

Segunda Lei de Ohm

“A resistência elétrica de um condutor é diretamente proporcional ao produto da resistividade específica pelo seu comprimento, e inversamente proporcional à sua área de seção transversal”.

Georg Simon Ohm

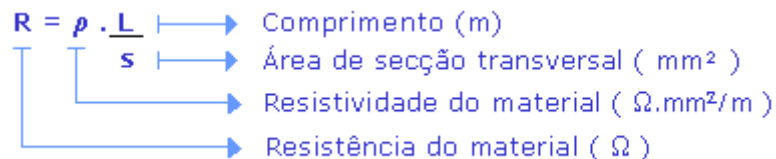
A resistência elétrica é uma grandeza não só criada por um resistor (componente), mas também por qualquer coisa que esteja no caminho da corrente inclusive o próprio condutor, em algumas situações esse valor é desprezível, e em outras deve ser levado em consideração.

George Simon Ohm verificou através de experimentos que um condutor também possui uma resistência elétrica que depende fundamentalmente de quatro fatores, a saber:

ρ - material do qual o condutor é feito;
 L - comprimento do condutor;
 S - área de sua seção transversal.

O outro fator é a temperatura do condutor, que veremos daqui a pouco.

A equação que descreve a segunda Lei de Ohm é:

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


ρ — Resistividade do material ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
 L — Comprimento (m)
 S — Área de seção transversal (mm^2)
 R — Resistência do material (Ω)

Para que se pudesse analisar a influência de cada um desses fatores sobre a resistência elétrica, foram realizadas várias experiências variando apenas um dos fatores e mantendo constantes os três restantes.

Comprimento (L)

Para analisar a influência do comprimento do condutor, manteve-se constante o tipo de material, a temperatura e a área da seção transversal.

Analisemos um fio de cobre a temperatura de 20°C, que é o mais usado:

L = 100 metros;
 S = seção transversal de 2.5mm²;
 $\rho = 0,0173 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Pela 2ª Lei de Ohm temos: $R = \rho \cdot L \div S$

$$\text{Assim} \Rightarrow R = \frac{0,0173 \Omega \text{ mm}^2/\text{m} \times 100 \text{ m}}{2.5 \text{ mm}^2} \Rightarrow R = 0,692 \Omega$$

Agora diminuiremos o comprimento do fio e manteremos o resto igual ao anterior.

L = 50 metros;
 S = seção transversal de 2.5mm²;
 $\rho = 0,0173 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Pela 2ª Lei de Ohm temos: $R = \rho \cdot L \div S$

$$\text{Assim} \Rightarrow R = \frac{0,0173 \Omega \text{ mm}^2/\text{m} \times 50 \text{ m}}{2.5 \text{ mm}^2} \Rightarrow R = 0,346 \Omega$$

Assim concluímos que, à medida que o comprimento aumenta a resistência também aumenta, e se o comprimento diminui a resistência também diminui. Então, podemos dizer que:

“A resistência elétrica é diretamente proporcional ao comprimento do condutor”.

Seção transversal (S)

Vamos analisar agora a influência da seção transversal, mantendo constante o comprimento do condutor, o tipo de material e sua temperatura.

Analisemos o mesmo fio de cobre do exemplo anterior

L = 100 metros;
S = seção transversal de 2.5mm²;
 $\rho = 0,0173 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Pela 2ª Lei de Ohm temos: $R = \rho \cdot L \div S$

$$\text{Assim} \Rightarrow R = \frac{0,0173 \Omega \text{ mm}^2/\text{m} \times 100 \text{ m}}{2.5 \text{ mm}^2} \Rightarrow R = 0,692 \Omega$$

Agora aumentaremos a seção transversal (bitola) do fio e manteremos o resto igual ao anterior.

L = 100 metros;
S = seção transversal de 4.0mm²;
 $\rho = 0,0173 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Pela 2ª Lei de Ohm temos: $R = \rho \cdot L \div S$

$$\text{Assim} \Rightarrow R = \frac{0,0173 \Omega \text{ mm}^2/\text{m} \times 100 \text{ m}}{4.0 \text{ mm}^2} \Rightarrow R = 0,432 \Omega$$

Desse modo, é possível verificar que a resistência elétrica diminui à medida que aumenta a seção transversal do condutor, e a resistência elétrica aumenta quando se diminui a seção transversal do condutor. Então podemos dizer que:

“A resistência elétrica de um condutor é inversamente proporcional à sua área de seção transversal”

Tipo de material do condutor elétrico (ρ)

Experimentalmente, diferentes tipos de condutores foram testados e verificou-se que não havia relação entre eles. Com o mesmo material, todavia, a resistência elétrica mantinha sempre o mesmo valor. A partir dessas experiências, estabeleceu-se uma constante de proporcionalidade que foi denominada resistividade elétrica.

Resistividade Elétrica

Resistividade elétrica é a resistência elétrica específica de um certo condutor com 1 metro de comprimento, 1 mm² de área de seção transversal, medida em temperatura ambiente constante de 20°C.

A unidade de medida de resistividade é o $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$, representado pela letra grega ρ (lê-se “ro”).

A tabela a seguir apresenta alguns materiais com seu respectivo valor de resistividade.

Material	ρ ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$) a 20°C
Alumínio	0,0278
Cobre	0,0173
Estanho	0,1195
Ferro	0,1221
Níquel	0,0780
Zinco	0,0615
Chumbo	0,21

Prata	0,30
-------	------

Influência da temperatura sobre a Resistência

Agora estudaremos o comportamento dos condutores, com relação a temperatura. Lembre-se que a resistência elétrica de um condutor depende do tipo de material de que ele é constituído e da mobilidade das partículas em seu interior.

Na maior parte dos materiais o aumento da temperatura significa maior resistência elétrica. Isso acontece porque com o aumento da temperatura há um aumento da agitação das partículas que constituem o material, aumentando as colisões entre as partículas e os elétrons livres no interior do condutor.

Isso é verdadeiro no caso dos metais e suas ligas. Neste caso, é necessário um grande aumento na temperatura para que se possa notar uma pequena variação na resistência elétrica.

Conclui-se, então, que em um condutor, a variação na resistência elétrica relacionada ao aumento de temperatura depende diretamente da variação de resistividade elétrica própria do material com o qual o condutor é fabricado.

Assim, uma vez conhecida a resistividade do material do condutor em uma determinada temperatura, é possível determinar seu novo valor em uma nova temperatura. Matematicamente faz-se isso por meio da expressão:

$$\rho_f = \rho_o \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta)$$

Onde :

ρ_f = resistividade do material na temperatura final em $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;

ρ_o = resistividade do material na temperatura inicial (geralmente 20°C) em $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;

α = coeficiente de temperatura do material (dado de tabela);

$\Delta\theta$ = variação de temperatura (temperatura final - temperatura inicial), em $^\circ\text{C}$.

A tabela a seguir mostra os valores de coeficiente de temperatura dos materiais que correspondem à variação da resistência elétrica que o condutor do referido material, com resistência de 1Ω , sofre quando a temperatura varia de 1°C .

Material	Coeficiente de temperatura α ($^\circ\text{C}^{-1}$)
Cobre	0,0039
Alumínio	0,0032
Tungstênio	0,0045
Ferro	0,005
Prata	0,004
Platina	0,003
Nicromo	0,0002
Constantan	0,00001

Como exemplo vamos determinar a resistividade do cobre na temperatura de 50°C , sabendo que a uma temperatura de 20°C sua resistividade corresponde a $0,0173 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

$$\rho_o = 0,0173$$

$$\alpha$$
 ($^\circ\text{C}^{-1}$) = 0,0039 . (50 - 20)

$$\rho_f = ?$$

Como $\rho_f = \rho_o \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta)$, então:

$$\rho_f = 0,0173 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (50 - 20))$$

$$\rho_f = 0,0173 \cdot (1 + 0,0039 \cdot 30)$$

$$\rho_f = 0,0173 \cdot (1 + 0,117)$$

$$\rho_f = 0,0173 \cdot 1,117$$

$$\rho_f = 0,0193 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

Exemplo:

Analisemos a resistência de um fio de cobre a temperatura de 20°C e depois a 50°C

Dados:

L = 100 metros;

S = seção transversal de 2.5mm²;

$\rho = 0,0173 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Pela 2ª Lei de Ohm temos:

$$R = \rho \cdot L \div S$$

$$\text{Assim} \Rightarrow R = \frac{0,0173 \Omega \text{ mm}^2/\text{m} \times 100 \text{ m}}{2.5 \text{ mm}^2} \Rightarrow R = 0,692 \Omega$$

A 50°C temos:

Como $\rho_f = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta)$, então:

$$\rho_f = 0,0173 \cdot (1 + 0,0039 \cdot (50 - 20))$$

$$\rho_f = 0,0173 \cdot (1 + 0,0039 \cdot 30)$$

$$\rho_f = 0,0173 \cdot (1 + 0,117)$$

$$\rho_f = 0,0173 \cdot 1,117$$

$$\rho_f = 0,0193 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

Então:

$$R = \rho \cdot L \div S$$

$$\text{Assim} \Rightarrow R = \frac{0,0193 \Omega \text{ mm}^2/\text{m} \times 100 \text{ m}}{2.5 \text{ mm}^2} \Rightarrow R = 0,772 \Omega$$

Assim podemos verificar que quanto maior a temperatura de um fio condutor maior será sua resistência e, assim, menor sua corrente. Então podemos concluir que:

“A Temperatura de um condutor é diretamente proporcional à resistência”

As pessoas influenciam-nos, as vozes comovem-nos, os livros convencem-nos, os feitos entusiasmam-nos.
(John Henry Newman)

www.clubedaeletronica.com.br

Referências Bibliográficas:

- ❑ Bonjorno, J. R. e Ramos, M. C. Física Fundamenta - Volume único. São Paulo. Ed. FTD, 1999.
- ❑ _____. Física 2º grau – volume 2. Telecurso 2000. São Paulo. Ed. Globo.
- ❑ Apostila Senai Prof. Dr. E.J. Zerbini.