

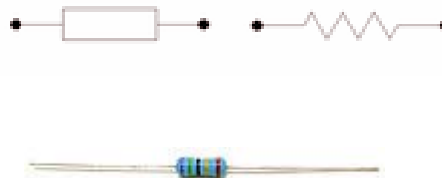
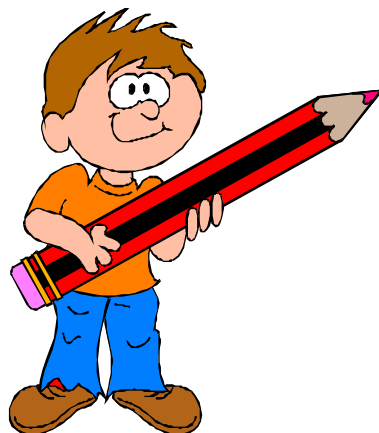
RESISTENCIA ELECTRICA

Definición.

Resistencia Eléctrica es un componente electrónico diseñado para introducir una oposición a un flujo de corriente que intente pasar a través de dos puntos de un circuito, esta oposición presentada a la circulación de corriente recibe el nombre de Impedancia. Su valor viene dado en Ohmios, se designa con la letra griega omega y se mide con el Óhmetro

Esta definición es válida para la corriente continua y para la corriente alterna cuando se trate de elementos resistivos puros, esto es, sin componente inductiva ni capacitiva. De existir estos componentes reactivos, la oposición presentada a la circulación de corriente recibe el nombre de impedancia.

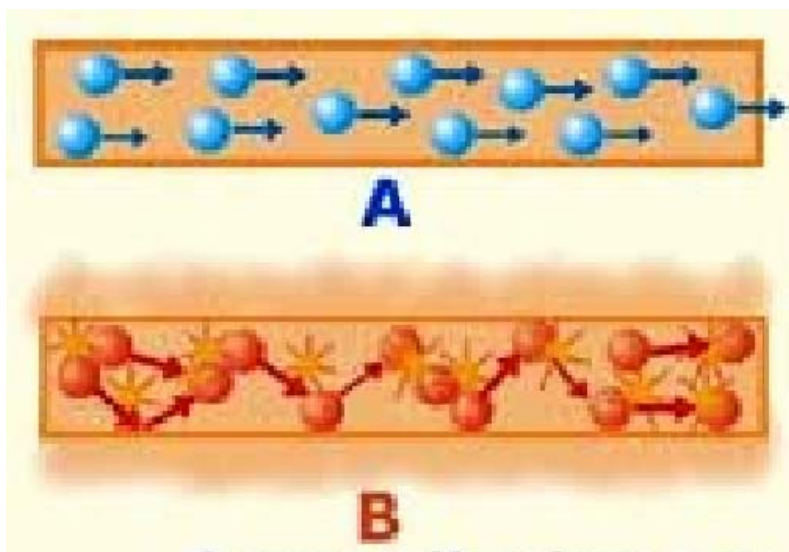
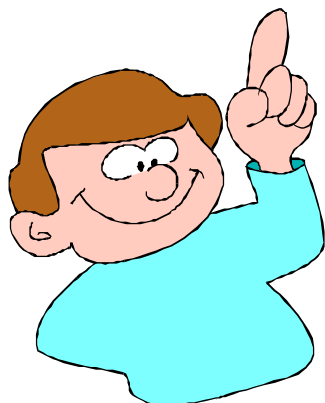
Según sea la magnitud de esta oposición, las sustancias se clasifican en conductoras, aislantes y semiconductoras. Existen además ciertos materiales en los que, en determinadas condiciones de temperatura, aparece un fenómeno denominado superconductividad, en el que el valor de la resistencia es prácticamente nulo.



Resistencia Eléctrica.

Resistencia eléctrica es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones. Cualquier dispositivo o

consumidor conectado a un circuito eléctrico representa en sí una carga, resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica.



A.- Electrones fluyendo por un buen conductor eléctrico, que ofrece baja resistencia.

B.- Electrones fluyendo por un mal conductor eléctrico, que ofrece alta resistencia a su paso.

En ese caso los electrones chocan unos contra otros al no poder circular libremente y, como consecuencia, generan calor.

Normalmente los electrones tratan de circular por el circuito eléctrico de una forma más o menos organizada, de acuerdo con la resistencia que encuentren a su paso. Mientras menor sea esa resistencia, mayor será el orden existente en el micromundo de los electrones; pero cuando la resistencia es elevada, comienzan a chocar unos con otros y a liberar energía en forma de calor. Esa situación hace que siempre se eleve algo la temperatura del conductor y que, además, adquiera valores más altos en el punto donde los electrones encuentren una mayor resistencia a su paso.

Resistencia eléctrica

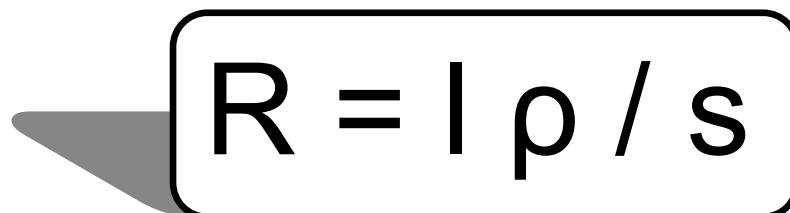
La resistencia eléctrica es la relación existente entre la diferencia de potencial eléctrico al que se somete a un medio o componente y la intensidad de la corriente que lo atraviesa:

$$R = V/I$$

La resistencia eléctrica se suele representar con la letra **R**, y su unidad en el SI es el ohmio, definido como la resistencia de un conductor en el cual la corriente es de un amperio cuando la diferencia de potencial entre sus extremos es de un voltio. El inverso de la resistencia se denomina conductancia eléctrica y su unidad es el siemens.

De la ecuación anterior se desprende que cuanto menor sea la intensidad de la corriente, mayor será la resistencia, por ello se dice que la resistencia eléctrica es una medida de la dificultad que opone un conductor al paso de la corriente a su través.

Para una gran variedad de materiales y condiciones, la resistencia eléctrica no depende de la cantidad de corriente o la diferencia de potencial aplicada por lo que ambas son proporcionales, siendo la resistencia de un conductor función de las características del material y la temperatura a la que éste se encuentra:



$$R = l \rho / s$$

Donde:

R = Resistencia

l = Longitud

s = Sección

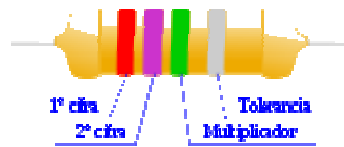
ρ = **Resistividad** (Característica para cada material y temperatura)

La Resistencia como componente de un circuito.

Todos los componentes eléctricos y electrónicos presentan en mayor o menor medida una cierta resistencia al paso de la corriente, si bien ésta suele ser pequeña. Hay sin embargo componentes eléctricos denominados resistencias que se introducen en los circuitos para dificultar el paso de la corriente, bien sea para disminuir la intensidad, protegiendo así los demás componentes, bien para obtener calor por efecto Joule en la propia resistencia, como es el caso de las cocinas y las calefacciones eléctricas domésticas, cafeteras, hornos de secado industriales, etc.

Las resistencias de pequeña potencia van rotuladas con un código de franjas de colores. Para caracterizar una resistencia hacen falta tres valores: resistencia, corriente máxima y tolerancia. La corriente máxima de una resistencia viene condicionada por la máxima potencia 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, 0,5 W y 1 W.

Los otros datos 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 las cifras significativas.



El valor se obtiene leyendo las cifras como un número de una, dos o tres cifras y, después, multiplicando el resultado por el multiplicador, obteniéndose el resultado en ohmios (Ω); en ocasiones puede aparecer una banda adicional indicando el efecto de la temperatura en la variación de la resistencia. En aquellos casos en los que no hay espacio para dibujar las bandas de colores, se emplean dígitos, con igual significado que en el caso de la codificación con cuatro bandas: los primeros serán las cifras significativas y el último el multiplicador; por ejemplo una resistencia 123, será de 12.000 Ω .

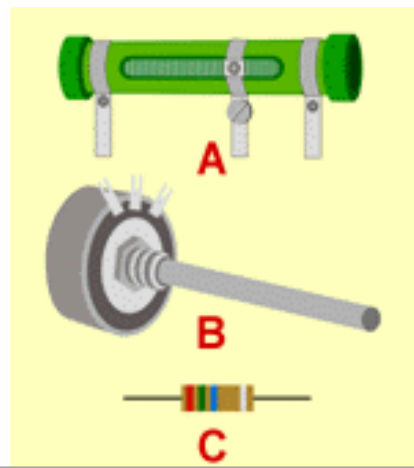
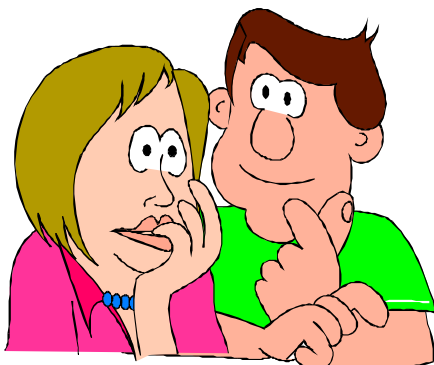
La nomenclatura normalizada emplea las letras R (1), K (kilo = 1.000) y M (mega = 1.000.000) como multiplicadores, en la posición que ocuparía el punto en la escritura del número.

La segunda letra hace referencia a la tolerancia M= \pm 20%, K= \pm 10%, J= \pm 5%, G= \pm 2%, F= \pm 1%. En los ejemplos se indica, entre paréntesis, la codificación de las resistencias con esta nomenclatura.

Resistencia de los metales al paso de la corriente eléctrica.

Todos los materiales y elementos conocidos ofrecen mayor o menor resistencia al paso de la corriente eléctrica, incluyendo los mejores conductores. Los metales que menos resistencia ofrecen son el oro y la plata, pero por lo costoso que resultaría fabricar cables con esos metales, se adoptó utilizar el cobre, que es buen conductor y mucho más barato.

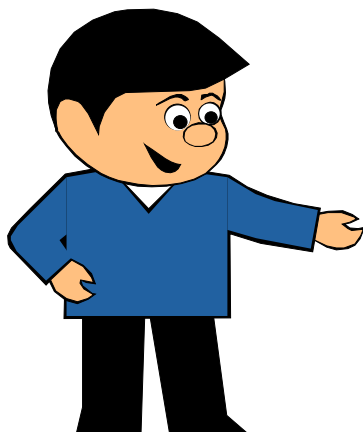
Con alambre de cobre se fabrican la mayoría de los cables conductores que se emplean en circuitos de baja y media tensión. También se utiliza el aluminio en menor escala para fabricar los cables que vemos colocados en las torres de alta tensión para transportar la energía eléctrica a grandes distancias.



- A.- Resistencia variable o reóstato fabricada con alambre nicromo (Ni-Cr).
- B.- Potenciómetro de carbón, muy utilizado en equipos electrónicos para controlar, por ejemplo, el volumen o los tonos en los amplificadores de audio. Este potenciómetro de la figura se controla haciendo girar su eje hacia la derecha o hacia la izquierda, pero existen otros dotados de una palanquita.
- C.- Resistencia fija de carbón, muy empleada en los circuitos electrónicos.

Entre los metales que ofrecen mayor resistencia al paso de la corriente eléctrica se encuentra el alambre nicromo (Ni-Cr), compuesto por una aleación de 80% de níquel (Ni) y 20% de cromo (Cr). Ese es un tipo de alambre ampliamente utilizado como resistencia fija o como resistencia variable (reóstato), para regular la tensión o voltaje en diferentes dispositivos eléctricos. Además se utilizan también resistencias fijas de alambre nicromo de diferentes diámetros o grosores, para producir calor en equipos industriales, así como en electrodomésticos de uso muy generalizado.

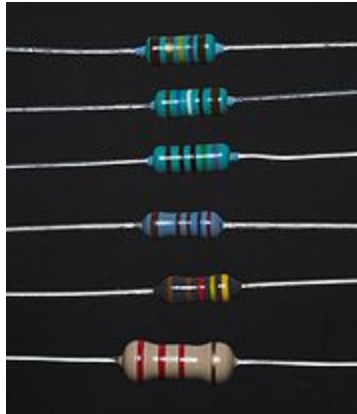
Entre esos aparatos o quipos se encuentran las planchas, los calentadores o estufas eléctricas utilizadas para calentar el ambiente de las habitaciones en invierno, los calentadores de agua, las secadoras de ropa, las secadoras para el pelo y la mayoría de los aparatos eléctricos cuya función principal es generar calor.



Símbolo y forma física.



Símbolos



Diferentes resistencias todas ellas de empaquetado tipo axial.



Resistencia de montaje superficial o SMD.

Se denomina **resistor** o resistencia al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito. En otros casos, como en las planchas, calentadores, etc., las resistencias se emplean para producir calor aprovechando el efecto Joule. Entre los técnicos es frecuente utilizar el término resistor por ser más preciso que resistencia.

La corriente máxima en un resistor viene condicionado por la máxima potencia 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, 0,5 W y 1 W.

Existen resistencias de valor variable, que reciben el nombre de potenciómetros.

Comportamiento en un circuito

Los resistores se utilizan en los circuitos para limitar el valor de la corriente o para fijar el valor de la tensión. Véase la Ley de Ohm.

Sistemas de Codificación.

Código de colores



Eléctrica

Para caracterizar un resistor hacen falta tres valores: resistencia eléctrica, disipación máxima y precisión o tolerancia. 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 las cifras.

El valor de la resistencia eléctrica se obtiene leyendo las cifras como un número de una, dos o tres cifras; se multiplica por el multiplicador y se obtiene el resultado en Ohmios (Ω). El coeficiente de temperatura únicamente se aplica en resistencias de alta precisión (tolerancia menor del 1%).

Color de la banda	Valor de la 1ª cifra significativa	Valor de la 2ª cifra significativa	Multiplicador	Tolerancia	Coefficiente de temperatura
Negro	0	0	1	-	-
Marrón	1	1	10	$\pm 1\%$	100ppm/°C
Rojo	2	2	100	$\pm 2\%$	50ppm/°C
Naranja	3	3	1 000	-	15ppm/°C
Amarillo	4	4	10 000	4%	25ppm/°C
Verde	5	5	100 000	$\pm 0,5\%$	-
Azul	6	6	1 000 000	-	10ppm/°C
Violeta	7	7	-	-	5ppm/°C
Gris	8	8	-	-	-
Blanco	9	9	-	-	1ppm/°C
Dorado	-	-	0,1	$\pm 5\%$	-
Plateado	-	-	0,01	$\pm 10\%$	-
Ninguno	-	-	-	$\pm 20\%$	-

Valores Comerciales de Resistores

Colores	Multiplicador						
	Oro	Negro	Marrón	Rojo	Naranja	Amarillo	Verde
Marrón - Negro	1.0 [Ω]	10 [Ω]	100 [Ω]	1.0 [KΩ]	10 [KΩ]	100 [KΩ]	1.0 [MΩ]
Marrón - Rojo	1.2 [Ω]	12 [Ω]	120 [Ω]	1.2 [KΩ]	12 [KΩ]	120 [KΩ]	1.2 [MΩ]
Marrón - Verde	1.5 [Ω]	15 [Ω]	150 [Ω]	1.5 [KΩ]	15 [KΩ]	150 [KΩ]	1.5 [MΩ]
Marrón - Gris	1.8 [Ω]	18 [Ω]	180 [Ω]	1.8 [KΩ]	18 [KΩ]	180 [KΩ]	1.8 [MΩ]
Rojo - Rojo	2.2 [Ω]	22 [Ω]	220 [Ω]	2.2 [KΩ]	22 [KΩ]	220 [KΩ]	2.2 [MΩ]
Rojo - Violeta	2.7 [Ω]	27 [Ω]	270 [Ω]	2.7 [KΩ]	27 [KΩ]	270 [KΩ]	2.7 [MΩ]
Naranja - Naranja	3.3 [Ω]	33 [Ω]	330 [Ω]	3.3 [KΩ]	33 [KΩ]	330 [KΩ]	3.3 [MΩ]
Naranja - Blanco	3.9 [Ω]	39 [Ω]	390 [Ω]	3.9 [KΩ]	39 [KΩ]	390 [KΩ]	3.9 [MΩ]
Amarillo - Violeta	4.7 [Ω]	47 [Ω]	470 [Ω]	4.7 [KΩ]	47 [KΩ]	470 [KΩ]	4.7 [MΩ]
Verde - Azul	5.6 [Ω]	56 [Ω]	560 [Ω]	5.6 [KΩ]	56 [KΩ]	560 [KΩ]	5.6 [MΩ]
Azul - Gris	6.8 [Ω]	68 [Ω]	680 [Ω]	6.8 [KΩ]	68 [KΩ]	680 [KΩ]	6.8 [MΩ]
Gris - Rojo	8.2 [Ω]	82 [Ω]	820 [Ω]	8.2 [KΩ]	82 [KΩ]	820 [KΩ]	8.2 [MΩ]
Blanco - Negro	9.1 [Ω]	91 [Ω]	910 [Ω]	9.1 [KΩ]	91 [KΩ]	910 [KΩ]	9.1 [MΩ]

Valores de resistencia para resistores disponibles en comercios

Identificación de resistores

En primer lugar habría que determinar el grupo al que pertenecen, es decir, si son lineales fijas, variables, o no lineales, y el tipo concreto al que pertenecen dentro de cada grupo.

Posteriormente determinaríamos el valor nominal de la resistencia y su tolerancia. Estos valores son indicados en el cuerpo de la resistencia mediante el código de colores, o, el código de marcas.

El valor de potencia nominal solamente suele ir indicado en algunos tipos de resistores bobinados y variables. Para su determinación tendríamos que fijarnos en el tamaño del componente.

Para determinar otros parámetros como pueden ser el coeficiente de temperatura, ruido, tensión máxima aplicable, etc., tenemos que recurrir a las hojas de características que nos suministra el fabricante. Para tener una orientación, solamente a título informativo y aproximado, podemos consultar la siguiente tabla en la que se muestran valores típicos de las características técnicas para distintos tipos de resistores lineales fijas

Código de colores.

Es el código con el que se regula el marcado de el valor nominal y tolerancia para resistores fijas de carbón y metálicas de capa fundamentalmente.

Eléctrica

Tenemos que resaltar que con estos códigos lo que obtenemos es el valor nominal de la resistencia pero no el valor real que se situará dentro de un margen según la tolerancia que se aplique.



Código de colores para tres o cuatro bandas


COLOR	1ª CIFRA	2ª CIFRA	Nº DE CEROS	TOLERANCIA (+/-%)
-------	----------	----------	-------------	-------------------

Como leer el valor de una resistencia

En una resistencia tenemos generalmente 4 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 decenas.
- La segunda línea representa el dígito de las unidades.
- El número así formado se multiplica por la potencia de 10 expresada por la tercera línea (multiplicador).

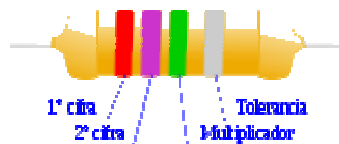
 Por ejemplo:

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

$54 \times 100 = 5400\Omega$ o $5,4 \text{ k}\Omega$ y este es el valor de la resistencia expresada en Ohmios

 Ejemplos



Resistencia de valor $2.700.000 \Omega$ y tolerancia de $\pm 10\%$

- La caracterización de una resistencia de $2.700.000 \Omega$ ($2,7\text{M } \Omega$), con una tolerancia de $\pm 10\%$, sería la representada en la *Figura 4*:

1ª cifra: rojo (2)

2ª cifra: morado (7)

Multiplicador: verde (100000)

Tolerancia: Plata ($\pm 10\%$)



✚ Resistencia de valor $65\ \Omega$ y tolerancia de $\pm 2\%$

- El valor de la resistencia de la *Figura 5* es de $65\ \Omega$ y tolerancia de $\pm 2\%$ dado que:

1ª cifra: azul (6)

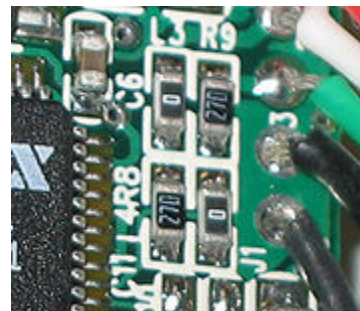
2ª cifra: verde (5)

3ª cifra: negra (0)

Multiplicador: dorada (10^{-1})

Tolerancia: Rojo ($\pm 2\%$)

Codificación de los Resistores en SMT



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 (SMT)) 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).

- Por ejemplo:

"334" $33 \times 10,000\ \text{ohmios} = 330\ \text{kiloohmios}$

"222" $22 \times 100\ \text{ohmios} = 2.2\ \text{kiloohmios}$

"473" $47 \times 1,000\ \text{ohmios} = 47\ \text{kiloohmios}$

"105" $10 \times 100,000$ ohmios = 1 megaohmios

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

- Por ejemplo:

"100" = 10×1 ohmio = 10 ohmios

"220" = 22×1 ohmio = 22 ohmios

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

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

- Por ejemplo:

"4R7" = 4.7 ohmios

"0R22" = 0.22 ohmios

"0R01" = 0.01 ohmios

El rango de la temperatura operacional distingue los tipos comercial, 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 Estandar: -5°C a 60°C

Código de marcas.

Como en el caso del código de colores, el objetivo del código de marcas es el marcado de el valor nominal y tolerancia del componente y, aunque se puede aplicar a cualquier tipo de resistores, es típico encontrarlo en resistores bobinadas y variables.

Como valor nominal podemos encontrarlos con tres, cuatro, o cinco caracteres formados por la combinación de dos, tres, o cuatro números y una letra, de acuerdo con las cifras significativas del valor nominal. La letra del código sustituye a la coma decimal, y representa el coeficiente multiplicador según la siguiente correspondencia:

LETRA CÓDIGO	R	K	M	G	T
COEFICIENTE MULTIPLICADOR	x1	x103	x106	x109	x1012

La tolerancia va indicada mediante una letra, según la siguiente tabla. Como se puede apreciar aparecen tolerancias asimétricas, aunque estas se usan normalmente en el marcado de condensadores.

TOLERANCIAS SIMÉTRICAS		TOLERANCIAS ASIMÉTRICAS	
Tolerancia %	Letra código	Tolerancia	Letra código
+/- 0,1	B	+30/-10	Q
+/- 0,25	C	+50/-10	T
+/- 0,5	D	+50/-20	S
+/- 1	F	+80/-20	Z
+/- 2	G	-	-
+/- 5	J	-	-
+/- 10	K	-	-
+/- 20	M	-	-
+/- 30	N	-	-

Como ejemplo estas son algunas de los posibles marcados en resistores a partir del código de marcas:

Valor de la resistencia en ohmios	Código de marcas	Valor de la resistencia en ohmios	Código de marcas
0,1	R10	10K	10K
3,32	3R32	2,2M	2M2
59,04	59R04	1G	1G
590,4	590R4	2,2T	2T2
5,90K	5K9	10T	10T

Resistores variables

Estos resistores pueden variar su valor dentro de unos límites. Para ello se les ha añadido un tercer terminal unido a un contacto móvil que puede desplazarse sobre el elemento resistivo proporcionando variaciones en el valor de la resistencia. Este tercer terminal puede tener un desplazamiento angular (giratorio) o longitudinal (deslizante).

Según su función en el circuito estas resistores se denominan:

Potenciómetros: se aplican en circuitos donde la variación de resistencia la efectúa el usuario desde el exterior (controles de audio, video, etc.).

Trimmers, o resistores ajustables: se diferencian de las anteriores en que su ajuste es definitivo en el circuito donde van aplicadas. Su acceso está limitado al personal técnico (controles de ganancia, polarización, etc.).

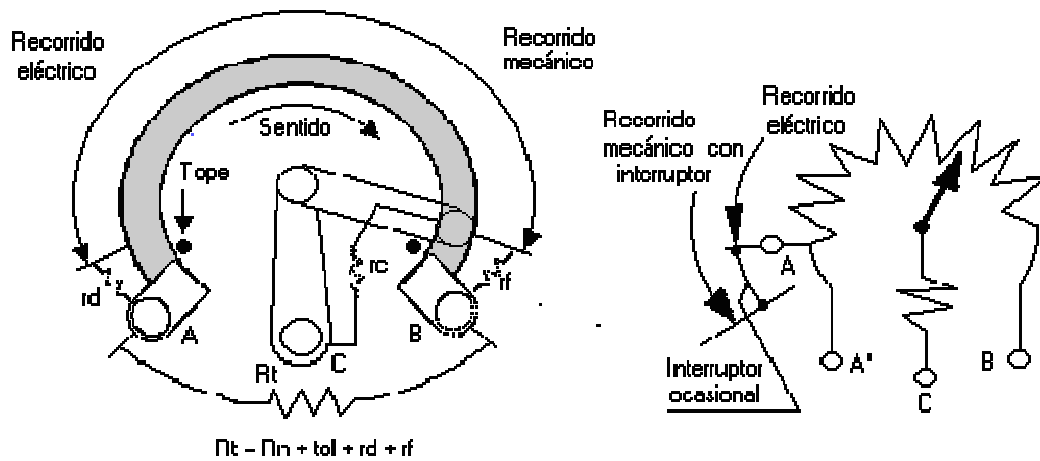
Reóstatos: son resistores variables en las que uno de sus terminales extremos está eléctricamente anulado. Tanto en un potenciómetro como un trimmer, al dejar unos de sus

Eléctrica

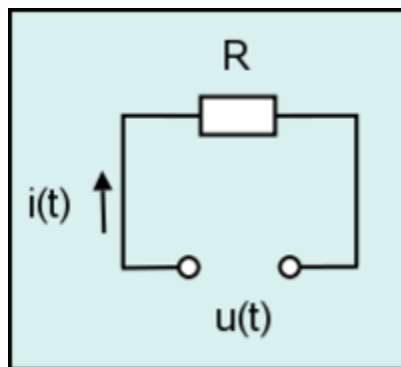
terminales extremos al aire, su comportamiento será el de un reóstato, aunque estos están diseñados para soportar grandes corrientes.

Características técnicas

Estas son las especificaciones técnicas más importantes que podemos encontrar en las hojas de características que nos suministra el fabricante:



Circuito con resistencia.



Una resistencia ideal es un elemento pasivo que disipa energía en forma de calor según la ley de Joule. También establece una relación de proporcionalidad entre la intensidad de corriente que la atraviesa y la tensión medible entre sus extremos, relación conocida como ley de Ohm:

$$u(t) = R \cdot i(t)$$

$$u(t) = R \cdot i(t)$$

Donde $i(t)$ es la corriente eléctrica que atraviesa la resistencia de valor R y $u(t)$ es la diferencia de potencial que se origina. En general, una resistencia real podrá tener diferente comportamiento en función del tipo de corriente que circule por ella.

Comportamiento en corriente continua

Una resistencia real en corriente continua (CC) se comporta prácticamente de la misma forma que si fuera ideal, esto es, transformando la energía eléctrica en calor. Su ecuación pasa a ser:

$$R = \frac{V}{I}$$

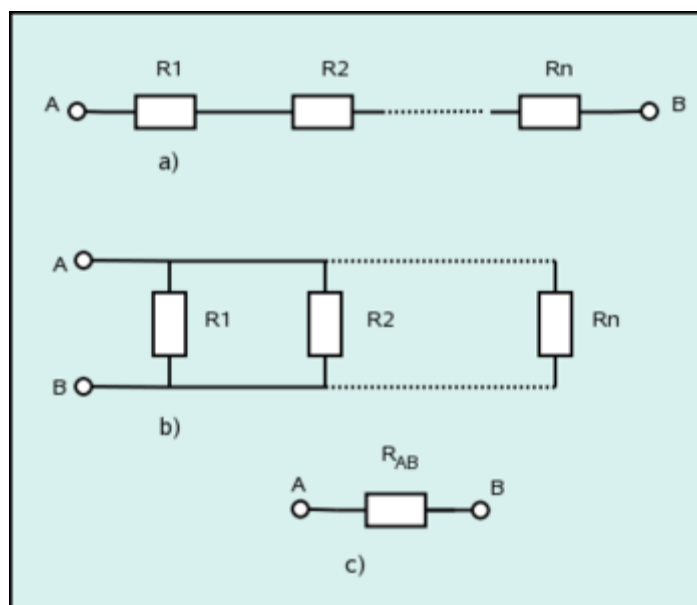
Que es la conocida ley de Ohm para CC.

Donde

- V = Voltaje.
- I = Corriente.
- R = Resistencia.

Asociación de Resistencias.

Resistencia equivalente



Asociaciones generales de resistencias: a) Serie y b) Paralelo. c) Resistencia equivalente

Se denomina resistencia equivalente, R_{AB} , de una asociación respecto de dos puntos A y B, a aquella que conectada la misma diferencia de potencial, U_{AB} , demanda la misma intensidad, I (ver figura 4). Esto significa que ante las mismas condiciones, la asociación y su resistencia equivalente disipan la misma potencia.

Asociación Serie.

Dos o más resistencias se encuentran conectadas en serie cuando al aplicar al conjunto una diferencia de potencial, todas ellas son recorridas por la misma corriente.

Para determinar la resistencia equivalente de una asociación serie imaginaremos que ambas, figuras 4a) y 4c), están conectadas a la misma diferencia de potencial, U_{AB} . Si aplicamos la segunda ley de Kirchhoff a la asociación en serie tendremos:

$$U_{AB} = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

Aplicando la ley de Ohm:

$$U_{AB} = IR_1 + IR_2 + \dots + IR_n = I(R_1 + R_2 + \dots + R_n)$$

En la resistencia equivalente:

$$U_{AB} = IR_{AB}$$

Finalmente, igualando ambas ecuaciones se obtiene que:

$$IR_{AB} = I(R_1 + R_2 + \dots + R_n)$$

Y eliminando la intensidad:

$$R_{AB} = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{k=1}^n R_k$$

Por lo tanto la resistencia equivalente a n resistencias montadas en serie es igual a la suma de dichas resistencias.

Asociación Paralelo

Dos o más resistencias se encuentran en paralelo cuando tienen dos terminales comunes de modo que al aplicar al conjunto una diferencia de potencial, U_{AB} , todas las resistencias tienen la misma caída de tensión, U_{AB} .

Para determinar la resistencia equivalente de una asociación en paralelo imaginaremos que ambas, figuras 4b) y 4c), están conectadas a la misma diferencia de potencial mencionada,

U_{AB} , lo que originará una misma demanda de corriente eléctrica, I . Esta corriente se repartirá en la asociación por cada una de sus resistencias de acuerdo con la primera ley de Kirchhoff:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

Aplicando la ley de Ohm:

$$I = \frac{U_{AB}}{R_1} + \frac{U_{AB}}{R_2} + \dots + \frac{U_{AB}}{R_n} = U_{AB} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)$$

En la resistencia equivalente se cumple:

$$I = U_{AB} / R_{AB}$$

Igualando ambas ecuaciones y eliminando la tensión U_{AB} :

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

De donde:

$$R_{AB} = \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}}$$

Por lo que la resistencia equivalente de una asociación en paralelo es igual a la inversa de la suma de las inversas de cada una de las resistencias.

Existen dos casos particulares que suelen darse en una asociación en paralelo:

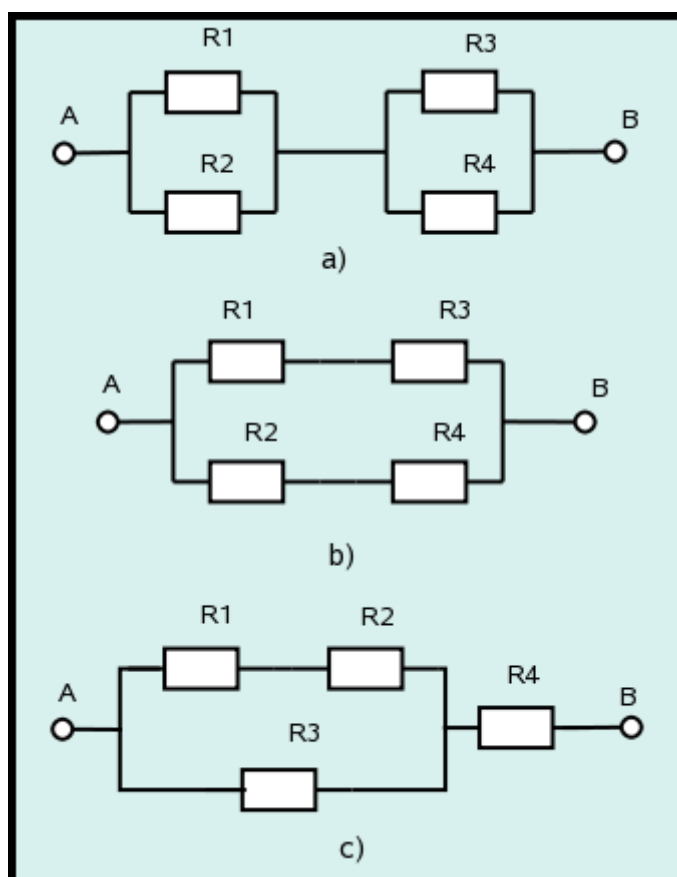
1. **Dos resistencias:** En este caso se puede comprobar que la resistencia equivalente es igual al producto dividido por la suma de sus valores, esto es:

$$R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

2. **k resistencias iguales:** Su equivalente resulta ser:

$$R_t = \frac{R}{k}$$



Asociación Mixta


Asociaciones mixtas de cuatro resistencias: a) Serie de paralelos, b) Paralelo de series y c) Ejemplo de una de las otras posibles conexiones.

En una asociación mixta podemos encontrarnos conjuntos de resistencias en serie con conjuntos de resistencias en paralelo. En la figura 5 pueden observarse tres ejemplos de asociaciones mixtas con cuatro resistencias.

A veces una asociación mixta es necesaria ponerla en modo texto. Para ello se utilizan los símbolos "+" y "/" para designar las asociaciones serie y paralelo respectivamente. Así con $(R1 + R2)$ se indica que R1 y R2 están en serie mientras que con $(R1//R2)$ que están en paralelo. De acuerdo con ello, las asociaciones de la figura 5 se pondrían del siguiente modo:

a) $(R1//R2)+(R3//R4)$

b) $(R1+R3)/(R2+R4)$

c) $((R1+R2)//R3)+R4$

Para determinar la resistencia equivalente de una asociación mixta se van simplificando las resistencias que están en serie y las que están en paralelo de modo que el conjunto vaya resultando cada vez más sencillo, hasta terminar con un conjunto en serie o en paralelo.

a)

$$R1//R2 = R_{1//2}$$

$$R3//R4 = R_{3//4}$$

$$R_{AB} = R_{1//2} + R_{3//4}$$

b)

$$R1+R3 = R_{1+3}$$

$$R2+R4 = R_{2+4}$$

$$R_{AB} = (R_{1+3} \cdot R_{2+4}) / (R_{1+3} + R_{2+4})$$



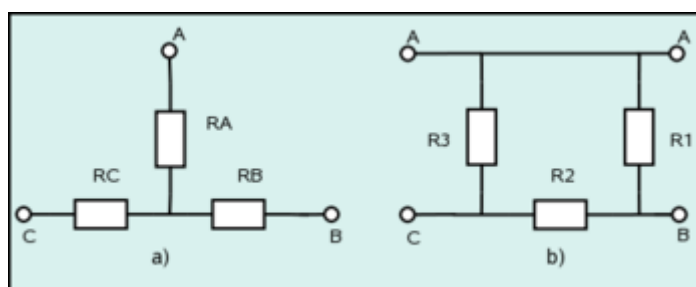
c)

$$R1+R2 = R_{1+2}$$

$$R_{1+2} // R3 = R_{1+2//3}$$

$$R_{AB} = R_{1+2//3} + R4$$

Asociaciones estrella y triángulo.



Asociaciones: a) En estrella y b) En triángulo.

En la figura 6a) y b) pueden observarse respectivamente las asociaciones estrella y triángulo, también llamadas *T* y π o delta respectivamente. Este tipo de asociaciones son comunes en las cargas trifásicas. Las ecuaciones de equivalencia entre ambas asociaciones vienen dadas por el teorema de Kenelly, de donde se deduce que los valores de la estrella en función de los del triángulo (transformación triángulo a estrella) son:

$$R_A = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_B = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_C = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

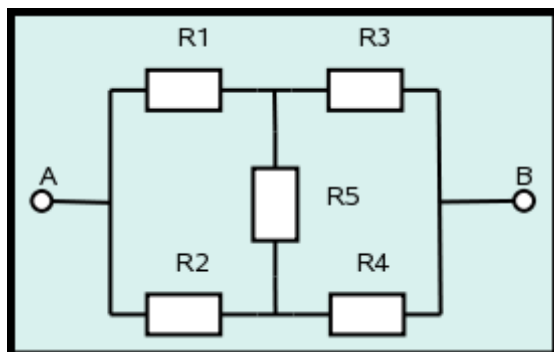
Y los del triángulo en función de la estrella (transformación estrella a triángulo):

$$R_1 = R_A + R_B + \frac{R_A R_B}{R_C}$$

$$R_2 = R_B + R_C + \frac{R_B R_C}{R_A}$$

$$R_3 = R_A + R_C + \frac{R_A R_C}{R_B}$$

Asociación Punteo.



Asociación puente.

Si en una asociación paralelo de series como la mostrada en la figura 5b se conecta una resistencia que una las dos ramas en paralelo, se obtiene una asociación puente como la mostrada en la figura 7.

La determinación de la resistencia equivalente de este tipo de asociación tiene sólo interés pedagógico. Para ello se sustituye bien una de las configuraciones en triángulo de la asociación, la R2-R4-R5 o la R3-R4-R5 por su equivalente en estrella, bien una de las configuraciones en estrella, la R1-R3-R5 o la R3-R4-R5 por su equivalente en triángulo. En ambos casos se consigue transformar el conjunto en una asociación mixta de cálculo sencillo. Otro método consiste en aplicar una fem (E) a la asociación y obtener su resistencia equivalente como relación de dicha fem y la corriente total demandada (E/I).

Eléctrica

El interés de este tipo de asociación está en el caso en el que por la resistencia central, R5, no circula corriente, pues permite calcular los valores de una de las resistencias, R1, R2, R3 o R4, en función de las otras tres. En ello se basan los puentes de Wheatstone y de hilo para la medida de resistencias con precisión.

EL OHM

El **ohm** es la unidad de medida de la resistencia que oponen los materiales al paso de la corriente eléctrica y se representa con el símbolo o letra griega " Ω " (omega). La razón por la cual se acordó utilizar esa letra griega en lugar de la "O" del alfabeto latino fue para evitar que se confundiera con el número cero "0". El ohm se define como la resistencia que ofrece al paso de la corriente eléctrica una columna de mercurio (Hg) de 106,3 cm de alto, con una sección transversal de 1 mm², a una temperatura de 0° Celsius.

De acuerdo con la "Ley de Ohm", un ohm (**1 Ω**) es el valor que posee una resistencia eléctrica cuando al conectarse a un circuito eléctrico de un volt (**1 V**) de tensión provoca un flujo de corriente de un amperio (**1 A**). La fórmula general de la Ley de Ohm es la siguiente:

$$I = \frac{E}{R}$$

La resistencia eléctrica, por su parte, se identifica con el símbolo o letra (**R**) y la fórmula para despejar su valor, derivada de la fórmula genral de la Ley de Ohm, es la siguiente:.

$$R = \frac{E}{I}$$

Datos Interesantes.
Como fluye la temperatura en la resistencia del conductor:

La temperatura influye directamente en la resistencia que ofrece un conductor al paso de la corriente eléctrica. A mayor temperatura la resistencia se incrementa, mientras que a menor temperatura disminuye.

Sin embargo, teóricamente toda la resistencia que ofrecen los metales al paso de la corriente eléctrica debe desaparecer a una temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{K}$ (cero grado Kelvin), o "cero absoluto", equivalente a $-273,16\text{ }^{\circ}\text{C}$ (grados Celsius), o $-459,69\text{ }^{\circ}\text{F}$ (grados Fahrenheit), punto del termómetro donde se supone aparece la superconductividad o "resistencia cero" en los materiales conductores.

En el caso de los metales la resistencia es directamente proporcional a la temperatura, es decir si la temperatura aumenta la resistencia también aumenta y viceversa, si la temperatura disminuye la resistencia también disminuye; sin embargo, si hablamos de elementos semiconductores, como el silicio (Si) y el germanio (Ge), por ejemplo, ocurre todo lo contrario, pues en esos elementos la resistencia y la temperatura se comportan de forma inversamente proporcional, es decir, si una sube la otra baja su valor y viceversa.

Los múltiplos del ohm más utilizados son:

Kilohm ($k\Omega$) = 1 000 ohm
 Megohm ($M\Omega$) = 1 000 000 ohm

Otro dato interesante:

La unidad de medida de la resistencia eléctrica lleva el nombre de "ohm" en honor al físico y matemático alemán Georg Simon Ohm (1787 – 1854), quién descubrió una de las leyes fundamentales que rigen el comportamiento de los circuitos eléctricos, conocida como "Ley de Ohm".

