

# ELECTRÓNICA

# Guía de estudio 1:

# ¡Resistiré!

## Resistencias

**Nivel:** Secundario - Modalidad Educación Técnico-Profesional.

**Ciclo:** Segundo ciclo.

**Especialidades:** Electrónica, Electricidad.

### Introducción



En esta guía nos vamos a encontrar con la resistencia, un componente fundamental de todo circuito electrónico. Veremos cuál es el concepto de resistencia, su unidad, los prefijos típicos de esta unidad. Estudiaremos de qué depende la resistencia, la resistividad de los materiales y calcularemos resistencias para un material y geometría dados. Veremos también código de colores, los tipos de resistencias que existen en circuitos electrónicos y los símbolos de resistencias en los esquemas circuitales.

**¿Qué estamos aprendiendo?** Resistencia de un circuito electrónico.

### Materiales de estudio

- 1) Calculador de resistencias en función de los códigos de color.  
El recurso es una página Web:  
<https://www.calcvio.com/codigo-resistencias>



<p>2) Características y tipos de resistencias. El recurso es una página Web de la Universidad de la Patagonia:  <a href="http://www.ing.unp.edu.ar/electronica/asignaturas/ee016/tutoriales/resistores/resistores.htm">http://www.ing.unp.edu.ar/electronica/asignaturas/ee016/tutoriales/resistores/resistores.htm</a></p>	
<p>3) Fuente:  <a href="http://arcarc.xmission.com/PDF_Electronics/Basic%20Electricity%20-%20Part%203.pdf">http://arcarc.xmission.com/PDF_Electronics/Basic%20Electricity%20-%20Part%203.pdf</a></p>	

## Conceptos relevantes, explicaciones y ejercitaciones

### RESISTENCIA

La resistencia es la oposición a la circulación de corriente en cualquier circuito. La resistencia se mide en Ohm y el símbolo de esta unidad es  $\Omega$ . En las ecuaciones vamos a usar la letra R para representar las resistencias.

Los materiales que son buenos conductores de la corriente eléctrica son el cobre y la plata. El vidrio o el caucho son materiales aislantes que no permiten la circulación de corriente.

La plata es uno de los mejores conductores, y el vidrio es uno de los mejores aislantes. Entre estos dos extremos se encuentran muchos materiales que permiten que la corriente circule en mayor o menor medida. Si bien estos materiales pueden ser catalogados en cuanto a su capacidad de permitir la circulación de corriente, es más habitual pensar en ellos por su capacidad de impedir dicha circulación. Es decir, por su resistencia. El vidrio (cuando está frío) resiste completamente la circulación de corriente. El hierro resiste mucho menos. La plata tiene la menor resistencia a la circulación de corriente.

La resistencia que un cable u otro material conductor ofrecerá a la corriente depende de cuatro factores físicos:

- 1) El tipo de material del que está hecho (plata, hierro, etc.).
- 2) La longitud (cuanto más largo es, más resistencia tendrá).
- 3) El área transversal del conductor (cuanta más área transversal tenga, tendrá más electrones libres para conducción de corriente eléctrica y menor resistencia).
- 4) La temperatura (cuanto más caliente, más resistencia, excepto el carbono y otros materiales semiconductores).

Una pieza de alambre de plata de dimensiones dadas tendrá menos resistencia que un alambre de hierro de las mismas dimensiones. Es razonable suponer que si un trozo de alambre de 1 metro tiene una resistencia de 1 ohm (1  $\Omega$ ), entonces 2 metros del mismo alambre tendrán 2  $\Omega$  de resistencia.

Por otro lado, si una pieza de alambre de 1 metro tiene 1  $\Omega$  de resistencia, entonces dos piezas de este alambre colocadas una al lado de la otra, ofrecerá el doble de área transversal, y permitirán que circule el doble de corriente, por lo tanto tendrán la mitad de resistencia o 0,5  $\Omega$ .

La fórmula básica para calcular la resistencia de un cable es:

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

Dónde:

R es la resistencia en Ohm.

$\rho$  es la resistividad del material en ohm por metro cúbico.

L es longitud en metros.

A es el área transversal del alambre en metros cuadrados.

$\rho$  es una letra griega que se pronuncia 'rho'.

## RESISTIVIDAD

Dado que la resistencia de un alambre (o cualquier otro material) depende de su forma, debemos tener una forma estándar para comparar las propiedades conductoras de diferentes materiales. Este estándar es un cubo de 1 metro de lado. ¡Un cubo bastante grande! La resistencia medida entre caras opuestas de este cubo se denomina resistividad.

La resistividad no debe confundirse con la resistencia. La resistividad de un material es la resistencia medida para un cubo de tamaño estándar de ese material. Si nos fijamos en la tabla de abajo verá por ejemplo que la resistividad del cobre es  $1,76 \times 10^{-8} \Omega/\text{m}^3$ . La parte de este número que se muestra como  $10^{-8}$  se llama exponente y el 'menos 8' significa que la coma decimal debe moverse 8 lugares a la izquierda. Si tomamos 1,76 y movemos la coma decimal 8 lugares a la izquierda obtenemos:

0,0000000176 ohm por metro cúbico

Podemos ver por qué la notación con exponente es mucho más fácil de escribir.

Ahora bien, esta es una resistencia muy baja. Es la resistencia que se mediría a través de las caras opuestas de un metro cúbico de cobre sólido. La resistividad no es la resistencia. La resistividad es una medida de la resistencia del material de un tamaño estándar que nos permite **comparar** qué tan bien conduce o resiste la corriente el material en comparación con otros materiales.

Resistividad de Metales y Aleaciones a 20° C.

Material	Resistencia material (Ohm por metro cúbico)
Plata	$1,62 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,76 \times 10^{-8}$
Aluminio	$2,83 \times 10^{-8}$
Oro	$2,44 \times 10^{-8}$
Latón	$3,9 \times 10^{-8}$
Hierro	$9,4 \times 10^{-8}$
Níquel	$7,24 \times 10^{-8}$
Tungsteno	$5,48 \times 10^{-8}$
Manganina	$45 \times 10^{-8}$
Nicromo	$108 \times 10^{-8}$

El material de conducción más utilizado en los circuitos eléctricos y electrónicos es, por supuesto, el cobre, ya que es un buen conductor y relativamente barato. Se puede ver en la tabla que el aluminio no es tan buen conductor como el cobre. Sin embargo, el aluminio se utiliza para conductores más que cualquier otro material debido a su peso ligero. En las líneas de distribución de grandes corrientes eléctricas por cables aéreos, el peso es una consideración muy importante, por lo que el aluminio es el conductor de elección. En radio y comunicaciones, las antenas están hechas de aluminio, de nuevo, debido a su poco peso.

## CALCULANDO LA RESISTENCIA DE UN CABLE

Un alambre de cobre de 100 metros de longitud de se utiliza para enrollar el primario de un transformador y el alambre tiene un diámetro de 0,5 milímetros. ¿Cuál es la resistencia del devanado?

**Solución:**

Necesitamos usar la ecuación:

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

Dado que el cable es de cobre, miramos la mesa de resistividad y obtenemos un valor de  $1,76 \times 10^{-8}$  para el cobre. La longitud (L) es 100 metros. Necesitamos calcular el área A del cable a partir de la ecuación para del área de un círculo.

$$A = \pi \cdot r^2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Donde:

$\pi$  es otra letra griega, la constante matemática Pi de aproximadamente 3,14.  
r es el radio del alambre y del diámetro.

$$A = \frac{3,14 \cdot \left(\frac{0,5 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/m}}\right)^2}{4}$$

$$A = 0,000000196375 \text{ m}^2$$

$$R = 1,76 \times 10^{-8} \cdot 100 / 0,000000196375$$

$$R = 8,96 \Omega$$

Esto significa que la resistencia es directamente proporcional a la resistividad y a la longitud. A medida que cambia la longitud o la resistividad, también lo hace R. Si la longitud aumenta por decir un factor de 2, entonces también lo hace R.

En otras palabras, duplicar la longitud de un cable duplica su resistencia.

Si aumentamos la longitud 4,32 veces la resistencia aumenta 4,32 veces. Por lo tanto, a partir de la ecuación decimos que R es directamente proporcional a la longitud y a la resistividad.

El área de la sección transversal está en el denominador de la ecuación. Esto significa que la resistencia es inversamente proporcional al área transversal A. Si el área transversal de un alambre se duplicara, su resistencia se reduciría a la mitad. Esto sería lo mismo que unir dos cables juntos y usarlos como uno. Si el área transversal de un alambre se incrementa 4,5 veces, entonces la resistencia será 4,5 veces menor ( $R / 4,5$ ) de lo que era originalmente.

La **resistencia** es directamente proporcional a la longitud y a la resistividad del material e inversamente proporcional al área de la sección transversal.

## PREFIJOS EN EL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

Los prefijos básicos de las unidades de medida son:

Atto (a)	$10^{-18}$ veces
Fernto (f)	$10^{-15}$ veces
<b><u>Pico (p)</u></b>	$10^{-12}$ veces
<b><u>Nano (n)</u></b>	$10^{-9}$ veces
<b><u>Micro (u)</u></b>	$10^{-6}$ veces
<b><u>Milli (m)</u></b>	$10^{-3}$ veces
Centi (c)	$10^{-2}$ veces
Deci (d)	$10^{-1}$ veces
Unidad	1
Deca (da)	10 veces
Hecto (h)	$10^2$ veces
<b><u>Kilo (k)</u></b>	$10^3$ veces
<b><u>Mega (M)</u></b>	$10^6$ veces
<b><u>Giga (G)</u></b>	$10^9$ veces
Tera (T)	$10^{12}$ veces

Los prefijos más comunes que se utilizan en electrónica y que necesitamos aprender se resaltan en verde (y también están subrayados).

Algunos ejemplos del uso de estos prefijos son:

$$1 \text{ kV} = 1000 \text{ volt.}$$

$$1 \text{ mV} = 10^{-3} \text{ volt.}$$

$$10 \text{ M}\Omega = 10 \cdot 10^6 \text{ ohm.}$$

$$56 \text{ mA} = 56 \cdot 10^{-3} \text{ amper.}$$

$$25 \text{ mA} = 25 \cdot 10^{-3} \text{ amper.}$$

$$65\mu\text{A} = 65 \cdot 10^{-6} \text{ amper.}$$

## CÓDIGO DE COLOR DE LAS RESISTENCIAS

Las resistencias son componentes electrónicos muy pequeños. Demasiado pequeño para escribir el valor de las resistencias, por lo que, en su lugar, cada resistencia tiene bandas codificadas por colores que le indican su valor y tolerancia. La tolerancia es el porcentaje de error, sobre el cual la resistencia puede variar de su valor codificado.

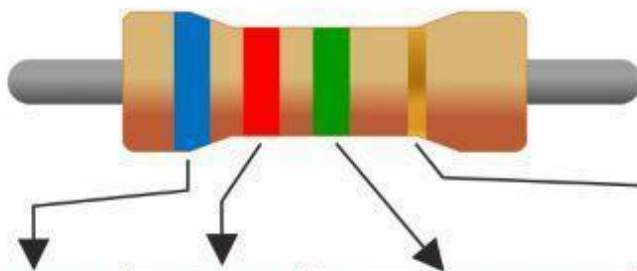
Las resistencias se fabrican en valores preferidos. Por lo general, si se requiere un cierto valor de resistencia en ohm que no esté dentro de los valores preferidos, se

elegirá un valor preferido de resistencia lo más cercano posible al que se desea. Si se desea una resistencia exacta que no coincide con ningún valor preferido, entonces es posible que tengamos que combinar varias resistencias para lograr el valor deseado o usar una resistencia variable y ajustarla usando un óhmetro.

Los valores comerciales de las resistencias son los que se muestran en la siguiente tabla.

Serie E12		Serie E24	
10		10	33
12		11	36
15		12	39
18		13	43
22		15	47
27		16	51
33		18	56
39		20	62
47		22	68
56		24	72
68		27	82
82		30	91

Las resistencias pueden tener 4 o 5 bandas de colores. La última banda es la tolerancia.



COLOR	BANDA 1	BANDA 2	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	x 1 $\Omega$	
MARRÓN	1	1	x 10 $\Omega$	+ / - 1%
ROJO	2	2	x 100 $\Omega$	+ / - 2%
NARANJA	3	3	x 1000 $\Omega$	
AMARILLO	4	4	x 10,000 $\Omega$	
VERDE	5	5	x 100,000 $\Omega$	
AZUL	6	6	x 1,000,000 $\Omega$	
VIOLETA	7	7	x 10,000,000 $\Omega$	
GRIS	8	8	x 100,000,000 $\Omega$	
BLANCO	9	9	x 1,000,000,000 $\Omega$	
DORADO			x 0,1 $\Omega$	+ / - 5%
PLATEADO			x 0,01 $\Omega$	+ / - 10%

Fuente de la imagen: <https://www.electrontools.com/Home/WP/2019/04/18/calculadora-de-codigo-de-colores-para-resistencias-de-4-bandas/>

La banda de tolerancia de una resistencia puede ser:

Oro	5%	Plata	10%
Marrón	1%	Rojo	2%

El significado de la tolerancia es el siguiente:

Una resistencia de valor R y tolerancia T% puede tener cualquier valor comprendido entre  $R - T\%$  y  $R + T\%$

En el siguiente enlace se puede ver qué valor de resistencia le corresponde a cada conjunto de colores:

<a href="https://www.calcvio.com/codigo-resistencias">https://www.calcvio.com/codigo-resistencias</a>	
---	---

### Ejemplo 1:

Una resistencia tiene 4 bandas de colores. De izquierda a derecha el color de cada banda es: Amarillo, Violeta, Amarillo y Oro.

El primer número significativo es amarillo = 4.

El segundo dígito significativo es violeta = 7.

La tercera banda es el multiplicador, en este caso amarillo = 4, esto significa añadir cuatro ceros. Así que obtenemos 470000 ohmios o 470 KΩ.

La tolerancia es (oro) +/- 5%.

Así que el resultado final es 470KΩ +/-5%.

Esta resistencia tendrá cualquier valor comprendido entre:

$$470\text{K}\Omega - 5\% \text{ y } 470\text{K}\Omega + 5\%$$

$$470\text{K}\Omega - 470\text{K}\Omega \cdot 5/100 \leq R \leq 470\text{K}\Omega + 470\text{K}\Omega \cdot 5/100$$

$$446,5 \text{ K}\Omega \leq R \leq 493,5 \text{ K}\Omega$$

### Ejemplo 2:

Una resistencia tiene 5 bandas de colores. De izquierda a derecha las bandas de color son Verde, Azul, Negro, Rojo, Marrón.

El primer dígito significativo es 5.



El segundo dígito significativo es 6.

El tercer dígito significativo es 0.

El multiplicador en la cuarta banda es 2 (añadir dos ceros más).

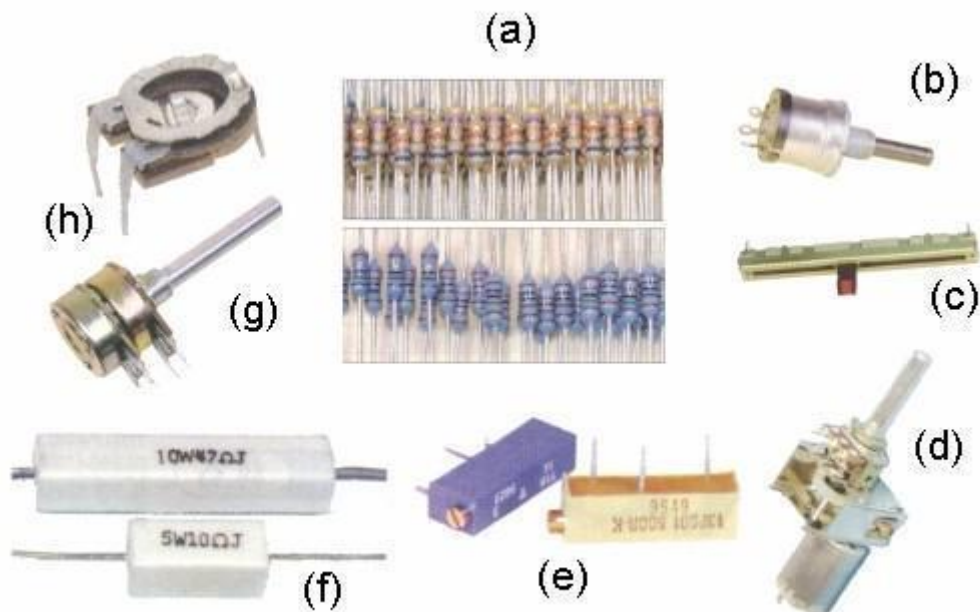
Así que obtenemos 56000 ohmios o 56KΩ.

La banda de tolerancia es 1, por lo tanto 1% de tolerancia.

Así que el resultado final es 56KΩ + /- 1%

## TIPOS DE RESISTENCIAS

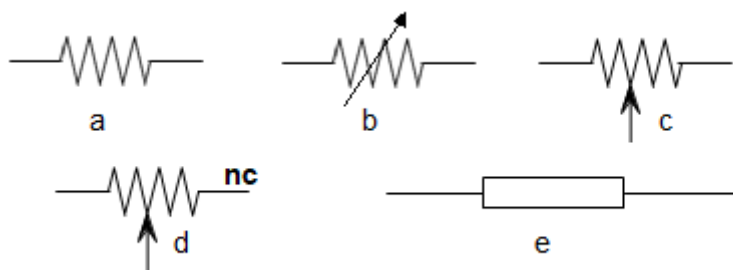
A continuación, se muestran algunos de los tipos y tamaños de resistencias. Las resistencias se pueden hacer de valor variable, estas se llaman reóstatos, potenciómetros, o simplemente resistencias variables.



- (a) Resistencias fijas.
- (b) Resistencia variable - potenciómetro.
- (c) Resistencia variable 'slider'.
- (d) Resistencia variable motorizada.
- (e) Resistencia variable multivuelta para montaje en placa de circuito impreso.
- (f) Resistencias de alambre de alta potencia.
- (g) Dos potenciómetros en un eje.
- (h) Resistencia variable para montaje en placa de circuito impreso.

La única razón por la que las resistencias se hacen grandes es para que puedan disipar calor. Una resistencia físicamente grande no significa una resistencia de valor grande. Las resistencias físicamente grandes a menudo no utilizan el código de color y tienen su valor marcado en Ohm.

## SÍMBOLOS DE RESISTENCIAS EN LOS DIBUJOS DE CIRCUITOS



- (a) Resistencia fija.
- (b) Resistencia variable.
- (c) Este tipo de resistencia variable se denomina potenciómetro.
- (d) Reóstato - esencialmente lo mismo que (b).
- (e) Resistencia fija.

## Actividades

No olvides escribir tus respuestas, te facilitarán realizar trabajos prácticos y repasar los temas que hayas estudiado con esta guía.

### Ejercicio N° 1

Responde las siguientes preguntas:

- a) ¿Qué es una resistencia?
- b) ¿Una resistencia facilita o se opone a la circulación de la corriente eléctrica?
- c) ¿Cuál es la unidad de resistencia?
- d) ¿Qué es la resistividad?
- e) Una resistencia tiene 4 bandas de colores. De izquierda a derecha el color de cada banda es: Naranja, Blanco, Rojo y Oro. ¿Cuál es su valor y su tolerancia?
- f) ¿Qué colores debe tener una Resistencia de  $68\text{K}\Omega \pm 10\%$ ?
- g) ¿Entre que valores mínimo y máximo se puede encontrar una resistencia de  $2,7\text{K}\Omega \pm 5\%$ ?

## Ejercicio N° 2

Indica con una X las oraciones correctas:

- a) El vidrio ofrece más resistencia al paso de la corriente que el cobre.  
El vidrio ofrece menos resistencia al paso de la corriente que el cobre.
- b) Un conductor corto tiene más resistencia que otro de más longitud.  
Un conductor corto tiene menos resistencia que otro de longitud mayor.
- c) Un cable grueso tiene más resistencia que otro más fino.  
Un cable fino tiene más resistencia que otro más grueso.
- d) Si en un cable se triplica la longitud, su resistencia disminuye a la tercera parte.  
Si en un cable se triplica la longitud, su resistencia aumenta tres veces.
- e) El fabricante de una resistencia de 2,7 KΩ +/- 10% asegura que su valor está entre:

1. 2430 KΩ y 2970 KΩ

2. 2565 KΩ y 2835 KΩ

## RESISTENCIAS EN SERIE

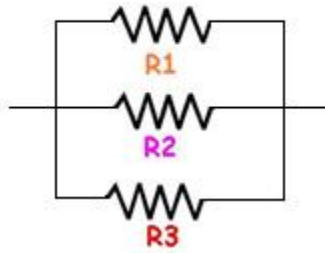
Un circuito serie es aquel en el que los componentes están conectados formando un camino continuo de manera que la corriente que circula por todos ellos es la misma.



La resistencia equivalente total de un circuito con resistencias en serie es igual a la suma de todas las resistencias individuales.

## RESISTENCIAS EN PARALELO

Un circuito paralelo es aquel en el que los componentes están conectados en ramas paralelas unidas entre sí.

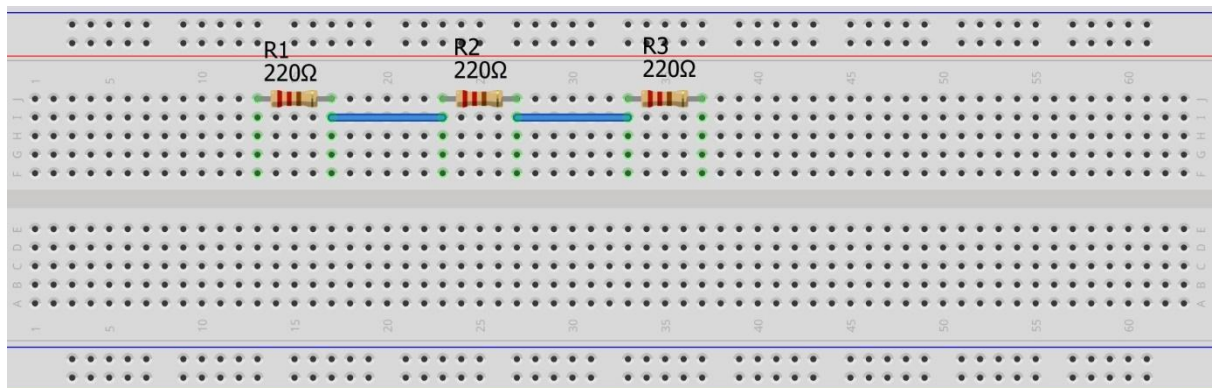


$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

La resistencia equivalente total de un circuito con resistencias en paralelo es igual a la inversa de la suma de todas las inversas de las resistencias individuales.

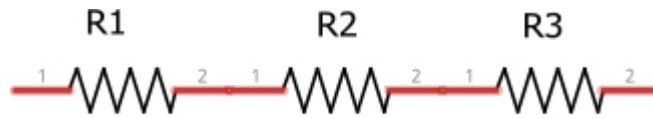
### Ejercicio N° 3

- a) ¿Cuál es el valor de la resistencia total en el siguiente circuito? ¿La resistencia total es mayor o menor que los valores de R1, R2 o R3?



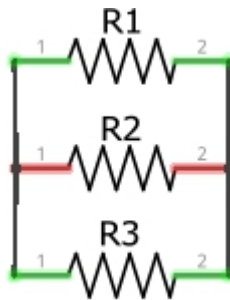
fritzing

- b) ¿Cuál es el valor de la resistencia total en el siguiente circuito? ¿La resistencia total es mayor o menor que los valores de R1, R2 o R3?



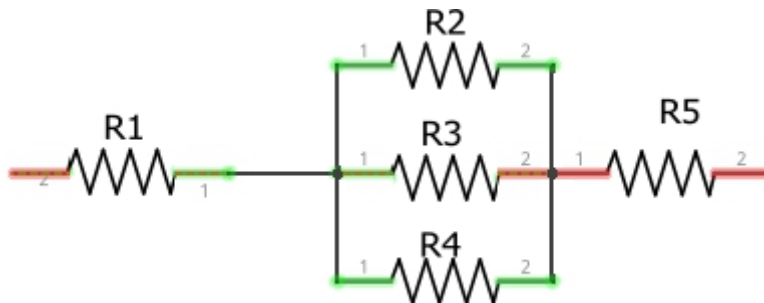
$$R1 = 5 \text{ K}\Omega \quad R2 = 12 \text{ K}\Omega \quad R3 = 3 \text{ K}\Omega$$

- c) ¿Cuál es el valor de la resistencia total en el siguiente circuito? ¿La resistencia total es mayor o menor que los valores de R1, R2 o R3?



$$R1 = 30 \Omega \quad R2 = 40 \Omega \quad R3 = 50 \Omega$$

- d) ¿Cuál es el valor de la resistencia total del circuito?



$$R1 = 100 \text{ K}\Omega \quad R2 = 200 \text{ K}\Omega \quad R3 = 300 \text{ K}\Omega \quad R4 = 400 \text{ K}\Omega \quad R5 = 50 \text{ K}\Omega$$

**Para seguir aprendiendo:**

## Ejercicio N° 4

Consulta el siguiente recurso y contesta las preguntas:

<http://www.ing.unp.edu.ar/electronica/asignaturas/ee016/tutoriales/resistores/resistores.htm>



¿Qué es una resistencia integrada?

¿Qué es un potenciómetro logarítmico?

¿Con qué expresión matemática se calcula la potencia nominal de una resistencia?

¿Para qué se usa un termistor?

**A modo de cierre de esta guía**, te proponemos resaltar aquello que te ha resultado más difícil, que te hayas dado cuenta que requiere más explicaciones, ejercitaciones, etc. Repasá la guía, revisá tus apuntes y respuestas. ¡¡¡Escribilo todo!!! Para cuando te encuentres con tus profesoras y profesores.