

# Resistividad

**Resistividad:** La resistencia  $R$  de un alambre de longitud  $L$  y sección transversal  $A$  es:

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

**R = Resistencia**

Es una constante llamada resistividad y es una propiedad característica del material del cual está hecho el alambre. Para  $L$  en m,  $A$  en  $m^2$  y  $R$  en  $\Omega$ , Las unidades de  $\rho$  son  $\Omega \cdot m$  (Bueche, 2001)

$\rho$  = constante de proporcionalidad. Es una propiedad del material llamado resistividad,  $\rho$  varía para distintos materiales y por los cambios de temperatura.

Ya se había mencionado los factores que influyen en la resistencia de un conductor:

- 1) La naturaleza del conductor: Se refiere al tipo de material del conductor, por ejemplo, si comparamos la plata y el hierro, la plata tiene menor resistencia.
- 2) La longitud del conductor: a mayor longitud mayor resistencia.
- 3) Su sección o área transversal: Al duplicarse la superficie de la sección transversal, se reduce la resistencia a la mitad.
- 4) La temperatura: En el caso de los metales, su resistencia aumenta casi en forma proporcional a su temperatura.

# Resistividad

| RESISTIVIDAD DE ALGUNOS METALES |  |
|---------------------------------|--|
| METAL                           | $\rho$ en $\Omega \cdot m$ a $0^\circ C$ |
| Plata                           | $1.06 \times 10^{-8}$                    |
| Cobre                           | $1.72 \times 10^{-8}$                    |
| Aluminio                        | $3.21 \times 10^{-8}$                    |
| Platino                         | $11.05 \times 10^{-8}$                   |
| Mercurio                        | $94.10 \times 10^{-8}$                   |

(Perez Montiel, 2003)

| Material  | $\rho_{20^\circ}$ ( $\Omega \cdot mm^2/m$ ) | Material        | $\rho_{20^\circ}$ ( $\Omega \cdot mm^2/m$ ) |
|-----------|---|-----------------|---|
| Plata     | 0,016                                       | Isabelín        | 0,5   |
| Cobre     | 0,01786                                     | Constantán      | 0,5   |
| Bronce    | 0,018..0,056                                | Resistina       | 0,5   |
| Oro       | 0,023                                       | Kruppina        | 0,85  |
| Aluminio  | 0,02857                                     | Mercurio        | 0,96  |
| Magnesio  | 0,045                                       | Cromoniquel     | 1,1   |
| Grafito   | 0,046                                       | Bismuto         | 1,2   |
| Tungsteno | 0,055                                       | Pizarra         | $10^{12}$                                   |
| Wolframio | 0,055                                       | Celuloide       | $10^{14}$                                   |
| Cínc      | 0,063                                       | Tela endurecida | $10^{14}$                                   |
| Latón     | 0,07..0,09                                  | Esteatita       | $10^{18}$                                   |

# Resistividad

|                |            |               |                   |
|----------------|------------|---------------|-------------------|
| Niquel         | 0,08..0,11 | Ámbar         | $10^{20}$         |
| Hierro         | 0,10..0,15 | Baquelita     | $10^{20}$         |
| Estaño         | 0,11       | Caucho        | $10^{20}$         |
| Platino        | 0,11..0,14 | Mica          | $10^{20}$         |
| Plomo          | 0,21       | PVC           | $10^{20}$         |
| Maillechort    | 0,3        | Vidrio        | $10^{20}$         |
| Orocromo       | 0,33       | Metacrilato   | $10^{21}$         |
| Niquelina      | 0,43       | Poliestireno  | $10^{21}$         |
| Manganina      | 0,43       | Polipropileno | $10^{21}$         |
| Novoconstantán | 0,45       | Parafina pura | $10^{22}$         |
| Reotan         | 0,47       | Cuarzo        | $4 \cdot 10^{23}$ |

(Alcalde, 2011)

## EJEMPLO GUIADO NÚMERO 1

Calcula la resistencia de un conductor de cobre de 1.5 km de longitud y  $0.6 \text{ mm}^2$  de área de su sección transversal a) a  $0^\circ\text{C}$  b) a  $20^\circ\text{C}$

### Datos

$$R = ?$$

$$L = 1.5 \text{ km} = 1500 \text{ m}$$

$$A = 0.6 \text{ mm}^2 = 6 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

$$\text{a) a } 0^\circ\text{C} = 1.72 \times 10^{-8}$$

$$\text{b) a } 20^\circ\text{C} = 0.01786 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

### Fórmula

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

$$R = 43 \text{ } \Omega$$

### Sustitución para a)

$$R = (1.72 \times 10^{-8} \text{ } \Omega \cdot \text{m}) \left( \frac{1500 \text{ m}}{6 \times 10^{-7} \text{ m}^2} \right)$$

### para b)

$$R = (1.786 \times 10^{-8} \text{ } \Omega \cdot \text{m}) \left( \frac{1500 \text{ m}}{6 \times 10^{-7} \text{ m}^2} \right)$$

# Resistividad

## Conversión:

$$R = 44.65 \Omega$$

$$1\text{m}^2 = 1 \times 10^6 \text{mm}^2$$

$$X = 0.6 \text{ mm}^2 \quad \text{de donde } x = \frac{1\text{m}^2 (0.6 \text{ mm}^2)}{1 \times 10^6 \text{mm}^2}$$

$$X = 6 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

## VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA CON LA TEMPERATURA:

Por lo general, la resistencia aumenta con la temperatura en los conductores metálicos. Este aumento depende del incremento de la temperatura y de la materia de que esté constituido dicho conductor (Alcalde, 2011).

La resistencia eléctrica de los conductores metálicos aumenta casi en forma proporcional a su temperatura.

Experimentalmente se ha demostrado que:

$$R_T = R_0 (1 + \alpha T)$$

$R_T$  = Resistencia del conductor en ohms ( $\Omega$ ) a cierta temperatura  $t$

$R_0$  = Resistencia del conductor en  $\Omega$  a  $0^\circ\text{C}$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura de la resistencia del material conductor en  $^\circ\text{C}^{-1}$  ( $\frac{1}{^\circ\text{C}}$ )

$T$  = temperatura del conductor en  $^\circ\text{C}$

# Resistividad

En los metales  $\alpha$  es mayor que cero, porque su resistencia aumenta con la temperatura. En cambio para el carbón, silicio y germanio, el valor de  $\alpha$  es negativo porque su resistencia eléctrica disminuye con la temperatura (Perez Montiel, 2003).

Tabla 2.4. Coeficiente de temperatura a 20 °C de las resistencias.

| 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   | Ferróniquel | 0,00093  |
| Estaño   | 0,0044   | Maillechort | 0,00036  |

(Alcalde, 2011)

| COEFICIENTE DE TEMPERATURA PARA ALGUNAS SUSTANCIAS |                                     |
|--|-------------------------------------|
| SUSTANCIA  | $\alpha$ EN $^{\circ}\text{C}^{-1}$ |
| ACERO  | $3.0 \times 10^{-3}$                |
| PLATA  | $3.7 \times 10^{-3}$                |
| COBRE  | $3.8 \times 10^{-3}$                |
| Platino  | $3.9 \times 10^{-3}$                |
| HIERRO   | $5.1 \times 10^{-3}$                |
| NIQUEL   | $8.8 \times 10^{-3}$                |
| CARBON   | $-5.0 \times 10^{-4}$               |

(Perez Montiel, 2003)

# Resistividad

## EJEMPLO GUIADO NÚMERO 2

Calcula la resistencia de un alambre de cobre a 73°C si su resistencia a 0°C es de 15Ω.

### *Datos*

$$R_t = ?$$

$$T = 73^\circ\text{C}$$

$$R_0 = 15 \Omega \quad \mathbf{R_T = 19.27 \Omega}$$

$$\alpha_{\text{Cobre}} = 0.0039 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

### *Fórmula*

$$R_T = R_0 (1 + \alpha T)$$

### *Sustitución*

$$R_T = 15 \Omega (1 + 0.0039^\circ\text{C}^{-1} \times 73^\circ\text{C})$$

$$\mathbf{R_T = 15 \Omega (1.2847)}$$