

## Tipos de Resistores:

Convencionalmente, se han dividido los componentes electrónicos en dos grandes grupos: componentes activos y componentes pasivos. Componentes pasivos son los resistores, capacitores, inductores, y activos son los transistores, válvulas termoiónicas, diodos, etc.

El objetivo de un resistor es producir una caída de tensión, esta es proporcional a la corriente que la atraviesa; por la ley de Ohm tenemos que  $V = IR$ . Idealmente, el valor del resistor debería ser constante, independientemente del tiempo, temperatura, corriente y tensión al que está siendo sometido y si bien los resistores actuales se aproximan mucho al ideal, estos sufren variaciones en su valor debido a las causas ya mencionadas.

Por su composición, podemos distinguir varios tipos de resistores:

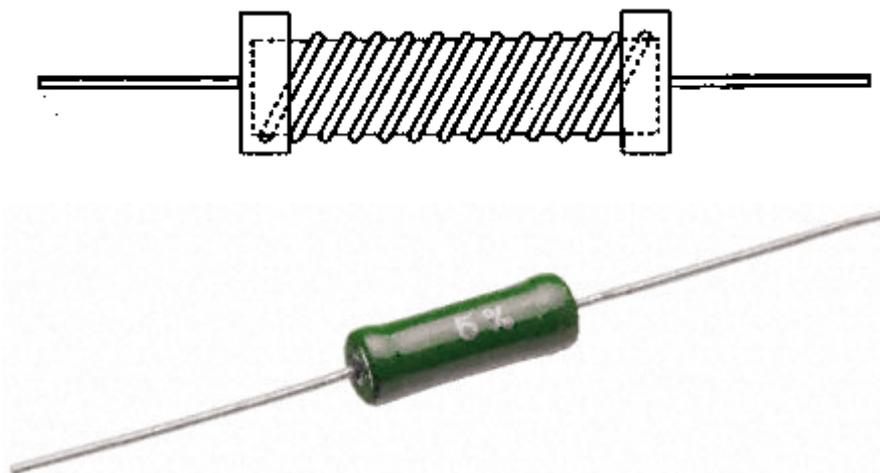
- De hilo bobinado (wirewound)
- Carbón prensado (carbon composition)
- Película de carbón (carbon film)
- Película óxido metálico (metal oxide film)
- Película metálica (metal film)
- Metal vidriado (metal glaze)

Por su modo de funcionamiento, podemos distinguir:

- Dependientes de la temperatura (PTC y NTC)
- Resistores variables, potenciómetros y reóstatos

### **Resistor de hilo bobinado.**

Fueron de los primeros tipos en fabricarse, y aún se utilizan cuando se requieren potencias algo elevadas de disipación. Están constituidos por un hilo conductor bobinado en forma de hélice o espiral (a modo de rosca de tornillo) sobre un sustrato cerámico.



Las aleaciones empleadas son las que se dan en la tabla, y se procura la mayor independencia posible de la temperatura, es decir, que se mantenga el valor en ohmios independientemente de la temperatura.

metal	resistividad relativa (Cu = 1)	Coef. Temperatura a (20° C)
Aluminio	1.63	+ 0.004
Cobre	1.00	+ 0.0039
Constantan	28.45	± 0.0000022
Karma	77.10	± 0.0000002
Manganina	26.20	± 0.0000002
Cromo-Níquel	65.00	± 0.0004
Plata	0.94	+ 0.0038

La resistencia de un conductor es proporcional a su longitud, a su resistividad específica ( $\rho$ ) e inversamente proporcional a la sección recta del mismo. Su expresión es:

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

En el sistema internacional (SI)  $\rho$  viene en ohms·metro, L en metros y el área de la sección recta en metros cuadrados. Dado que el cobre, aluminio y la plata tienen unas resistividades muy bajas, o lo que es lo mismo, son buenos conductores, no se emplearán estos metales a no ser que se requieran unas resistencias de valores muy bajos. La dependencia del valor de resistencia que ofrece un metal con respecto a la temperatura a la que está sometido, lo indica el coeficiente de temperatura, y viene expresado en grado centígrado elevado a la menos uno. Podemos calcular la resistencia de un material a una temperatura dada si conocemos la resistencia que tiene a otra temperatura de referencia con la expresión:

$$R = R_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

Los coeficientes de temperatura de los resistores bobinados son extremadamente pequeños. Los resistores típicos de carbón tienen un coeficiente de temperatura del orden de decenas de veces mayor, lo que ocasiona que los resistores bobinados sean empleados cuando se requiere estabilidad térmica.

Un inconveniente de este tipo de resistor es que al estar constituido de un arrollamiento de hilo conductor, forma una bobina, y por tanto tiene cierta inducción, aunque su valor puede ser muy pequeño, pero hay que tenerlo en cuenta si se trabaja con frecuencias elevadas de señal.

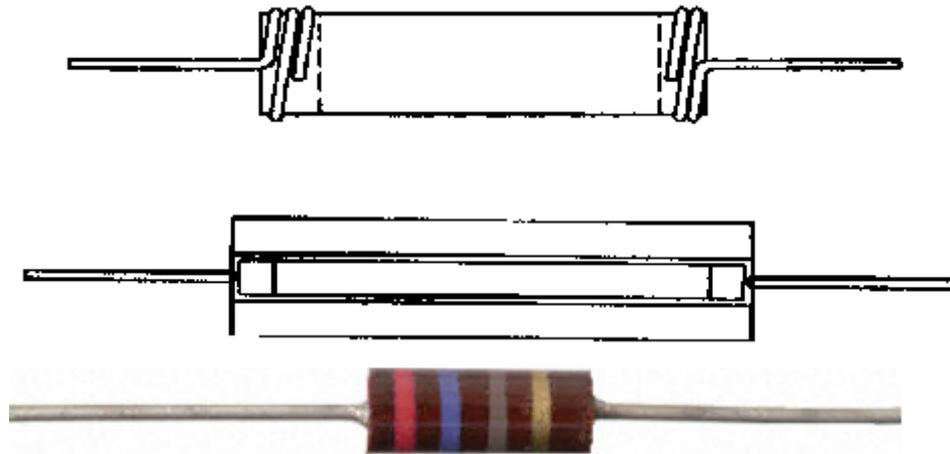
Por tanto, elegiremos este tipo de resistor cuando:

- 1) Necesitemos potencias de algunos watts y resistencias no muy elevadas.
- 2) Necesitemos gran estabilidad térmica.
- 3) Necesitemos gran estabilidad del valor de la resistencia a lo largo del tiempo, pues prácticamente permanece inalterado su valor durante mucho tiempo.

### **Resistor de carbón prensado.**

Estos fueron también de los primeros en fabricarse en los inicios de la electrónica. Están constituidos en su mayor parte por grafito en polvo, el cual se prensa hasta formar un tubo como el de la figura.

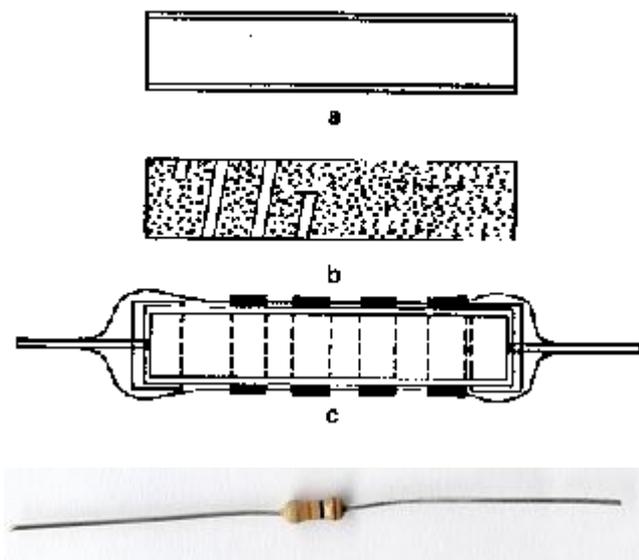
Las patas de conexión se implementaban con hilo enrollado en los extremos del tubo de grafito, y posteriormente se mejoró el sistema mediante un tubo hueco cerámico (figura inferior) en el que se prensaba el grafito en el interior y finalmente se disponían unos bornes a presión con patillas de conexión.



Los resistores de este tipo son muy inestables con la temperatura, tienen unas tolerancias de fabricación muy elevadas, en el mejor de los casos se consigue un 10% de tolerancia, incluso su valor óhmico puede variar por el mero hecho de la soldadura, en el que se somete a elevadas temperaturas al componente. Además tienen ruido térmico también elevado, lo que las hace poco apropiadas para aplicaciones donde el ruido es un factor crítico, tales como amplificadores de micrófono, fono o donde exista mucha ganancia. Estos resistores son también muy sensibles al paso del tiempo, y variarán ostensiblemente su valor con el transcurso del mismo.

### Resistores de película de carbón.

Este tipo es muy habitual hoy día, y es utilizado para valores de hasta 2 watts. Se utiliza un tubo cerámico como sustrato sobre el que se deposita una película de carbón tal como se aprecia en la figura.



Para obtener una resistencia más elevada se practica una hendidura hasta el sustrato en forma de espiral, tal como muestra (b) con lo que se logra aumentar la longitud del camino eléctrico, lo que equivale a aumentar la longitud del elemento resistivo.

Las conexiones externas se hacen mediante cazoletas metálicas a las que se une hilos de cobre bañados en estaño para facilitar la soldadura. Al conjunto completo se le baña de laca ignífuga y aislante o incluso vitrificada para mejorar el aislamiento eléctrico. Se consiguen así resistores con una tolerancia del 5% o mejores, además tienen un ruido térmico inferior a las de carbón prensado, ofreciendo también mayor estabilidad térmica y temporal que éstas.

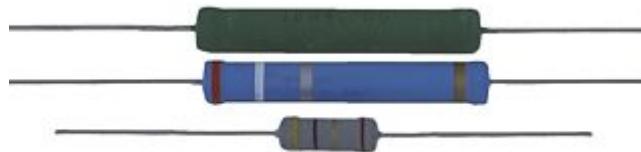
### **Resistores de película metálica.**

Este tipo de resistor es el que mayoritariamente se fabrica hoy día, con unas características de ruido y estabilidad mejoradas con respecto a todas las anteriores. Tienen un coeficiente de temperatura muy pequeño, del orden de 50 ppm/°C (partes por millón y grado Centígrado). También soportan mejor el paso del tiempo, permaneciendo su valor en ohmios durante un mayor período de tiempo. Se fabrican este tipo de resistores de hasta 2 watts de potencia, y con tolerancias del 1% como tipo estándar.



### **Resistores de película de óxido metálico.**

Son muy similares a las de película de carbón en cuanto a su modo de fabricación, pero son más parecidas, eléctricamente hablando a las de película metálica. Se hacen igual que las de película de carbón, pero sustituyendo el carbón por una fina capa de óxido metálico (estaño o latón). Estos resistores son más costosos que los de película metálica, y no son muy habituales. Se utilizan en aplicaciones militares (muy exigentes) o donde se requiera gran fiabilidad, porque la capa de óxido es muy resistente a daños mecánicos y a la corrosión en ambientes húmedos.

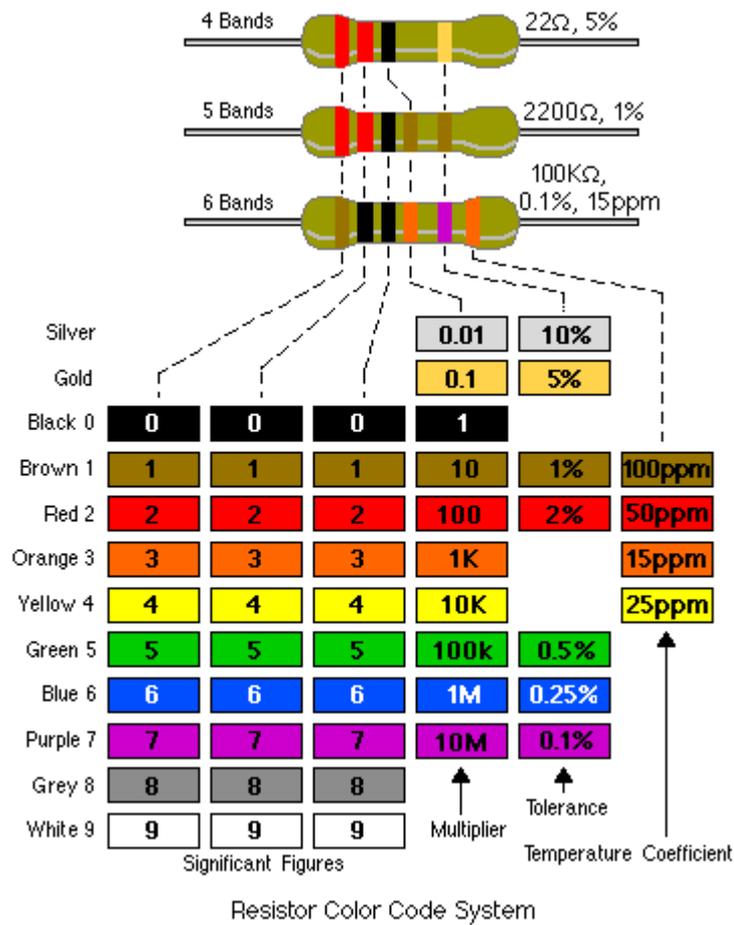


### **Resistores de metal vidriado.**

Son similares a las de película metálica, pero sustituyendo la película metálica por otra compuesta por vidrio con polvo metálico. Como principal característica cabe destacar su mejor comportamiento ante sobrecargas de corriente, que puede soportar mejor por su inercia térmica que le confiere el vidrio que contiene su composición. Como contrapartida, tiene un coeficiente térmico peor, del orden de 150 a 250 ppm/°C. Se dispone de potencias de hasta 3 watts.



## Código de colores para Resistores.



## Valores estándar de Resistores

	Ohms (Ω)					Kilohms (kΩ)		Megaohms (MΩ)	
10%	0,10	1,0	10	100	1000	10	100	1,0	10
5%	0,11	1,1	11	110	1100	11	110	1,1	11
10%	0,12	1,2	12	120	1200	12	120	1,2	12
5%	0,13	1,3	13	130	1300	13	130	1,3	13
10%	0,15	1,5	15	150	1500	15	150	1,5	15
5%	0,16	1,6	16	160	1600	16	160	1,6	16
10%	0,18	1,8	18	180	1800	18	180	1,8	18
5%	0,20	2,0	20	200	2000	20	200	2,0	20
10%	0,22	2,2	22	220	2200	22	220	2,2	22
5%	0,24	2,4	24	240	2400	24	240	2,4	
10%	0,27	2,7	27	270	2700	27	270	2,7	
5%	0,30	3,0	30	300	3000	30	300	3,0	
10%	0,33	3,3	33	330	3300	33	330	3,3	
5%	0,36	3,6	36	360	3600	36	360	3,6	
10%	0,39	3,9	39	390	3900	39	390	3,9	
5%	0,43	4,3	43	430	4300	43	430	4,3	
10%	0,47	4,7	47	470	4700	47	470	4,7	
5%	0,51	5,1	51	510	5100	51	510	5,1	
10%	0,56	5,6	56	560	5600	56	560	5,6	
5%	0,62	6,2	62	620	6200	62	620	6,2	
10%	0,68	6,8	68	680	6800	68	680	6,8	
5%	0,75	7,5	75	750	7500	75	750	7,5	
10%	0,82	8,2	82	820	8200	82	820	8,2	
5%	0,91	9,1	91	910	9100	91	910	9,1	

## Resistores dependientes de la temperatura.

Aunque todos los resistores, en mayor o menor grado, dependen de la temperatura, existen unos dispositivos específicos que se fabrican expresamente para ello, de modo que su valor en ohms dependa "fuertemente" de la temperatura. Se les denomina termistores y como cabía esperar, poseen unos coeficientes de temperatura muy elevados, ya sean positivos o negativos. Coeficientes negativos implican que la resistencia del elemento disminuye según sube la temperatura, y coeficientes positivos al contrario, aumentan su resistencia con el aumento de la temperatura. El silicio, un material semiconductor, posee un coeficiente de temperatura negativo. A mayor temperatura, menor resistencia. Esto ocasiona problemas, como el conocido efecto de "avalancha térmica" que sufren algunos dispositivos semiconductores cuando se eleva su temperatura lo suficiente, y que puede destruir el componente al aumentar su corriente hasta sobrepasar la corriente máxima que puede soportar.

A los dispositivos con coeficiente de temperatura negativo se les denomina NTC (negative temperature coefficient).

A los dispositivos con coeficiente de temperatura positivo se les denomina PTC (positive temperature coefficient).

Una aplicación típica de un NTC es la protección de los filamentos de válvula, que son muy sensibles al "golpe" de encendido o turn-on. Conectando un NTC en serie protege del golpe de encendido, puesto que cuando el NTC está a temperatura ambiente (frío, mayor resistencia) limita la corriente máxima y va aumentando la misma según aumenta la temperatura del NTC, que a su vez disminuye su resistencia hasta la resistencia de régimen a la que haya sido diseñado. Hay que elegir correctamente la corriente del dispositivo y la resistencia de régimen, así como la tensión que caerá en sus bornes para que el diseño funcione correctamente.

