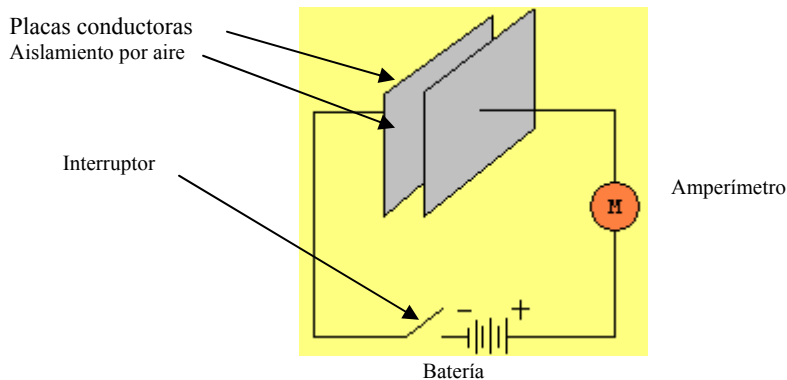


## EL CAPACITOR

Un capacitor es un componente electrónico, el cual puede describirse como dos placas de material conductor, separadas por un aislamiento, comúnmente llamado dieléctrico, es posible que los materiales dieléctricos –como el aire o el papel- retengan una carga debido a que los electrones libres no pueden fluir a lo largo de un aislador, sin embargo esta carga debe ser aplicada por alguna fuente, véase la figura siguiente.



Como puede verse en la figura anterior el capacitor es representado como dos placas metálica, separadas por aire y conectadas a una fuente de voltaje de corriente directa, al cerrar el interruptor el circuito está aún abierto , ya que no existe ningún contacto físico entre las dos placas, sin embargo el amperímetro indicará un flujo momentáneo de corriente, cuando se cierra el interruptor, los electrones de la Terminal negativa de la batería fluirán a una de las placas del capacitor, esos electrones repelerán a los de la segunda placa y éstos serán atraídos a la Terminal positiva de la batería, el capacitor estará entonces con el mismo potencial que la fuente y se opondrá al voltaje de dicha fuente, podría retirarse el capacitor del circuito y este permanecerá cargado. La energía está almacenada en el campo eléctrico del capacitor.

Puede definirse entonces la capacitancia de un circuito como la propiedad de oponerse a cualquier cambio de voltaje y puede compararse a la inductancia, que es la propiedad de oponerse a cualquier cambio en la corriente, es importante mencionar que no pasan electrones a través del capacitor ya que bloquea a la corriente directa, sin embargo una de las placas se cargará negativamente y la otra positivamente y existe un campo eléctrico entre ellas, por lo que este elemento almacena carga eléctrica en el dieléctrico, la palabra “almacenar”,significa que la carga permanece aún después de haber desconectado la fuente de voltaje.

Los materiales aislantes o dieléctricos varían en cuanto a su capacidad para soportar un campo eléctrico, esta capacidad es denominada constante dieléctrica del material.

En la siguiente tabla se puede apreciar, a manera de ejemplo, algunos materiales y su constante dieléctrica.

Material	Constante Dieléctrica	Rigidez Dieléctrica
Aire	1	20
Papel encerado	3.5	1250
Mica	6	600-1500
Cristal	8	335-2000

Cerámica	80-1200	600-1250
Aceite	2-5	275

La capacitancia se determina por medio del número de electrones que pueden almacenarse en un capacitor por cada volt aplicado. La unidad de la capacitancia es el *Farad* y representa una carga de un COULOMB que eleva el potencial en un volt, vista en forma de ecuación queda de la siguiente forma:

$$C \text{ (en farads)} = Q \text{ (en Coulombs)} / E \text{ (en Volts)}$$

La capacitancia se determina por medio de:

- 1.- El material utilizado como aislante
- 2.- El área de las placas
- 3.- La distancia entre las placas.

Estos factores se encuentran relacionados en una fórmula matemática como sigue:

$$C = 0.255 (KA /d) (n - 1)$$

En donde,

K = Constante dieléctrica

A = área de un lado de una placa, en pulgadas cuadradas.

d = La distancia de las placas en pulgadas.

n = Número de placas.

La constante dieléctrica K es una medida de la capacidad que posee un aislador para concentrar el flujo eléctrico. El valor de esta constante es igual al cociente del flujo en el aislador entre el valor que el flujo tiene en el aire o en el vacío. La constante dieléctrica tanto del aire como del vacío es 1, ya que es la que sirve como referencia.

Por ejemplo, la mica tiene una constante dieléctrica promedio igual a 6, valor que significa que este material es capaz de proporcionar una densidad de flujo 6 veces mayor que el aire o el vacío, para el mismo voltaje aplicado y el mismo tamaño físico.

En general, los aisladores tienen una constante dieléctrica K mayor que 1, valores grandes de K, permiten a su vez altos valores de capacitancia.

En realidad, la constante dieléctrica de un aislador es la permeabilidad relativa de éste, la cual se denota con los símbolos  $\epsilon_r$  o  $K_\epsilon$  e indica la capacidad que posee el dieléctrico para concentrar flujo eléctrico.

En la tabla anterior también aparecen los valores nominales de voltajes de ruptura para los dieléctricos más comunes, a esto se le conoce como rigidez dieléctrica, la cual es una medida de la capacidad que tiene un dieléctrico para soportar una diferencia de potencial sin que se produzca un arco de descarga a través del aislador. Este valor nominal es importante debido a que la ruptura del aislador produce una trayectoria de conducción a lo largo del dieléctrico. Cuando esto ocurre ya no es posible almacenar carga, puesto que el capacitor está en cortocircuito. Dado que el voltaje de ruptura aumenta conforme lo hace el espesor del dieléctrico, los capacitores con valores nominales grandes tienen una distancia mayor entre las placas.

Por tanto:

- 1.- La capacitancia aumenta al incrementar el área de las placas o la constante dieléctrica.
- 2.- La capacitancia disminuye al aumentar la distancia entre las placas.

## TIPOS DE CAPACITORES

Los capacitores comerciales se clasifican de acuerdo con el material con el que está fabricado el dieléctrico. Los capacitores más comunes son los de aire, mica, papel, cerámica y electrolíticos. Estos últimos utilizan una película de óxido muy delgada de tamaño molecular como dieléctrico, el cual permite obtener valores muy grandes de capacitancia en un espacio muy pequeño. En la siguiente tabla se muestra una comparación entre los diferentes tipos de capacitores.

Dieléctrico	Construcción	Capacitancia	Voltaje de ruptura V
Aire	Placas intercaladas	10-400 pF	400
Cerámica	Cilíndrico o tubular	0.5-1600 pF	500-20 000
	En forma de disco	0.002-0.1 $\mu$ F	
Electrolítico	Aluminio	5-1 000 $\mu$ F	10-450
	Tantalio	0.01-300 $\mu$ F	6-50
Mica	De hojas sobrepuestas	10-5 000 pF	500-20 000
Papel o Película De plástico	De papel metalizado	0.001-1 $\mu$ F	200-1 600

### Voltaje nominal de capacitores

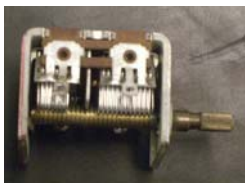
Este valor nominal indica la máxima diferencia de potencial que puede aplicarse a través de las placas del elemento sin dañar el dieléctrico. En general, este valor nominal del voltaje es válido hasta temperaturas de 60 °C. A temperaturas superiores el valor nominal del voltaje disminuye. Los voltajes nominales usuales para capacitores de propósito general de mica, papel y cerámica abarcan desde 200 hasta 500 V, es posible encontrar en el mercado capacitores de cerámica con voltajes nominales desde 1 hasta 5 kV.

Los voltajes nominales más comunes para capacitores electrolíticos son 25, 150 y 450 V.

La diferencia de potencial a través del capacitor depende del voltaje aplicado y no necesariamente es igual al voltaje nominal. Un voltaje nominal mayor que la diferencia de potencial aplicada al elemento es un factor de seguridad que le permite una vida útil prolongada.

### Capacitores variables.

En las siguientes imágenes se pueden apreciar estos elementos.



Consisten en placas metálicas que se entrelazan al girar el eje. A las placas estacionarias se les llama estator (ya que son fijas) y a las móviles rotor. Este elemento tiene su máximo de capacidad cuando las placas están totalmente entrelazadas.

#### Capacitor fijo de papel.

Esta variedad de capacitor está constituida por varias capas de papel de estaño, separadas por papel encerado, como componente dieléctrica. Los alambres que salen de los extremos se conectan a las placas de papel de estaño. El conjunto se enrolla apretadamente, formando un cilindro y se sella con compuestos especiales. Para proporcionar rigidez al elemento, algunos fabricantes encapsulan esos capacitores en materiales plásticos, esto les da un mayor soporte para golpes, calor y humedad, hasta un punto elevado.

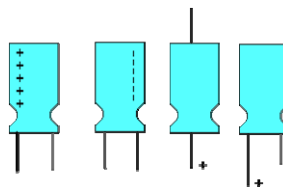


Muchos capacitores con este tipo de construcción interna (hoja delgada de metal) utilizan una película plástica en lugar de papel. Dos capacitores con estas características son los de teflón y el de Mylar. El dieléctrico de película plástica tiene una resistencia muy grande (mayor que  $1000\text{ M}\Omega$ ), presenta bajas pérdidas y tiene una vida útil mayor, comparada con la de los capacitores de papel.

#### Capacitores rectangulares rellenos de aceite.

Estos elementos se encuentran en recipientes metálicos sellados herméticamente. Están llenos de aceite y tienen una resistencia de aislamiento elevada.

#### Capacitores electrolíticos de tipo lata.



En este tipo de capacitores (Véase figura) se emplea un método diferente de construcción de las placas las cuales pueden ser de aluminio y un electrolito húmedo o seco, de bórax o carbonato. Durante la fabricación se le aplica un voltaje de C.D. y, por medio de una acción electrolítica, se deposita una capa delgada de óxido de aluminio en la placa positiva, aislándola eficazmente del electrolito. La placa negativa es una conexión al electrolito, el cual, junto con las placas positivas, forma el capacitor. Estos elementos son muy convenientes cuando se necesita una capacidad grande en un espacio reducido. Debe observarse la polaridad de estos elementos, puesto que una conexión inversa los destruirá. El recipiente metálico es, usualmente, la Terminal negativa común para todos los capacitores.

Una desventaja de estos elementos, además de necesitar una polarización correcta, es la corriente de fuga relativamente grande que existe a lo largo del dieléctrico, debido a que la película de óxido no es un aislador perfecto. La corriente de fuga a lo largo del dieléctrico, para un capacitor del tipo hoja de aluminio, es de,

aproximadamente, entre 0.1 y 0.5 mA/  $\mu\text{F}$ , por el contrario parte los capacitores de mica tienen una corriente de fuga prácticamente igual a cero.

Uno de los problemas a los que da origen la corriente de fuga en el capacitor, es que ésta permite que parte del voltaje de cd se acople al siguiente circuito, junto con el componente de ca. A pesar de lo anterior, los capacitores electrolíticos se suelen utilizar en circuitos de baja resistencia, donde los voltajes de la corriente de fuga son aceptables debido a la pequeña magnitud de la caída de voltaje  $IR$ .

#### Capacitores de tantalio.

Este capacitor electrolítico es nuevo y emplea tantalio (Ta) en lugar de aluminio. En algunas ocasiones también se utiliza titanio (Ti), las características de este tipo de capacitores son:

- Mayor valor de la capacitancia con tamaños físicos más pequeños.
- Mayor duración.
- Corriente de fuga menor.

Estos capacitores son más costosos que los de aluminio. Los métodos para construir capacitores de tantalio incluyen los de tipo de hoja metálica húmeda y los de forma de pastilla de circuito integrado. El tantalio sólido se procesa durante la fabricación para obtener una película delgada de óxido como dieléctrico.

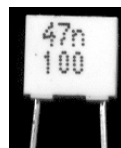
#### Capacitores cerámicos de disco.



Son capacitores muy pequeños frecuentemente utilizados en aparatos. Se componen de un material aislante especial de cerámica (fabricada a partir de tierra fundada a altas temperaturas), sobre el que se fijan las placas de plata del capacitor. La componente completa se trata de un aislamiento especial, para que resista al calor y la humedad.

Para dieléctricos de cerámica en forma tubular, el cilindro hueco de cerámica tiene un recubrimiento de plata sobre las superficies internas y externas.

#### Capacitores de mica.



Estos son elementos pequeños los cuales son fabricados colocando placas delgadas de estaño con láminas de mica, que sirven como aislante. A continuación, el conjunto se moldea y se encapsula en material plástico.

#### Capacitores de ajuste.



Es una forma de capacitor variable, el tornillo ajustable comprime a las placas y hace aumentar la capacitancia, como material dieléctrico es utilizada la mica, como su nombre lo indica se usa cuando se requiere un ajuste fino de la capacitancia, en unión con otros capacitores mayores a los que se conectan en paralelo, cabe hacer mención, que cuando se efectúen ajustes en estos elementos, el tornillo debe hacerse girar con un destornillador especial de fibra o plástico el cual se conoce como alineador, el efecto capacitivo de un destornillador de acero, si se utilizara, daría como resultado un ajuste impreciso.

### Varicap

Este elemento no es en si un capacitor ya que es un elemento semiconductor (Diodo), sin embargo se menciona debido a que el fenómeno que ocurre en él es utilizado como capacitor.

El diodo de capacidad variable o Varactor (varicap)(cuyo símbolo se muestra en la figura de la derecha) es un tipo de diodo que basa su funcionamiento en el fenómeno que hace que la anchura de la barrera de potencial en una unión PN varíe en función de la tensión inversa aplicada entre sus extremos. Al aumentar dicha tensión, aumenta la anchura de esa barrera, disminuyendo por tanto la capacidad del diodo. De este modo se obtiene un condensador variable controlado por tensión, los valores de capacidad obtenidos van desde 1 a 500 pF, la tensión inversa mínima tendrá que ser de 1 V.



Estos elementos son empleados generalmente en la sintonía de TV, modulación en frecuencia de transmisores de radio y en los osciladores controlados por tensión.

En tecnología de microondas se pueden utilizar como limitadores: al aumentar la tensión en el diodo, su capacidad varía, modificando la impedancia que presenta y desadaptando el circuito, de modo que refleja la potencia incidente.

### Capacitores de poliéster o MYLAR

Está formado por láminas delgadas de poliéster sobre las que se deposita aluminio, que forma las armaduras, se apilan estas láminas y se conectan por los extremos, del mismo modo, también se encuentran condensadores de policarbonato y polipropileno. Este es el tipo de capacitor relativamente más barato que existe.

### Capacitores de doble capa eléctrica

Estos capacitores son conocidos también como super capacitores o CAEV debido a la gran capacidad que tienen por unidad de volumen. Se diferencian de los capacitores convencionales en que no usan dieléctrico por lo que son muy delgados las características eléctricas más significativas desde el punto de su aplicación como fuente acumulada de energía son: altos valores capacitivos para reducidos tamaños, corriente de fuga muy baja, alta resistencia serie y pequeños valores de tensión.

### Tolerancia de la capacitancia.

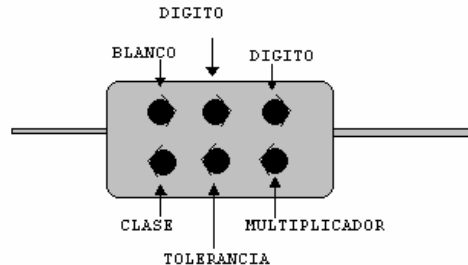
Los capacitores de cerámica en forma de disco para aplicaciones de propósito general tienen una tolerancia de  $\pm 20\%$ , los capacitores de papel de  $\pm 10\%$ . Si se desean tolerancias menores, pueden emplearse capacitores tubulares de mica o cerámica. Estos tipos tienen tolerancias desde  $\pm 2$  hasta  $\pm 20\%$ . Los capacitores de mica con placa de plata se pueden adquirir con tolerancias de  $\pm 1\%$ .

Es conveniente considerar el peor caso de la tolerancia, que es su parte negativa, con el fin de garantizar que haya suficiente capacitancia, especialmente en el caso de los capacitores electrolíticos que tienen una tolerancia amplia semejante a  $-10\%$  hasta  $+50\%$ . Sin embargo el valor exacto de la capacitancia no tiene relativa importancia en la mayor parte de las aplicaciones.

### Código de colores para capacitores.

Los capacitores de mica y los tubulares de cerámica tienen un código de colores que indica el valor de su capacitancia. Dado que el código es necesario solo para capacitores de reducido tamaño, los valores de capacitancia tienen unidades en pF. Los colores utilizados son los mismos que los de los resistores.

En los capacitores de mica se utiliza, en general, el sistema de seis puntos de color, como en la siguiente figura.



Primero se lee el primer renglón de izquierda a derecha, después se procede a leer el segundo renglón de derecha a izquierda. Si el primer punto es de color blanco, entonces el valor de la capacitancia está codificado con el nuevo código EIA. El valor de la capacitancia se codifica en los tres siguientes puntos. Por ejemplo, si los colores de los puntos 2, 3 y 4, son, rojo, verde y café, el valor de la capacitancia es de 250 pF. Si el color del primer punto es plata, esto indica que el capacitor es de papel y, de nuevo, el valor de la capacitancia está codificado en los siguientes tres puntos, 2, 3 y 4. El punto cinco indica la tolerancia, mientras que el seis proporciona la clase EIA. Existen siete clases, desde la A hasta la G, que indican el coeficiente de temperatura, la resistencia de fuga y otros factores variables adicionales.

Para el caso de la figura anterior si el primer punto es de color plata indica que su valor se codifica de acuerdo con el código de seis puntos de la EIA (Electrical Industries Association), si es de color negro, significa que está empleando el código militar, si por el contrario es de color blanco, indica que es de papel AWS.

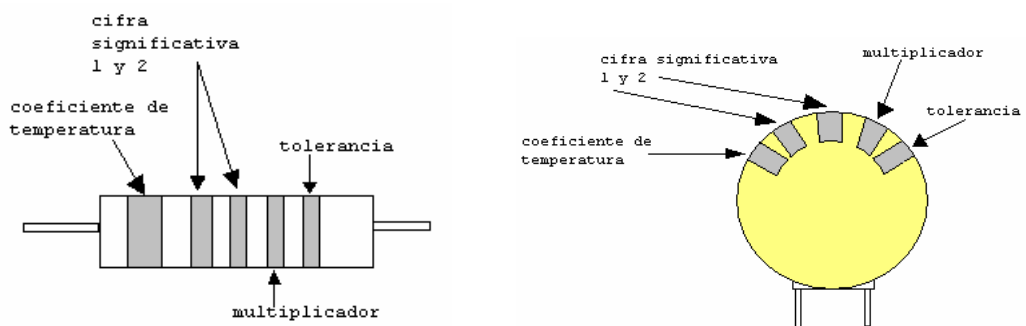
En la siguiente tabla se proporciona una lista de los colores empleados para la capacitancia.

COLOR	CIFRA SIGNIFICATIVA	MULTIPLICADOR DECIMAL	TOLERANCIA %
NEGRO	0	1	20
CAFÉ	1	10	1
ROJO	2	10 <sup>2</sup>	2
NARANJA	3	10 <sup>3</sup>	3
AMARILLO	4	10 <sup>4</sup>	4
VERDE	5	10 <sup>5</sup>	5
AZUL	6	10 <sup>6</sup>	6
VIOLETA	7	10 <sup>7</sup>	7
GRIS	8	10 <sup>8</sup>	8
BLANCO	9	10 <sup>9</sup>	9
ORO		0.1	5
PLATA		0.01	10
SIN COLOR			20

En general, el máximo valor del voltaje con el que pueden trabajar los capacitores comerciales es de 500 V.

Si se emplea un color diferente a los ya mencionados para el primer punto, el valor de la capacitancia del condensador está codificado con el viejo código de la EIA. En este caso, se emplea el primer punto y los siguientes dos para determinar las cifras significativas. Mientras que el cuarto indica el factor de multiplicación.

Los capacitores de cerámica tienen de tres a cinco bandas o puntos de colores. El tipo de construcción de estos capacitores puede ser tubular, con las terminales en dirección del eje, o en forma de disco, con las terminales en dirección del radio.



Cuando tienen cinco colores, el primero indica el coeficiente de temperatura y el último la tolerancia, los tres colores restantes proporcionan el valor de la capacidad en picofarads como se muestra en la siguiente tabla.

Color	Multiplicador decimal	Tolerancia		Coeficiente de temperatura ppm por °C
		Por encima de 10 pF, %	Por debajo de 10 pF, en pF	
Negro	1	20	2.0	0
Café	10	1		-30
Rojo	100	2		-80
Naranja	1 000			-150



Amarillo				-220
Verde		5	0.5	-330
Azul				-470
Violeta				-750
Gris	0.01		0.25	30
Blanco	0.1	10	1.0	500

Con frecuencia los capacitores de cerámica en forma de disco tienen impreso el valor de la capacitancia. Un valor mayor que 1, señala que la capacitancia se especifica en picofarads. Un valor menor que 1, por ejemplo 0.002, indica que la capacitancia esta dada en microfarads.

En la siguiente tabla se enlistan equivalencias en unidades de pF, así como el número comercial de capacitores de disco que se pueden encontrar en el mercado, a demás de el mercado en colores.

PF	$\mu$ F			Marcado numérico comercial	Marcado en colores
1	0.000001	1p		1	
10	0.000010	10P		10	
47	0.000047	47P		47	
100	0.0001	n10		100	
470	0.00047	n47		470	
1 000	0.001	1n	1 kpF	102	Café, negro, rojo
1 500	0.0015	1n5	1k5 = 1.5k	152	Café, verde, rojo
1 800	0.0018	1n8	1k8 = 1.8k	182	Café, gris, rojo
2 200	0.0022	2n2	2k2 = 2.2k	222	Rojo, rojo, rojo
2 700	0.0027	2n7	2k7 = 2.7k	272	Rojo, violeta, rojo
3 300	0.0033	3n3	3k3 = 3.3k	332	Naranja, naranja, rojo
3 600	0.0036	3n6	3k6 = 3.6k	362	Naranja, azul, rojo
3 900	0.0039	3n9	3k9 = 3.9k	392	Naranja, blanco, rojo
4 300	0.0043	4n3	4k3 = 4.3k	432	Amarillo, naranja, rojo
4 700	0.0047	4n7	4k7 = 4.7k	472	Amarillo, violeta, rojo
5 600	0.0056	5n6	5k6 = 5.6k	562	Verde, azul, rojo
6 800	0.0068	6n8	6k8 = 6.8k	682	Azul, gris, rojo
8 200	0.0082	8n2	8k2 = 8.2k	822	Gris, rojo, rojo
10 000	0.01	10n	10k	103	Café, negro, naranja
15 000	0.015	15n	15k	153	Café, verde, naranja
22 000	0.022	22n	22k	223	Rojo, rojo, naranja
3 000	0.033	33n	33k	333	Naranja, naranja, naranja
39 000	0.039	39n	39k	393	Naranja, blanco, naranja
47 000	0.047	47n	47k	473	Amarillo, violeta, naranja
56 000	0.056	56n	56k	563	Verde, azul, naranja
68 000	0.068	68n	68k	683	Azul, gris, naranja
100 000	0.1	100n	100k	104	Café, negro, amarillo
150 000	0.15	150n	150k	154	Café, verde, amarillo
220 000	0.22	220n	220k	224	Rojo, rojo, amarillo
330 000	0.33	330n	330k	334	Naranja, naranja, amarillo
470 000	0.47	470n	470k	474	Amarillo, violeta, amarillo
560 000	0.56	560n	560k	564	Verde, azul, amarillo

680 000	0.68	680n	680k	684	Aul, gris, amarillo
820 000	0.82	820n	820k	824	Gris, rojo, amarillo
1000000	1.0	1μ		105	Café, negro, verde
2200000	2.2	2.2μ		225	Rojo, rojo, verde

### Capacitancias en paralelo

Esto equivale a sumar el área de las placas. Por consiguiente, la capacitancia total es la suma de todas las capacitancias.

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

El voltaje a través de varios capacitores en paralelo es el mismo. Nótese que la suma de capacitancias en paralelo es opuesta a la situación en donde se tienen inductancias o resistencias en paralelo.

### Capacitancias en serie.

Esto equivale a aumentar el espesor del dieléctrico. En consecuencia, la capacitancia total tiene un valor menor que el correspondiente a la menor capacitancia en el circuito.

Los capacitores se conectan en serie con el fin de obtener un valor nominal mayor del voltaje de ruptura para todo el arreglo.

### Capacitancia parásita y efectos inductivos.

Estas dos características pueden ser evidentes en todos los circuitos y para todo tipo de componentes. Un capacitor exhibe una pequeña inductancia en los conductores. Una bobina tiene cierta capacitancia entre los devanados. El resistor tiene una inductancia y capacitancia pequeñas. Después de todo, una capacitancia física es sólo un aislador colocado entre dos puntos que tienen diferentes potenciales. Una inductancia es, básicamente, un conductor por el que circula corriente.

En realidad estos efectos parásitos generalmente son bastante pequeños cuando se comparan con los valores de capacitancia e inductancia no distribuidos. Los valores comunes de capacitancia parásita se encuentran entre 1 y 10 pF, mientras que los correspondientes a inductancias de este tipo son, usualmente, menores de 1 μH. Sin embargo, para radiofrecuencias muy grandes que es donde se emplean valores pequeños de capacitancia e inductancia los efectos parásitos son muy importantes. Otro ejemplo en el que se tiene una capacitancia, es un cable. Cualquier cable tiene una capacitancia entre los conductores.

### Capacitancia parásita en circuitos.

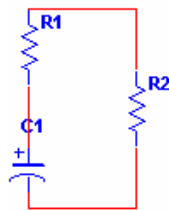
El alambrado y los componentes de un circuito tienen una capacitancia con respecto del chasis. Esta capacitancia parásita  $C_s$  tiene un valor común que se encuentra entre 5 y 10 pF. Para reducir este valor, el alambrado debe de ser corto y las terminales y componentes debe colocarse en la parte alta del chasis. En algunas ocasiones cuando las frecuencias son muy altas, la capacitancia parásita se incluye como parte del diseño del circuito. En estos casos, cambiar la ubicación de los componentes o el alambrado,

afectará la operación del circuito. Este orden crítico de los alambres de conexión, suele especificarse en los manuales de servicio del fabricante.

#### Resistencia de fuga del capacitor.

Considérese un capacitor cargado por una fuente de tensión de CD. Después de remover la fuente, un capacitor perfecto mantendrá la carga por tiempo indefinido. Sin embargo, después de un período largo, la carga del capacitor desaparecerá por causa de una pequeña corriente de fuga a lo largo del dieléctrico y a través del encapsulado entre las terminales; así pues, no existe un aislador perfecto. La corriente de fuga en capacitores de papel, cerámica y mica es muy pequeña, lo cual indica la presencia de una resistencia de fuga con un valor muy grande.

Como se observa en la siguiente figura



La resistencia de fuga  $R_2$  está en paralelo con la capacitancia  $C$ . Para capacitores de papel, cerámica y mica, el valor de  $R_2$  es mayor o igual que  $100 \text{ M}\Omega$ . Sin embargo, los capacitores electrolíticos tienen resistencias de fuga mayores o iguales que  $0.5 \text{ M}\Omega$ .

#### Perdidas por absorción en capacitores.

Cuando se aplica un voltaje de ca a un capacitor, el proceso continuo de carga, descarga y la transición entre estos dos, no puede darse de manera instantánea en el dieléctrico. Este efecto es análogo de la histéresis en materiales magnéticos. Cuando la frecuencia del voltaje de carga del capacitor es muy grande, puede existir una diferencia entre la magnitud del voltaje aplicado y la correspondiente al voltaje almacenado en el dieléctrico. La diferencia entre estos dos voltajes puede darse como una pérdida por absorción en el dieléctrico. De acuerdo a la figura anterior el valor de  $R_1$   $0.5 \Omega$ , es representativo de los capacitores de papel. Para capacitores de mica o cerámica las pérdidas en el dieléctrico son menores. La magnitud de estas pérdidas son irrelevantes en capacitores electrolíticos, ya que éstos no se emplean en aplicaciones de radiofrecuencia.

#### Factor de potencia de un capacitor.

Es común indicar la calidad de un capacitor –en términos de pérdidas mínimas – proporcionando el valor del factor de potencia, el cual es una medida de la cantidad de potencia proporcionada que su disipa como calor en el capacitor. Entre menor sea la magnitud del factor de potencia de un capacitor, mayor será la calidad de éste.

Dado que las pérdidas ocurren en el dieléctrico, el factor de potencia de un capacitor es, esencialmente, el factor de potencia del dieléctrico, independientemente del valor de la capacitancia o del voltaje nominal de ruptura. Para radiofrecuencias, los valores aproximados del factor de potencia son: papel, alrededor de 0.01, y entre 0.0001 y 0.03 para la cerámica.

El recíproco del factor de potencia puede considerarse como la  $Q$  del capacitor, idea que es similar a la  $Q$  de una bobina. Por ejemplo, un factor de potencia de 0.001 corresponde a una  $Q$  de 1000. entre más grande sea el valor de  $Q$ , mayor será la calidad del capacitor.

#### Capacitancia de un circuito abierto.

Un interruptor abierto, o un alambre en circuito abierto, tiene una capacitancia  $C_0$  como consecuencia de que en un circuito abierto existe un aislador entre dos conductores. Con una fuente de voltaje presente en el circuito,  $C_0$  se carga hasta alcanzar un voltaje igual al voltaje aplicado. Dado que el voltaje de la capacitancia  $C_0$  es muy pequeño, del orden de pF, la capacitancia se carga con rapidez. Este rápido proceso de carga de  $C_0$  es la razón de que, en un circuito en serie, el voltaje a través de un circuito abierto es igual al voltaje aplicado. Después de un flujo momentáneo de corriente de carga,  $C_0$  se carga hasta alcanzar un voltaje igual al aplicado y almacena la carga necesaria para mantener este voltaje.

#### Fallas frecuentes en capacitores.

Los capacitores pueden encontrarse en cortocircuito o en circuito abierto. En cualquier caso, el capacitor no sirve pues no es capaz de almacenar carga eléctrica. Un capacitor con fuga es equivalente a un cortocircuito parcial, donde el dieléctrico pierde poco a poco sus propiedades aislantes bajo el influjo del voltaje aplicado, disminuyendo de esta forma su resistencia.

Un buen capacitor tiene una resistencia muy grande, de orden de varios  $M\Omega$ , un capacitor en cortocircuito tiene una resistencia igual a  $0\Omega$ ; en otras palabras, exhibe continuidad; la resistencia de un capacitor con fuga es menor que la resistencia normal.

Lecturas proporcionadas por un óhmetro al medir resistencia entre las terminales del capacitor.

1.- si la aguja de óhmetro se desplaza inmediatamente a la posición que indica una resistencia igual a  $0\Omega$  y permanece ahí, el capacitor está en cortocircuito.

2.- si el capacitor muestra un proceso de carga, pero la resistencia final es apreciablemente menor que el valor nominal esperado, el capacitor tiene fuga. Estos capacitores provocan muchos problemas, sobre todo en circuitos de alta resistencia. Cuando se verifique el estado de capacitores electrolíticos, inviértanse las puntas de medición del óhmetro y tómesese la mayor de las dos lecturas.

3.- si el capacitor no muestra un proceso de carga, pero el óhmetro indica una resistencia muy grande, es posible que el capacitor se encuentre en un circuito abierto. Sin embargo, deben tomarse algunas precauciones, ya que un valor muy grande de resistencia es una condición normal para capacitores. inviértanse las puntas de medición del óhmetro para descargar el capacitor y repítase de nuevo la medición. Siempre recordar que los capacitores con capacitancias menores o iguales que 100 pF, normalmente tendrán una corriente de carga muy pequeña, debido al bajo voltaje de la batería del óhmetro.

#### Capacitores en corto circuito.

Cuando están funcionando normalmente, los capacitores pueden cortocircuitarse de repente, como consecuencia del deterioro que presenta el dieléctrico al transcurrir

algunos años y debido a las temperaturas elevadas. Este efecto es más común en los capacitores electrolíticos y de papel. En estos casos, el capacitor comienza a presentar fugas que aumentan gradualmente (lo que indica un corto circuito parcial), o quizá que el dieléctrico esté perforado.

#### Capacitores en circuito abierto

Además de la posibilidad de una conexión abierta en cualquier tipo de capacitor, la resistencia interna de los de tipo electrolítico aumenta con el tiempo y, particularmente, con las altas temperaturas. Después de algunos años de servicio, si el electrolítico se seca, el capacitor presenta un circuito abierto parcial. La mayor parte de las características del capacitor desaparecen y éste debe ser reemplazado.

#### Capacitores con fuga.

La lectura de resistencia  $R$ , proporcionada por un óhmetro para un capacitor con fuga, es menor que la de un capacitor en buenas condiciones. Sin embargo, las pruebas con voltajes de cd suelen ser más definitivas. En un circuito, el voltaje de cd presente en una de las terminales del capacitor, no deberá tener efecto alguno sobre el voltaje de cd de la otra Terminal.

#### BIBLIOGRAFIA

Howard H. Gerrish FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD  
Ed. Limusa. México, D.F.

GROB. ELECTRONICA BASICA  
Ed. McGraw-Hill, México, D.F.

[www.solecmexico.com](http://www.solecmexico.com)  
soporte@solecmexico.com