

Las resistencias

LA resistencia es uno de los componentes imprescindibles en la construcción de cualquier equipo electrónico, ya que permite distribuir adecuadamente la tensión y corriente eléctrica a todos los puntos necesarios.

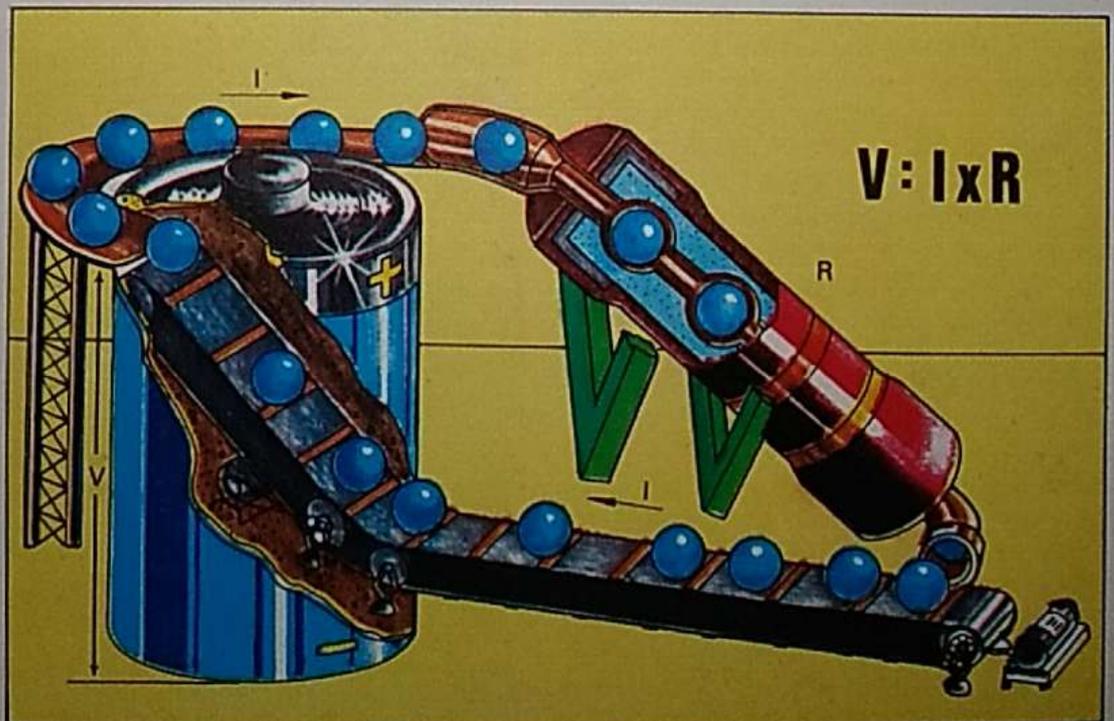
En la construcción de resistencias, se emplean materiales con resistividades altas para poder conseguir los valores necesarios en pequeños tamaños que permitan una fácil utilización.

Para definir el valor de la resistencia o dificultad que opone a la corriente, se utiliza una unidad de medida denominada ohmio que se representa por el símbolo griego Ω (omega).

Tolerancia

Otro factor importante en la definición de una resistencia es la tolerancia, que aparece como consecuencia de la imposibilidad de obtener un valor óhmico totalmente exacto en la fabricación de la misma. Es necesario, entonces, establecer los extremos máximo y mínimo entre los que estará comprendida la resistencia; estos valores, normalmente se expresan como un porcentaje del valor en ohmios asignado teóricamente. Existen, lógicamente, resistencias con una gran precisión en su valor, lo que implica fijar tolerancias muy bajas, pero habrá que tener en cuenta, que su precio aumentará consi-

Ley de Ohm. La corriente eléctrica, representada por las bolas, tiene que superar la dificultad que presenta a su paso la resistencia R , en la que pierde parte de su energía. La pila devuelve la energía perdida y hace que la corriente pueda mantenerse.



1 BANDA	2 BANDA	3 BANDA	4 BANDA	RESISTENCIAS
-	0	x 1		
1	1	x10	1 %	
2	2	x100	2 %	
3	3	x1000		
4	4	x 10000		
5	5	x100000		
6	6	x1000000		
7	7	-		
8	8	-		
9	9	-		

derablemente y sólo serán necesarias en casos muy especiales; estando normalmente destinadas a usos generales las tolerancias estandarizadas de = 5 por 100, = 10 por 100 y = 20 por 100, aunque esta última está desapareciendo del mercado debido a su poca utilización y a que los procesos de fabricación han mejorado progresivamente, con lo que las otras dos tolerancias, se obtienen sin dificultad y prácticamente a los mismos precios.

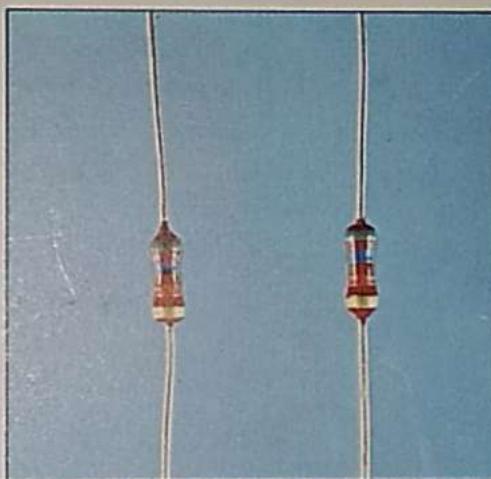
Serie de valores

Atendiendo, pues, al valor óhmico y a la tolerancia, se estableció de forma standard, una serie de valores, de forma que con ellos se pudiera obtener toda la gama de resistencias desde 1Ω en adelante; estos valores son los siguientes:

1 1,5 2,2 3,3 4,7 6,8 10.
 1,2 1,8 2,7 3,9 5,6 8,2.
 1,1 1,3 1,6 2 2,4 3 3,6 4,3 5,1
 6,2 7,5 9,1.

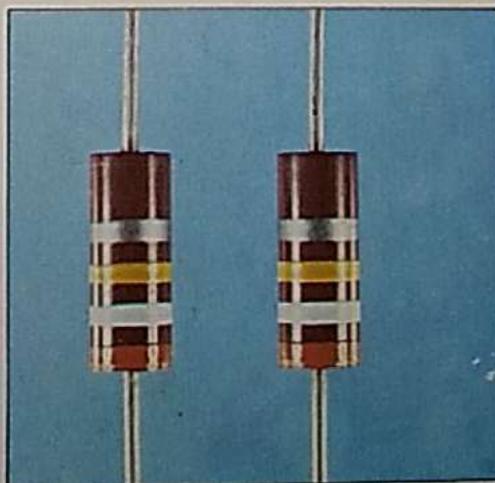
La primera línea nos indica los valores correspondientes a la tolerancia del 20 por 100, las dos primeras líneas son los definidos para el 10 por 100 y la tabla completa forma el conjunto de valores del 5 por 100.

El conjunto total de valores de toda la gama se obtiene multiplicando por 10, 100, 1.000, 10.000, 1.000.000 ó 10.000.000 la tabla anterior.



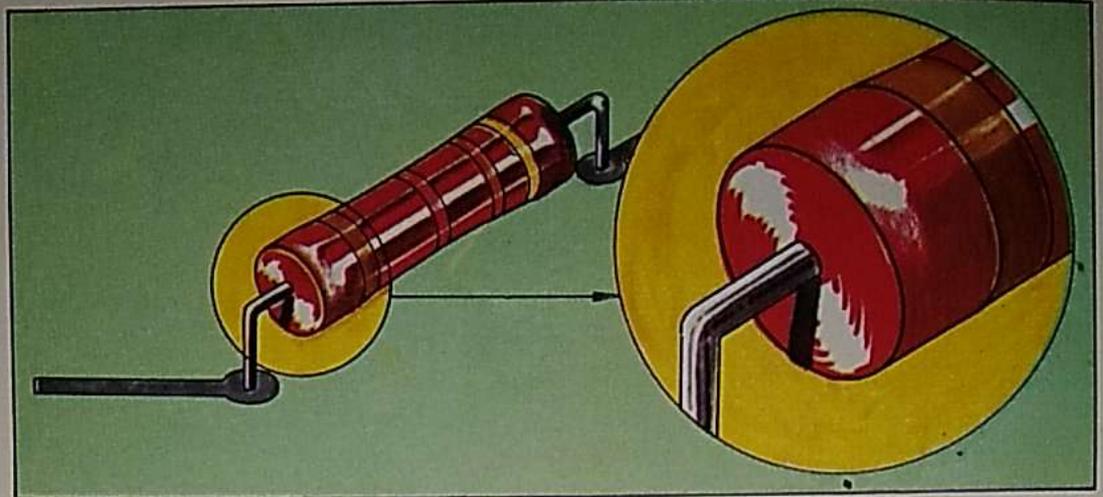
Código de colores empleado habitualmente para designar el valor de una resistencia.

Resistencias pirolíticas de 1/4 de vatio, su valor es de $56 K\Omega$, con el 5 % de tolerancia.

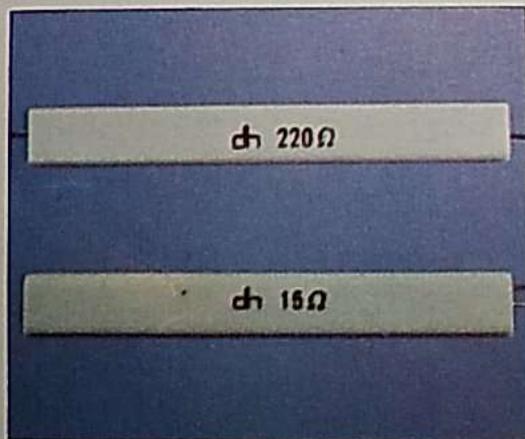
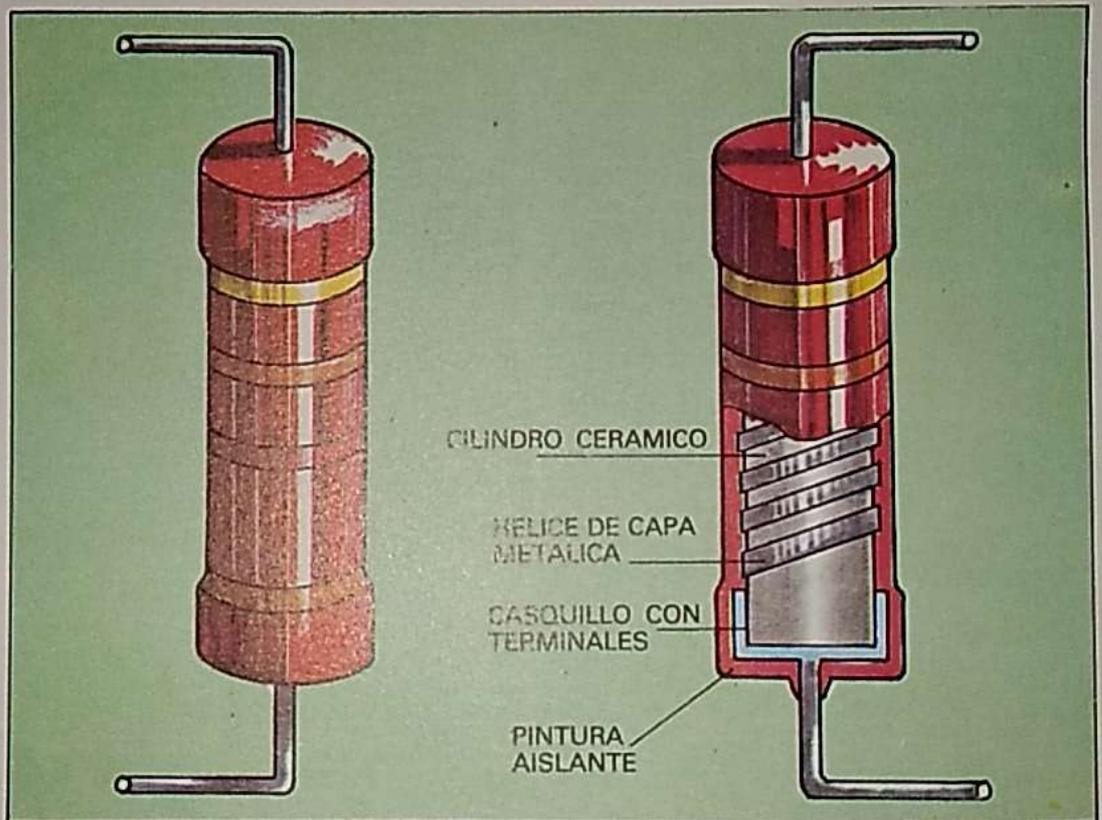


Resistencias pirolíticas de 1 vatio, su valor es de $390 K\Omega$, con el 10 % de tolerancia.

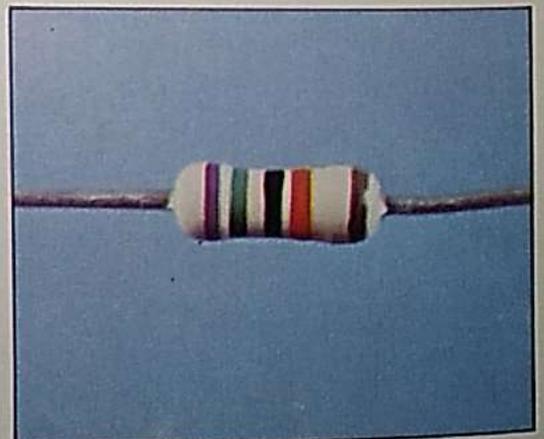
Anillo indicador de la tolerancia.



Resistencia de película metálica. Estructura externa e interna.



Resistencias bobinadas recubiertas de esmalte vitrificado, la de $15\ \Omega$ tiene sus dos terminales situados en el mismo extremo del cuerpo.



Resistencia de película metálica con un valor de $750\ \text{K}\Omega$ y el 1% de tolerancia. Es de $1/4$ de vatio.

Para evitar la utilización, siempre engorrosa, de un número alto de cerros en la designación del valor de una resistencia, se emplean dos letras: K y M, que designan un factor multiplicativo de 1.000 y de 1.000.000 respectivamente. Como ejemplo, tomaremos un valor cualquiera de la tabla anterior: $2,7 \Omega$, a este mismo si le añadimos una K obtendremos $2,7 K\Omega$, es decir, 2.700Ω y si le añadimos una M se tendrá $2,7 M\Omega$ lo que indicará $2.700.000 \Omega$.

Código de colores

Para identificar el valor de una resistencia, se utiliza un sistema por medio de colores que permite cubrir toda la gama de la tabla anterior. A este sistema se le denomina código de colores y consiste en pintar alrededor de la resistencia y en un extremo, cuatro anillos de unos colores determinados, correspondiendo los dos primeros, a los dos números indicativos del valor de la tabla de valores anterior, el tercero al número de cerros que es necesario añadir y el cuarto a la tolerancia.

Potencia

Un factor importante, adicional, a tener en cuenta en la elección de una resistencia, es la disipación de potencia en forma de calor, que es capaz de soportar. Este fenómeno de disipación calórica se debe a que la corriente al atravesar la resistencia pierde una cierta cantidad de energía empleada en «vencer» la dificultad que ésta le presenta. Esta energía se transforma en calor y depende lógicamente de la intensidad de la corriente que circule, por lo tanto, para un valor fijo de resistencia, por ejemplo 100Ω , se disipará al ambiente una cantidad de calor cuatro veces mayor si circula una corriente de dos amperios que si lo hace una de un amperio.

La disipación de potencia es un factor que afecta al tamaño físico de la resistencia y obliga en algunos ca-

sos a emplear diseños especiales denominados de alta potencia.

Tipos de resistencias

Con objeto de poder utilizar el tipo de resistencia más adecuado, existen diferentes procesos de fabricación con diversos materiales que proporcionan una amplia gama de posibilidades en la elección del tipo más idóneo para la aplicación de que se trate.

El tipo más habitual de baja potencia, es el pirolítico, que consiste en un pequeño cilindro cerámico recubierto por una capa de carbón con dos casquillos metálicos que soportan los terminales insertados en los extremos, fijándose el valor óhmico mediante un proceso de espiralizado de la película que elimina el carbón según una hélice a lo largo del cilindro. Sobre el cuerpo resistivo así preparado se efectúa un recubrimiento con pintura aislante y sobre ella se sitúan las bandas del código de colores.

De este tipo se encuentran en el mercado tamaños correspondientes a potencias de: $1/8$, $1/4$, $1/3$, $1/2$, 1 y 2 vatios con tolerancias del 1 por 100, 2 por 100, 5 por 100, 10 por 100 y 20 por 100.

Otra resistencia muy empleada, es la bobinada, cuya utilización se reserva habitualmente, a puntos de mayor disipación térmica y que no requieren precisiones de valor óhmico muy altas.

Se construyen arrollando sobre un cilindro cerámico hilo resistivo, colocando unos casquillos metálicos con los terminales de conexión en sus extremos y en contacto con el hilo, recubriendo todo el conjunto con un esmalte vitrificado o con una capa de pintura aislante. La tolerancia habitual es del 10 por 100 y son capaces de disipar potencias por encima de los 100 vatios, siendo necesario en ocasiones, disponer de medios adecuados de ventilación.

Existen, además de los tipos mencionados, otras resistencias de precisión, construidas mediante una pe-

Conjunto de resistencias bobinadas de diferentes tipos.



Resistencia VDR.

lícula metálica, espiralizada de la misma forma que en las pirolíticas, sobre una cerámica cilíndrica o plana. Con este procedimiento se obtienen resistencias muy estables con la temperatura y con tolerancias muy bajas.

Resistencias especiales

Por último, también se utilizan en ciertas ocasiones, resistencias denominadas especiales, que tienen la propiedad de la variación de su valor óhmico con la temperatura a la que son sometidas y otras en que su valor varía con la tensión aplicada.

Las resistencias variables con la temperatura son de dos tipos: resistencias NTC o de coeficiente negativo de temperatura y resistencias PTC o de coeficiente positivo.

Las primeras se comportan bajando su valor óhmico ante una subida de temperatura y las segundas a la inversa, es decir, su valor sube cuando aumenta la temperatura. Se emplean para estabilizar térmicamente algunas partes de circuitos y

como sensores en equipos reguladores de temperatura. Las resistencias sensibles a la tensión aplicada se denominan VDR y se comportan disminuyendo su valor ante aumentos de voltaje. La aplicación más habitual es en estabilizadores de tensión.

Necesidad de ajuste

La gran mayoría de los circuitos precisan que sobre ellos se realicen un cierto número de ajustes internos que dependen de la forma de funcionamiento o bien, determinadas correcciones según el gusto del usuario que se efectúan a voluntad de éste. En este caso se encuentran los mandos externos de los aparatos electrónicos de uso general, tales como el control del volumen, el de tono, la luminosidad de la pantalla de un televisor y otros.

Este efecto se consigue gracias al empleo de resistencias variables mediante la acción de mandos externos.

Los términos resistencia variable y potenciómetro vienen a ser sinónimos y se emplean en la práctica para designar a los mismos componentes.

Estructura interna

La estructura interna de un potenciómetro es común para la generalidad de tipos existentes en el merca-

do. Consiste en una resistencia fija unida a dos terminales de conexión, sobre la que se desliza un contacto móvil, actuado por un mando externo, capaz de recorrerla de un extremo a otro. Este contacto está unido a un tercer terminal de conexión. De esta forma puede obtenerse el valor de resistencia que se desee, entre cualquiera de los extremos del potenciómetro y el punto móvil. La segunda posibilidad es obtener una determinada tensión en el terminal correspondiente al contacto móvil, cuando entre los extremos se aplica una diferencia de potencial fijo.

Tipos de potenciómetros

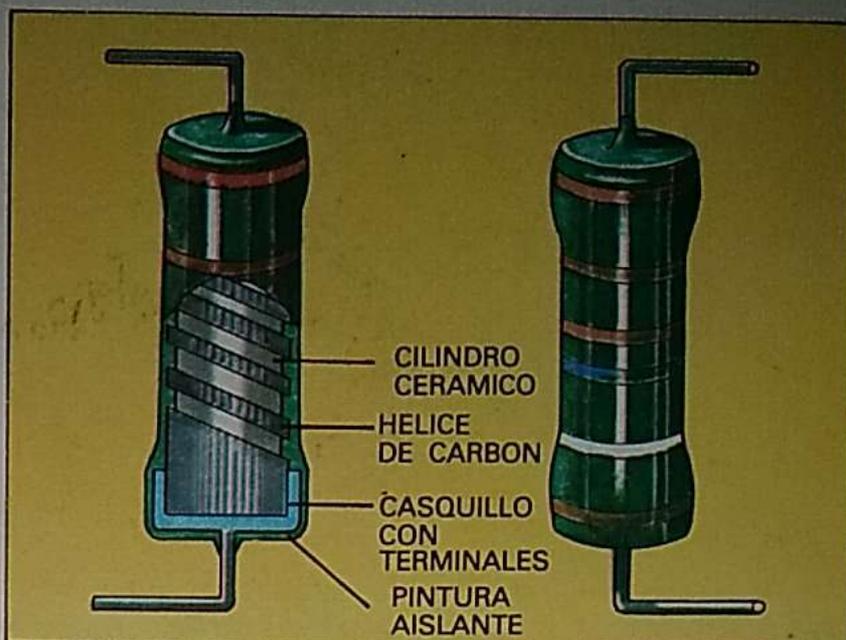
Los tipos de potenciómetro que existen en la actualidad son muy variados, de forma que cada uno se adapta a unas necesidades especiales.

Los más empleados en la práctica son los de capa de carbón y los bobinados.

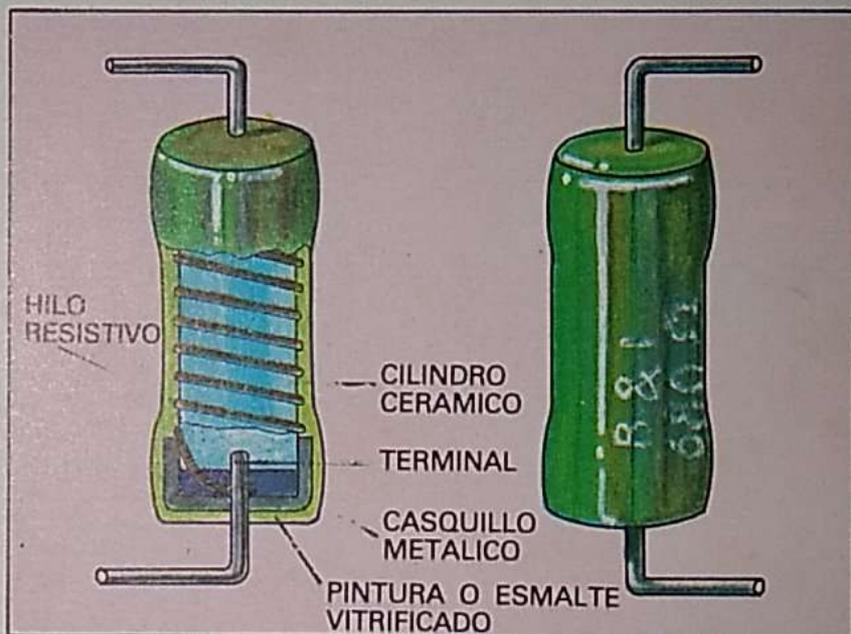
Los de capa de carbón están formados por una banda de resina fenólica, en forma de anillo plano, sobre la que se deposita una suspensión de carbón finamente dividido en partículas, mezclado con resina líquida. Este conjunto se somete a un tratamiento térmico con lo que se obtiene una capa resistiva muy dura. Los extremos de la resistencia se metalizan con plata para conseguir un contacto adecuado. Sobre esta capa se coloca una pieza de bronce con unos puntos de contacto que será la encargada de deslizar sobre la resistencia y sobre una pista conductora central, concéntrica con la otra, de donde se toma la conexión del contacto variable. Los terminales de conexión correspondientes a los extremos se sitúan sobre los puntos metalizados.

Sobre todo el conjunto anterior se sitúa un eje que mueve el contacto de bronce introduciéndose todo en una caja metálica o plástica que realiza una función protectora.

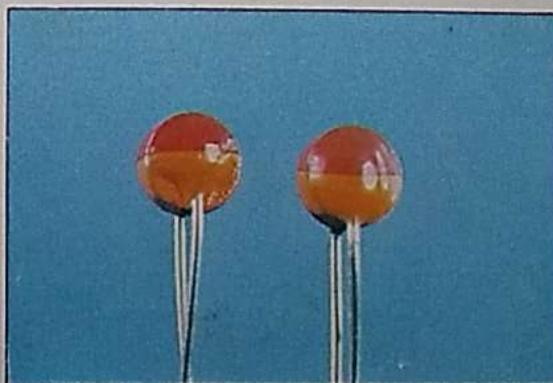
La forma final de estos potenciómetros no es única ya que existen



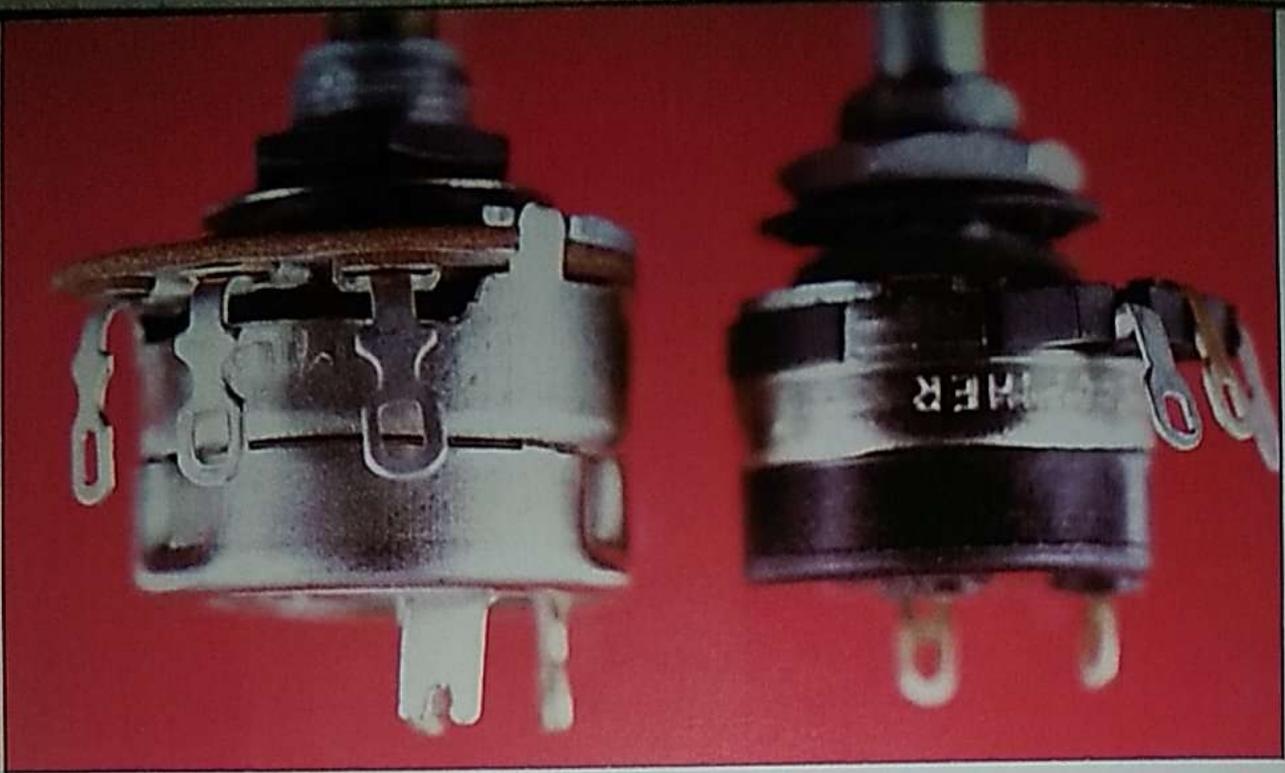
Estructura interna y externa de una resistencia pirolítica.



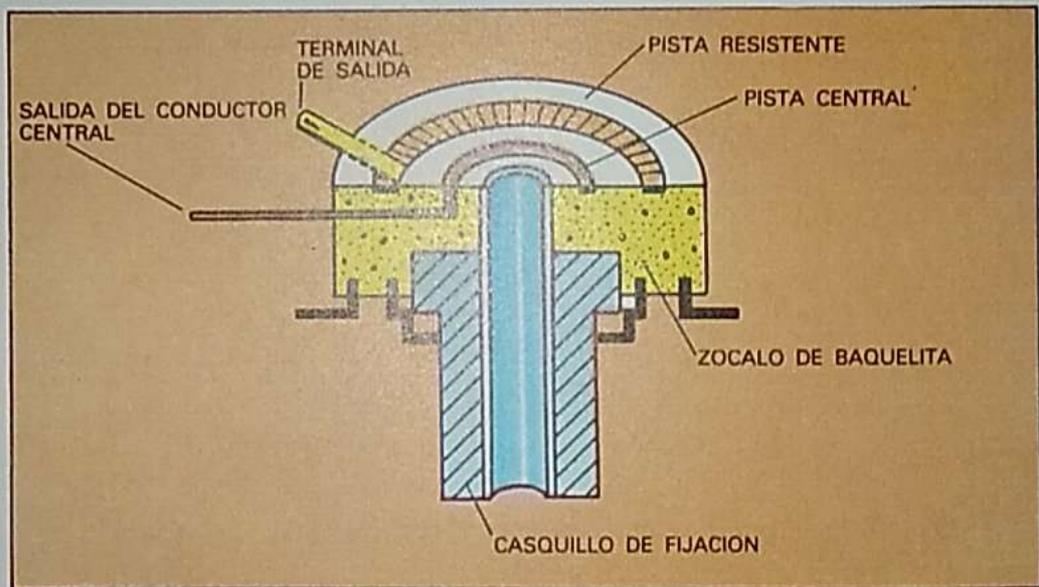
Resistencia bobinada. Sección que muestra su disposición interna.



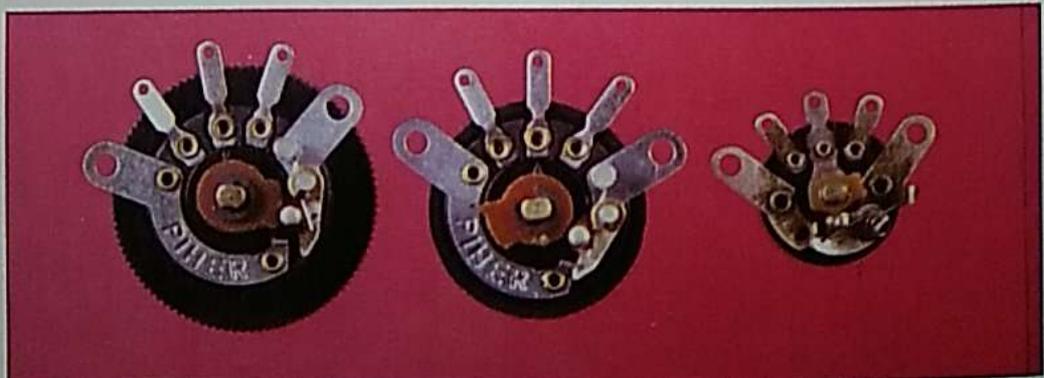
Dos resistencias que varían con la temperatura. Corresponden al tipo NTC.



Dos potenciómetros de carbón con interruptor, correspondiendo a esta función los dos terminales de la parte superior. Están preparados para montaje sobre panel.



Aspecto interno de un potenciómetro de carbón. El cursor se sitúa sobre la pista conductora central y la resistiva, deslizando sobre ambos.



Tres potenciómetros de carbón de diferentes tamaños, todos con interruptor. Este modelo miniatura se emplea en los pequeños receptores de radio a transistores.

modelos preparados para montaje sobre panel, mediante una tuerca roscada sobre una zona concéntrica con el eje, o para inserción en un circuito impreso, en posición horizontal, paralela al plano del circuito, o vertical. Los valores normalizados de este modelo están comprendidos entre 50Ω y $10 M\Omega$, con unas tolerancias del 10 por 100 y del 20 por 100. Las potencias que son capaces de disipar varían, según el modelo, alcanzando un máximo del orden de los 2 vatios.

Los potenciómetros bobinados están contruidos arrollando un hilo resistivo sobre una banda de resina fenólica curvada en forma de anillo cerrado. Los terminales de conexión son de latón plateado y se colocan en los extremos del arrollamiento. El contacto móvil o cursor se sitúa sobre un eje que ocupa el centro del anillo, de forma que desliza sobre uno de los bordes de éste. La unión eléctrica se toma del eje, llevándola hacia el terminal exterior de conexión. Todo el conjunto se introduce en una caja exterior de protección.

De este modelo existen valores comprendidos entre 50Ω y $50 K\Omega$, con tolerancias del 5 por 100 y del 10 por 100. Existen dos tecnologías diferentes en función de la potencia que van a ser capaces de soportar.

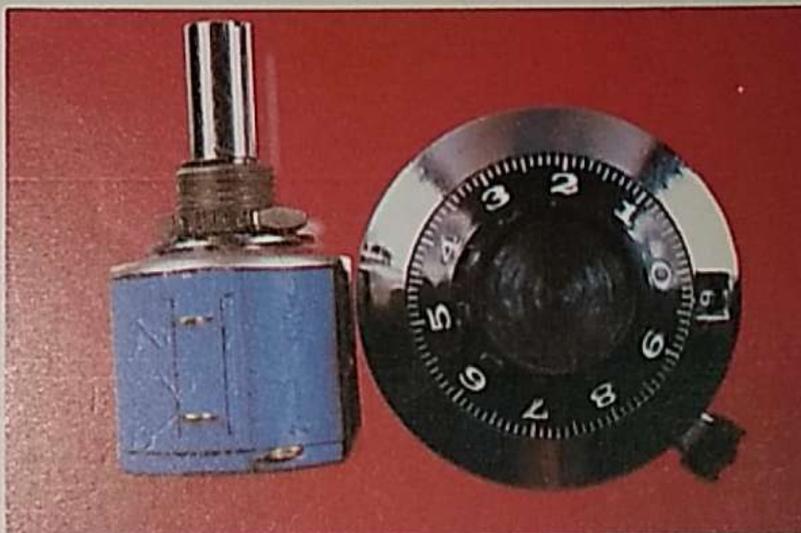
Los de baja potencia alcanzan disipaciones de hasta 8 W. Los de elevada potencia, normalmente vitrificados de una forma similar a las resistencias fijas pueden llegar a disipaciones de 1.000 W en los modelos más voluminosos.

Las aplicaciones de los potenciómetros bobinados, son aquellas en las que se requiera una buena precisión o para grandes potencias.

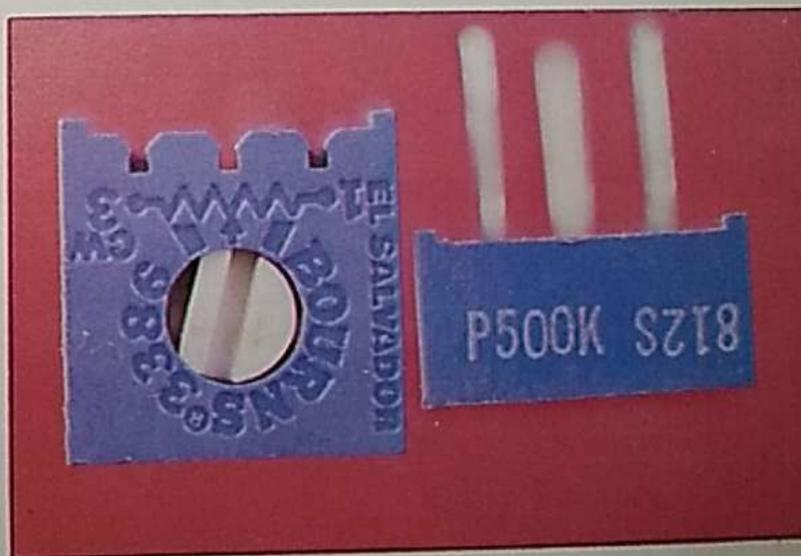
Dentro de la gama que se emplea como resistencias ajustables sobre los circuitos, existen otros modelos que es necesario considerar. El tipo *cermet* está formado por un sustrato cerámico sobre el que está depositado una fina capa de una mezcla de metales, mediante técnicas de serigrafía con un tratamiento térmico posterior. Con esta técnica se consiguen elementos de tamaños reducidos, con resistencias comprendidas



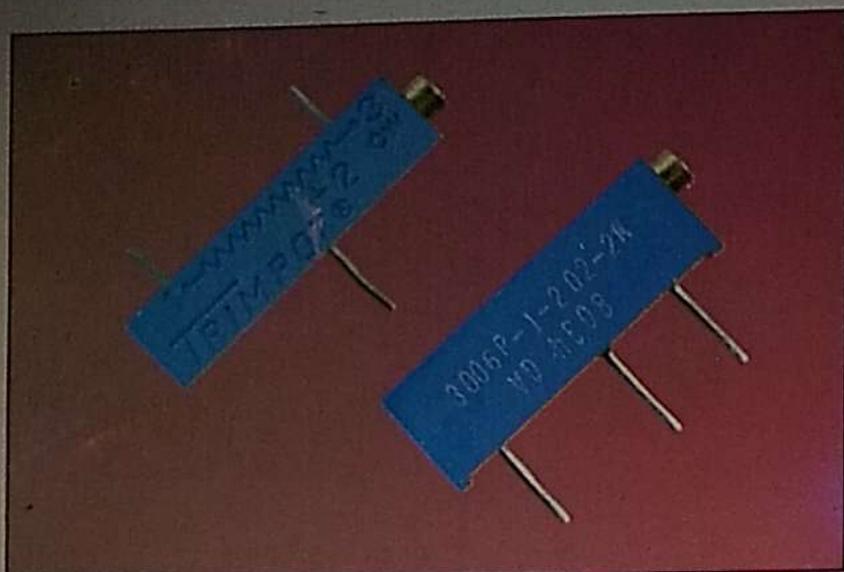
Potenciómetro cermet. La fotografía muestra la caja con el cursor a la izquierda y la cerámica con la pista resistiva a la derecha.



Potenciómetro multivoltas de panel. A su derecha se encuentra el mando del mismo, capaz de contar las vueltas de giro.



Potenciómetros multivoltas para circuito impreso. Su función primordial es la de ajuste.



Potenciómetros de ajuste para circuito impreso, se actúan con atornillador.

entre 10Ω y $1 M\Omega$ y potencias de hasta $2 W$. Son de destacar los potenciómetros empleados para regular altas tensiones en los receptores de televisión, fabricados según este sistema.

Otro modelo de bastante uso, es el de plástico conductor, similar al anterior pero sustituyendo el sustrato cerámico por una tira plástica que contiene un material resistivo. Este tipo es más económico que el anterior y puede sustituirle en muchas aplicaciones.

Potenciómetros multivueltas

Hasta ahora sólo se han considerado aquellos tipos de potenciómetros que funcionan con un giro de cursor de menos de una vuelta (270°

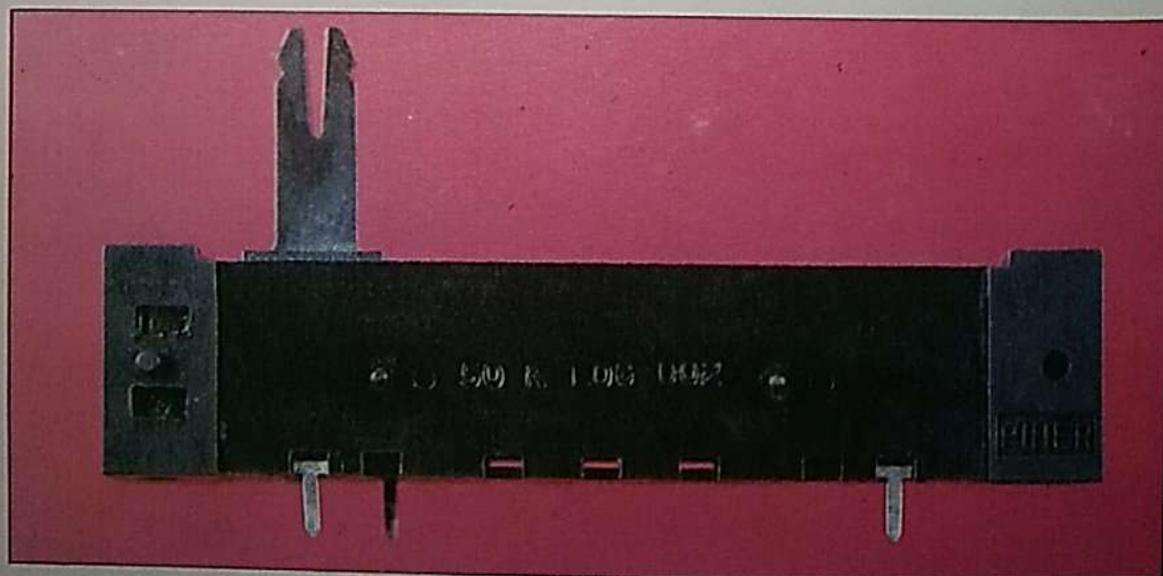
aproximadamente). Sin embargo, en algunas aplicaciones en las que se necesita una altísima precisión en el ajuste, no basta con la que ofrecen los modelos anteriores.

Para satisfacer esta demanda, existe un tipo especial denominado *multivueltas*, formado por un cilindro resistivo de cierta longitud sobre el que desliza longitudinalmente el cursor, movido por un husillo o tornillo sin fin actuado con el mando exterior. Gracias a esta disposición se consigue que con cada vuelta de giro la variación de la resistencia sea muy lenta.

Formas de variación

Normalmente la forma en que varía la resistencia en los potenciómetros considerados, es *lineal*, es decir, que cambia proporcionalmente al ángulo girado. Hay otras formas, además de la anterior, que son también utilizadas con cierta frecuencia. La más importante es la *logarítmica*, la cual con una variación lenta al principio del recorrido, cambia progresivamente con éste hasta que en la zona final se produce una variación rapidísima. Generalmente se emplea como potenciómetro de volumen.

Otras formas de variación menos empleadas son la antilogarítmica y la seno-coseno.



Potenciómetro longitudinal. La variación de resistencia se obtiene desplazando de izquierda a derecha el mando situado arriba.