ pF}$$

Coefficiente de temperatura

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

TIPO DE CONDENSADOR	COEFICIENTE DE TEMPERATURA (tanto por mil °C)
Mica	+0,1
Papel +0,5	+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

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.

TIPOS DE CAPACITOR

El dato más importante de un condensador es su capacidad, ésta puede ser:

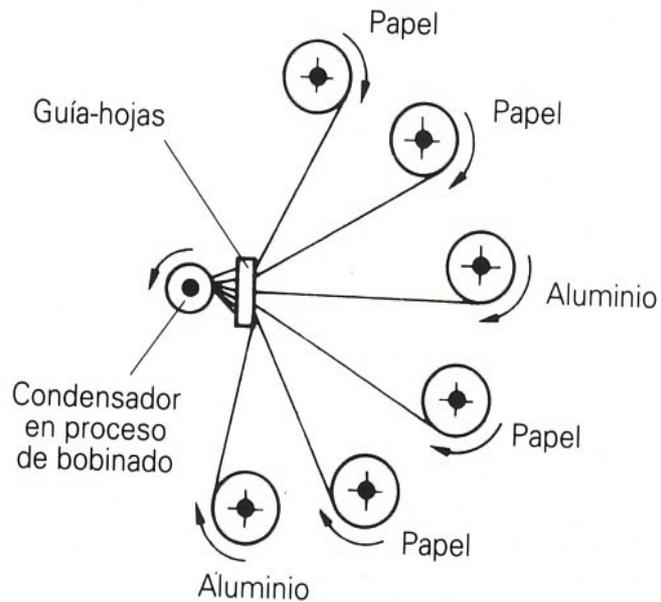
- fija,
- variable o ajustable

Capacitores Fijos:

Estos pueden ser:

De papel

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



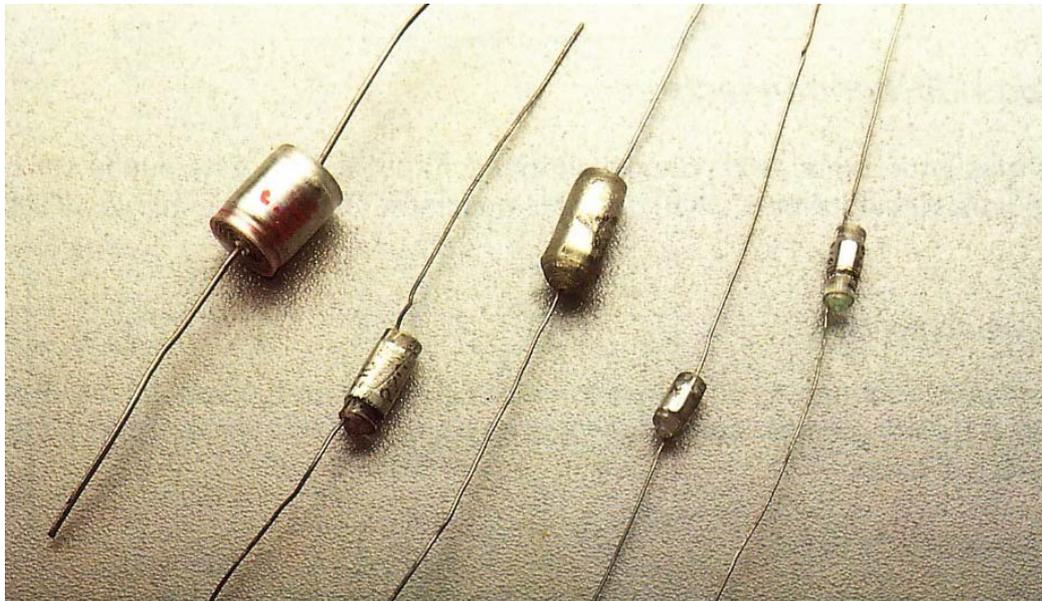
El conjunto queda cerrado en una resina termoplástica moldeada, con los terminales de conexión embebidos.



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.



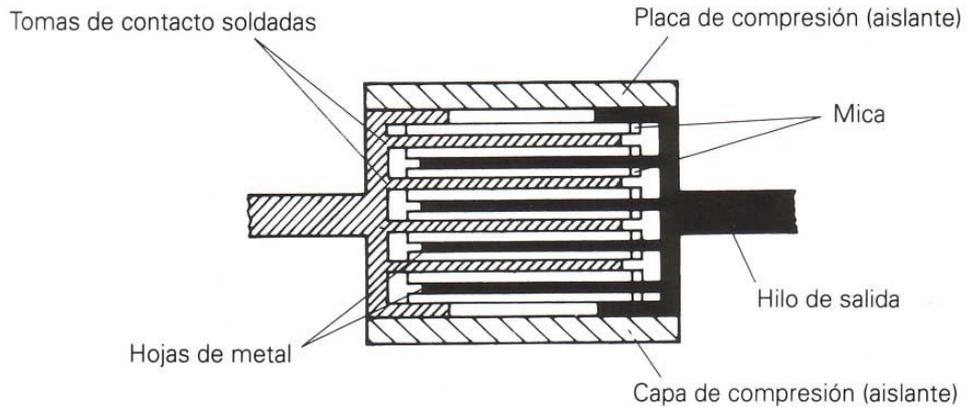
Poliéster metalizado

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

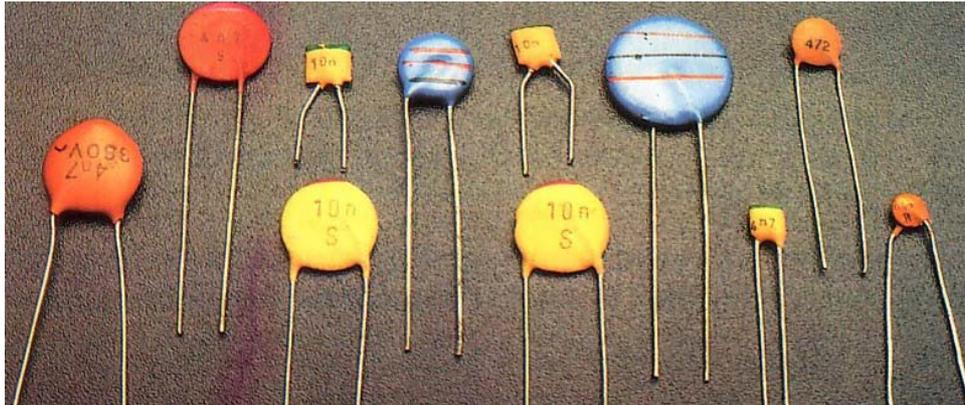
Los capacitores cerámicos suelen ser de dos tipos diferentes. Los cerámicos disco son los más comunes y tienen una forma muy simple: se trata de un disco de material aislante cerámico de elevada constante dieléctrica metalizado en sus dos caras. Sobre el metalizado se sueldan los dos chicotes de conexión resultando un dispositivo como el mostrado en la figura 3 en donde se observa el capacitor si su baño final de pintura epoxy que tapa el disco y parte de los terminales



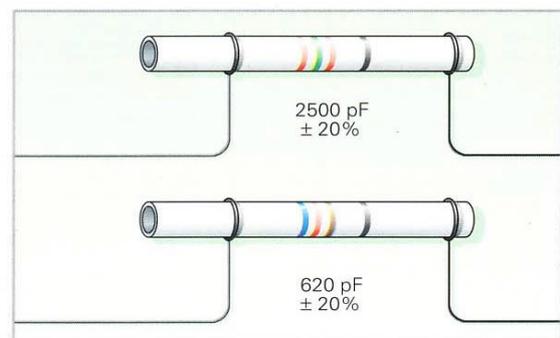
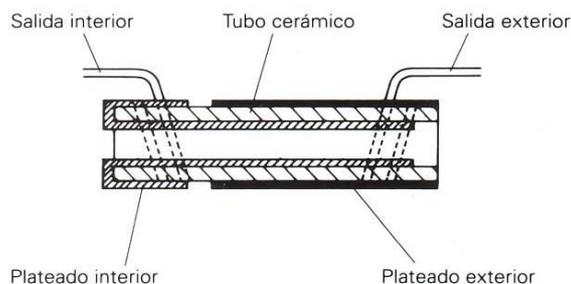
Este tipo de capacitor se provee desde capacidades de 2,2 pF hasta .1 μ F en tensiones relativamente bajas de 63V. Existen también capacitores cerámicos disco de mayor tensión para aplicaciones especiales que llegan a valores de 2KV.

En este tipo de capacitor la tolerancia más común es del 5% y los de valores bajos hasta 100pF no varían con la temperatura y se denominan NP0. Los valores mayores pueden tener coeficientes de variación con la temperatura positivos o negativos que algunas veces se utilizan para compensar el coeficiente del resistor y lograr una constante de tiempo fija que no varíe con la temperatura.

Por lo general en estos capacitores se indican sus características con el método Japonés **JIS** que mas adelante será descrito



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

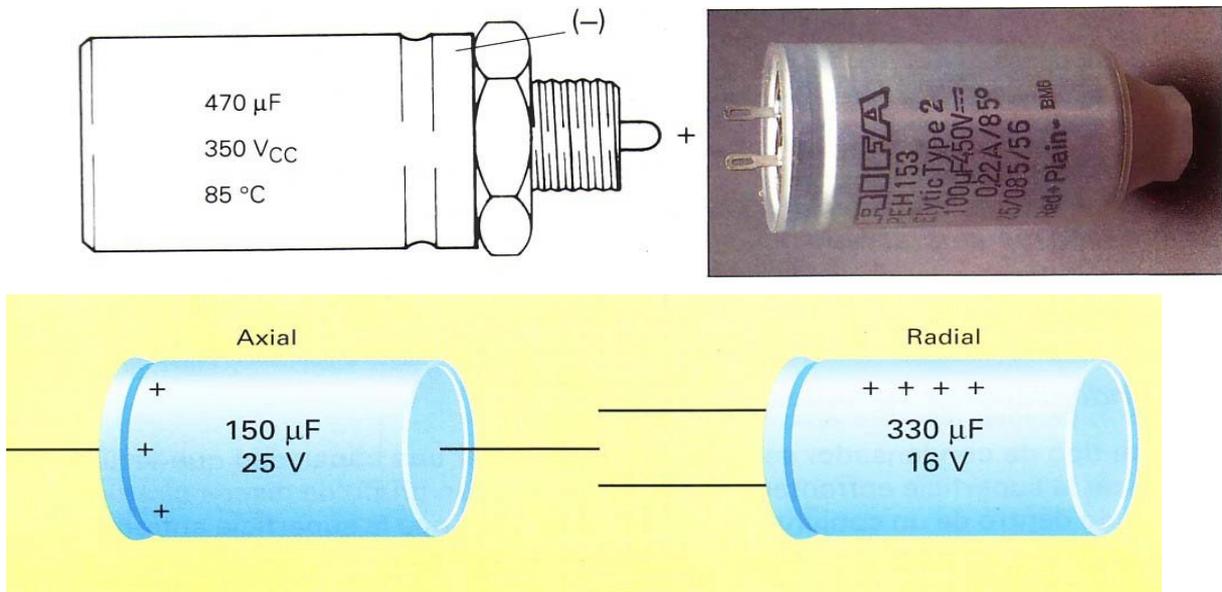


Capacitores Plate:

Se caracterizan por tener una forma rectangular en lugar de la clásica circular como la de los disco. En realidad la palabra Plate es una marca registrada de Philips. Pero su uso es tan común que se lo toma como un denominación de tipo. Están contruidos igual que los disco con una pastilla cerámica plateada

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.



Hay dos tipos de capacitores electrolíticos

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

Donde se requiera un pequeño tamaño son indispensables los capacitores electrolíticos cuya faja de capacidades suele empezar en $.47 \mu\text{F}$ y llegar hasta 10mF .

Un capacitor electrolítico está construido enrollando dos láminas de aluminio y dos láminas de papel mojado en agua acidulada llamada electrolito. El electrolito es un camino de relativamente baja resistencia es decir que inmediatamente después de fabricado, no tenemos un capacitor sino un dispositivo sin terminar que se llama **protocapacitor**.

El protocapacitor se conecta a una fuente de corriente de modo que el ácido oxide a una de las placas de aluminio. Como el óxido es un aislador este es el dieléctrico, y un tiempo después se forma un capacitor electrolítico polarizado en donde la placa positiva está oxidada.

El valor de capacidad y de tensión no solo depende de las características geométricas de las placas sino que depende fuertemente de este interesante proceso de formación que no es permanente.

En efecto **el único componente electrónico con fecha de vencimiento es el electrolítico** ya que si se lo deja mucho tiempo sin aplicarle tensión se desforma variando su capacidad y su

tensión de aislación.

Podríamos decir que un electrolítico (normalmente se obvia la palabra capacitor) es un componente vivo que se alimenta del equipo. Y si el equipo no se usa por mucho tiempo los electrolíticos fallan y hasta inclusive explotan si son circulados por una corriente excesiva. Por lo común el buen diseñador tiene en cuenta el problema y suele (cuando el circuito lo permite) agregar algún pequeño resistor en serie para evitar la explosión. De este modo por lo general el electrolítico se hincha en su cara superior y en su tapón de goma inferior por la presión de los gases generados en su interior, pero no llega a explotar.

Cuando se reemplaza un electrolítico, se debe prestar la mayor atención al valor de tensión del mismo. Existe una falsa información muy difundida: un electrolítico de mayor tensión puede reemplazar siempre a otro de menor tensión. Esto es cierto con el fin de realizar una prueba; pero luego es conveniente realizar un reemplazo definitivo sin exceder el rango de tensión. La razón de esto obedece al fenómeno de la deformación de un electrolítico que tiene aplicada una tensión muy pequeña para su valor de trabajo.

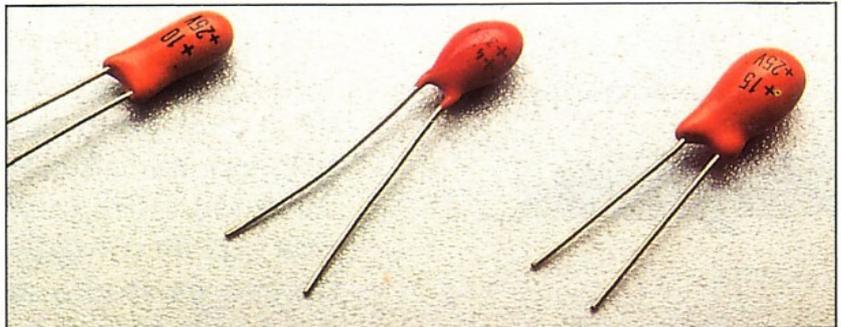
b) De tántalo: El dieléctrico es óxido de tántalo, que es un electrolito sólido que ayuda a

- aumentar la constante dieléctrica
- bajar la tolerancia
- bajar la variación con la temperatura
- Tiene poca corriente de fuga
- tensiones de trabajo pequeñas, menores de 40 V.

Además tiene una elevada resistencia al ataque de los ácidos. De este modo una vez formado el electrolítico de tantalio es muy difícil que se deforme con el tiempo. Su costo elevado hace que solo se lo utilice en circuitos especiales donde se requiera una estrecha tolerancia.



330 μ F
50 V
85 °C



CAPACITORES SMD

En los equipos actuales, en la secciones de señal, se utiliza el armado por componentes SMD (surface mounting device o componentes de montaje superficial). De todos los capacitores nombrados hasta aquí los que mas se prestan para el montaje superficial son los capacitores cerámicos (ver la figura 4). Los capacitores electrolíticos tienen una versión enteramente SMD pero su costo es casi prohibitivo. Por esa razón simplemente se coloca un electrolítico común (con sus terminales cortados) en una base cerámica y se los utiliza como SMD.



Estos capacitores se identifican por sus dimensiones; por ejemplo los de tipo 0805 tienen un largo de 8 mm y un ancho de 5mm. Puede ocurrir que no tengan ninguna marcación sobre su cuerpo porque el fabricante los identifica por el tamaño y el color. Otros fabricantes los marcan con un sistema codificado o de código reducido debido a su pequeño tamaño. La codificación del valor consiste en una letra seguida por un número, la letra corresponde a la mantisa o valor significativo indicado en la tabla inferior y el número corresponde a la cantidad de ceros que se deben agregar a la mantisa, obteniéndose el resultado en pF.

Letra	Mantisa	Letra	Mantisa	Letra	Mantisa
A	1.0	J	2.2	S	4.7
B	1.1	K	2.4	T	5.1
C	1.2	L	2.7	U	5.6
D	1.3	M	3.0	V	6.2
E	1.5	N	3.3	W	6.8
F	1.6	P	3.6	X	7.5
G	1.8	Q	3.9	Y	8.2
H	2.0	R	4.3	Z	9.1

Ejemplos:

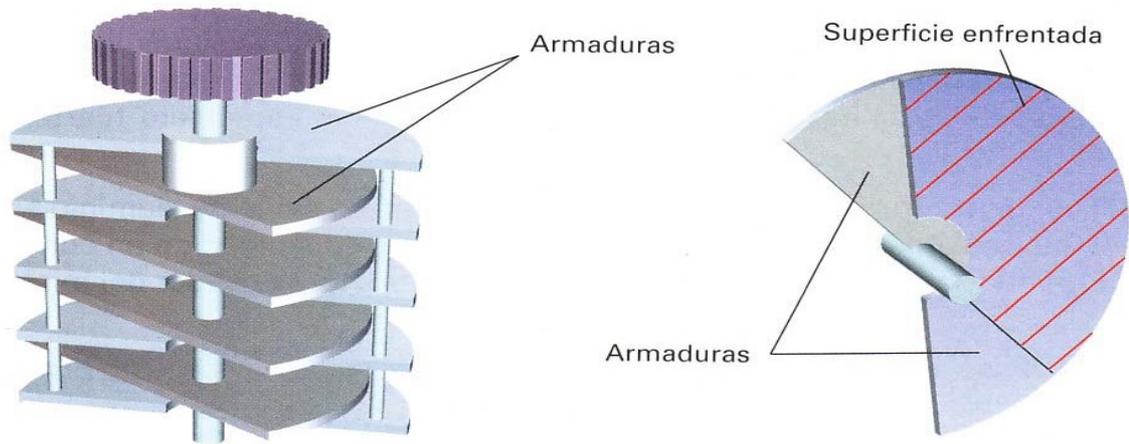
- S4 indica 47nF ($4.7 \times 10^4 \text{ pF} = 47.000 \text{ pF}$)
- A2 indica 100 pF ($1.0 \times 10^2 \text{ pF}$)
- A3 indica 1 nF ($1.0 \times 10^3 \text{ pF} = 1000 \text{ pF}$)

Los capacitores cerámicos SMD requieren un trato muy especial porque es suficiente con tocarlos con un soldador sobrecalentado para alterar su valor o fisurarlos. Inclusive muchas veces son afectados por un inapropiado proceso de soldadura (shock térmico) que los afecta de modo tal que suelen fallar algunos meses después de su salida de la planta de producción.

Capacitores 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:

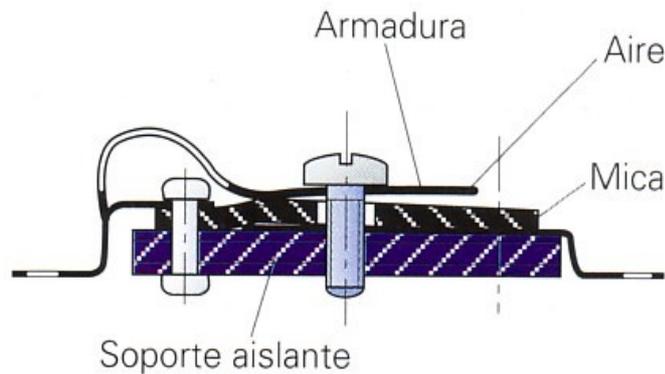
- Variar la superficie de armaduras enfrentada
- Variar la separación de las armaduras
- Variar el tipo de dieléctrico



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

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

Código Japonés JIS (*Japan Industrial Standard*)

El primer número y la primera letra se refiere a la tensión máxima de operación del capacitor. Ver listado abajo.

- 1H = 50 V.
- 2A = 100 V.
- 2T = 150 V.
- 2D = 200 V.
- 2E = 250 V.
- 2G = 400 V.
- 2J = 630 V.

Para las siguientes 3 cifras las dos primeras cifras indican el valor absoluto del capacitor y la tercera indica la cantidad de ceros que se deben agregar a las dos primeras cifras, para obtener la capacidad en pF.

La última letra denota la tolerancia: **J**= 5%, **K**= 10%, **M**= 20%

Por ejemplo un capacitor marcado 223 es de 22.000pF. Para que no existan confusiones con los capacitores de bajos valores cuando se utiliza este código se lo escribe subrayado (en nuestro ejemplo 223). Si un capacitor es de 220 con subrayado es de 22pF y si no lo está es de 220pF. Observe que el mismo capacitor de 22pF podría estar marcado 220 o 22.

Código de Colores

Ya no es frecuente que aparezca pero 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.

Color	1ra y 2da banda 1era y 2da cifra significativa	3era banda Factor multiplicador	Tolerancia		Tensión
			para C > 10 pF	para C < 10 pF	
Negro		X 1	+ / - 20%	+ / - 1 pF	
Marrón	1	X 10	+ / - 1%	+ / - 0.1 pF	100 V
Rojo	2	X 100	+ / - 2%	+ / - 0.25 pF	250 V
Naranja	3	X 10 ³			
Amarillo	4	X 10 ⁴			400 V
Verde	5	X 10 ⁵	+ / - 5%	+ / - 0.5 pF	
Azul	6	X 10 ⁶			630 V
Violeta	7				
Gris	8				
Blanco	9		+ / - 10%	www.unicrom.com	

Apendice

ASOCIACIÓN DE CAPACITORES

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.

$$C_1 \quad C_2 \quad C_3$$

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.

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

Ya sabemos muchas cosas de los condensadores, pero nos falta aún varias más. Vamos a realizar su estudio para ver cómo se carga, el tiempo empleado y cómo se descarga. Características muy importantes para poder utilizarlas en temas posteriores.

Su aplicación es muy frecuente en temporizadores y circuitos electrónicos. ¿No te parece interesante? ¡Pues vamos allá!

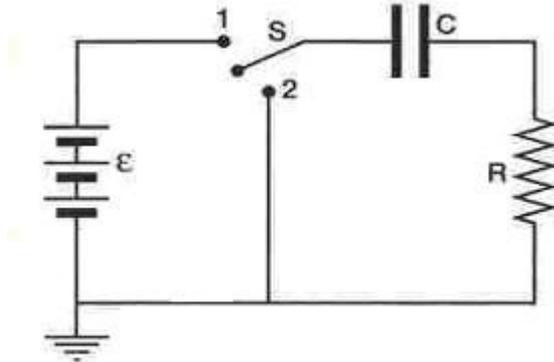


Imagen 17. Circuito para estudiar la carga y descarga de un condensador
Imagen de elaboración propia

• Carga de un condensador

Al situar el interruptor S en la posición 1, la carga del condensador no adquiere instantáneamente su valor máximo, Q , sino que va aumentando en una proporción que depende de la capacidad, C , del propio condensador y de la resistencia, R , conectada en serie con él.

Por tanto la cantidad de carga que tendrá ese condensador en función del tiempo transitorio del circuito será:

$$q = Q \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}}\right)$$

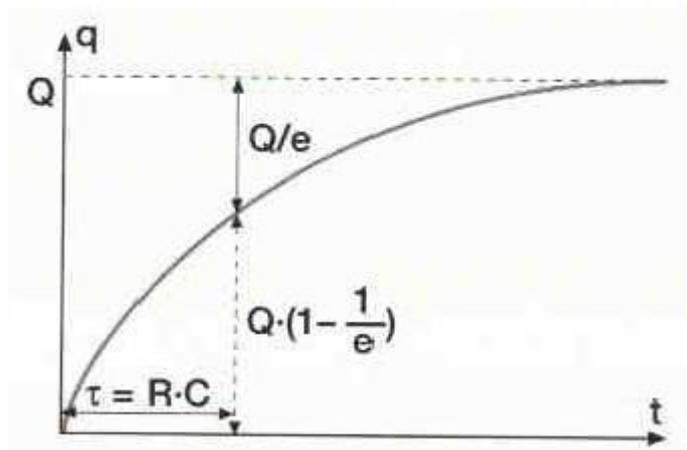


Imagen 18. Proceso de carga del condensador. Ésta aumenta exponencialmente con el tiempo. Elaboración propia

En la figura se representa gráficamente esta ecuación, la carga del condensador en función del tiempo. Se denomina constante de tiempo del circuito:

$$\tau = R \cdot C$$

Al tiempo al cabo del cual la carga del condensador equivale al 63,1% de la carga máxima y es igual a:

$$Q^*(1 - \frac{1}{e})$$

De la misma forma, la intensidad de la corriente de carga se obtiene con la expresión:

$$i = I * e^{-\frac{t}{R * C}}$$

En la figura siguiente se observa cómo la Intensidad va disminuyendo exponencialmente y al cabo de un tiempo:

$$\tau = R * C$$

Esta intensidad vale solamente I/e.

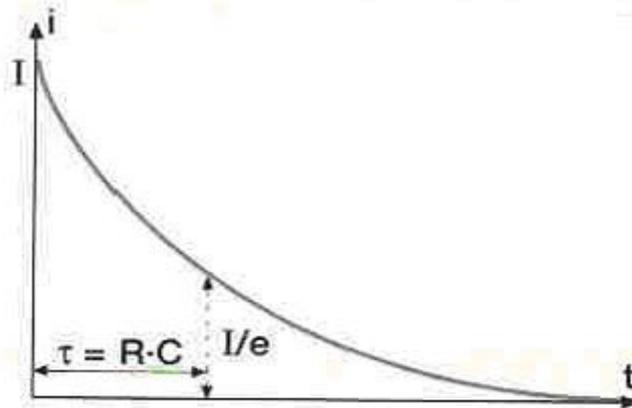


Imagen 19. Proceso de carga del condensador. La intensidad disminuye exponencialmente con el tiempo. Imagen de elaboración propia

- **Descarga de un condensador**

Una vez que tenemos cargado el condensador, situamos el interruptor S en la posición 2, de forma que el condensador se desconecta de la batería. En esta situación el condensador va perdiendo paulatinamente su carga y su expresión de cálculo es:

$$q = Q * e^{-\frac{t}{R * C}}$$

Siendo Q, la carga máxima que tenía al principio, antes de desconectarlo de la batería por medio del interruptor.

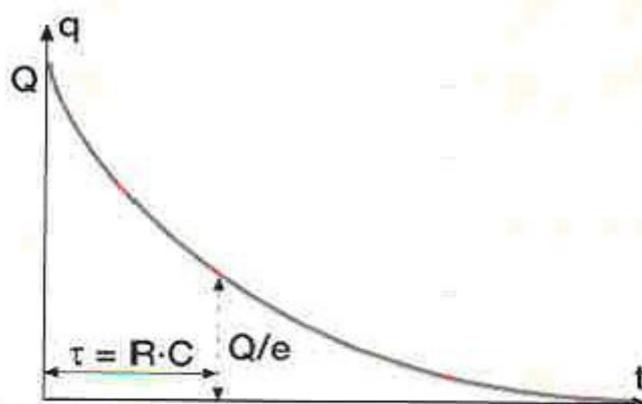


Imagen 20. Proceso de carga del condensador. Ésta disminuye exponencialmente con el tiempo. Imagen de elaboración propia

Al cabo del tiempo:

$$\tau = R \cdot C$$

La carga del condensador es Q/e , es decir, tanto en la carga como en la descarga, la constante de tiempo tiene el mismo valor.

La intensidad de corriente de descarga vendrá dada por la expresión:

$$i = -I \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$$

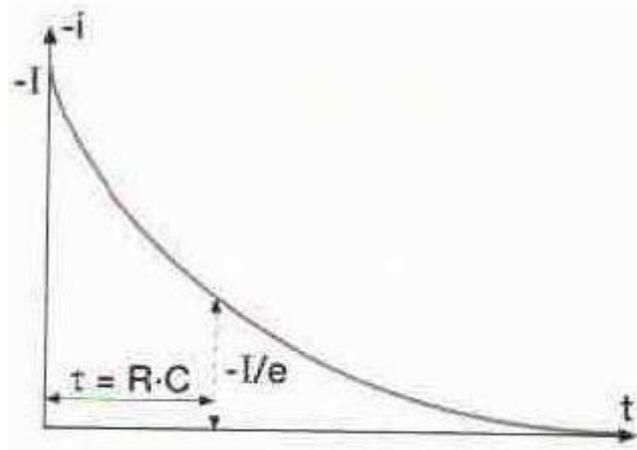


Imagen 21. Proceso de carga del condensador. La intensidad disminuye exponencialmente con el tiempo.
Imagen de elaboración propia

Se observa que tanto la intensidad de la corriente de carga como la de descarga son prácticamente iguales, su diferencia radica en el signo negativo debido a que ambas corrientes son de sentidos contrarios.