

INTRODUCCIÓN

¿Cuántos tipos de capacitores hay? Muchos y cada uno tiene una función específica. Por ahora no podemos explicar muy bien para que sirve cada uno ya que por el momento solo dominamos el campo de la corriente continua. Sin embargo en la entrega anterior vimos que podemos cargar y descargar un capacitor en intervalos de tiempo tan pequeños como $1\mu s$. Las señales pulsantes que se generan ya no son corrientes continuas propiamente dichas y nos ayudaran a explicar para que sirven cada uno de los capacitores que se utilizan en la electrónica y que podemos adelantar que son de cinco tipos diferentes a saber:

- Capacitores electrolíticos (polarizados, no polarizados y de Tantalio)
- Capacitores de polyester (metalizado y no metalizados)
- Capacitores cerámicos (disco y Plate)
- Capacitores de mica plata
- Capacitores SMD

En la figura 1 se pueden observar muestras de cada tipo de capacitor.

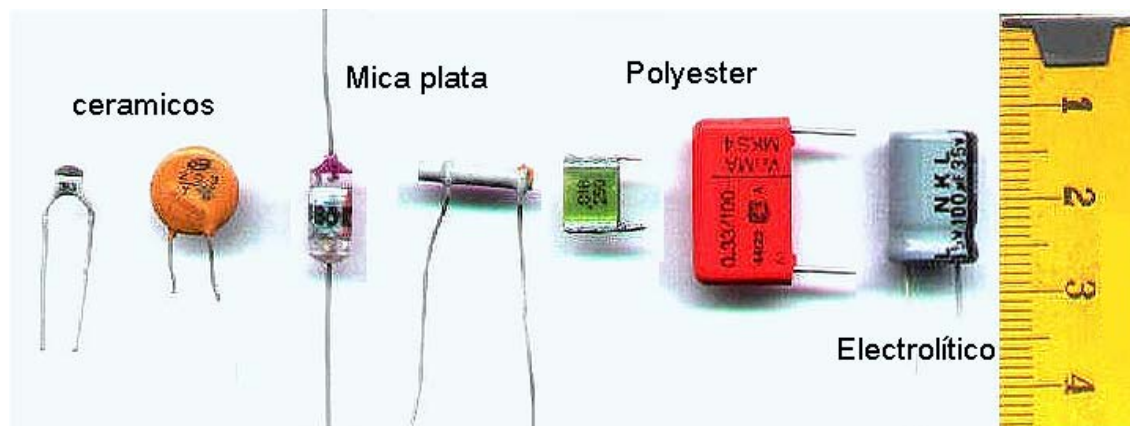


Fig.1 Muestrario de capacitores

MODIFICANDO NUESTRO CAPACITOR ELEMENTAL

Por ahora nuestro capacitor esta construido con dos bolitas metálicas separadas por aire. Experimentalmente se puede demostrar que cuando mas grandes son las bolitas mayor es la capacidad del capacitor y que lo mismo ocurre cuando mas cerca está una bolita de la otra. Con las bolitas esféricas es evidente que la superficie enfrentada varia constantemente y la capacidad que se obtiene es muy baja.

Pieter van Musschenbroek físico y científico holandés que nació en Leyden, Holanda el 14 de marzo de 1692 y murió en 1761. Durante el año de 1746 construye el primer capacitor práctico y lo llama, en honor a la Universidad y Ciudad de donde era oriundo, "Botella de Leyden". El nombre de la "Botella de Leyden" quedó en la historia como uno de los grandes descubrimientos de la ciencia y consistía en una botella de vidrio con delgadas láminas metálicas que la cubrían por dentro y por fuera. Una varilla metálica atravesaba la tapa aislante haciendo contacto con la lámina interna. Entre las placas interna y externa se aplicaba una diferencia de potencial que hacía que la "Botella de Leyden" se cargara. Una vez cargada se la podía descargar acercando el conductor central a la placa externa, produciendo la perforación dieléctrica del aire mediante una chispa.

Lo que se busca al diseñar un capacitor, es que exista una gran superficie de enfrentamiento entre los dos cuerpos metálicos que ofician de placas. Pero ¿por qué Musschenbroek utilizó el vidrio para separar las placas metálicas? Porque observó que la capacidad era fuertemente dependiente del material utilizado para separar los cuerpos metálicos o placas y que llamó "dieléctrico".

Sabemos que un capacitor acumula energía eléctrica. Pero en donde está acumulada esa energía eléctrica ¿en las placas o en el dieléctrico? Musschenbroek estaba seguro que era en las placas como parece indicar la lógica y para demostrarlo fabricó un capacitor desarmable con dos chapas cuadradas y un vidrio que podía retirarse a voluntad para reemplazarlo por otro vidrio. Armó el capacitor lo cargó con varios KV, sacó el vidrio y colocó un vidrio virgen; probó si sacaba chispas y se sorprendió al ver que el capacitor estaba descargado. Volvió a colocar el primer vidrio y observó que el capacitor produjo chispas al unir las placas con un conductor.

Es decir que la energía estaba en el dieléctrico, lo cual explicaba que la capacidad dependiera del mismo. De sus estudios y experimentos dedujo que la energía no podía estar acumulada en las placas porque un metal no puede tener diferencias de potencial en su interior debido a la movilidad de los electrones. En cambio, en el dieléctrico, si los electrones son reubicados se quedan en esa misma posición por una infinita cantidad de tiempo si el dieléctrico es ideal (no tiene fugas). Se puede decir que en el dieléctrico existe un campo eléctrico con zonas donde hay un exceso de electrones a zonas donde hay una ausencia de electrones. Todo el dieléctrico es neutro pero sus diferentes zonas tienen lo que se llama un gradiente de potencial que va variando linealmente de una zona positiva a otra negativa.

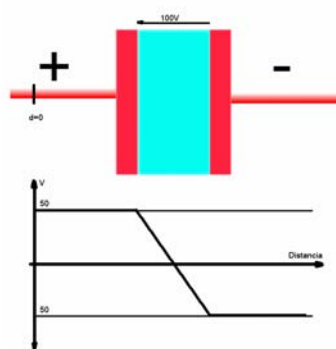


Fig.2 Distribución del potencial dentro de un capacitor plano

La capacidad de un capacitor es directamente proporcional a la superficie enfrentada de las placas e inversamente proporcional a la separación o espesor del dieléctrico. La constante de proporcionalidad es un coeficiente que depende del dieléctrico utilizado y se llama constante dieléctrica. Cuando se requieren grandes capacidades se recurre a realizar dieléctricos de muy bajo espesor y placas de mucha superficie. Algo muy común es realizar placas y dieléctricos muy largos y luego enrollarlas sobre si misma. Otro modo es realizar mas de dos capas metálicas planas y unir todas las placas pares y todas las placas impares. Mas adelante volveremos sobre la tecnología de los capacitores.

La capacidad de un capacitor se mide en Faradios (F), siendo 1 faradio la capacidad de un condensador al que, sometidas sus armaduras a una d.d.p. de 1V éste adquiere una carga eléctrica de 1 Culombio de electricidad. Un capacitor de 1 faradio es mucho más grande que la mayoría de los capacitores utilizados en electrónica, por lo que en la práctica se suele indicar la capacidad en submúltiplos del F. Los supercondensadores son la excepción. Están hechos de carbón activado para conseguir una gran área relativa y tienen una separación molecular entre las "placas". Así se consiguen capacidades del orden de cientos o miles de faradios. Uno de estos condensadores se incorpora en el reloj Kinetic de Seiko, con una capacidad de 1/3 de Faradio, haciendo innecesaria la pila. También se están utilizando en los prototipos de automóviles eléctricos.

El valor de la capacidad viene definido por la fórmula siguiente:

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

en donde: C: Capacidad, Q: Carga eléctrica y V: Diferencia de potencial o tensión aplicada. Esta formula es fácil de entender si se la transforma por transposición de términos en $Q = C \cdot V$. Ahora imagínese al capacitor como un recipiente de electrones cuando mas tensión V le aplica más electrones entran en el mismo. Lo mismo ocurre cuando mas grande es el recipiente "C".

CAPACITORES CERÁMICOS

Los capacitores cerámicos suelen ser de dos tipos diferentes. Los cerámicos disco son los mas 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 epoxi que tapa el disco y parte de los terminales.

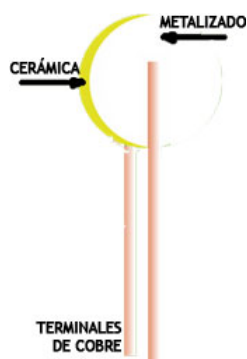


Fig.3 Capacitor cerámico disco

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

Este tipo de capacitor se utiliza en constantes de tiempo bajas del orden del μs o menores aun. 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 estos capacitores están marcados con lo que se llama el método Japonés que consiste en utilizar un código de 3 cifras en donde 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. 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.

Otra tecnología muy parecida es la de los capacitores Plate que 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

en sus dos caras en donde se sueldan posteriormente los terminales de alambre de cobre. La marcación de estos capacitores es simplemente escribir el valor en una unidad cómoda utilizándola la letra de la unidad como una coma decimal. Por ejemplo un capacitor marcado 4n7 es un capacitor de 4,7 nF. Se puede observar que los capacitores poseen su cabeza pintada de un color que determina la variación de la capacidad con la temperatura. Por ejemplo una cabeza negra significa que es un capacitor NP0 que no varía con la temperatura.

Los dos tipos de capacitores tratados suelen tener versiones multicapa que poseen una elevada capacidad en un pequeño tamaño.

CAPACITORES CON DIELECTRICO DE PLÁSTICO

Por lo general se fabrican partiendo de dos finos folios de polyester que se enrollan junto con dos láminas también muy finas de aluminio, para formar las placas del capacitor. Una variante para lograr tamaños mas pequeños consiste en metalizar el plástico usado como dieléctrico. La primer versión suele utilizarse para capacitores que requieran una elevada corriente circulando por ellos, debido a que la presencia de las laminas metálicas ayudan a extraer el calor interno y el mayor tamaño ayuda a disipar el calor que llega al exterior. La segunda versión se utiliza donde solo existen bajas corrientes.

El tipo de dieléctrico utilizado se presta para construir capacitores de elevada tensión de aislación que está estandarizada en 250V, 400V y 630V. En cuanto a la banda de capacidades que se pueden construir; esta suele comenzar en 1.000pF y llegar hasta 0,47μF (habitualmente se dice .47μF) o 1μF.

Existen dos modos de marcar estos capacitores de acuerdo al fabricante. Philips suele pintarlos con tres bandas de colores para la capacidad de modo que se comiencen a leer por la banda mas alejada de los terminales con el clásico código de colores de resistores (primer valor significativo, segundo valor significativo, cantidad de ceros) con la capacidad expresada en pF.

Estos capacitores tienen una aceptable estabilidad con la temperatura y un coeficiente térmico que compensa perfectamente la variación de un resistor de carbón. De este modo suelen ser los capacitores elegidos cuando se diseña una constante de tiempo RC.

Siemens imprime directamente las características del capacitor en el cuerpo (normalmente pintado de naranja) y usa una tecnología algo diferente que se llama multicapa. Los capacitores no son enrollados sino con capas metálicas planas y entrelazadas. Pero a todos los efectos se considera a ambas tecnologías como equivalentes y solo diferenciables en que los capacitores de Philips tienen simetría cilíndrica y los de Siemens tienen simetría cúbica.

CAPACITORES ELECTROLÍTICOS

Donde se requiera un pequeño tamaño son indispensables los capacitores electrolíticos cuya faja de capacidades suele empezar en .47μF y llegar hasta 10mF. Un capacitor electrolítico esta construido enrollando dos laminas 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 oxido es un aislador, un tiempo después se forma un capacitor electrolítico polarizado en donde la placa positiva esta 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 deforma 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.

Si el lector tiene extracción informática sabe que muchos de los problemas de un mather se arreglan al cambiar los electrolíticos, sobre todo si estos se ven hinchados o si existen derrames de líquido a su alrededor.

Cuando se reemplaza un electrolítico, se debe prestar la mayor atención al valor de tensión del mismo. Existe una falsa información muy difundida en nuestro gremio que indica: 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.

Si Ud. posee experiencia en la reparación, habrá observado que los electrolíticos de bajo valor son mas susceptibles de fallar que los de valor mas elevado. Esto parecería no tener una explicación simple. Pero la tiene. Sucede que cuando un fabricante tiene que hacer capacitores de bajo valor se encuentra con un problema; con unas cuantas vueltas ya se pasa de capacidad. Entonces hace circular corriente por mucho tiempo para que la capa de oxido sea de mayor espesor; de este modo controla la capacidad pero no puede evitar que el capacitor fabricado tenga una tensión de trabajo elevada. Como el comprador pide de un valor mas bajo, lo marca con ese valor para dejarlo conforme, pensando en que las pruebas de control de calidad va a dar bien de cualquier modo. Y en efecto así es, pero ese capacitor ya tiene la simiente de la falla marcada en su cuerpo. Donde dice 12V debería tal vez decir 250V. Si el equipo provee 6V es prácticamente como si el capacitor estuviera sin alimentar y unos pocos meses después falla catastróficamente por deformación.

Debido a todos estos problemas, el electrolítico es el dispositivo de mayor tolerancia que usamos en la electrónica. En efecto la tolerancia normal es de -30% $+100\%$. También son muy susceptibles de variar de acuerdo a la temperatura. Por todas estas razones su uso se ve limitado solo a alisar tensiones de fuente y solo cuando las fluctuaciones son muy lentas, porque su construcción enrollada los hace comportar mas como inductores (que serán estudiados en la próxima entrega) que como capacitores.

Otro problema es su polarización. Un electrolítico debe recibir la tensión positiva en el terminal marcado +. Si por error se conecta al revés, se produce una elevada circulación de corriente ya que el electrolítico intenta formarse con la polaridad inversa, se calienta y explota. Si el circuito puede invertir su tensión se deberán utilizar electrolíticos no polarizados (internamente poseen dos electrolíticos en inversa dentro de una misma cápsula).

El problema de la tolerancia y la variación con la temperatura se resuelve utilizando placas de un metal llamado tantalio, que 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.

Un capacitor de tantalio sigue siendo polarizado. Por esas razones cuando se requiere un capacitor no polarizado y estable se recurre a colocar dos electrolíticos de tantalio en oposición dentro de la misma cápsula.

CAPACITORES DE PRECISIÓN

En muchos casos se deben emplear capacitores de precisión (por ejemplo al 1%) y cuya capacidad prácticamente no varíe con la temperatura. En esos casos si se trata de capacitores para constantes de tiempo altas, del orden del μs , se recurre a capacitores enrollados con un dieléctrico de plástico especial llamado Macrofol con carga de mica pulverizada (a la izquierda en la figura). Pero cuando se trata de constantes de tiempo mas pequeñas, se recurre a los auténticos capacitores de mica/plata que se construyen con un tubo de mica metalizado en su interior y su exterior con plata pura.

En la próxima entrega vamos a ver al personaje faltante de la terna actoral de los componentes pasivos, que es el inductor. En muchos casos los inductores son variables y están blindados por un capuchón de aluminio o bronce estañado, en cuyo interior existe un capacitor de precisión del tipo mica/plata muy susceptible a fallar en las zonas húmedas en donde los terminales de cobren estañado se sulfatan y se cortan.

Los capacitores de Macrofol suelen partir de unos pocos pF y llegar a valores del orden de los 1000 pF, en tanto que los capacitores de mica/plata no suelen sobrepasar los 220pF, ambos con bajas tensiones de trabajo del orden de los 50V.

El rotulado de los Macrofol es simplemente por impresión, en cambio los capacitores mica/plata muchas veces no están rotulados, ya que suelen estar ocultos dentro de los inductores blindados y son muy pequeños como para recibir una simple impresión.

CAPACITORES VARIABLES

Los capacitores variables se utilizan para lograr la sintonía de un dispositivo. En este sector solo los nombramos porque su tratamiento completo será analizado cuando realicemos nuestro trabajo práctico sobre la fabricación de una radio elemental.

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.

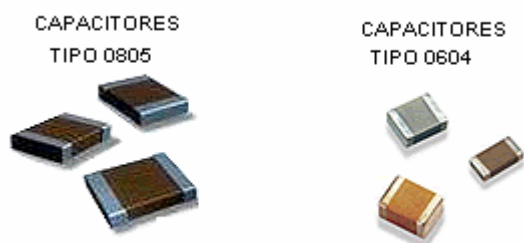


Fig. 4 Capacitores cerámicos SMD

Estos capacitores se identifican por sus dimensiones; por ejemplo los de tipo 0805 tienen una 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

Fig. 4 Tabla par la lectura de capacitores cerámicos

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.

CONCLUSIONES

En esta UD terminamos de conocer a uno de los personajes mas importante de la electrónica: el capacitor. Por supuesto que no está todo dicho sobre el tema que es extremadamente amplio pero Ud. ya sabe lo necesario para continuar adelante con nuestro estudio.

En la próxima entrega vamos a hacer un uso intensivo del laboratorio virtual LW porque vamos a presentar al tercer personaje mas importante de la electrónica: el inductor. Y con tres actores podremos simular muchos circuitos interesantes que afirmen nuestros conocimientos de electrónica básica. El resistor, el capacitor y el inductor forman el elenco pasivo de la electrónica y se combinan formando el “circuito sintonizado” que es el pilar de los sistemas de transmisión modernos. Con estos componentes y un solo componente activo se puede construir una radioemisora telegráfica elemental que si bien no tiene un extraordinario funcionamiento, será clave como elemento didáctico real (ya no simulado) de nuestro curso. Como el elemento activo será un microprocesador programable vamos a introducirnos en un mundo nuevo demostrando que ahora la electrónica se estudia de otro modo y que no hace falta un largo curso de técnicas analógicas para entrar en las digitales.