

Sistemas de unidades - Prefijos métricos

Potencias de diez

La **potencia de diez** se expresa como un exponente de la base 10 en cada caso. Un **exponente** es un número al cual se eleva un número base. Indica la cantidad de lugares que el decimal se mueve hacia la derecha o a la izquierda para producir el número decimal.

Para una potencia positiva de diez, el punto decimal se mueve hacia la derecha para obtener el número decimal equivalente. Por ejemplo, para un exponente de 4:

$$10^4 = 1 \times 10^4 = 1.0000. = 10,000$$

Para una potencia negativa de diez, el punto decimal se mueve hacia la izquierda para obtener el número decimal equivalente. Por ejemplo, para un exponente de -4:

$$10^{-4} = 1 \times 10^{-4} = .0001. = 0.0001$$

Algunas potencias de diez positivas y negativas.

$10^6 = 1,000,000$	$10^{-6} = 0.000001$
$10^5 = 100,000$	$10^{-5} = 0.00001$
$10^4 = 10,000$	$10^{-4} = 0.0001$
$10^3 = 1,000$	$10^{-3} = 0.001$
$10^2 = 100$	$10^{-2} = 0.01$
$10^1 = 10$	$10^{-1} = 0.1$
$10^0 = 1$	

En notación de ingeniería, los **prefijos métricos** representan cada una de las potencias de diez más comúnmente utilizadas. Se utilizan prefijos métricos sólo con números que tienen una unidad de medida, tal como volts, amperes y ohms, y preceden al símbolo de la unidad.

PREFIJOS MÉTRICOS	SÍMBOLO	POTENCIA DE DIEZ	VALOR
femto	f	$10^{-15}$	un mil billonésimo
pico	p	$10^{-12}$	un billonésimo
nano	n	$10^{-9}$	un mil millonésimo
micro	$\mu$	$10^{-6}$	un millonésimo
mili	m	$10^{-3}$	un milésimo
kilo	k	$10^3$	un mil
mega	M	$10^6$	un millón
giga	G	$10^9$	un mil millones
tera	T	$10^{12}$	un billón

Ejemplos:

Expresa cada cantidad utilizando un prefijo métrico:

(a) 50,000 V    (b) 25,000,000  $\Omega$     (c) 0.000036 A

(a)  $50,000 \text{ V} = 50 \times 10^3 \text{ V} = 50 \text{ kV}$

(b)  $25,000,000 \Omega = 25 \times 10^6 \Omega = 25 \text{ M}\Omega$

(c)  $0.000036 \text{ A} = 36 \times 10^{-6} \text{ A} = 36 \mu\text{A}$

### Conversiones de unidades métricas

En ocasiones es necesario o conveniente convertir la cantidad de una unidad que tiene un prefijo métrico a otra, tal como de miliamperes (mA) a microamperes ( $\mu\text{A}$ ). Recorriendo el punto decimal del número una cantidad apropiada de lugares hacia la izquierda o la derecha, según la conversión de que se trate, se obtiene la conversión de unidad métrica.

Las siguientes reglas básicas son aplicables a conversiones de unidades métricas:

1. Cuando se convierte una unidad grande en otra más pequeña, el punto decimal se mueve hacia la derecha.
2. Cuando se convierte una unidad pequeña en otra más grande, el punto decimal se mueve hacia la izquierda.
3. Se determina el número de lugares que debe recorrerse el punto decimal encontrando la diferencia en las potencias de diez de las unidades a convertir.

Ejemplos:

Convierta 0.15 miliamperes (0.15 mA) a microamperes ( $\mu\text{A}$ ).

Recorra el punto decimal tres lugares hacia la derecha.

$$0.15 \text{ mA} = 0.15 \times 10^{-3} \text{ A} = 150 \times 10^{-6} \text{ A} = 150 \mu\text{A}$$

Convierta 4500 microvolts (4500  $\mu\text{V}$ ) a milivolts (mV).

Recorra el punto decimal tres lugares hacia la izquierda.

$$4500 \mu\text{V} = 4500 \times 10^{-6} \text{ V} = 4.5 \times 10^{-3} \text{ V} = 4.5 \text{ mV}$$

Convierta 5000 nanoamperes (5000 nA) a microamperes ( $\mu\text{A}$ ).

Recorra el punto decimal tres lugares hacia la izquierda.

$$5000 \text{ nA} = 5000 \times 10^{-9} \text{ A} = 5 \times 10^{-6} \text{ A} = 5 \mu\text{A}$$

Convierta 1800 kilohms (1800 k $\Omega$ ) a megohms (M $\Omega$ ).

Recorra el punto decimal tres lugares hacia la izquierda.

$$1800 \text{ k}\Omega = 1800 \times 10^3 \Omega = 1.8 \times 10^6 \Omega = 1.8 \text{ M}\Omega$$

### Voltaje, corriente y resistencia

El voltaje, la corriente y la resistencia son las cantidades básicas presentes en todos los circuitos eléctricos. El voltaje es necesario para producir corriente, y la resistencia limita la cantidad de corriente en un circuito. La relación de estas tres cantidades se describe mediante la ley de Ohm.

#### Voltaje

Como se ha visto, existe una fuerza de atracción entre una carga positiva y una negativa. Se debe aplicar cierta cantidad de energía, en forma de trabajo, para vencer dicha fuerza y separar las cargas a determinada distancia. Todas las cargas opuestas poseen cierta energía potencial a causa de la separación que hay entre ellas. La diferencia en la energía potencial por carga es la diferencia de potencial o **voltaje**. En circuitos eléctricos, el voltaje es la *fuerza propulsora* y es lo que establece la corriente.

#### Corriente

El voltaje proporciona energía a los electrones, lo que les permite moverse por un circuito. Este movimiento de electrones es la corriente, la cual produce trabajo en un circuito eléctrico.

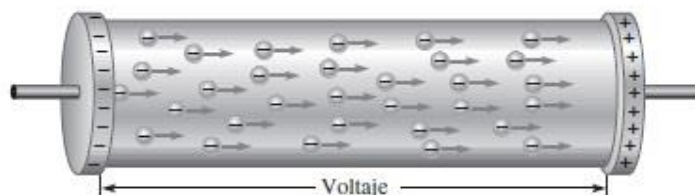
Como hemos visto, en todos los materiales conductores y semiconductores están disponibles electrones libres. Estos electrones se mueven al azar en todas direcciones, de un átomo a otro, dentro de la estructura del material, tal como indica la imagen:

Movimiento aleatorio de electrones libres en un material.



Si en un material conductor o semiconductor se establece voltaje, un extremo del material se vuelve positivo y el otro negativo. La fuerza repulsiva producida por el voltaje negativo en el extremo izquierdo hace que los electrones libres (cargas negativas) se muevan hacia la derecha. La fuerza de atracción producida por el voltaje positivo en el extremo derecho tira de los electrones libres hacia la derecha. El resultado es un movimiento neto de los electrones libres desde el extremo negativo del material hasta el extremo positivo, como indica la siguiente imagen:

Los electrones fluyen de negativo a positivo cuando se aplica un voltaje a través de un material conductor o semiconductor.



El movimiento de estos electrones libres del extremo negativo del material al extremo positivo es la corriente eléctrica, simbolizada mediante  $I$ .

La corriente eléctrica es la velocidad que lleva el flujo de la carga.

## Resistencia eléctrica

Cuando en un material existe corriente, los electrones libres se mueven en éste y de vez en cuando chocan con átomos. Estas colisiones provocan que los electrones pierdan algo de su energía, con lo cual se restringe su movimiento. Entre más colisiones haya, más se restringe el flujo de electrones. Esta restricción varía y está determinada por el tipo de material. La propiedad de un material de restringir u oponerse al flujo de electrones se llama resistencia,  $R$ .

La resistencia es la oposición a la corriente.

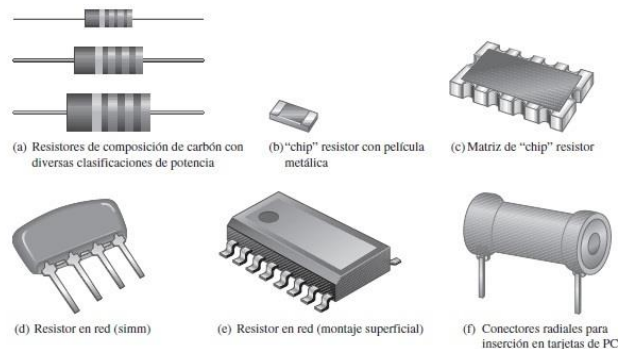
La resistencia se expresa en ohms, simbolizada mediante la letra griega omega ( $\Omega$ ).

## Resistores (resistencias)

Un componente diseñado específicamente para que tenga cierta cantidad de resistencia eléctrica se llama resistor. La aplicación principal de los resistores es limitar la corriente en un circuito, dividir el voltaje, y, en ciertos casos, generar calor. Aun cuando los resistores vienen en muchas formas y tamaños, todos pueden ser colocados en dos categorías principales: fijos y variables.

## Resistores fijos

Los resistores fijos están disponibles con una gran selección de valores de resistencia establecidos durante su fabricación y que no son fáciles de cambiar. Se construyen utilizando diversos métodos y materiales.



Resistores fijos típicos.

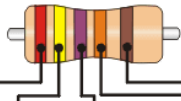
## Código de colores para resistencias fijas

### Código de colores para resistencias con 4 bandas



COLOR	BANDA 1	BANDA 2	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	x 1 $\Omega$	
MARRON	1	1	x 10 $\Omega$	±1%
ROJO	2	2	x 100 $\Omega$	±2%
NARANJA	3	3	x 1K $\Omega$	
AMARILLO	4	4	x 10K $\Omega$	
VERDE	5	5	x 100K $\Omega$	
AZUL	6	6	x 1M $\Omega$	
VIOLETA	7	7		
GRIS	8	8		
BLANCO	9	9		
DORADO			x 0,1 $\Omega$	±5%
PLATEADO			x 0,01 $\Omega$	±10%
			SIN BANDA	±20%

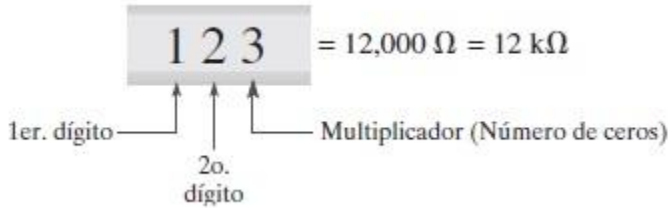
**Código de colores para resistencias de precisión con 5 bandas**



COLOR	BANDA 1	BANDA 2	BANDA 3	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	0	x 1Ω	
MARRON	1	1	1	x 10Ω	±1%
ROJO	2	2	2	x 100Ω	±2%
NARANJA	3	3	3	x 1KΩ	
AMARILLO	4	4	4	x 10KΩ	
VERDE	5	5	5	x 100KΩ	±0,5%
AZUL	6	6	6	x 1MΩ	±0,25%
VIOLETA	7	7	7	x 10MΩ	±0,10%
GRIS	8	8	8		±0,05%
BLANCO	9	9	9		
DORADO				x 0,1Ω	
PLATEADO				x 0,01Ω	

**Rotulación numérica**

Este tipo de marcado utiliza tres dígitos para indicar el valor de resistencia. Los primeros dos dígitos proporcionan los primeros dos dígitos del valor de resistencia, y el tercer dígito corresponde al multiplicador o cantidad de ceros que van después de los primeros dos dígitos. Este código está limitado a valores de 10Ω o más grandes.

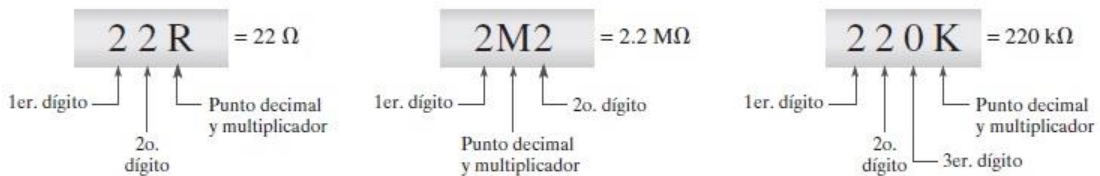


Ejemplo de rotulación de tres dígitos para un resistor.

**Rotulación alfanumérica**

Otro tipo común de marcado es un rótulo de tres o cuatro caracteres que utiliza tanto dígitos como letras. Este tipo de rótulo se compone, en general, de sólo tres dígitos o de dos o tres dígitos y una de las letras R, K o M. La letra se utiliza para indicar el multiplicador, y su posición señala el lugar del punto decimal. La letra R significa un multiplicador de 1 (nada de ceros después de los dígitos), la K indica un multiplicador de 1000 (tres ceros después de los dígitos), y la M indica un multiplicador de 1.000.000 (seis ceros después de los dígitos).

En este formato, los valores que van desde 100 hasta 999 se componen de tres dígitos y ninguna letra para representar los tres dígitos presentes en el valor de resistencia.



Ejemplos de la rotulación alfanumérica de resistores.

Un sistema de rotulado para valores de tolerancia y resistencia utiliza las letras F, G y J:

Por ejemplo, 620F indica un resistor de 620Ω con tolerancia de ±1%, 4R6G es un resistor de 4,6Ω ± 2%, y 56KJ es un resistor de 56kΩ ±5%.

## Cálculo del rango de tolerancia

Para saber el valor mínimo y máximo de lo que debe medir el resistor según la banda de tolerancia indicada por el fabricante se realiza el siguiente cálculo:

$$\text{Valor tolerancia} = (\text{Valor nominal} \times \text{tolerancia}) / 100$$

$$\text{Valor mínimo} = \text{Valor nominal} - \text{Valor tolerancia}$$

$$\text{Valor máximo} = \text{Valor nominal} + \text{Valor tolerancia}$$

Ejemplo:

Na, B, M, D

$$\text{Valor nominal} = 390\Omega \pm 5\%$$

$$\text{Valor tolerancia} = (390\Omega \times 5) / 100$$

$$\text{Valor tolerancia} = 19,5\Omega$$

$$\text{Valor mínimo} = 390\Omega - 19,5\Omega$$

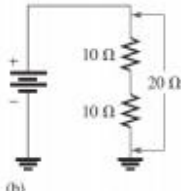
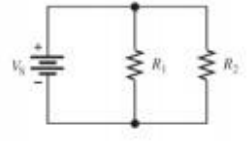
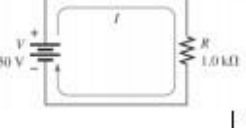
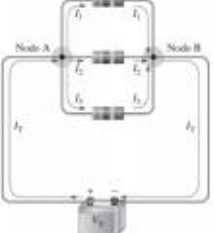
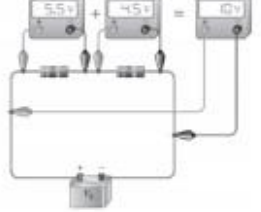
$$\text{Valor mínimo} = 370,5\Omega$$

$$\text{Valor máximo} = 390\Omega + 19,5\Omega$$

$$\text{Valor máximo} = 409,5\Omega$$

Estos resultados significan que al medir la resistencia con un óhmetro, el valor medido deberá estar situado en el rango establecido por los valores mínimo y máximo, es decir, entre 370,5Ω y 409,5Ω. De no ser así el componente no cumplirá con lo establecido por el fabricante y se encontrará desvalorizada.

### Cálculos de resistencias en serie y paralelo. Leyes de ohm y Kirchoff

Resistencias en Serie	Resistencias en Paralelo	Ley de Ohm	Ley de Corrientes de Kirchoff (R en paralelo)	Ley de Tensiones de Kirchoff (R en Serie)
Cuando se conectan en serie, la resistencia total del circuito es igual a la suma de todas las resistencias	Cuando se conectan resistores en paralelo, la resistencia total del circuito se reduce. La $R_t$ siempre es menor que el valor del resistor más pequeño.	Como se verá, la corriente y el voltaje son linealmente proporcionales. Sin embargo, la corriente y la resistencia son inversamente proporcionales.	La suma de las corrientes que entran a un nodo (corriente total de entrada) es igual a la suma de las corrientes que salen de dicho nodo (corriente total de salida).	La suma algebraica de todos los voltajes (tanto de fuente como de caídas) localizados en una trayectoria cerrada única es cero. Esto sucede en resistencias en serie. En paralelo las tensiones son iguales a la total.
$R_T = R_1 + R_2$	$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ (Formula para 2 R)	$I = \frac{V}{R}$ donde: $I$ = corriente en amperes (A) $V$ = voltaje en volts (V) $R$ = resistencia en ohms (Ω)	$I_T = I_1 + I_2 + I_3$ $I_1 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$	$V_S = V_1 + V_2$ $V_1 = I * R_1$ $V_2 = I * R_2$
				

## Actividades

1) Exprese utilizando prefijos métricos:

- a-  $56.000.000\Omega =$
- b-  $0,000470A =$
- c-  $2200w =$
- d-  $0,037A =$

2) Convierta los siguientes valores:

- a-  $1mA$  (miliamper) en  $\mu A$  (microamper) =
- b-  $1000\mu V$  (microvoltios) en  $mV$  (milivoltios) =
- c-  $893nA$  (nanoamperes) en  $\mu A$  (microamper) =
- d-  $47000pF$  (picofaradios) en  $\mu F$  (microfaradios) =
- e-  $10000pF$  en  $\mu F =$
- f-  $0,00022\mu F$  en  $pF =$
- g-  $2,2K\Omega = 2K2$  (kilohms) en  $M\Omega$  (megohms) =
- h-  $0,01 MV$  a kilovolts (kV) =
- i-  $250000 pA$  a miliamperes (mA) =

Nota: Cuando se suman (o restan) cantidades con diferentes prefijos métricos, primero se convierte una de la cantidades al mismo prefijo que la otra.

- j- Sume  $0.05 MW$  y  $75 kW$  y exprese el resultado en  $kW =$
- k- Sume  $50 mV$  y  $25,000 \mu V$  y exprese el resultado en  $mV =$

3) Determinar el valor nominal y el porcentaje de tolerancia de las siguientes resistencias:

- a) R, Vi, Na, P =
- b) M, Ne, M, P =
- c) Ve, Az, Ve, D =
- d) M, Ne, Ne, D =
- e) Am, Vi, D, D =
- f) R, R, R, P =
- g) R, R, Ne, D =
- h) R, Vi, Ne, D, R =
- i) Am, Ne, R, Ne, M =
- j) Na, Na, R, Na, Ve =

4) Interpretar los siguientes rotulados alfanuméricos:

- a) 470 =
- b) 5R6 =
- c) 68K =
- d) 10M =
- e) 3M3 =
- f) 3K3 =

5) Calcular el rango de tolerancia (Val. Mín. y Val. Máx.) de las siguientes resistencias:

- a) M, Ne, M, D
- b) Na, Na, R, D
- c) M, Ne, Ve, P

- d) M, Ne, Am, D
- e) 560F
- f) 1M8J
- g) 10KG

6) a) Defina qué es la corriente eléctrica ( $I$ ) y en qué unidades se mide

b) Defina qué es la tensión eléctrica ( $E$  o  $V$ ) (o voltaje) y en qué unidades se mide.

c) Defina qué es la resistencia eléctrica ( $R$ ) y en qué unidades se mide.

7) Ley de Ohm:

a) Defina la Ley de Ohm y escribirla en sus 3 formas posibles.

b) ¿Qué sucede con el valor de la corriente cuando en un circuito la resistencia total disminuye? Dicho valor de  $I$ , aumenta o disminuye?. Explique los motivos mediante la Ley de Ohm.

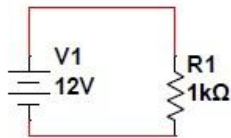
c) En un circuito serie, qué sucede con la corriente que lo atraviesa si se van agregando una mayor cantidad de resistencias?

d) En un circuito paralelo, qué sucede con la corriente que lo atraviesa si se van agregando una mayor cantidad de resistencias?

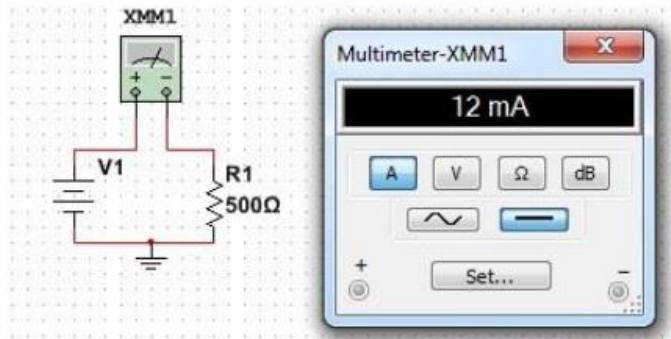
e) En un circuito mixto (serie – paralelo), el valor de la tensión aplicada se modifica al agregar o quitar resistencias en algún lugar del circuito? Explique con sus palabras porqué ocurre esto?

8) Resolver los siguientes circuitos aplicando las leyes hasta aquí vistas:

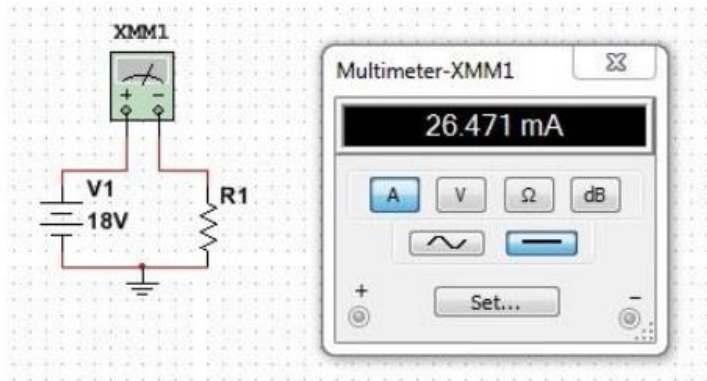
a)



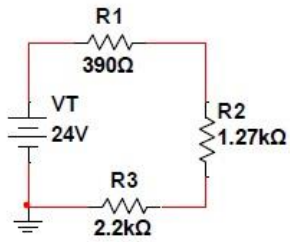
b)



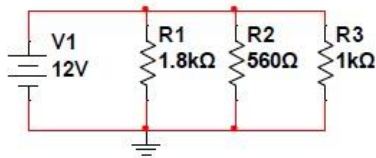
c)



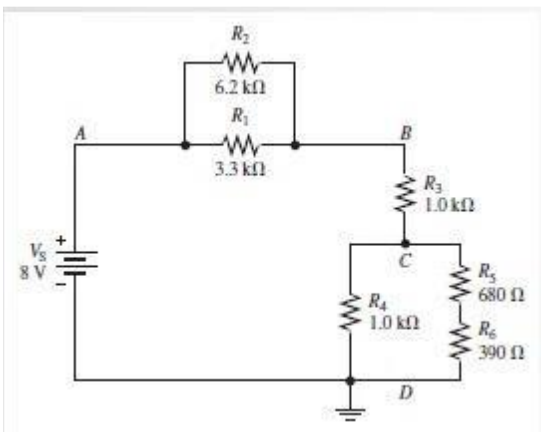
d) Averiguar  $I_t$ ,  $V_1$ ,  $V_2$  y  $V_3$ . Confirmar resultados.



e) Averiguar  $I_t$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ . Confirmar resultados.



8) Resolver el siguiente circuito:



Valor teórico
$R_1=3k3$
$R_2=6k2$
$R_3=1k$
$R_4=1k$
$R_5=680\Omega$
$R_6=390\Omega$
$V_t=8v$
$R_t=$
$I_t=I_3=$
$V_1=$
$V_2=$
$V_3=$
$V_4=$
$V_5=$
$V_6=$
$I_1=$
$I_2=$
$I_4=$
$I_5=$