**Capacitores**

Los capacitores tampoco nunca están ausentes en los circuitos electrónicos, éstos consisten básicamente de dos placas metálicas separadas por un material aislante (llamado dieléctrico). Este material dieléctrico puede ser aire, mica, papel, cerámica, etc.

|  |  |
| --- | --- |
| http://www.viasatelital.com/proyectos_electronicos/capaci1.gif  **Símbolo condensador (no polarizado)** | http://www.viasatelital.com/proyectos_electronicos/capaci2.gif  **Símbolo condensador electrolítico (polarizado)** |

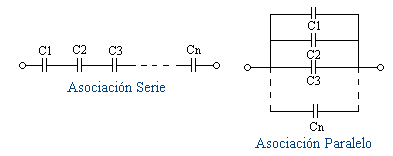
El valor de un capacitor se determina por la superficie de las placas y por la distancia entre ellas, la que está determinada por el espesor del dieléctrico, dicho valor se expresa en términos de capacidad. La unidad de medida de dicha capacidad es el faradio (F). Los valores de capacidad utilizados en la práctica son mucho más chicos que la unidad, por lo tanto, dichos valores estarán expresados en microfaradios (1 F = 1 x 10-6 F), nanofaradios (1 F = 1 x 10-9 F) o picofaradios (1 F = 1 x 10-12 F).

Cuando se aplica una tensión continua entre las placas de un capacitor, no habrá circulación de corriente por el mismo, debido a la presencia del dieléctrico, pero se producirá una acumulación de carga eléctrica en las placas, polarizándose el capacitor.

Una vez extraída la tensión aplicada, el capacitor permanecerá cargado debido a la atracción eléctrica entre las caras del mismo, si a continuación se cortocircuitan dichas caras, se producirá la descarga de las mismas, produciendo una corriente de descarga entre ambas.

Si ahora le aplicamos una tensión alterna se someterá al capacitor a una tensión continua durante medio ciclo y a la misma tensión, pero en sentido inverso, durante la otra mitad del ciclo. El dieléctrico tendrá que soportar esfuerzos alternos que varían de sentido muy rápidamente, y por lo tanto, su polarización deberá cambiar conforme el campo eléctrico cambia su sentido, entonces si aumentamos la frecuencia el dieléctrico ya no podrá seguir estos cambios, produciéndose eventualmente una disminución en la capacidad. En síntesis, la capacidad de un capacitor disminuye conforme aumenta la frecuancia.

Los condensadores, al igual que las resistencias, se pueden conectar tanto en serie como en paralelo:



La capacidad equivalente serie es:

CT = 1/(1/C1 + 1/C2 + 1/C3 + ... + 1/Cn)

y la capacidad equivalente paralelo es:

 CT = C1 + C2 + C3 + ... + Cn

Existe mucha variedad de capacitores a lo que a tipos se refiere. Existen los **cerámicos**, que están construidos normalmente por una base tubular de dicho material con sus superficies interior y exterior metalizadas con plata, sobre las cuales se encuentran los terminales del mismo. Se aplican tanto en bajas como en altas frecuencias.

Otro tipo es el de plástico, que está fabricado con dos tiras de poliéster metalizado en una cara y arrolladas entre sí. Este tipo de capacitor se emplea a frecuencias bajas o medias. Con este tipo de capacitor se pueden conseguir capacidades elevadas a tensiones de hasta 1.000 V.

También existen **capacitores electrolíticos**, los cuales presentan la mayor capacidad de todos para un determinado tamaño. Pueden ser de aluminio o de tántalo. Los primeros están formados por una hoja de dicho metal recubierta por una capa de óxido de aluminio que actúa como dieléctrico, sobre el óxido hay una lámina de papel embebido en un líquido conductor llamado electrolito y sobre ella una segunda lámina de aluminio. Son de polaridad fija, es decir que solamente pueden funcionar si se les aplica la tensión continua exterior con el positivo al ánodo correspondiente. Son usados en baja y media frecuencia.

Los capacitores electrolíticos de tántalo son muy similares a los de aluminio.

http://www.viasatelital.com/proyectos_electronicos/capaci6.gif***Qué aplicaciones tiene un capacitor?***

o      **Para aplicaciones de descarga rápida**, como un Flash, en donde el condensador se tiene que descargar a gran velocidad para generar la luz necesaria (algo que hace muy fácilmente cuando se le conecta en paralelo un medio de baja resistencia)

o      **Como Filtro**, Un condensador de gran valor (1,000 uF - 12,000 uF) se utiliza para eliminar el "***rizado***" que se genera en el proceso de conversión de ***corriente alterna a corriente continua.***

o      **Para aislar etapas o áreas de un circuito**: Un condensador se comporta (idealmente) como un corto circuito para la señal alterna y como un circuito abierto para señales de corriente continua, etc.

**Condensador eléctrico**

**De Wikipedia, la enciclopedia libre**

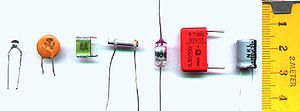
Saltar a [navegación](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico#mw-head), [búsqueda](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico#p-search)

*Para otros usos de este término, véase* [*Condensador*](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador)*.*

[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Photo-SMDcapacitors.jpg)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Photo-SMDcapacitors.jpg)

Condensadores modernos.

[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Condensators.JPG)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Condensators.JPG)

**Fig. 1**: diversos tipos de condensadores.

En [electricidad](http://es.wikipedia.org/wiki/Electricidad) y [electrónica](http://es.wikipedia.org/wiki/Electr%C3%B3nica), un **condensador** (*capacitor* en [inglés](http://es.wikipedia.org/wiki/Idioma_ingl%C3%A9s)) es un dispositivo que almacena [energía eléctrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica), es un [componente pasivo](http://es.wikipedia.org/wiki/Componente_pasivo). Está formado por un par de [superficies conductoras](http://es.wikipedia.org/wiki/Conductor_el%C3%A9ctrico) en situación de [influencia total](http://es.wikipedia.org/wiki/Influencia_total) (esto es, que todas las líneas de campo eléctrico que parten de una van a parar a la otra), generalmente en forma de tablas, esferas o láminas, separados por un material [dieléctrico](http://es.wikipedia.org/wiki/Diel%C3%A9ctrico) (siendo este utilizado en un condensador para disminuir el campo eléctrico, ya que actúa como aislante) o por el [vacío](http://es.wikipedia.org/wiki/Vac%C3%ADo_%28f%C3%ADsica%29), que, sometidos a una [diferencia de potencial](http://es.wikipedia.org/wiki/Diferencia_de_potencial) (d.d.p.) adquieren una determinada [carga eléctrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Carga_el%C3%A9ctrica), positiva en una de las placas y negativa en la otra (siendo nula la carga total almacenada).

La carga almacenada en una de las placas es proporcional a la diferencia de potencial entre esta placa y la otra, siendo la constante de proporcionalidad la llamada [capacidad o capacitancia](http://es.wikipedia.org/wiki/Capacitancia). En el [Sistema internacional de unidades](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_internacional_de_unidades) se mide en Faradios (F), siendo 1 [faradio](http://es.wikipedia.org/wiki/Faradio) la capacidad de un condensador en el que, sometidas sus armaduras a una d.d.p. de 1 [voltio](http://es.wikipedia.org/wiki/Voltio), éstas adquieren una carga eléctrica de 1 [culombio](http://es.wikipedia.org/wiki/Culombio).

La capacidad de 1 [faradio](http://es.wikipedia.org/wiki/Faradio) es mucho más grande que la de la mayoría de los condensadores, por lo que en la práctica se suele indicar la capacidad en micro- µF = 10-6, nano- nF = 10-9 o pico- pF = 10-12 -faradios. Los condensadores obtenidos a partir de [supercondensadores](http://es.wikipedia.org/wiki/Supercondensador) ([EDLC](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=EDLC&action=edit&redlink=1)) son la excepción. Están hechos de [carbón activado](http://es.wikipedia.org/wiki/Carb%C3%B3n_activado) para conseguir una gran área relativa y tienen una separación [molecular](http://es.wikipedia.org/wiki/Mol%C3%A9cula) entre las "placas". Así se consiguen capacidades del orden de cientos o miles de faradios. Uno de estos condensadores se incorpora en el [reloj](http://es.wikipedia.org/wiki/Reloj) Kinetic de [Seiko](http://es.wikipedia.org/wiki/Seiko), con una capacidad de 1/3 de Faradio, haciendo innecesaria la [pila](http://es.wikipedia.org/wiki/Pila_%28electricidad%29). También se está utilizando en los prototipos de [automóviles](http://es.wikipedia.org/wiki/Autom%C3%B3vil) [eléctricos](http://es.wikipedia.org/wiki/Electricidad).

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

C=\frac{Q_1}{V_1-V_2} = \frac{Q_2}{V_2-V_1}

en donde:

*C*: Capacidad

*Q*1: Carga eléctrica almacenada en la placa 1.

*V*1 − *V*2: Diferencia de potencial entre la placa 1 y la 2.

Nótese que en la definición de capacidad es indiferente que se considere la carga de la placa positiva o la de la negativa, ya que

Q_2 = C(V_2-V_1) = -C(V_1-V_2) = -Q_1\,

aunque por convenio se suele considerar la carga de la placa positiva.

En cuanto al aspecto constructivo, tanto la forma de las placas o armaduras como la naturaleza del material dieléctrico son sumamente variables. Existen condensadores formados por placas, usualmente de [aluminio](http://es.wikipedia.org/wiki/Aluminio), separadas por [aire](http://es.wikipedia.org/wiki/Aire), [materiales cerámicos](http://es.wikipedia.org/wiki/Cer%C3%A1mica_t%C3%A9cnica), [mica](http://es.wikipedia.org/wiki/Mica), [poliéster](http://es.wikipedia.org/wiki/Poli%C3%A9ster), [papel](http://es.wikipedia.org/wiki/Papel) o por una capa de [óxido de aluminio](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido_de_aluminio) obtenido por medio de la electrólisis.

|  |
| --- |
| **Contenido**  [[ocultar](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico)]   * [1 Energía almacenada](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico#Energ.C3.ADa_almacenada) * [2 Comportamientos ideal y real](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico#Comportamientos_ideal_y_real)   + [2.1 Comportamiento en corriente continua](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico#Comportamiento_en_corriente_continua)   + [2.2 Comportamiento en corriente alterna](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico#Comportamiento_en_corriente_alterna) * [3 Asociaciones de condensadores](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico#Asociaciones_de_condensadores) * [4 Aplicaciones típicas](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico#Aplicaciones_t.C3.ADpicas) * [5 Condensadores variables](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico#Condensadores_variables) * [6 Tipos de dieléctrico utilizados en condensadores](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico#Tipos_de_diel.C3.A9ctrico_utilizados_en_condensadores) * [7 Véase también](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico#V.C3.A9ase_tambi.C3.A9n) * [8 Enlaces externos](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico#Enlaces_externos) |

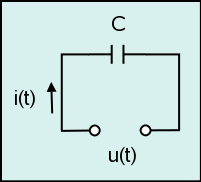
**[**[**editar**](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Condensador_el%C3%A9ctrico&action=edit&section=1)**] Energía almacenada**

El condensador almacena [carga eléctrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Carga_el%C3%A9ctrica), debido a la presencia de un [campo eléctrico](http://es.wikipedia.org/wiki/Campo_el%C3%A9ctrico) en su interior, cuando aumenta la diferencia de potencial en sus terminales, devolviéndola cuando ésta disminuye. Matemáticamente se puede obtener que la energía \mathcal{E}, almacenada por un condensador con capacidad *C*, que es conectado a una diferencia de potencial *V*1 − *V*2, viene dada por:

\mathcal{E} =\int \left(\frac{1}{2}\varepsilon
 E^2\right)\,\mathrm{d}V =  \frac{1}{2} C(V_1-V_2)^2 = \frac{1}{2} 
Q_1(V_1-V_2) = \frac{Q_1^2}{2C}

Este hecho es aprovechado para la fabricación de [memorias](http://es.wikipedia.org/wiki/Memoria_de_computadora), en las que se aprovecha la capacidad que aparece entre la puerta y el canal de los [transistores](http://es.wikipedia.org/wiki/Transistor) MOS para ahorrar componentes.

**[**[**editar**](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Condensador_el%C3%A9ctrico&action=edit&section=2)**] Comportamientos ideal y real**

[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Condensador.png)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Condensador.png)

**Fig. 2**: Condensador ideal.

El condensador ideal (figura 2) puede definirse a partir de la siguiente [ecuación diferencial](http://es.wikipedia.org/wiki/Ecuaci%C3%B3n_diferencial):

 i(t) = C{du(t) \over dt} \;  

donde C es la capacidad, u(t) es la función [diferencia de potencial](http://es.wikipedia.org/wiki/Diferencia_de_potencial) aplicada a sus terminales e i(t) la corriente resultante que circula.

**[**[**editar**](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Condensador_el%C3%A9ctrico&action=edit&section=3)**] Comportamiento en corriente continua**

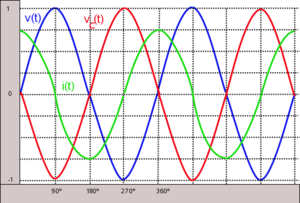
Un condensador real en [CC](http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_continua) (DC en Inglés) se comporta prácticamente como uno ideal, esto es, como un [circuito abierto](http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_abierto). Esto es así en régimen permanente ya que en régimen transitorio, esto es, al conectar o desconectar un circuito con condensador, suceden fenómenos eléctricos transitorios que inciden sobre la d.d.p. en sus bornes (ver [circuitos serie RL y RC](http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_el%C3%A9ctrico#Circuitos_serie_RL_y_RC)).

**[**[**editar**](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Condensador_el%C3%A9ctrico&action=edit&section=4)**] Comportamiento en corriente alterna**

En [CA](http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_alterna), un condensador ideal ofrece una resistencia al paso de la corriente que recibe el nombre de [reactancia capacitiva](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Reactancia_capacitiva&action=edit&redlink=1), XC, cuyo valor viene dado por la inversa del producto de la pulsación ( \quad \omega = 2 \pi f
 ) por la [capacidad](http://es.wikipedia.org/wiki/Capacitancia), C:

 X_C = {1 \over \omega C j} \;  

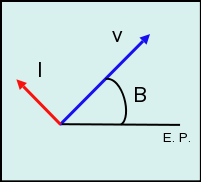
Si la pulsación se expresa en [radianes](http://es.wikipedia.org/wiki/Radi%C3%A1n) por segundo (rad/s) y la capacidad en [faradios](http://es.wikipedia.org/wiki/Faradio) (F), la reactancia resultará en [ohmios](http://es.wikipedia.org/wiki/Ohmio).

[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Diagrama2.png)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Diagrama2.png)

**Fig. 3:** Diagrama cartesiano de las tensiones y corriente en un condensador.

Al conectar una CA senoidal v(t) a un condensador circulará una corriente i(t), también senoidal, que lo cargará, originando en sus bornes una caída de tensión, -vc(t), cuyo [valor absoluto](http://es.wikipedia.org/wiki/Valor_absoluto) puede demostrase que es igual al de v(t). Al decir que por el condensador "circula" una corriente, se debe puntualizar que, en realidad, dicha corriente nunca atraviesa su [dieléctrico](http://es.wikipedia.org/wiki/Diel%C3%A9ctrico). Lo que sucede es que el condensador se carga y descarga al ritmo de la frecuencia de v(t), por lo que la corriente circula externamente entre sus armaduras.

[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:FasorialC.png)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:FasorialC.png)

**Fig. 4:** Diagrama [fasorial](http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_alterna#Representaci.C3.B3n_fasorial).

El fenómeno físico del comportamiento del condensador en CA se puede observar en la figura 3. Entre los 0º y los 90º i(t) va disminuyendo desde su valor máximo positivo a medida que aumenta su tensión de carga vc(t), llegando a ser nula cuando alcanza el valor máximo negativo a los 90º, puesto que la suma de tensiones es cero (vc(t)+ v(t) = 0) en ese momento. Entre los 90º y los 180º v(t) disminuye, y el condensador comienza a descargarse, disminuyendo por lo tanto vc(t). En los 180º el condensador está completamente descargado, alcanzando i(t) su valor máximo negativo. De los 180º a los 360º el razonamiento es similar al anterior.

De todo lo anterior se deduce que la corriente queda adelantada 90º respecto de la tensión aplicada. Considerando, por lo tanto, un condensador C, como el de la figura 2, al que se aplica una tensión alterna de valor:

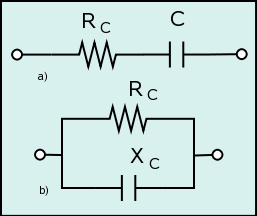
u(t)=V_0 \cdot \sin(\omega t + \beta)

De acuerdo con la ley de Ohm circulará una corriente alterna, adelantada 90º (π / 2) respecto a la tensión aplicada (figura 4), de valor:

i(t)=I_0 \cdot \sin(\omega t + \beta + 
90^\circ)

donde I_0 = {V_0 \over X_C}. Si se representa el [valor eficaz](http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_alterna#Valores_significativos) de la corriente obtenida en forma polar:

\vec{I} = I \ \underline{\mid \beta + 
90^\circ}

[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:CircuitosEquivalentesCondensador.png)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:CircuitosEquivalentesCondensador.png)

**Figura 5.** Circuitos equivalentes de un condensador en CA.

Y operando matemáticamente:

\vec{I} = {V \over X_C} \ \underline{\mid 
\beta + 90^\circ} = {{V \ \underline{\mid \beta}} \over {X_C \ 
\underline{\mid - 90^\circ}}}

Por lo tanto, en los [circuitos de CA](http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_el%C3%A9ctrico#Circuitos_de_corriente_alterna), un condensador ideal se puede asimilar a una magnitud [compleja](http://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero_complejo) sin parte real y parte imaginaria negativa:

\vec{X_C} = 0 - X_Cj = X_C \ 
\underline{\mid - 90^\circ}

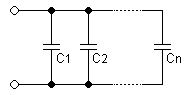
En el condensador real, habrá que tener en cuenta la resistencia de pérdidas de su dieléctrico, RC, pudiendo ser su circuito equivalente, o modelo, el que aparece en la figura 5a) o 5b) dependiendo del tipo de condensador y de la frecuencia a la que se trabaje, aunque para análisis más precisos pueden utilizarse modelos más complejos que los anteriores.

**[**[**editar**](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Condensador_el%C3%A9ctrico&action=edit&section=5)**] Asociaciones de condensadores**

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Capacitorsseries.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Capacitorsseries.png)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Capacitorsseries.png)

**Figura 4**: Asociación serie general.

[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Capacitorsparallel.png)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Capacitorsparallel.png)

**Figura 5**: Asociación paralelo general.

Al igual que las resistencias, los condensadores pueden asociarse en serie (figura 4), paralelo (figura 5) o de forma mixta. En estos casos, la capacidad equivalente resulta ser para la asociación en **serie**:

|  |
| --- |
| {1 \over C_{AB} } ={1 \over C_1} + {1 \over  C_2} + ... + {1 \over C_n} = {\sum_{k=1}^n {1 \over C_k} } |

y para la asociación en **paralelo**:

|  |
| --- |
| C_{AB} = C_1 + C_2 +...+ C_n = \sum_{k=1}^n  C_k |

Es decir, la media armónica de las capacidades de cada condensador.

Es fácil demostrar estas dos expresiones, para la primera solo hay que tener en cuenta que la carga almacenada en las placas es la misma en ambos condensadores (se tiene que inducir la misma cantidad de carga entre las placas y por tanto cambia la diferencia de potencial para mantener la capacitancia de cada uno), y por otro lado en la asociación en "paralelo", se tiene que la diferencia de potencial entre ambas placas tiene que ser la misma (debido al modo en el que están conectados), así que cambiará la cantidad de carga. Como esta se encuentra en el numerador (*C* = *Q* / *V*) la suma de capacidades será simplemente la suma algebraica.

Para la asociación mixta se procederá de forma análoga con las resistencias.

**[**[**editar**](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Condensador_el%C3%A9ctrico&action=edit&section=6)**] Aplicaciones típicas**

Los condensadores suelen usarse para: Baterías, por su cualidad de almacenar energía. Memorias, por la misma cualidad. Filtros. Adaptación de impedancias, haciéndolas resonar a una frecuencia dada con otros componentes. Demodular [AM](http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_de_amplitud), junto con un [diodo](http://es.wikipedia.org/wiki/Diodo). El flash de las cámaras fotográficas. Tubos fluorescentes. Mantener corriente en el circuito y evitar caídas de tensión.

**[**[**editar**](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Condensador_el%C3%A9ctrico&action=edit&section=7)**] Condensadores variables**

Un [condensador variable](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_variable) es aquel en el cual se pueda cambiar el valor de su capacidad. En el caso de un condensador plano, la capacidad puede expresarse por la siguiente ecuación:

C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}

donde:

**ε0**: [constante dieléctrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Constante_diel%C3%A9ctrica) del vacío

**ε*r***: constante dieléctrica o [permitividad](http://es.wikipedia.org/wiki/Permitividad) relativa del material [dieléctrico](http://es.wikipedia.org/wiki/Diel%C3%A9ctrico) entre las placas

**A**: el área efectiva de las placas

**d**: distancia entre las placas o espesor del dieléctrico

Para tener condensador variable hay que hacer que por lo menos una de las tres últimas expresiones cambien de valor. De este modo, se puede tener un condensador en el que una de las placas sea móvil, por lo tanto varía **d** y la capacidad dependerá de ese desplazamiento, lo cual podría ser utilizado, por ejemplo, como [sensor](http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor) de desplazamiento.

Otro tipo de condensador variable se presenta en los [diodos varicap](http://es.wikipedia.org/wiki/Diodo_Varicap).

**[**[**editar**](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Condensador_el%C3%A9ctrico&action=edit&section=8)**] Tipos de dieléctrico utilizados en condensadores**

[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Celectr.JPG)

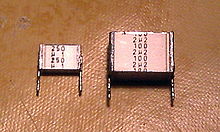
[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Celectr.JPG)

Condensadores electrolíticos axiales.

[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Tantalos.JPG)

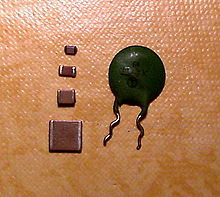
[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Tantalos.JPG)

Condensadores electrolíticos de tantalio.

[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Cpoli.JPG)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Cpoli.JPG)

Condensadores de poliéster.

[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:CCeramicos.JPG)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:CCeramicos.JPG)

Condensadores cerámicos, "SMD (montaje superficial)" y de "disco".

[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Condensador-variable.jpg)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Condensador-variable.jpg)

Condensador variable de una vieja radio AM.

* **Condensadores de aire**. Se trata de condensadores, normalmente de placas paralelas, con dieléctrico de [aire](http://es.wikipedia.org/wiki/Aire) y encapsulados en [vidrio](http://es.wikipedia.org/wiki/Vidrio). Como la permitividad eléctrica relativa es la unidad, sólo permite valores de capacidad muy pequeños. Se utilizó en radio y radar, pues carecen de pérdidas y polarización en el dieléctrico, funcionando bien a frecuencias elevadas.
* **Condensadores de mica**. La [mica](http://es.wikipedia.org/wiki/Mica) posee varias propiedades que la hacen adecuada para dieléctrico de condensadores: bajas pérdidas, exfoliación en láminas finas, soporta altas temperaturas y no se degrada por oxidación o con la humedad. Sobre una cara de la lámina de mica se deposita [aluminio](http://es.wikipedia.org/wiki/Aluminio), que forma una armadura. Se apilan varias de estas láminas, soldando los extremos alternativamente a cada uno de los terminales. Estos condensadores funcionan bien en altas frecuencias y soportan tensiones elevadas, pero son caros y se ven gradualmente sustituidos por otros tipos.
* **Condensadores de papel**. El dieléctrico es papel parafinado, bakelizado o sometido a algún otro tratamiento que reduce su [higroscopia](http://es.wikipedia.org/wiki/Higroscopia) y aumenta el aislamiento. Se apilan dos cintas de papel, una de aluminio, otras dos de papel y otra de aluminio y se enrollan en espiral. las cintas de aluminio constituyen las dos armaduras, que se conectan a sendos terminales. Se utilizan dos cintas de papel para evitar los poros que pueden presentar.
  + **Condensadores autorregenerables**. Los condensadores de papel tienen aplicaciones en ambientes industriales. Los condensadores autorregenerables son condensadores de papel, pero la armadura se realiza depositando aluminio sobre el papel. Ante una situación de sobrecarga que supere la rigidez dieléctrica del dieléctrico, el papel se rompe en algún punto, produciéndose un cortocircuito entre las armaduras, pero este corto provoca una alta densidad de corriente por las armaduras en la zona de la rotura. Esta corriente funde la fina capa de aluminio que rodea al cortocircuito, restableciendo el aislamiento entre las armaduras.
* [**Condensadores electrolíticos**](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_electrol%C3%ADtico). Es un tipo de condensador que utiliza un [electrolito](http://es.wikipedia.org/wiki/Electrolito), como su primera armadura, la cual actua como [cátodo](http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1todo). Con la tensión adecuada, el electrolito deposita una capa aislante (la cual es en general una capa muy fina de óxido de aluminio) sobre la segunda armadura o cuba ([ánodo](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81nodo)), consiguiendo así capacidades muy elevadas. Son inadecuados para funcionar con corriente alterna. La polarización inversa destruye el óxido, produciendo un corto entre el electrolito y la cuba, aumentando la temperatura, y por tanto, arde o estalla el condensador consecuentemente. Existen varios tipos, según su segunda armadura y electrolito empleados:
  + **Condensadores de aluminio**. Es el tipo normal. La cuba es de aluminio y el electrolito una disolución de [ácido bórico](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_b%C3%B3rico). Funciona bien a bajas frecuencias, pero presenta pérdidas grandes a frecuencias medias y altas. Se emplea en fuentes de alimentación y equipos de audio. **Muy utilizado en fuentes de alimentación conmutadas.**
  + **Condensadores de tantalio** (tántalos). Es otro condensador electrolítico, pero emplea [tantalio](http://es.wikipedia.org/wiki/Tantalio) en lugar de aluminio. Consigue corrientes de pérdidas bajas, mucho menores que en los condensadores de aluminio. Suelen tener mejor relación capacidad/volumen.
  + **Condensadores bipolares (para corriente alterna)**. Están formados por dos condensadores electrolíticos en serie inversa, utilizados en caso de que la corriente pueda invertirse. Son inservibles para altas frecuencias.
* **Condensadores de poliéster** o **Mylar**. Está formado por láminas delgadas de [poliéster](http://es.wikipedia.org/wiki/Poli%C3%A9ster) 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](http://es.wikipedia.org/wiki/Policarbonato) y [polipropileno](http://es.wikipedia.org/wiki/Polipropileno).
* **Condensadores styroflex**. Otro tipo de condensadores de [plástico](http://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico), muy utilizado en radio, por responder bien en altas frecuencias y ser uno de los primeros tipos de condensador de plástico.
* **Condensadores cerámicos**. Utiliza [cerámicas](http://es.wikipedia.org/wiki/Cer%C3%A1mica_t%C3%A9cnica) de varios tipos para formar el dieléctrico. Existen tipos formados por una sola lámina de dieléctrico, pero también los hay formados por láminas apiladas. Dependiendo del tipo, funcionan a distintas frecuencias, llegando hasta las microondas.
* [**Condensadores síncronos**](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_s%C3%ADncrono). Es un [motor síncrono](http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_s%C3%ADncrono) que se comporta como un condensador.
* [**Dieléctrico variable**](http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_variable). Este tipo de condensador tiene una armadura móvil que gira en torno a un eje, permitiendo que se introduzca más o menos dentro de la otra. El perfil de la armadura suele ser tal que la variación de capacidad es proporcional al logaritmo del ángulo que gira el eje.
  + **Condensadores de ajuste**. Son tipos especiales de condensadores variables. Las armaduras son semicirculares, pudiendo girar una de ellas en torno al centro, variando así la capacidad. Otro tipo se basa en acercar las armaduras, mediante un tornillo que las aprieta.

Se denomina **resistor** al [componente electrónico](http://es.wikipedia.org/wiki/Componente_electr%C3%B3nico) diseñado para introducir una [resistencia eléctrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_el%C3%A9ctrica) determinada entre dos puntos de un [circuito](http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_el%C3%A9ctrico). En el propio argot eléctrico y electrónico, son conocidos simplemente como **resistencias**. En otros casos, como en las planchas, calentadores, etc., los resistores se emplean para producir [calor](http://es.wikipedia.org/wiki/Calor) aprovechando el [efecto Joule](http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Joule).

Es un material formado por carbon y otros elementos resistivos para disminuir la corriente que pasa. Se opone al paso de la corriente. La [corriente](http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_el%C3%A9ctrica) máxima en un resistor viene condicionado por la máxima [potencia](http://es.wikipedia.org/wiki/Potencia_el%C3%A9ctrica) que puede disipar su cuerpo. Esta potencia se puede identificar visualmente a partir del diámetro sin que sea necesaria otra indicación. Los valores más corrientes son 0,25 [W](http://es.wikipedia.org/wiki/Vatio), 0,5 [W](http://es.wikipedia.org/wiki/Vatio) y 1 [W](http://es.wikipedia.org/wiki/Vatio).

Existen resistencias de valor variable, que reciben el nombre de [potenciómetros](http://es.wikipedia.org/wiki/Potenci%C3%B3metro_%28resistencia_variable%29).

|  |
| --- |
| Contenido [[ocultar](http://es.wikipedia.org/wiki/Codigo_de_colores_de_las_resistencias)]   * [1 Comportamiento en un circuito](http://es.wikipedia.org/wiki/Codigo_de_colores_de_las_resistencias#Comportamiento_en_un_circuito) * [2 Sistemas de Codificación](http://es.wikipedia.org/wiki/Codigo_de_colores_de_las_resistencias#Sistemas_de_Codificaci.C3.B3n)   + [2.1 Código de colores](http://es.wikipedia.org/wiki/Codigo_de_colores_de_las_resistencias#C.C3.B3digo_de_colores)     - [2.1.1 Como leer el valor de una resistencia](http://es.wikipedia.org/wiki/Codigo_de_colores_de_las_resistencias#Como_leer_el_valor_de_una_resistencia)     - [2.1.2 Ejemplos](http://es.wikipedia.org/wiki/Codigo_de_colores_de_las_resistencias#Ejemplos)   + [2.2 Codificación de los resistores de montaje superficial](http://es.wikipedia.org/wiki/Codigo_de_colores_de_las_resistencias#Codificaci.C3.B3n_de_los_resistores_de_montaje_superficial)   + [2.3 Codificación en Resistencias SMD](http://es.wikipedia.org/wiki/Codigo_de_colores_de_las_resistencias#Codificaci.C3.B3n_en_Resistencias_SMD)   + [2.4 Codificación para uso Industrial](http://es.wikipedia.org/wiki/Codigo_de_colores_de_las_resistencias#Codificaci.C3.B3n_para_uso_Industrial) * [3 Resistencias de precisión, resistencias de hojas metálicas (Foil Resistors)](http://es.wikipedia.org/wiki/Codigo_de_colores_de_las_resistencias#Resistencias_de_precisi.C3.B3n.2C_resistencias_de_hojas_met.C3.A1licas_.28Foil_Resistors.29) * [4 Véase también](http://es.wikipedia.org/wiki/Codigo_de_colores_de_las_resistencias#V.C3.A9ase_tambi.C3.A9n) |

## [[editar](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Resistor&action=edit&section=1)] Comportamiento en un circuito

Los resistores se utilizan en los circuitos para limitar el valor de la [corriente](http://es.wikipedia.org/wiki/Intensidad_de_corriente_el%C3%A9ctrica) o para fijar el valor de la [tensión](http://es.wikipedia.org/wiki/Diferencia_de_potencial). Véase la [Ley de Ohm](http://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Ohm).

## [[editar](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Resistor&action=edit&section=2)] Sistemas de Codificación

### [[editar](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Resistor&action=edit&section=3)] Código de colores

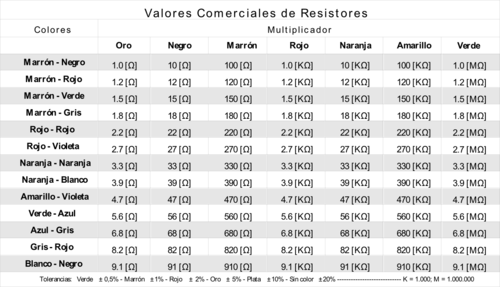
[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Res_000.svg)

Para caracterizar un resistor hacen falta tres valores: resistencia eléctrica, disipación máxima y precisión o [tolerancia](http://es.wikipedia.org/wiki/Tolerancia_%28fabricaci%C3%B3n%29). Estos valores se indican normalmente en el encapsulado dependiendo del tipo de éste; para el tipo de encapsulado axial, el que se observa en las fotografías, dichos valores van rotulados con un código de franjas de colores.

Estos valores se indican con un conjunto de rayas de colores sobre el cuerpo del elemento. Son tres, cuatro o cinco rayas; dejando la raya de tolerancia (normalmente plateada o dorada) a la derecha, se leen de izquierda a derecha. La última raya indica la tolerancia (precisión). De las restantes, la última es el multiplicador y las otras indican las cifras significativas del valor de la resistencia.

El valor de la resistencia eléctrica se obtiene leyendo las [cifras](http://es.wikipedia.org/wiki/Cifra_%28matem%C3%A1tica%29) como un número de una, dos o tres cifras; se multiplica por el multiplicador y se obtiene el resultado en [Ohmios (Ω)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ohmio). El coeficiente de temperatura únicamente se aplica en resistencias de alta precisión o tolerancia menor del 1%).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Color de la banda** | | **Valor de la 1°cifra significativa** | **Valor de la 2°cifra significativa** | **Multiplicador** | **Tolerancia** | **Coeficiente de temperatura** |
| [Negro](http://es.wikipedia.org/wiki/Negro_%28color%29) |  | - | 0 | 1 | - | - |
| [Marrón](http://es.wikipedia.org/wiki/Marr%C3%B3n) |  | 1 | 1 | 10 | ±1% | 100ppm/°C |
| [Rojo](http://es.wikipedia.org/wiki/Rojo) |  | 2 | 2 | 100 | ±2% | 50ppm/°C |
| [Naranja](http://es.wikipedia.org/wiki/Naranja_%28color%29) |  | 3 | 3 | 1 000 | - | 15ppm/°C |
| [Amarillo](http://es.wikipedia.org/wiki/Amarillo) |  | 4 | 4 | 10 000 | ±4% | 25ppm/°C |
| [Verde](http://es.wikipedia.org/wiki/Verde) |  | 5 | 5 | 100 000 | ±0,5% | - |
| [Azul](http://es.wikipedia.org/wiki/Azul) |  | 6 | 6 | 1 000 000 | ±0,25% | 10ppm/°C |
| [Violeta](http://es.wikipedia.org/wiki/Violeta_%28color%29) |  | 7 | 7 | - | ±0,1% | 5ppm/°C |
| [Gris](http://es.wikipedia.org/wiki/Gris) |  | 8 | 8 | - | - | - |
| [Blanco](http://es.wikipedia.org/wiki/Blanco_%28color%29) |  | 9 | 9 | - | - | 1ppm/°C |
| [Dorado](http://es.wikipedia.org/wiki/Color_dorado) |  | - | - | 0,1 | ±5% | - |
| [Plateado](http://es.wikipedia.org/wiki/Plateado) |  | - | - | 0,01 | ±10% | - |
| Ninguno |  | - | - | - | ±20% | - |

[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Resistores_Comerciales.png)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Resistores_Comerciales.png)

Valores de resistencia para resistores disponibles en comercios.

#### [[editar](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Resistor&action=edit&section=4)] Como leer el valor de una resistencia

En una resistencia tenemos generalmente 4 (Cuatro)líneas de colores, aunque podemos encontrar algunas que contenga 5 líneas (4 de colores y 1 que indica tolerancia) vamos a tomar la más general las de 4 líneas, las primeras 3 y dejamos aparte la tolerancia que es plateada o dorada

* La primera línea representa el dígito de las unidades.
* La segunda línea representa el dígito de las decenas.
* El número así formado se multiplica por la potencia de 10 expresada por la tercera línea (multiplicador).

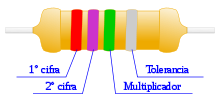
Por ejemplo:

Tenemos una resistencia con los colores verde, amarillo, rojo y dorado.

* Registramos el valor de la primera línea (verde): 5
* Registramos el valor de la segunda línea (amarillo): 4
* Registramos el valor de la tercera línea (rojo): X 100
* Unimos los valores de las primeras dos líneas y multiplicamos por el valor de la tercera

54 X 100 = 5400Ω o 5,4 kΩ y este es el valor de la resistencia expresada en Ohmios

#### [[editar](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Resistor&action=edit&section=5)] Ejemplos

[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Resistencia.svg)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Resistencia.svg)

**Figura 4**: Resistencia de valor 2.700.000 [Ω](http://es.wikipedia.org/wiki/Ohmio) y tolerancia de ±10%.

* La caracterización de una resistencia de 2.700.000 Ω (2,7 MΩ), con una tolerancia de ±10%, sería la representada en la *figura 4*:

1ª cifra: rojo (2)

2ª cifra: violeta (7)

Multiplicador: verde (100000)

Tolerancia: plateado (±10%)

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6d/Register.jpg/220px-Register.jpg](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Register.jpg)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Register.jpg)

**Figura 5**: Resistencia de valor 65 Ω y tolerancia de ±2%.

* El valor de la resistencia de la *figura 5* es de 65 Ω y tolerancia de ±2% dado que:

1ª cifra: azul (6)

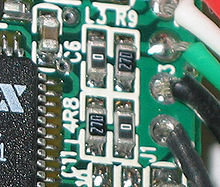
2ª cifra: verde (5)

3ª cifra: negro (0)

Multiplicador: dorado (10-1)

Tolerancia: rojo (±2%)

### [[editar](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Resistor&action=edit&section=6)] Codificación de los resistores de montaje superficial

[](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Zero_ohm_resistors_cropped.jpg)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.5/common/images/magnify-clip.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Zero_ohm_resistors_cropped.jpg)

Esta imagen muestra cuatro resistores de montaje de superficie (el componente en la parte superior izquierda es un condensador) incluyendo dos resistores de cero ohmios. Los enlaces de cero ohmios son usados a menudo en vez de enlaces de alambre

A los resistores cuando se encuentran en circuitos con tecnología de montaje de superficie se les imprimen valores numéricos en un código similar al usado en los resistores axiales.

Los resistores de tolerancia estándar en estos tipos de montajes (*Standard-tolerance Surface Mount Technology*) son marcados con un código de tres dígitos, en el cual los primeros dos dígitos representan los primeros dos dígitos significativos y el tercer dígito representa una potencia de diez (el número de ceros).

### [[editar](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Resistor&action=edit&section=7)] Codificación en Resistencias SMD

En las resistencias SMD ó de montaje en superficie su codificación más usual es:

1ª Cifra = 1º número 2ª Cifra = 2º número 3ª Cifra = Multiplicador En este ejemplo la resistencia tiene un valor de: 1200 ohmios = 1K2

1ª Cifra = 1º número La " R " indica coma decimal 3ª Cifra = 2º número En este ejemplo la resistencia tiene un valor de: 1,6 ohmios

La " R " indica " 0. " 2ª Cifra = 2º número 3ª Cifra = 3º número En este ejemplo la resistencia tiene un valor de: 0.22 ohmios

* Por ejemplo:

|  |  |
| --- | --- |
| "334" | 33 × 10,000 Ω = 330 kΩ |
| "222" | 22 × 100 Ω = 2.2 kΩ |
| "473" | 47 × 1,000 Ω = 47 kΩ |
| "105" | 10 × 100,000 Ω = 1 MΩ |

Los resistores de menos de 100 Ω se escriben: 100, 220, 470, etc. El número cero final representa diez a la potencia de cero, lo cual es 1.

* Por ejemplo:

|  |  |
| --- | --- |
| "100" | = 10 × 1 Ω = 10 Ω |
| "220" | = 22 × 1 Ω = 22 Ω |

Algunas veces estos valores se marcan como "10" o "22" para prevenir errores.

Los resistores menores de 10 Ω tienen una 'R' para indicar la posición del punto decimal.

* Por ejemplo:

|  |  |
| --- | --- |
| "4R7" | = 4.7 Ω |
| "0R22" | = 0.22 Ω |
| "0R01" | = 0.01 Ω |

Los resistores de precisión son marcados con códigos de cuatro dígitos, en los cuales los primeros tres dígitos son los números significativos y el cuarto es la potencia de diez.

* Por ejemplo:

|  |  |
| --- | --- |
| "1001" | = 100 × 10 Ω = 1 kΩ |
| "4992" | = 499 × 100 Ω = 49.9 kΩ |
| "1000" | = 100 × 1 Ω = 100 Ω |

Los valores "000" y "0000" aparecen en algunas ocasiones en los enlaces de montajes de superficie, debido a que tienen una resistencia aproximada a cero.

### [[editar](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Resistor&action=edit&section=8)] Codificación para uso Industrial

**Formato: XX 99999 ó XX 9999X** *[dos letras]<espacio>[valor del resistor (tres/cuatro dígitos)]<sinespacio>[código de tolerancia(númerico/alfanúmerico - un dígito/una letra)]*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Power Rating at 70 °C | | | |
| **Type No.** | **Power rating (watts)** | [**MIL-R-11**](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=MIL-R-11&action=edit&redlink=1) **Norma** | [**MIL-R-39008**](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=MIL-R-39008&action=edit&redlink=1) **Norma** |
| BB | 1/8 | RC05 | RCR05 |
| CB | ¼ | RC07 | RCR07 |
| EB | ½ | RC20 | RCR20 |
| GB | 1 | RC32 | RCR32 |
| HB | 2 | RC42 | RCR42 |
| GM | 3 | - | - |
| HM | 4 | - | - |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Código de Tolerancia | | |
| **Designación Industrial** | **Tolerancia** | **Designación MIL** |
| 5 | ±5% | J |
| 2 | ±20% | M |
| 1 | ±10% | K |
| - | ±2% | G |
| - | ±1% | F |
| - | ±0.5% | D |
| - | ±0.25% | C |
| - | ±0.1% | B |

El rango de la [temperatura](http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura) operacional distingue los tipos [comercial](http://es.wikipedia.org/wiki/Comercio), industrial y militar de los componentes.

* Tipo Comercial : 0 °C a 70 °C
* Tipo Industrial : −40 °C a 85 °C (en ocasiones −25 °C a 85 °C)
* Tipo Militar : −55 °C a 125 °C (en ocasiones -65 °C a 275 °C)
* Tipo Estándar: -5 °C a 60 °C

## [[editar](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Resistor&action=edit&section=9)] Resistencias de precisión, resistencias de hojas metálicas (Foil Resistors)

Son aquellas cuyo valor se ajusta con errores de 100 partes por millón o menos y tienen además una variación muy pequeña con la temperatura, del orden de 10 partes por millón entre 25 y 125 grados Celsius. Este componente tiene una utilización muy especial en circuitos analógicos, con ajustes muy estrechos de las especificaciones. La resistencia logra una precisión tan alta en su valor, como en su especificación de temperatura debido que la misma debe ser considerado un sistema, donde los materiales que la comportan interactúan para lograr su estabilidad. Una hoja de metal muy fino se pega a un aislador como el vidrio o ceramica, al aumentar la temperatura, la expansión térmica del metal es mayor que la del vidrio o ceramica y al estar pegado al aislador, produce en el metal una fuerza que lo comprime reduciendo su resistencia eléctrica, como el coeficiente de variación de resistencia del metal con la temperatura es casi siempre positivo, la suma casi lineal de estos factores hace que la resistencia no varíe o que lo haga mínimamente.

El hecho de utilizar una hoja metálica para crear un medio resistivo, le da el nombre de **foil resistors** en inglés.

Este componente tuvo su origen en varios países y en diferentes tiempos. Por los años 50, algunas empresas y centros académicos de tecnología, en especial en los Estados Unidos, comenzaron a investigar nuevas técnicas de componentes que se adaptaran a la industria naciente de los semiconductores. Los nuevos sistemas electrónicos debían ser más estables y más compactos y la industria de ese tiempo puso más énfasis en la precisión y en la estabilidad del comportamiento con los cambios de temperatura. En la tecnología de resistores, había dos tipos emergentes, los resistores hechos con **películas metálicas muy finas**, depositadas en substratos aislante, como el vidrio o la cerámica y cuyo depósito se realizaba con técnicas de evaporación metálicas.

Luego estaban los resistores hechos con hojas metálicas, cuyos espesores eran mayores que los realizados con películas metálicas. Las **hojas metálicas** se pegaban a substratos aislante, como el vidrio o la cerámica.

Investigando el origen de esta última tecnología llegamos a Duncan y John Cox, los cuales patentaron en 1951, un resistor para uso de calefacción y cuya forma se puede ver en el siguiente enlace ,[[1]](http://www.google.com/patents?id=LzBtAAAAEBAJ&pg=PA1&dq=2682596&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q=2682596&f=false) Si bien el objeto de este componente era de ser usado como elemento de calefacción, la novedad del mismo residía en su construcción geométrica, la forma de las líneas resistivas fueron adoptadas por empresas dedicadas a la fabricación de resistencias de hojas metálicas, como la que se muestra en el siguiente enlace y realizada en 1979 por Benjamín Solow, ,[[2]](http://www.google.com/patents?id=2rA8AAAAEBAJ&printsec=drawing&zoom=4#v=onepage&q=&f=false) o en su versión mejorada de 1983 realizada por Josph Szware , [[3]](http://www.google.com/patents?id=4m4rAAAAEBAJ&printsec=drawing&zoom=4#v=onepage&q=&f=false)

Efecto piezorresistivo.

Como se indico inicialmente, hay un efecto de interacción de fuerzas entre la hoja metálica y el substrato, la hoja metálica se comporta como una galga extensométrica, que es un sensor basado en el efecto piezorresistivo, un esfuerzo que deforma a la galga producirá una variación en su resistencia eléctrica. Este sensor, en su forma básica fue usado por primera ves en 1936. El descubrimiento del principio fue realizado en 1856 por Lord Kelvin, el cual cargo alambres de cobre y de hierro, produciendo en los mismos una tensión mecánica y registrando un incremento de la resistencia eléctrica con la deformación unitaria por tracción (strain) del alambre, observo que el alambre de hierro tiene un incremento de la resistencia mayor que el alambre de cobre, cuando son sometidos a la misma deformación unitaria.

De los experimentos realizados por Lord Kelvin en 1856 resulta que cuando se somete a un metal a una fuerza mecánica, esto produce un cambio de la resistencia eléctrica, sometiendo al metal a una fuerza que lo estire produce un aumento de la resistencia y una compresión una disminución de la misma, este efecto con el tiempo abrió un nuevo campo de las mediciones . Un aumento de la temperatura en un metal produce dos efectos, una dilatación y un aumento de la resistencia.

En 1959, William T. Bean, introduce una galga extensométrica, de tipo de hoja metálica,[[4]](http://www.google.com/patents?id=YTtGAAAAEBAJ&printsec=abstract&zoom=4#v=onepage&q=&f=false) con una geometría Cox utilizada para medir la deformación unitaria, de materiales sometidos a fuerzas mecánicas, varios puntos hay que resaltar de este desarrollo: 1) utiliza una hoja metálica con geometría Cox, 2) utiliza metales como constantan o nicromo y 3) la utilización de un método fotográfico y luego el uso de una erosión química para realizar el modelo resistivo. Estudiando este desarrollo, se puede especular que los técnicos que utilizaban las galga extensométrica, midiento las propiedades mecánicas de los vidrios y ceramicas, encontraron una variación muy chica de la resistencia con la temperatura, debido precisamente al efecto citado inicialmente.

La primera descripción de este sistema, utilizando las propiedades geométricas, físicas y químicas, como la geometría Cox, el efecto Kelvin y el uso de la aleación niquel cromo, fueron integradas todas ellas en un componente, fue realizada por Zandman en 1970