

Resistencia eléctrica

Se le denomina **resistencia eléctrica** a la oposición al flujo de corriente eléctrica a través de un conductor.^{1 2} La unidad de resistencia en el Sistema Internacional es el ohmio, que se representa con la letra griega (Ω), en honor al físico alemán Georg Simon Ohm, quien descubrió el principio que ahora lleva su nombre.



Símbolos de la resistencia eléctrica en un circuito.

Índice

Resistencia eléctrica de un conductor

Comportamientos ideales y reales

Comportamiento en corriente continua

Comportamiento en corriente alterna

Asociación de resistencias

Resistencia equivalente

Asociación en serie

Asociación en paralelo

Asociación mixta

Asociaciones estrella y triángulo

Asociación puente

Resistencia de un conductor

Influencia de la temperatura

Potencia que disipa una resistencia

Véase también

Referencias

Enlaces externos

Resistencia eléctrica de un conductor

Para un conductor de tipo cable, la resistencia está dada por la siguiente fórmula:

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$$

Donde **p** es el coeficiente de proporcionalidad o la resistividad del material, *ℓ* es la longitud del cable y **S** el área de la sección transversal del mismo.

La resistencia de un conductor depende directamente de dicho coeficiente, además es directamente proporcional a su longitud (aumenta conforme es mayor su longitud) y es inversamente proporcional a su sección transversal (disminuye conforme aumenta su grosor o sección transversal).

Descubierta por Georg Ohm en 1827, la resistencia eléctrica tiene un parecido conceptual con la fricción en la física mecánica. La unidad de la resistencia en el Sistema Internacional de Unidades es el ohmio (Ω). Para su medición, en la práctica existen diversos métodos, entre los que se encuentra el uso de un óhmetro. Además, su magnitud recíproca es la conductancia, medida en Siemens.

Por otro lado, de acuerdo con la ley de Ohm la resistencia de un material puede definirse como la razón entre la diferencia de potencial eléctrico y la corriente en que atraviesa dicha resistencia, así:^{3 4}

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

Donde **R** es la resistencia en ohmios, **V** es la diferencia de potencial en voltios e **I** es la intensidad de corriente en amperios.

También puede decirse que "la intensidad de la corriente que pasa por un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial e inversamente proporcional a su resistencia"

Según sea la magnitud de esta medida, los materiales se pueden clasificar en conductores, aislantes y semiconductor. 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.

Comportamientos ideales y reales

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:

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

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.

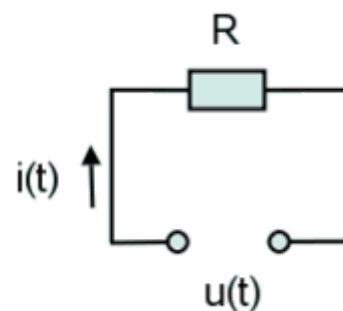


Figura 2. Circuito con resistencia.

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 por efecto Joule. La ley de Ohm para corriente continua establece que:

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

donde R es la resistencia en ohmios, V es la diferencia de potencial en voltios e I es la intensidad de corriente en amperios.

Comportamiento en corriente alterna

Como se ha comentado anteriormente, una resistencia real muestra un comportamiento diferente del que se observaría en una resistencia ideal si la intensidad que la atraviesa no es continua. En el caso de que la señal aplicada sea senoidal, corriente alterna (CA), a bajas frecuencias se observa que una resistencia real se comportará de forma muy similar a como lo haría en CC, siendo despreciables las diferencias. En altas frecuencias el comportamiento es diferente, aumentando en la medida en la que aumenta la frecuencia aplicada, lo que se explica fundamentalmente por los efectos inductivos que producen los materiales que conforman la resistencia real.

Por ejemplo, en una resistencia de carbón los efectos inductivos solo provienen de los propios terminales de conexión del dispositivo mientras que en una resistencia de tipo bobinado estos efectos se incrementan por el devanado de hilo resistivo alrededor del soporte cerámico, además de aparecer una cierta componente capacitiva si la frecuencia es especialmente elevada. En estos casos, para analizar los circuitos, la resistencia real se sustituye por una asociación serie formada por una resistencia ideal y por una bobina también ideal, aunque a veces también se les puede añadir un pequeño condensador ideal en paralelo con dicha asociación serie. En los conductores, además, aparecen otros efectos entre los que cabe destacar el efecto pelicular.

Consideremos una resistencia R , como la de la figura 2, a la que se aplica una tensión alterna de valor:

$$u(t) = V_0 \cdot \sin(\omega t + \beta),$$

De acuerdo con la ley de Ohm circulará una corriente alterna de valor:

$$i(t) = \frac{u(t)}{R} = I_0 \cdot \sin(\omega t + \beta),$$

donde $I_0 = \frac{V_0}{R}$. Se obtiene así, para la corriente, una función senoidal que está en fase con la tensión aplicada (figura 3).

Si se representa el valor eficaz de la corriente obtenida en forma polar:

$$\vec{I} = I_{\underline{\beta}}$$

Y operando matemáticamente:

$$\vec{I} = \left(\frac{V}{R} \right)_{\underline{\beta}} = \frac{V_{\underline{\beta}}}{R_{\underline{\rho^\circ}}}$$

De donde se deduce que en los circuitos de CA la resistencia puede considerarse como una magnitud compleja con parte real y sin parte imaginaria o, lo que es lo mismo con argumento nulo, cuya representación binómica y polar serán:

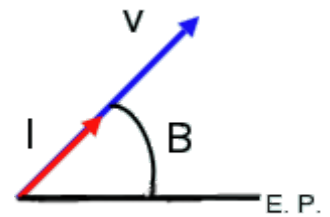


Figura 3. Diagrama fasorial, empleado en corriente alterna senoidal en estado estable.

$$\vec{R} = R + 0j = R_{\underline{0^\circ}}$$

Asociación de resistencias

Resistencia equivalente

Se denomina resistencia equivalente a la asociación respecto de dos puntos A y B, a aquella que conectada a 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 en 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.

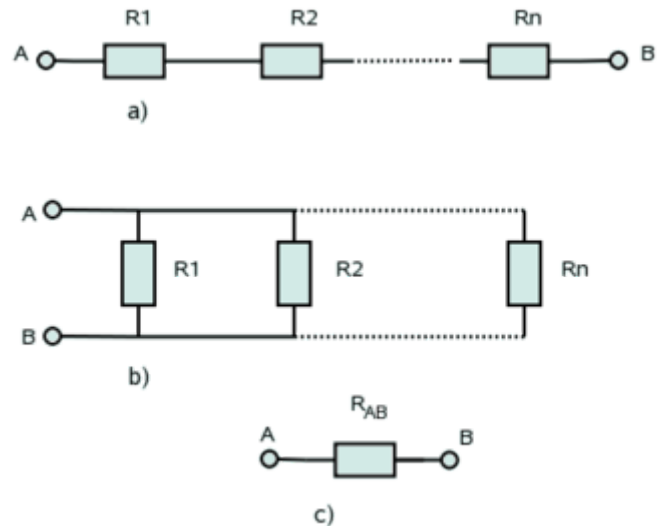


Figura 4. Asociaciones generales de resistencias: a) Serie y b) Paralelo. c) Resistencia equivalente.

Asociación en 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: $R_{AB} = \frac{R}{k}$

Asociación mixta

En una asociación mixta se encuentran 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. Como ejemplo se determinarán las resistencias equivalentes de cada una de las asociaciones de la figura 5:

a)

$$\begin{aligned} R1//R2 &= R_{1/2} \\ R3//R4 &= R_{3/4} \\ \mathbf{R_{AB}} &= R_{1/2} + R_{3/4} \end{aligned}$$

b)

$$\begin{aligned} R1+R3 &= R_{1+3} \\ R2+R4 &= R_{2+4} \\ \mathbf{R_{AB}} &= R_{1+3} // R_{2+4} \end{aligned}$$

c)

$$\begin{aligned} R1+R2 &= R_{1+2} \\ R_{1+2} // R3 &= R_{1+2//3} \\ \mathbf{R_{AB}} &= R_{1+2//3} + R4 \end{aligned}$$

Desarrollando se obtiene:

a)

$$R_{AB} = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2} + \frac{R3 \cdot R4}{R3 + R4}$$

b)

$$R_{AB} = \frac{(R1 + R3) \cdot (R2 + R4)}{(R1 + R3) + (R2 + R4)}$$

c)

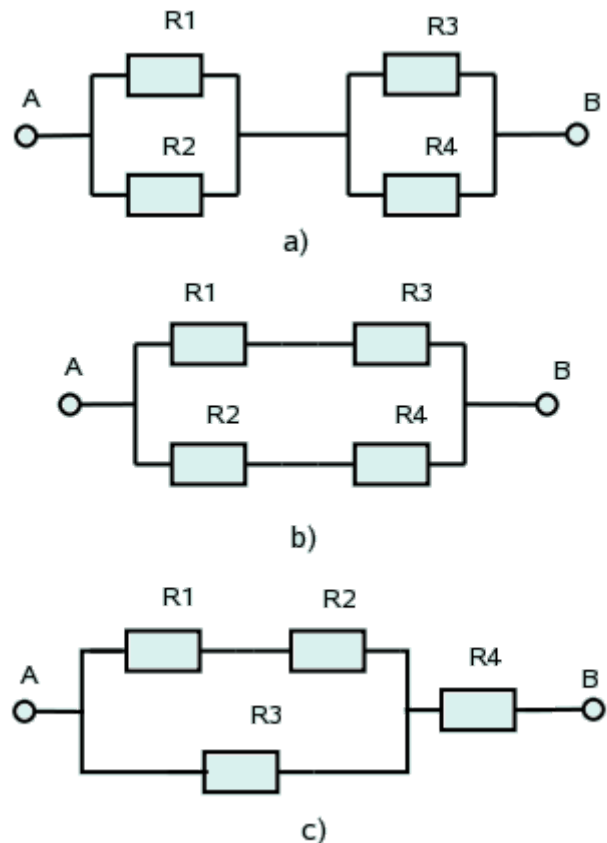


Figura 5. Asociaciones mixtas de cuatro resistencias: a) Serie de paralelos, b) Paralelo de series y c) Ejemplo de una de las otras posibles conexiones.

$$R_{AB} = \frac{(R1 + R2) \cdot R3}{(R1 + R2) + R3} + R4$$

Asociaciones estrella y triángulo

En la figura a) 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 Kennelly:

Resistencias en estrella en función de las resistencias en triángulo (transformación de triángulo a estrella)

El valor de cada una de las resistencias en estrella es igual al cociente del producto de las dos resistencias en triángulo adyacentes al mismo terminal entre la suma de las tres resistencias en triángulo.

$$R_A = \frac{R1 \cdot R3}{R1 + R2 + R3}$$

$$R_B = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2 + R3}$$

$$R_C = \frac{R2 \cdot R3}{R1 + R2 + R3}$$

Resistencias en triángulo en función de las resistencias en estrella (transformación de estrella a triángulo)

El valor de cada una de las resistencias en triángulo es igual la suma de las dos resistencias en estrella adyacentes a los mismos terminales más el cociente del producto de esas dos resistencias entre la otra resistencia.

$$R1 = R_A + R_B + \frac{R_A \cdot R_B}{R_C}$$

$$R2 = R_B + R_C + \frac{R_B \cdot R_C}{R_A}$$

$$R3 = R_A + R_C + \frac{R_A \cdot R_C}{R_B}$$

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.

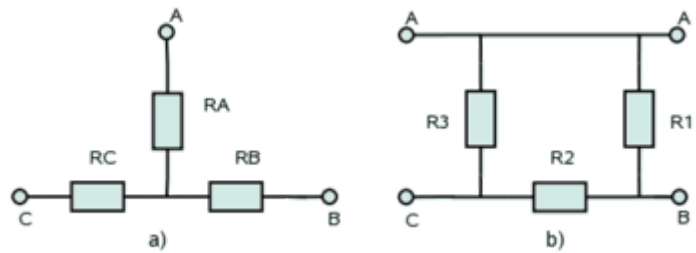


Figura 6.

a) Asociación en estrella.

b) Asociación en triángulo.

La determinación de la resistencia equivalente de este tipo de asociación tiene solo interés pedagógico. Para ello se sustituye bien una de las configuraciones en triángulo de la asociación, la R1-R2-R5 o la R3-R4-R5 por su equivalente en estrella, bien una de las configuraciones en estrella, la R1-R3-R5 o la R2-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).

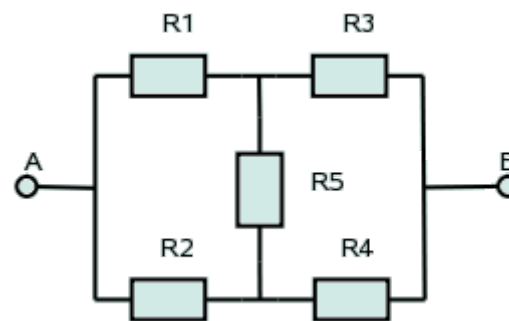


Figura 7. Asociación puente.

El interés de este tipo de asociación está en el caso en el que por la resistencia central, R5, no circula corriente 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.

Resistencia de un conductor

El conductor es el encargado de unir eléctricamente cada uno de los componentes de un circuito. Dado que tiene resistencia óhmica, puede ser considerado como otro componente más con características similares a las de la resistencia eléctrica.

De este modo, la resistencia de un conductor eléctrico es la medida de la oposición que presenta al movimiento de los electrones en su seno, es decir la oposición que presenta al paso de la corriente eléctrica. Generalmente su valor es muy pequeño y por ello se suele despreciar, esto es, se considera que su resistencia es nula (conductor ideal), pero habrá casos particulares en los que se deberá tener en cuenta su resistencia (conductor real).

La resistencia de un conductor depende de la longitud del mismo (ℓ) en m, de su sección (S) en m², del tipo de material y de la temperatura. Si consideramos la temperatura constante (20 °C), la resistencia viene dada por la siguiente expresión:

$$R = \rho \frac{\ell}{S}$$

en la que ρ es la resistividad (una característica propia de cada material).

Resistividad de algunos materiales a 20 °C

Material	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Plata ⁵	$1,55 \times 10^{-8}$
Cobre ⁶	$1,70 \times 10^{-8}$
Oro ⁷	$2,22 \times 10^{-8}$
Aluminio ⁸	$2,82 \times 10^{-8}$
Wolframio ⁹	$5,65 \times 10^{-8}$
Níquel ¹⁰	$6,40 \times 10^{-8}$
Hierro ¹¹	$8,90 \times 10^{-8}$
Platino ¹²	$10,60 \times 10^{-8}$
Estaño ¹³	$11,50 \times 10^{-8}$
Acero inoxidable 301 ¹⁴	$72,00 \times 10^{-8}$
Grafito ¹⁵	$60,00 \times 10^{-8}$

Influencia de la temperatura

La variación de la temperatura produce una variación en la resistencia. En la mayoría de los metales aumenta su resistencia al aumentar la temperatura, por el contrario, en otros elementos, como el carbono o el germanio la resistencia disminuye.

Como ya se comentó, en algunos materiales la resistencia llega a desaparecer cuando la temperatura baja lo suficiente. En este caso se habla de superconductores.

Experimentalmente se comprueba que para temperaturas no muy elevadas, la resistencia a cierta temperatura (R_T), viene dada por la expresión:

$$R_T = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (T - T_0))$$

donde

- R_0 = Resistencia de referencia a la temperatura T_0 .
- α = Coeficiente de temperatura. Para el cobre $\alpha = 0,00393$.
- T_0 = Temperatura de referencia en la cual se conoce R_0 .

Potencia que disipa una resistencia

Una resistencia disipa en calor una cantidad de potencia cuadráticamente proporcional a la intensidad que la atraviesa y a la caída de tensión que aparece en sus bornes.

Comúnmente, la potencia disipada por una resistencia, así como la potencia disipada por cualquier otro dispositivo resistivo, se puede hallar mediante:

$$P = V \cdot I$$

A veces es más cómodo usar la ley de Joule para el cálculo de la potencia disipada, que es:

$$P = R \cdot I^2 \text{ o también } P = \frac{V^2}{R}$$

Observando las dimensiones del cuerpo de la resistencia, las características de conductividad de calor del material que la forma y que la recubre, y el ambiente en el cual está pensado que opere, el fabricante calcula la potencia que es capaz de disipar cada resistencia como componente discreto, sin que el aumento de temperatura provoque su destrucción. Esta temperatura de fallo puede ser muy distinta según los materiales que se estén usando. Esto es, una resistencia de 2 W formada por un material que no soporte mucha temperatura, estará casi fría (y será grande); pero formada por un material metálico, con recubrimiento cerámico, podría alcanzar altas temperaturas (y podrá ser mucho más pequeña).

El fabricante dará como dato el valor en vatios que puede disipar cada resistencia en cuestión. Este valor puede estar escrito en el cuerpo del componente o se tiene que deducir de comparar su tamaño con los tamaños estándar y su respectivas potencias. El tamaño de las resistencias comunes, cuerpo cilíndrico con 2 terminales, que aparecen en los aparatos eléctricos domésticos suelen ser de 1/4 W, existiendo otros valores de potencias de comerciales de 1/2 W, 1 W, 2 W, etc.

Véase también

- | | |
|--|-------------------------------------|
| ▪ <u>Código de Colores de resistencias</u> | ▪ <u>Modelo resistor real</u> |
| ▪ <u>Conductancia</u> | ▪ <u>Puente de Wheatstone</u> |
| ▪ <u>Conductividad</u> | ▪ <u>Resistividad</u> |
| ▪ <u>Conductor eléctrico</u> | ▪ <u>Resistencias de bajo valor</u> |
| ▪ <u>Galvanómetro</u> | ▪ <u>Resistor</u> |
| ▪ <u>Impedancia</u> | ▪ <u>Superconductividad</u> |
| ▪ <u>Leyes de Kirchhoff</u> | ▪ <u>Diodos</u> |
| | ▪ <u>Potenciómetro</u> |

Referencias

1. Douglas-Young, John. *Diccionario enciclopédico de electrónica*. ceac. ISBN 84-329-8054-4.
2. *Principios de circuitos eléctricos*. ISBN 978-970-26-0976-4 | isbn= incorrecto (ayuda). «La propiedad de un material de restringir u oponerse al flujo de electrones se llama resistencia, R.»
3. *Resistencia eléctrica* (<https://books.google.com/books?id=iJMTyEe0vBcC&pg=PA266>), p. 266, en Google Libros
4. Moscada, Tipler. *Física* (volumen 2 edición). Editorial reverté, S. A.,2005. ISBN 84-291-4412-9. «El cociente entre la caída de potencial y la intensidad de la corriente se llama resistencia del segmento».
5. Matweb-Plata (en inglés) (<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatID=2>)
6. Matweb-Annealed Copper (en inglés) (<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatID=28>)
7. Matweb-Oro (en inglés) (<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatID=7&ck=1>)
8. Matweb-Aluminio (en inglés) (<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatID=3>)
9. Matweb-Wolframio (en inglés) (<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatID=126>)
10. Matweb-Níquel (en inglés) (<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatID=72>)
11. Matweb-Hierro (en inglés) (<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatID=35>)
12. Matweb-Platino (en inglés) (<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatID=85>)
13. Matweb-Estaño (en inglés) (<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatID=104>)
14. Matweb-Acero Inoxidable (serie 301) (en inglés) (<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatID=12620>)
15. Matweb-Grafito (en inglés) (<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatID=172>)

Enlaces externos

- Calculadora de resistencias equivalentes (<http://www.elosidelosantos.com/resequiv.html>)
- Calculadoras de circuitos resistivos puros más utilizados (<https://web.archive.org/web/20130209190655/http://todohard.awardspace.com/calc/resist/>)
- Guía para medida de bajas resistencias (<http://www.amperis.com/recursos/articulos/medida-baja-resistencia/>)
- Medida de resistencias con multímetro (<https://www.youtube.com/watch?v=DP1rih7EQOA>) en YouTube.

Obtenido de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Resistencia_eléctrica&oldid=137883254>

Esta página se editó por última vez el 24 ago 2021 a las 20:26.

El texto está disponible bajo la Licencia Creative Commons Atribución Compartir Igual 3.0; pueden aplicarse cláusulas adicionales. Al usar este sitio, usted acepta nuestros términos de uso y nuestra política de privacidad. Wikipedia® es una marca registrada de la Fundación Wikimedia, Inc., una organización sin ánimo de lucro.