

## LAS RESISTENCIAS:

Las resistencias son unos componentes eléctricos cuya misión es dificultar el paso de la corriente eléctrica a través de ellas. Su característica principal es su **resistencia óhmica** aunque tienen otra no menos importante que es la potencia máxima que pueden disipar. Ésta última depende principalmente de su construcción física.

La resistencia óhmica de una resistencia se mide en ohmios. Se suele utilizar esa misma unidad, así como dos de sus múltiplos: el Kilo-Ohmio ( $1\text{ K} = 1000\Omega$ ) y el Mega-Ohmio ( $1\text{ M} = 1.000.000\ \Omega$ ).

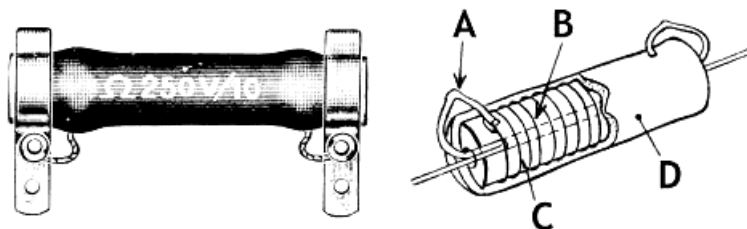
El valor resistivo puede ser fijo o variable. En el primer caso hablamos de resistencias comunes o fijas y en el segundo de resistencias variables, ajustables, potenciómetros y reóstatos. No centraremos en el primer tipo, las fijas.

Las resistencias fijas pueden clasificarse en dos grupos, de acuerdo con el material con el que están constituidas: **resistencias bobinadas**, solamente para disipaciones superiores a 2 W, y **resistencias químicas**, en general, potencias inferiores a 2 W.

### BOBINADAS:

Generalmente están constituidas por un soporte de material aislante y resistente a la temperatura (cerámica, esteatita, mica, etc.) alrededor del cual está la resistencia propiamente dicha, constituida por un hilo cuya sección y resistividad depende de la potencia y de la resistencia deseadas.

En los extremos del soporte hay fijados dos anillos metálicos sujetos con un tornillo o remache cuya misión, además de fijar en él el hilo de resistencia, consiste en permitir la conexión de la resistencia mediante soldadura. Por lo general, una vez construidas, se recubren de un barniz especial que se somete a un proceso de vitrificación a alta temperatura con el objeto de proteger el hilo y evitar que las diversas espiras hagan contacto entre sí. Sobre este barniz suelen marcarse con serigrafía los valores en ohmios y en vatios, tal como se observa en esta figura. En ella vemos una resistencia de  $250\ \Omega$ , que puede disipar una potencia máxima de 10 vatios.



Aquí vemos el aspecto exterior y estructura constructiva de las resistencias de alta disipación (gran potencia). Pueden soportar corrientes relativamente elevadas y están protegidas con una capa de esmalte.

A. hilo de conexión

- B. soporte cerámico
- C. arrollamiento
- D. recubrimiento de esmalte.

A continuación vemos otros tipos de resistencias bobinadas, de diferentes tamaños y potencias, con su valor impreso en el cuerpo.

La de la izquierda es de 24  $\Omega$ , 5% (inscripción: 24R 5%)

La más pequeña es de 10  $\Omega$ , aunque no se aprecia su inscripción en la foto.



### QUÍMICAS:

Las resistencias de hilo de valor óhmico elevado necesitarían una cantidad de hilo tan grande que en la práctica resultarían muy voluminosas. Las resistencias de este tipo se realizan de forma más sencilla y económica empleando, en lugar de hilo, carbón pulverizado mezclado con sustancias aglomerantes.

La relación entre la cantidad de carbón y la sustancia aglomerante determina la resistividad por centímetro, por lo que es posible fabricar resistencias de diversos valores. Existen tipos de **carbón aglomerado**, de **película** de carbón y de **película** metálica. Normalmente están constituidas por un soporte cilíndrico aislante (de porcelana u otro material análogo) sobre el cual se deposita una capa de material resistivo.

En las resistencias, además del valor óhmico que se expresa mediante un código de colores, hay una contraseña que determina la precisión de su valor (aproximación), o sea la tolerancia anunciada por el fabricante. Esta contraseña está constituida por un anillo pintado situado en uno de los extremos del cuerpo.

### CÓDIGO DE COLORES:

Las resistencias llevan grabadas sobre su cuerpo unas bandas de color que nos permiten identificar el valor óhmico que éstas poseen. Esto es cierto para resistencias de potencia pequeña (menor de 2 W.), ya que las de potencia mayor generalmente llevan su valor impreso con números sobre su cuerpo.

En el cuerpo de la resistencia hay 4 anillos de color que, considerándolos a partir de un extremo y en dirección al centro, indican el valor óhmico de este componente

El número que corresponde al primer color indica la primera cifra, el segundo color la segunda cifra y el tercer color indica el número de ceros que siguen a la cifra obtenida, con lo que se tiene el valor efectivo de la resistencia. El cuarto anillo, o su ausencia, indica la tolerancia.



Podemos ver que la resistencia de la izquierda tiene los colores **amarillo - violeta - rojo - plata**, de forma que según la tabla de abajo podríamos decir que tiene un valor de: **4 - 7 - 2 ceros**, con una tolerancia del 10%, o sea, **4700  $\Omega$  ó 4.7 K $\Omega$** . La tolerancia indica que el valor real estará **entre 4230  $\Omega$  y 5170  $\Omega$  (4.7 K $\Omega$ ±10%)**.

La resistencia que mostramos a continuación, por su parte, tiene una banda más de color y es que se trata de una resistencia de precisión. Esto además es corroborado por el color de la banda de tolerancia, que al ser de color rojo indica que es una resistencia del 2%. Éstas tienen tres cifras significativas (al contrario que las anteriores, que tenían 2) y los colores son **verde - marrón - negro - rojo**, de forma que según la tabla de abajo podríamos decir que tiene un valor de: **5 - 1 - 0 - 2 ceros**, con una tolerancia del 2%, o sea, **51000  $\Omega$  ó 51 K $\Omega$** . La tolerancia indica que el valor real estará **entre 49.980  $\Omega$  y 52.020  $\Omega$  (51 K $\Omega$ ±2%)**.



Por último, comentar que una precisión del 2% se considera como muy buena, aunque en la mayoría de los circuitos usaremos resistencias del 5%, que son las más corrientes.

## CÓDIGOS DE COLORES DE 4 Y 5 BANDAS

Color	1ª Banda	2ª Banda	3ª Banda	Multiplicador	Tolerancia
Negro	0	0	0	1ohm	
Marrón	1	1	1	10ohm	+1% (F)
Rojo	2	2	2	100ohm	+2% (G)
Naranja	3	3	3	1Kohm	
Amarillo	4	4	4	10Kohm	
Verde	5	5	5	100Kohm	S2 +0 5% (D)
Azul	6	6	6	1Mohm	+0.25% (C)
Violeta	7	7	7	10Mohm	+0.10% (B)
Gris	8	8	8		+0.05%
Blanco	9	9	9		
Oro				0.10	+5% (J)
Plata				0.01	+10% (K)

**Nota:** Estos colores se han establecido internacionalmente, aunque algunos de ellos en ocasiones pueden llevar a una confusión a personas con dificultad de distinguir la zona de colores **rojo – naranja – marrón - verde**. En tales casos, quizá tengan que echar mano en algún momento de un polímetro para saber con certeza el valor de alguna resistencia cuyos colores no pueden distinguir claramente.

También es cierto que en resistencias que han tenido un "recalentón" o que son antiguas, a veces los colores pueden haber quedado alterados, en cuyo caso el polímetro nos dará la verdad.

Otro caso de confusión puede presentarse cuando por error leemos las bandas de color al revés. Esta resistencia de aquí abajo es la misma de antes, pero dada la vuelta.



El sentido de lectura de los colores de las resistencias es siempre de izquierda a derecha, dejando la tolerancia (en este caso plata) a la derecha, de esta forma nos es más fácil interpretarlas. Puede haber ocasiones en que no sepamos que color es el de la tolerancia, para averiguar esto podemos fijarnos en que generalmente la distancia entre las bandas es menor que la distancia entre la última banda y la tolerancia.

### VALORES TÍPICOS PARA TOLERANCIAS DEL 5% Y 10%

10	15	22	33	47	68
11	16	24	36	51	75
12	18	27	39	56	82
13	20	30	43	62	91

### VALORES TÍPICOS PARA TOLERANCIAS DEL 1% Y 2%

100	147	215	316	464	681
102	150	221	324	475	698
105	154	226	332	487	715
107	158	232	340	499	732
110	162	237	348	511	750
113	165	243	357	523	768
115	169	249	365	536	787
118	174	255	374	549	806
121	178	261	383	562	825
124	182	267	392	576	845
127	187	274	402	590	866
130	191	280	412	604	887
133	196	287	422	619	909
137	200	294	432	634	931
140	205	301	442	649	953
143	210	309	453	665	976

## DESIGNACIÓN DE VALORES NORMALIZADOS RKM.

Para enumerar o designar los diferentes valores de una resistencia se emplea el sistema RKM, que consiste en sustituir los puntos decimales y las comas separadoras de millar, en el sistema inglés de puntuación, por sus equivalentes R (unidad) K (kilo) M (mega). Por ejemplo:

valor (ohm)	RKM
0.47 ohm	0R47
1.13 ohm	1R13
100 ohm	100R
1000 ohm	1k
4700 ohm	4k7
5360 ohm	5k36
1,270,000	1M27

**Nota:** para designar 0.47 ohm decimos 0R47 o bien R47, no confundir con 47R que equivale a 47 ohmios.

**El concepto de tolerancia.-** Para entender las series normalizadas, es necesario conocer el concepto de tolerancia. Pongamos un ejemplo. Si tenemos una resistencia de 10k 10%, queremos decir que el valor nominal (10k) está comprendido entre 10k-10% (valor mínimo) y 10k+10% (valor máximo); es decir, entre 9k y 11k. Para evitar solapamiento de valores, se construyen series que teóricamente contengan a todos los posibles valores de resistencia, y se denominan, atendiendo al número de estos valores entre 1 y 10, a las series E(N). La serie E12 son doce valores entre 1 y 10, y su tolerancia es 20%. Las series E y su tolerancia son las siguientes:

serie	tolerancia (%)
E6	40
E12	20
E24	10
E48	5
E96	2
E192	1

**Tablas de valores normalizados.-** Podemos construirlas las tablas de valores normalizados muy fácilmente con Excel, partiendo de la expresión matemática que define una R normal:

$$E_n(S) = 10^{\frac{n-1}{S}}$$

Las series E6, E12 y E24 se expresan con 1 decimal.  
 Las series E48, E96 y E192 se expresan con 2 decimales.  
 Los resultados se redondean por exceso (0.5 = 1)

Por ejemplo, el término n° 19 de la serie E192 vale:

$$E_{19}(192) = 10^{\frac{19-1}{192}} = 1.24$$

### RESISTENCIAS SMD (Surface Mounted Device)

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: <b>1200 ohmios</b> = 1K2
	1ª Cifra = 1º número La " R " indica coma decimal 3ª Cifra = 2º número	En este ejemplo la resistencia tiene un valor de: <b>1,6 ohmios</b>
	La " R " indica " 0. " 2ª Cifra = 2º número 3ª Cifra = 3º número	En este ejemplo la resistencia tiene un valor de: <b>0.22 ohmios</b>

### SERIES DE RESISTENCIAS E6 - E12 - E24 - E48, NORMA IEC

Series de resistencias normalizadas y comercializadas mas habituales para potencias pequeñas. Hay otras series como las E96, E192 para usos más especiales.

<b>E6</b>	1.0		1.5		2.2		3.3		4.7		6.8													
<b>E12</b>	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2												
<b>E24</b>	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
<b>E48</b>	1.0	1.05	1.10	1.15	1.21	1.27	1.33	1.40	1.47	1.54	1.62	1.69												
	1.78	1.87	1.96	2.05	2.15	2.26	2.37	2.49	2.61	2.74	2.87	3.01												
	3.16	3.32	3.48	3.65	3.83	4.02	4.22	4.42	4.64	4.87	5.11	5.36												
	5.62	5.90	6.19	6.49	6.81	7.15	7.50	7.87	8.25	8.66	9.09	9.53												
Tolerancias de las series : <b>E6 20%</b> - <b>E12 10%</b> - <b>E24 5%</b> - <b>E48 2%</b>																								
Valores de las resistencias en $\Omega$ , $K\Omega$ , $M\Omega$ IEC = Comisión eléctrica Internacional																								

## RESISTENCIAS VARIABLES

Hay veces en que interesa disponer de una resistencia cuyo valor pueda variarse a voluntad. Son los llamados reóstatos o potenciómetros. Se fabrican bobinados o de grafito, deslizantes o giratorios. Se suelen llamar potenciómetros cuando poseen un eje practicable, y resistencias ajustables cuando para vararlas se precisa la ayuda de una herramienta, porque una vez ajustados no se van a volver a retocar.



Si estudiamos la respuesta en resistencia de este en función del desplazamiento lineal del eje del potenciómetro, nos encontramos con tres tipos de potenciómetros:



## RESISTENCIAS ESPECIALES

Estas resistencias se caracterizan porque su valor óhmico, que varía de forma no lineal, en función de distintas magnitudes físicas como puede ser la temperatura, tensión, luz, campos magnéticos, etc... Así estas resistencias están consideradas como sensores.

Entre las más comunes podemos destacar las siguientes:

- Termistores o resistencias NTC y PTC. En ellas la resistencia en función de la temperatura.
- Varistores o resistencias VDR. En ellas la resistencia es función de la tensión.
- Fotorresistencias o resistencias LDR. En estas últimas la resistencia varía en función de la luz que recibe.

LDR	LDR (Litgh Dependent Resistance) Resistencia dependiente de la luz
VDR	VDR (Voltage Dependent Resistance) Resistencia dependiente del Voltaje
PTC	PTC (Positive Temperature Coefficient) Coeficiente de Temperatura Positivo
NTC	NTC ( Negative Temperature Coefficient) Coeficiente de Temperatura Negativo



## TERMISTORES

En estas resistencias, cuyo valor óhmico cambia con la temperatura, además de las características típicas en resistencias lineales fijas como valor nominal, potencia nominal, tolerancia, etc., que son similares para los Termistores, hemos de destacar otras:

Resistencia nominal: es la resistencia que presenta a la temperatura ambiente (25°).

Auto-calentamiento: este fenómeno produce cambios en el valor de la resistencia al pasar una corriente eléctrica a través de ella. Hemos de tener en cuenta que también se puede producir por una variación en la temperatura ambiente.

Factor de disipación térmica: es la potencia necesaria para elevar su temperatura en 1° C.

Dentro de los Termistores podemos destacar dos grupos: NTC y PTC.

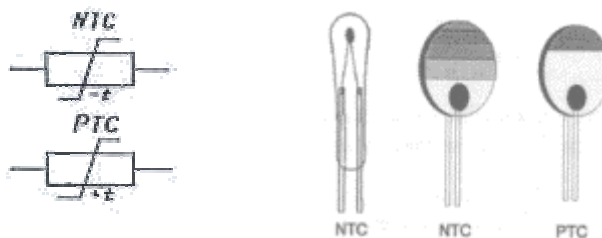
### RESISTENCIAS NTC

Esta resistencia se caracteriza por su disminución del valor resistivo a medida que aumenta la temperatura, por tanto presenta un coeficiente de temperatura negativo.

Entre sus características se pueden destacar: resistencia nominal de 10 ohmios a 2M, potencias entre 1 micro vatio y 35W, coeficiente de temperatura de -1 a -10% por °C; y entre sus aplicaciones: regulación, compensación y medidas de temperaturas, estabilización de tensión, alarmas, etc.

### RESISTENCIAS PTC

Estas, se diferencian de las anteriores por el coeficiente de temperatura positivo, de forma que su resistencia aumentará como consecuencia del aumento de la temperatura (aunque esto sólo se da en un margen de temperaturas).



## VARISTORES

Estos dispositivos (también llamados VDR) experimentan una disminución en su valor óhmico de resistencia a medida que aumenta la tensión aplicada en sus extremos. A diferencia de lo que ocurre con las NTC y PTC la variación se produce de una forma instantánea.

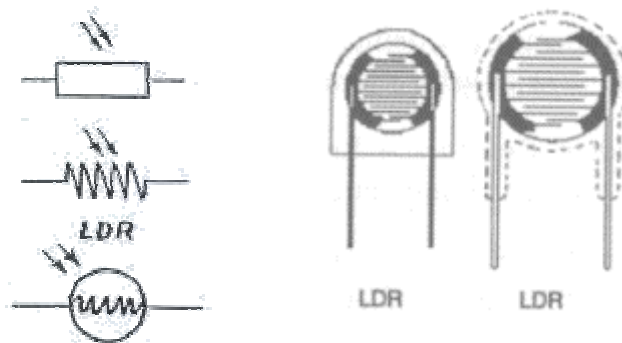
Las aplicaciones más importantes de este componente se encuentran en:

protección contra sobre tensiones, regulación de tensión y supresión de transitorios.



## FOTORRESISTENCIAS

Estas resistencias, también conocidas como LDR, se caracterizan por su disminución de resistencia a medida que aumenta la luz que incide sobre ellas. Las principales aplicaciones de estos componentes están en controles de iluminación, control de circuitos con relees, en alarmas, etc.



Este tutorial ha sido creado a base de datos recogidos de múltiples páginas Web.

Tutorial creado por **JVM** para **JVM-BOTS** [www.jvmbots.com](http://www.jvmbots.com)