

Resistencia eléctrica (parte 1)

En la práctica no existen conductores perfectos, es decir que no opongan ninguna resistencia al paso de la corriente eléctrica.

Si tomamos varios conductores de iguales dimensiones físicas (Fig. 1) pero fabricados con distintos materiales, tales como **cobre, plata, hierro, niquelina***, **nichrome***, veríamos que si a estos conductores los conectamos a los bornes de una batería en forma individual y con un amperímetro en serie con cada uno de ellos, la intensidad de corriente circulante por cada conductor será distinta. (Fig. 2)

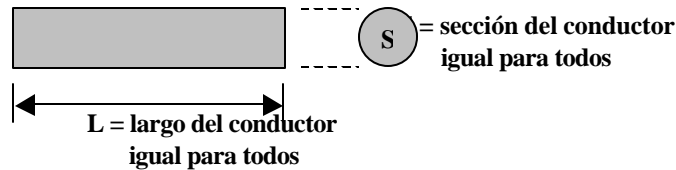


Fig. 1

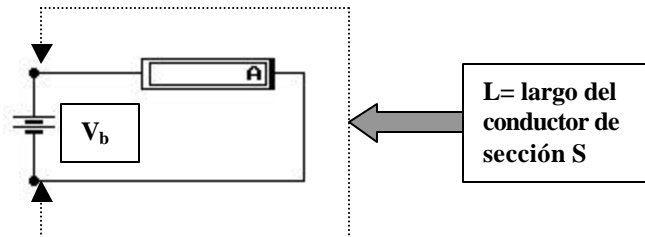


Fig. 2

Esta simple comprobación permite demostrar que todo material ofrece cierta resistencia al paso de la corriente eléctrica y que esta resistencia depende del material utilizado. Esta propiedad de los materiales es llamada **“Resistividad Eléctrica del Material”**.

Si ahora acortamos la longitud de los conductores dejándolos todos del mismo largo y nuevamente los conectamos a la batería con el amperímetro en serie, veremos que la intensidad de corriente aumentará, con respecto a la que se tenía inicialmente, en todos los conductores en la misma proporción.

Evidentemente la resistencia de los conductores ha disminuido.

“Esta condición nos indica que la resistencia de un conductor es directamente proporcional al largo del mismo, es decir para la misma sección de conductor a mayor longitud mayor resistencia y por consecuencia a menor longitud menor resistencia”

* Aleaciones utilizadas comúnmente en la fabricación de resistencias para calefactores, soldadores, etc.

Consideremos ahora que mantenemos la longitud de los conductores todas iguales tal cual está, pero reducimos la sección de los mismos.

Volvemos a conectarlos a la batería con el amperímetro en serie, veremos ahora que la intensidad de corriente se reduce en todos los conductores en la misma proporción.

Indudablemente la resistencia de los conductores ha aumentado al reducir su sección.

“Podemos afirmar por tanto que la resistencia de un conductor es inversamente proporcional a su sección, es decir para el mismo largo de conductor a menor sección mayor resistencia y por consecuencia a mayor sección menor resistencia”.

La resistencia de un conductor puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$R_{\text{conductor}} = r \frac{l}{s}$$

siendo:

$R_{\text{conductor}}$ => expresada en ohm (W)

l => longitud del conductor expresada en metros

s => sección del conductor expresada en mm^2

r (ro) => coeficiente de resistividad del material empleado en la construcción del conductor

El “coeficiente de resistividad r (ro) de un determinado material, es la resistencia que ofrece un conductor de 1 (un) metro de longitud y 1 (un) mm^2 de sección, confeccionado con dicho material.

Los valores del Coeficiente de Resistividad de distintos materiales se encuentra tabulado, damos a continuación algunos ejemplos.

Coeficiente de resistividad de algunos sólidos a 15° C

Material	r en $\text{W} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
Aluminio	0,026
Bronce	0,13 ~ 0,29
Carbón	100 ~ 1000
Cobre	0,0175
Hierro	0,10 ~ 0,14
Mercurio	0,95
Niquelina	0,44
Nichrom	1,10
Oro	0,022
Plata	0,016
Platino	0,094

“Por definición el ohm (**W**) es la resistencia eléctrica que ofrece un conductor de Mercurio de 1 (un) mm² de sección y 106,3 centímetros de longitud, encontrándose a una temperatura de 0° C, expuesto a una presión barométrica de 760 milímetros y cuya masa sea de 14,4521 gramos”.

“Por Ley de Ohm, el ohm (**W**) es la resistencia de un conductor por el que circula una intensidad de corriente de 1 Amper, cuando a los extremos del mismo se encuentra aplicada una diferencia de potencial (tensión) de 1 Volt.

Ejemplos:

A - Determinar la resistencia de un conductor de **aluminio** cuyo diámetro es 0,5 mm. y su longitud de 68 metros.

1. La sección transversal del conductor es:

$$s = \frac{\pi D^2}{4} \quad \text{reemplazando por los valores dados} \quad s = \frac{3,1416 \times 0,5^2}{4} = 0,1963 \text{ mm}^2$$

$s = 0,1963 \text{ mm}^2$

2. El cálculo de la resistencia como ya se vio es:

$$R = \rho \frac{l}{s} \quad \text{reemplazando por los valores dados} \quad R = 0,026 \frac{68}{0,1963} = 9 \text{ ohm } (\Omega)$$

$R_{\text{conductor}} = 9 \text{ ohm } (\Omega)$

B - Determinar la resistencia de un conductor de **cobre** que tiene las mismas dimensiones físicas que el planteado en **A**.

1. En el ejemplo **A** ya se averiguo la sección transversal del conductor; $s = 0,1963 \text{ mm}^2$

2. El cálculo de la resistencia será:

$$R = \rho \frac{l}{s} \quad \text{luego} \quad R = 0,0175 \frac{68}{0,1963} = 6 \text{ ohm } (\Omega)$$

$R_{\text{conductor}} = 6 \text{ ohm } (\Omega)$

Observe que para conductores de la misma longitud y la misma sección el construido en aluminio tiene una resistencia 50% mayor que el de cobre.

Al circular corriente eléctrica por cualquier elemento de un circuito, encontrará una resistencia a su pasaje que producirá un consumo de energía, ya que se realiza un trabajo para vencer la oposición de dicha resistencia.

En realidad es más correcto expresar que el trabajo realizado provocó una transformación de energía, en este caso de eléctrica en térmica, ya que el resultado de este trabajo se traduce en una elevación de la temperatura del medio por el que circula la corriente eléctrica.

Este aumento de temperatura en el material, generado por el consumo de energía, provoca modificaciones en la estructura del mismo. Estas modificaciones alteran las propiedades eléctricas del material, dando como resultado un aumento de su resistencia al pasaje de la corriente eléctrica.

Lo enunciado anteriormente es una regla prácticamente generalizada para la mayoría de los conductores, aunque existen materiales que como el carbón, el silicio, etc, en los que su resistencia disminuye frente a los aumentos de temperatura.

El incremento de la resistencia en un material depende de la variación de temperatura que sufra el mismo, de la resistencia inicial a la que se encuentra el material y la afectación de un Coeficiente de Temperatura propio de cada material.

Dicho Coeficiente de Temperatura es llamado “a” (alfa) y es determinado midiendo los incrementos de resistencia que se producen por cada variación de grado centígrado en conductores de 1 (un) metro de largo y 1 (un) mm² de sección.

La resistencia de un conductor a una temperatura dada puede calcularse con:

$$R_T = R_i \left[1 + a (t_2 - t_1) \right]$$

siendo

R_T : resistencia que tendrá el componente a la temperatura que se desea determinar

R_i : resistencia inicial a la que se encontraba el componente

a : coeficiente de temperatura correspondiente al material del componente

t₁ : temperatura inicial del componente

t₂ : temperatura final del componente

Coeficiente de Temperatura de algunos sólidos

Material	a
Aluminio	0,0037
Bronce	0,0010
Carbón	- 0,005
Cobre	0,004
Hierro	0,0045
Mercurio	0,00087
Niquelina	0
Nichrom	0
Oro	0,00365
Plata	0,0036
Platino	0,0024

Ejemplos:

A₁. En el ejemplo dado en **A** (Pág. 3) teníamos un conductor de aluminio de 68 m. de largo y $0,1963 \text{ mm}^2$ de sección. La resistencia de este conductor vimos que era de 9Ω . Veamos ahora que resistencia presentaría este conductor si su temperatura se elevara a 60°C .

$$R_{\text{conductor}} = R_i \left[1 + \alpha (t_2 - t_1) \right]$$

reemplazando por los valores correspondientes

$$R_{\text{conductor}} = 9 \left[1 + 0,0037 (60 - 15) \right] = 10,50 \Omega \Rightarrow \text{aumentó un } 16,66\%$$

B₁. En el segundo ejemplo dado en Pág. 3, se consideró un conductor de las mismas dimensiones que el anterior pero en el que el material era cobre, la resistencia que presentaba era de 6Ω .

Veamos ahora que resistencia tendrá este conductor cuando su temperatura se eleve a 60°C .

$$R_{\text{conductor}} = 6 \left[1 + 0,004 (60 - 15) \right] = 7,01 \Omega \Rightarrow \text{aumentó un } 16,83\%$$