

# Resistencia Eléctrica



## Introducción

*La resistencia eléctrica es una característica asociada a los materiales de uso común en electricidad. Conociendo el valor de la resistencia de un conductor o aislante podremos determinar, gracias a la ley de Ohm, su comportamiento en un circuito o instalación eléctrica. Por otro lado, se puede comprobar experimentalmente que la resistencia eléctrica de un material depende de sus dimensiones y de la naturaleza del mismo. También se puede comprobar que la resistencia tiende a elevarse con la temperatura.*

## Contenido

- ▶ Diferenciar entre conductor y aislante.
- ▶ Resistencia eléctrica y su medida.
- ▶ Ley de Ohm.
- ▶ Resistencia de un conductor (resistividad).
- ▶ Influencia de la temperatura sobre la resistividad.
- ▶ Resistencia de los aislantes.
- ▶ Rigidez dieléctrica.

## Objetivos

- ▶ Diferenciar entre aislante, buen conductor y mal conductor de la corriente eléctrica.
- ▶ Emplear el óhmetro de una forma adecuada.
- ▶ Aplicar la ley de Ohm para la resolución de problemas donde intervengan las magnitudes eléctricas: intensidad, tensión y resistencia.
- ▶ Relacionar la resistencia de un conductor con su longitud, sección y constitución.
- ▶ Calcular la resistencia eléctrica de un conductor.
- ▶ Relacionar la calidad de un aislante con su rigidez dieléctrica.
- ▶ Valorar la influencia de la temperatura sobre la resistencia de los materiales.

## 2.1 Conductores y aislantes

Para el buen funcionamiento de un circuito eléctrico existen dos elementos básicos, los conductores y los aislantes. Unos tienen tanta importancia como los otros, mientras que los primeros permiten el paso de la corriente con una relativa facilidad, los segundos la bloquean.

Así, por ejemplo, un cable eléctrico, como los que hemos utilizado para las experiencias, está formado por un alambre metálico de cobre (el conductor) y por un recubrimiento de plástico (el aislante) que impide que la corriente se fugue hacia otros lugares no deseados, al tiempo que evita fallos y descargas eléctricas indeseables (Figura 2.1).



Figura 2.1. Constitución de un cable eléctrico.

Los cuerpos aislantes de la electricidad se caracterizan por impedir el paso de la corriente eléctrica a través de ellos. Este fenómeno se debe a que los electrones se encuentran ligados fuertemente a sus átomos y para arrancarlos es necesario aplicar mucha energía (someter al cuerpo a una elevada tensión).

Los cuerpos aislantes tienen tanta importancia como los conductores en el mundo de la industria de materiales eléctricos, ya que gracias a ellos podemos aislar de la electricidad unos cuerpos de otros. Son buenos aislantes: *el exafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), las cámaras de vacío, porcelana, aceite mineral, caucho, barniz, vidrio, algodón, seda, papel, plástico, aire seco, etc.*

No todos los aislantes poseen el mismo poder de aislamiento; así por ejemplo, son buenos aislantes el exafluoruro de azufre, el vacío, los materiales plásticos, el vidrio y el aire seco, mientras que los textiles vegetales son poco aislantes. Más adelante estudiaremos como se puede medir el poder aislante de un material.

En la actualidad la tecnología de los aislantes es quizás más importante que la de los conductores, sobre todo si hablamos de los materiales que se utilizan para las redes de alta y media tensión. No hay que olvidar que con tensiones elevadas, del orden de 440 KV, 220 KV, etc., la electricidad se puede abrir paso con facilidad hasta por un aislante, pudiendo provocar accidentes, o simplemente hacer inviable el transporte a tensiones elevadas. En este campo se ha avanzado mucho en la fabricación de materiales con una alta capacidad de aislamiento.

Los plásticos elaborados en diferentes formas son los grandes protagonistas de los aislantes, tanto en baja como en media tensión (PVC, polietileno, etc.)

El exafluoruro de azufre es un gas que posee una altísima capacidad de aislamiento, lo que permite aproximar las partes activas de una instalación sin que haya peligro.

Las cámaras de vacío resultan un aislante fabuloso en interruptores de media tensión.

La porcelana no es tan buen aislante, pero al soportar altas temperaturas es ideal para algunas aplicaciones (portalámparas, etc.).

A diferencia de los aislantes, los conductores permiten con facilidad el movimiento de electrones por su estructura molecular. Prácticamente, todos los metales son buenos conductores, pero unos lo son mejor que otros.

A continuación se expone una lista en la que aparecen clasificados algunos materiales conductores. Comenzamos por los mejores y terminamos por los peores:

*Platino, plata, cobre, oro, aluminio, cinc, estaño, hierro, plomo, maillechort, mercurio, nicrón, carbón.*

La plata es un excelente conductor de la electricidad, pero debido a su alto coste, se emplea solamente cuando sus propiedades sean particularmente interesantes, como en los contactos de apertura y cierre de circuitos.

El material más empleado es el cobre, que conduce casi tan bien como la plata, siendo su coste muy inferior.

El aluminio se utiliza en las líneas de transporte, ya que su peso es menor que el del cobre.

Por otro lado, se fabrican materiales a base de aleaciones como el nicrón (níquel-cromo), el constantán (cobre-níquel), el ferroníquel (hierro-níquel), el maillechort (cobre-cinc-níquel) y otras muchas más, que poseen la característica de ser mucho peor conductores que el cobre, lo que les hace útiles como materiales resistivos para la fabricación de resistencias (reostatos, elementos calefactores, etc.).

El carbón es bastante mal conductor lo que le hace ideal para la fabricación de pequeñas resistencias para circuitos electrónicos.

## 2.2 Resistencia eléctrica

La resistencia eléctrica como unidad de medida nos va a ayudar a diferenciar los cuerpos que son mejores conductores de los que son peores, de tal manera que podremos decir que un mal conductor posee mucha resistencia eléctrica, mientras que uno bueno tiene poca. De esta manera podemos decir que:

*“La resistencia eléctrica es la mayor o menor oposición que ofrecen los cuerpos conductores al paso de la corriente eléctrica”.*

Este fenómeno se podría explicar así: cuando los electrones circulan por un conductor, éstos tienen que moverse a través de todos los átomos, produciéndose una especie de rozamiento (resistencia al movimiento de electrones) que se transforma en calor (Figura 2.2). Estos choques son menores en los buenos conductores que en los malos.

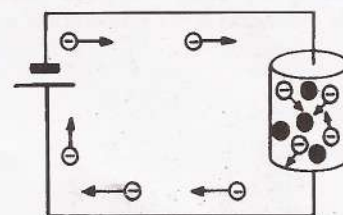


Figura 2.2. La resistencia se manifiesta como una oposición al movimiento de electrones.

La unidad de medida de la resistencia eléctrica (símbolo **R**) es el ohmio y se representa por la letra griega omega  $\Omega$ .

1 miliohmio =  $1 \text{ m}\Omega = 0,001 \Omega$

1 Kilohmio =  $1 \text{ K}\Omega = 1.000 \Omega$

1 Megaohmio =  $1 \text{ M}\Omega = 1000.000 \Omega$

Los símbolos más utilizados para la resistencia son los representados en la Figura 2.3.

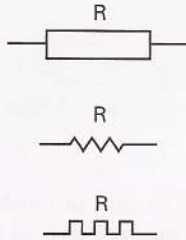


Figura 2.3. Símbolos esquemáticos de la resistencia eléctrica.

## 2.3 Medida de la resistencia eléctrica

El aparato que se utiliza para medir la resistencia eléctrica es el óhmetro. Para medir el valor de una resistencia, bastará con conectar los extremos de ésta a las puntas del óhmetro (Figura. 2.4).

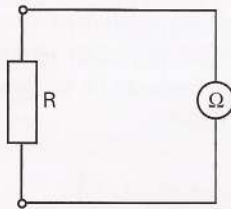


Figura. 2.4. Medida de la resistencia con el óhmetro.



Figura 2.5. El polímetro incorpora un óhmetro para la medida de resistencias.

Existen muchos tipos de óhmetros, pero uno de los más conocidos y más utilizado para medir resistencias de una forma aproximada es el que incorpora el polímetro (Figura. 2.5). El puente de Wheatstone es otro aparato de medida para medir resistencias que se utiliza cuando se quiere dar una mayor precisión en la medida.

**Experiencia 2.1.** Consigue un óhmetro (por ejemplo, el que se incluye en el polímetro) y mide la resistencia de varias lámparas y de cualquier otro aparato eléctrico que tengas a tu alcance.

## 2.4 La ley de Ohm

Hasta ahora hemos estudiado con detenimiento varias magnitudes eléctricas: intensidad de la corriente, tensión y resistencia. En la práctica se nos pueden presentar problemas en los que conozcamos dos de estas magnitudes y tengamos que determinar la tercera. Para resolver estos problemas, y otros tantos que se presenten en la práctica, es necesario aplicar una fórmula que nos relacione las tres magnitudes eléctricas conocidas: **I**, **V**, **R**.

El físico Ohm, basándose en un experimento, determinó que la intensidad de la corriente que recorre un circuito eléctrico es directamente proporcional a la tensión aplicada (a más tensión, más intensidad), e inversamente proporcional a la resistencia eléctrica (a más resistencia, menos intensidad).

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

Veamos cómo se puede explicar esta relación: al conectar una resistencia a los bornes de una pila, aparece una corriente eléctrica que circula desde el polo negativo de la pila atravesando dicha resistencia, hasta el positivo (Figura 2.6). *Recuerda que si existe corriente eléctrica es gracias a que el generador traslada las cargas del polo positivo al negativo, creando así una diferencia de cargas, que nosotros llamamos tensión eléctrica.*

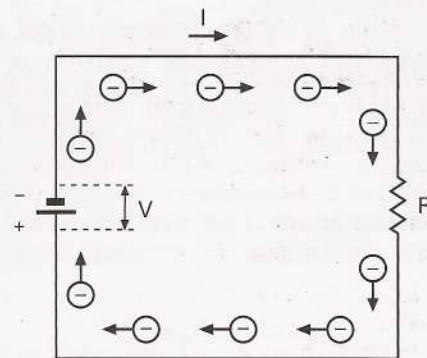


Figura 2.6

Cuanto mayor es la tensión eléctrica, con mayor fuerza atraerá el polo positivo de la pila a los electrones que salen del negativo y atraviesan la resistencia, y por lo tanto, será mayor también la intensidad de la corriente por el circuito.

Cuanto mayor sea el valor óhmico de la resistencia que se opone al paso de la corriente eléctrica, menor será la intensidad de la misma.

**Ejemplo: 2.1**

Calcular la intensidad que circula por el filamento de una lámpara incandescente de 10 ohmios de resistencia, cuando está sometida a una tensión de 12 voltios.

$$\text{Solución: } I = \frac{V}{R} = \frac{12}{10} = 1,2 \text{ A}$$

La ley de Ohm se puede ampliar despejando, en la fórmula, los valores de V y de R, obteniéndose entonces las siguientes expresiones:

$$I = V/R \quad V = R I \quad R = V/I$$

**Ejemplo: 2.2**

Se quiere determinar la resistencia eléctrica del filamento de una lámpara incandescente. Para ello, se somete a la lámpara a una tensión de 230 V y, mediante un amperímetro intercalado en serie, se mide el paso de una intensidad de corriente de 0,2 A (Figura.2.7).

$$\text{Solución: } R = \frac{V}{I} = \frac{230}{0,2} = 1.150 \Omega$$

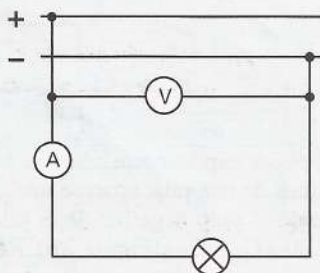


Figura 2.7

**Ejemplo: 2.3**

Es conocido que en condiciones desfavorables, es decir, con la piel húmeda, la resistencia del cuerpo humano es del orden de 2.500  $\Omega$  (Figura 2.8). ¿Qué tensión será suficiente para provocar, en estas condiciones, el paso de una corriente peligrosa, de 30 mA, por el cuerpo humano?

$$\text{Solución: } V = R \cdot I = 2.500 \cdot 0,03 = 75 \text{ V}$$

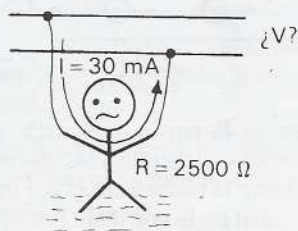


Figura 2.8

**Ejemplo: 2.4**

Se sabe que una intensidad de corriente de 30 mA puede ocasionar la muerte por fibrilación cardíaca. La resistencia eléctrica del cuerpo humano suele ser, por término medio y en condiciones normales, del orden de 5.000  $\Omega$ . Si una persona, por accidente, se pone en contacto con una red de 230 V, ¿cuál será la corriente que atraviese su cuerpo? ¿Existe algún peligro de muerte?

*Solución:*

$$\text{Intensidad por el cuerpo: } I = \frac{V}{R} = \frac{230}{5.000} = 0,046 \text{ A} = 46 \text{ mA}$$

Sí existe el peligro, ya que la intensidad que recorre el cuerpo del accidentado es superior a 30 mA.

## 2.5 Resistencia de un conductor

Como ya pudimos estudiar con anterioridad, la resistencia de los diferentes materiales depende fundamentalmente de su naturaleza. Por otro lado, las dimensiones de los mismos también influyen de una forma decisiva en su resistencia final. Esto tiene una especial importancia en los cálculos de la sección de conductores para instalaciones eléctricas, ya que una resistencia elevada en los mismos provocaría su calentamiento y su probable deterioro.

Si midiésemos la resistencia de un conductor de cobre de un metro de longitud y de un milímetro cuadrado de sección, obtendríamos un resultado de 0,017  $\Omega$  (Figura. 2.9). Este resultado nos indica que por cada metro de conductor de cobre de un milímetro cuadrado de sección, la resistencia del mismo será de 0,017 ohmios.

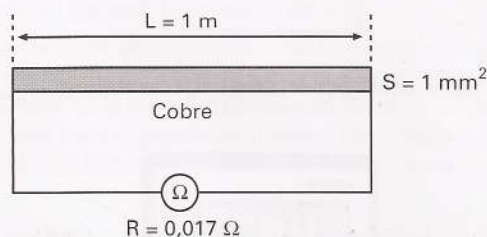


Figura 2.9. Medida de la resistividad del cobre.

Por otro lado es lógico pensar que, si la resistencia eléctrica es la dificultad que ofrece un conductor al paso de la corriente eléctrica, esta dificultad irá aumentando en función del camino que tenga que recorrer; es decir, a mayor longitud, mayor será la resistencia. Así, por ejemplo, si ahora midiésemos la resistencia de un conductor de 2 m de cobre de 1 mm<sup>2</sup>, observaríamos que la resistencia ha aumentado al doble (0,034  $\Omega$ ).

– La resistencia de un conductor aumenta con su longitud

Si, por el contrario, se aumenta la sección del conductor, los electrones tendrán más libertad para moverse y, por tanto, la resistencia será menor. Así, por ejemplo si midiésemos la resistencia de un conductor de 1 m de cobre de 2 mm<sup>2</sup> daría como resultado un valor óhmico de la mitad (0,0085  $\Omega$ ).

– La resistencia de un conductor disminuye con su sección

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, la expresión matemática necesaria para determinar la resistencia de un conductor de cobre ( $R_{cu}$ ) podría quedar así:

$$R_{cu} = 0,017 \frac{L}{S}$$

0,017 = Resistencia en ohmios por cada metro de conductor de 1 mm<sup>2</sup>.

$L$  = Longitud del conductor en m.

$S$  = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

Lógicamente, esta fórmula sólo será válida para calcular la resistencia de conductores de cobre ¿Qué expresión utilizaremos entonces para otros materiales? Como ya se dijo, existen materiales que son mejores conductores que otros; así, por ejemplo, el aluminio es peor conductor que el cobre. De tal forma, que si midiésemos ahora la resistencia de un conductor de aluminio de un metro de longitud y de un milímetro cuadrado de sección, obtendríamos un resultado igual a 0,028 ohmios.

Está claro que cada material tendrá un determinado valor de resistencia por cada metro y milímetro cuadrado de sección del mismo. A este valor se le denomina: "coeficiente de resistividad" y se escribe con la letra griega  $\rho$ .

La fórmula general para calcular la resistencia de cualquier tipo de conductor podría quedar así:

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

$\rho$  = Coeficiente de resistividad ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )

$L$  = Longitud del conductor (m)

$S$  = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

$R$  = Resistencia del conductor ( $\Omega$ )

En la Tabla 2.1 se expone una lista con el coeficiente de resistividad, a 20 °C de temperatura, de los materiales más utilizados.

MATERIAL	Símbolo	$\rho(\Omega\text{mm}^2/\text{m})$
Plata	Ag	0,0163
Cobre	Cu	0,017
Aluminio	Al	0,028
Cinc	Zn	0,061
Latón	Cu-Ni	0,07
Estaño	Sn	0,12
Hierro	Fe	0,13
Plomo	Pb	0,204

Maillechort	Cu-Zn-Ni	0,30
Constantán	Cu-Ni	0,50
Ferroníquel	Fe-Ni	0,80
Mercurio	Hg	0,957
Nicrón	Ni-Cr	1
Carbón	C	63

Tabla 2.1.

### Ejemplo: 2.5

¿Qué resistencia tendrá un conductor de cobre de 20 metros de longitud y 1 mm<sup>2</sup> de sección?

$$\text{Solución: } R = \rho \frac{L}{S} = 0,017 \frac{20}{1} = 0,34 \Omega$$

### Ejemplo: 2.6

¿Y un conductor de aluminio de las mismas dimensiones?

$$\text{Solución: } R = \dots = 0,56 \Omega$$

### Ejemplo: 2.7

¿Qué sección poseerá un conductor de constantán de 12 m de longitud, si se ha medido una resistencia entre sus terminales de 6  $\Omega$ ?

Solución:

$$R = \rho \frac{L}{S}, \text{ despejando } S = \rho \frac{L}{R} = 0,5 \frac{12}{6} = 1 \text{ mm}^2$$

### Ejemplo: 2.8

Se desea medir la longitud de una bobina de cobre. Para no tener que desenrollar el conductor, se mide con un óhmetro conectado a los extremos de la bobina una resistencia de 1  $\Omega$ . Mediante un calibre medimos un diámetro de 0,5 mm (Figura 2.10).

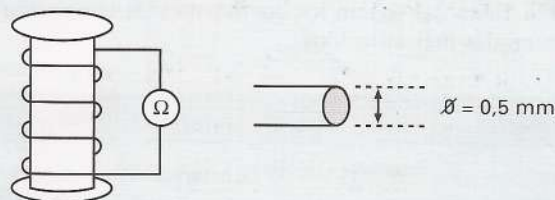


Figura 2.10

Solución: Como la sección es circular:

$$S = \pi r^2 = 3,1416 \cdot 0,25^2 = 0,2 \text{ mm}^2.$$

$$R = \rho \frac{L}{S}, \text{ despejando } L = \frac{R \cdot S}{\rho} = \frac{1 \cdot 0,2}{0,017} = 11,8 \text{ m}$$

## 2.6 Influencia de la temperatura sobre la resistividad

**Experiencia 2.1:** Consigue una lámpara de linterna y mide con el óhmetro su resistencia en frío. Seguidamente, conecta la lámpara a una pila, y mediante un amperímetro y un voltímetro determina los valores de  $I$  y de  $V$ . Con ellos determina el valor de la resistencia óhmica del filamento en caliente, aplicando la ley de Ohm. Compara los resultados obtenidos. ¿Obtuviste los mismos resultados en los dos casos?

Seguro que no. Al medir la resistencia con el óhmetro, la lámpara está apagada y, por tanto, el filamento se encuentra frío, es decir, a la temperatura ambiente. Por otro lado, cuando aplicamos la ley de Ohm para calcular la resistencia, se hace con los datos correspondientes al estado de encendido de la lámpara. Hay que tener en cuenta que, en ese estado, el filamento se encuentra a una temperatura de unos  $2.000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Y es que la resistencia eléctrica se eleva sustancialmente en casi todos los conductores al elevarse su temperatura, de aquí que en una lámpara incandescente la resistencia en frío sea muy inferior a cuando está caliente.

Por lo general, la resistencia aumenta con la temperatura en los conductores metálicos. Este aumento depende del incremento de temperatura y de la materia de que esté constituido dicho conductor.

$$R_t = R_0 (1 + \alpha \cdot \Delta t^{\circ})$$

$R_t$  = Resistencia en caliente

$R_0$  = Resistencia a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura

$\Delta t^{\circ}$  = Elevación de temperatura en  $^{\circ}\text{C}$

Con esta expresión se puede calcular la resistencia a una temperatura dada ( $R_t$ ), conociendo la temperatura de la resistencia en frío ( $R_0$ ), la elevación de la temperatura ( $\Delta t^{\circ}$ ) y el coeficiente de temperatura ( $\alpha$ ), que será diferente para cada material.

En la Tabla 2.2 se dan los coeficientes de temperatura de los materiales más utilizados.

Material	$\alpha$	Material	$\alpha$
Oro	0,0035	Constantán	0,0001
Plata	0,0036	Wolframio	0,0005
Aluminio	0,00446	Hierro	0,00625
Cobre	0,0039	Ferroniquel	0,00093
Estaño	0,0044	Maillechort	0,00036

Tabla 2.2.

El aumento de la resistencia con la temperatura es a veces un gran inconveniente; así ocurre, por ejemplo, en las medidas eléctricas que pueden verse distorsionadas por este fenómeno. Por esta razón, es conveniente utilizar materiales con un bajo coeficiente de temperatura para la construcción de los aparatos de medida.

En otros casos, este aumento de resistencia con la temperatura puede ser beneficioso; como por ejemplo, para medir temperaturas por medio de resistencias que poseen un alto coeficiente de temperatura (termómetros electrónicos).

De una forma especial, existen materiales en los cuales se reduce la resistencia al aumentar su temperatura. En estos casos se dice que poseen un coeficiente de temperatura negativo. En general, los materiales semiconductores pertenecen a este grupo. En especial, existen resistencias construidas con semiconductores especialmente diseñadas para reducir su resistencia cuando aumenta la temperatura, como son las NTC.

### Ejemplo: 2.9

Medimos la resistencia de una fase de un bobinado de cobre de un motor antes de haber funcionado (a la temperatura de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), obteniendo un resultado de  $4\text{ } \Omega$ . Determinar la resistencia que alcanzará cuando esté en funcionamiento a una temperatura de  $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Solución:  $R_t = R_0 (1 + \alpha \Delta t^{\circ})$

$$R_{75^{\circ}\text{C}} = 4 \cdot (1 + 0,0039 \cdot 75) = 5,2\text{ } \Omega$$

### Ejemplo: 2.10

¿Cuál será el aumento de temperatura que experimenta una lámpara incandescente con filamento de wolframio, si al medir su resistencia a temperatura ambiente ( $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) obtuvimos un resultado de  $358\text{ } \Omega$ , habiéndose calculado una resistencia en caliente de  $807\text{ } \Omega$ ?

Solución: Primero calculamos la resistencia a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

$R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t^{\circ})$ , despejando  $R_0 =$

$$\frac{R_t}{(1 + \alpha \cdot \Delta t^{\circ})} = \frac{358}{1 + 0,0005 \cdot 20} = 354,5\text{ } \Omega$$

A continuación despejamos  $\Delta t^{\circ} =$

$$\left( \frac{R_t}{R_0} - 1 \right) / \alpha = \left( \frac{807}{354,5} - 1 \right) / 0,0005 = 2.553\text{ }^{\circ}\text{C}$$

### Ejemplo 2.11

Determinar la corriente que aparecerá en la lámpara incandescente del Ejemplo 2.10 al conectarla a  $230\text{ V}$  y en los siguientes casos: a) nada más conectarla, b) una vez encendida.

Solución: a) Nada más conectar la lámpara el filamento se encuentra a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y su resistencia es de  $358\text{ } \Omega$ .

$$I = \frac{V}{R_{20}} = \frac{230}{358} = 0,64\text{ A}$$

b) Al aumentar la temperatura hasta los 2.573 °C, la resistencia aumenta su valor hasta 807 ohmios, produciéndose una disminución y estabilización de la corriente.

$$I = \frac{V}{R_{2.573}} = \frac{230}{807} = 0,29 \text{ A}$$

Como se ha podido comprobar en la tabla de coeficientes de temperatura, existen aleaciones, como el constantán, que apenas varían con la temperatura, lo que las hace ideales para la fabricación de resistencias en las que sea importante la estabilidad de su valor óhmico con los cambios de temperatura.

Los aislantes tienen una característica muy especial: su resistencia disminuye con la temperatura.

Cuando se disminuye mucho la temperatura de los conductores metálicos (cerca de los -273 °C) se puede llegar a alcanzar la **superconductividad**. Es decir, ausencia absoluta de resistencia eléctrica. El paso de la corriente eléctrica por un superconductor no provoca ningún tipo de pérdida calorífica. Hoy en día se están consiguiendo grandes avances en la fabricación de materiales superconductores a temperaturas mucho más elevadas (entorno a los 150 grados bajo cero).

## 2.7 Resistencia de los aislantes

Ya explicamos que los materiales aislantes o dieléctricos tienen tanta importancia en las aplicaciones prácticas de la electricidad como los conductores. Gracias a los aislantes es posible separar las partes activas de una instalación con las inactivas, consiguiendo así instalaciones eléctricas que sean seguras para las personas que las utilizan.

Lo mismo que existen materiales que son mejores conductores que otros, también existen materiales con mayor capacidad de aislamiento que otros. De tal forma, que cuanto mayor es la resistividad de un aislante, mayor será su capacidad de aislamiento.

Dar una cifra exacta de la resistividad de cada uno de los aislantes es un poco complicado, ya que este valor se suele ver reducido por el grado de humedad y por la elevación de la temperatura.

Así, por ejemplo, el agua pura posee una resistividad aproximada de  $10 \text{ M}\Omega \cdot \text{m}^2/\text{m}$ , y la porcelana  $10^{11} \text{ M}\Omega \cdot \text{m}^2/\text{m}$ .

## 2.8 Rigidez dieléctrica

Otra forma de medir la calidad de aislamiento de un material es conociendo su rigidez dieléctrica.

La rigidez dieléctrica de un material es la tensión que es capaz de perforar al mismo (corriente eléctrica que se establece por el aislante). Lo cual quiere decir que los materiales aislantes no son perfectos, ya que pueden ser atravesados por una corriente si se eleva suficientemente la tensión.

Así, por ejemplo en una tormenta eléctrica, la fuerte tensión entre la nube y tierra es capaz de perforar un buen aislante: el aire.

Cuando un aislante es perforado por la corriente, la chispa que lo atraviesa suele provocar la destrucción del mismo, sobre todo si se trata de un material sólido, ya que las temperaturas que se desarrollan suelen ser altísimas.

Conocer la tensión que es capaz de perforar un aislante es muy importante. De esta forma, podremos elegir los materiales más adecuados en el momento de aislar una línea, o cualquier aparato eléctrico, consiguiendo así evitar averías, cortocircuitos y accidentes a las personas que manipulan instalaciones sometidas a tensiones peligrosas.

La tensión necesaria para provocar la perforación del dieléctrico viene expresada en kilovoltios por milímetro de espesor del aislante. Este dato no es constante, y depende de la humedad contenida en el aislante, de la temperatura, de la duración de la tensión aplicada, y de otras muchas variables.

Así, por ejemplo, la rigidez dieléctrica de los siguientes elementos es:

Agua .....	12,0 KV/mm
Papel .....	16,0 KV/mm
Aceite mineral.....	4,0 KV/mm
Cloruro de polivinilo..	50,0 KV/mm
Aire seco .....	3,1 KV/mm
Politileno.....	16,0 KV/mm

Cuando se selecciona un conductor eléctrico, aparte de la sección que resulte ser la más adecuada, es muy importante tener en cuenta la tensión de servicio de la instalación donde va a trabajar. En el "Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión" se indican las tensiones que deberán soportar los aislantes de los conductores eléctricos con un margen de seguridad. Siguiendo estas recomendaciones se fabrican, por ejemplo, conductores de 500 V, 750 V y 1.000 V para baja tensión.

Los materiales aislantes que se utilizan para conseguir estas tensiones de aislamiento en conductores para instalaciones eléctricas de baja tensión pueden ser:

- Policloruro de vinilo (PVC).
- Polietileno reticulado (XLPE).
- Etileno propileno (EPR).

## Actividades

- Con un sencillo montaje práctico vamos a comprobar la ley de Ohm. Para ello conecta una pila a una resistencia, para a continuación medir, mediante un polímetro, la tensión en bornes de la resistencia, la intensidad de la corriente del circuito, así como la resistencia óhmica de dicha resistencia. Con los resultados obtenidos de las medidas comprueba si se cumple la relación  $I = V/R$ . Ahora conecta otras resistencias de diferente valor y compara los resultados.
- Consigue el "Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión" y evalúa el campo de aplicación de los conductores eléctricos según las tensiones de servicio de los mismos.
- Consulta en Internet (<http://www.t2000idiomas.com/electrotecnia>) sobre los temas relacionados con este capítulo e intenta contrastar y ampliar la información obtenida.  
  
Como en otras ocasiones, al finalizar cada una de estas actividades deberas elaborar un informe-memoria sobre la actividad desarrollada, indicando los resultados obtenidos y estructurándolos en los apartados necesarios para una adecuada documentación de las mismas (descripción del proceso seguido, medios utilizados, esquemas y planos utilizados, cálculos, medidas, etc.)

## Autoevaluación

- Para medir la resistencia eléctrica:
  - Se conectan los dos terminales del óhmetro con los de la resistencia que se va a medir
  - Se conecta la resistencia al circuito para posteriormente realizar la medida con el óhmetro
  - Se utiliza un resistómetro
- ¿Cuál es la cualidad por la que se diferencian los buenos conductores de los malos?
  - Intensidad óhmica
  - Resistencia eléctrica
  - Tensión resistiva
- Se dispone de una linterna que funciona con una pila de 1,5 V; la lamparita tiene una resistencia de 50  $\Omega$ . Calcular la intensidad del circuito.
- Calcular la tensión de funcionamiento de un horno eléctrico que posee una resistencia de 22  $\Omega$ , y que al ser conectado, se establece por él una intensidad de 5,7 A.
- ¿Qué resistencia tiene una plancha eléctrica que consume 2 A conectada a 230 V?
- ¿Cuándo será más alta la intensidad de corriente por una lámpara incandescente?
  - Una vez encendida, ya que es cuando más consume
  - Justo al cerrar el interruptor ya que la resistencia del filamento en frío es pequeña y por lo tanto la intensidad de la corriente será más elevada
  - La intensidad de la corriente es la misma en todo momento
- ¿Cuál es la sustancia que más se aproximaría al superaislante?
  - El vacío, ya que al no existir en él materia no hay electrones que se puedan poner en movimiento
  - El aire
  - Los plásticos sintéticos
- ¿Qué característica se utiliza habitualmente para medir el poder de aislamiento de un material?
  - El grosor del aislante
  - La rigidez dieléctrica
  - La intensidad máxima que soporta
- ¿Qué material es necesario utilizar para conseguir que un metro de conductor de 0,5 mm<sup>2</sup> posea una resistencia de 56 m $\Omega$ ?
  - El cobre
  - El aluminio
  - La plata
- ¿Qué tendrá más resistencia, un conductor de cobre de 100 m de longitud y 6 mm<sup>2</sup> de sección, o uno de aluminio de la misma longitud y de 10 mm<sup>2</sup>?
  - Conductor de cobre
  - Conductor de aluminio
  - Aproximadamente igual
- ¿Cuál será la sección de un conductor de cinc de 5 metros, si posee una resistencia de 1 ohmio?
- Se quiere determinar la longitud de un carrete de hilo de cobre esmaltado de 0,25 mm de diámetro. Para ello, se mide con un óhmetro su resistencia, obteniéndose un resultado de 34,6  $\Omega$ .
- La resistencia a 20 °C de una bobina de cobre es de 5 ohmios. Calcula la resistencia de la misma a 80 °C.
- Una resistencia ha aumentado 1,05  $\Omega$  al incrementar su temperatura de 0 °C a t °C. Determinar la resistencia final y la temperatura que alcanzó, si su coeficiente de temperatura es de 0,004 y la resistencia a 0 °C es de 65  $\Omega$ .