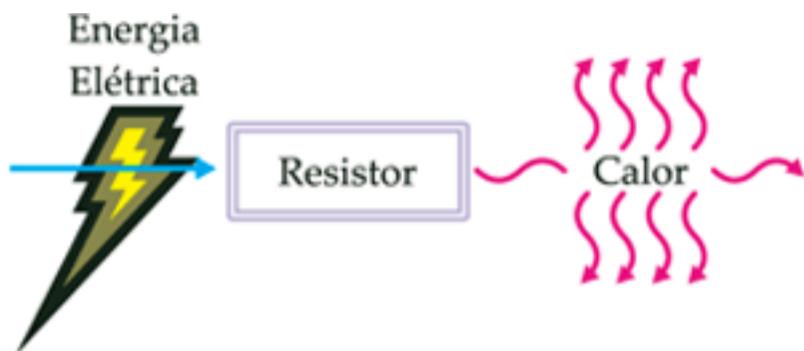




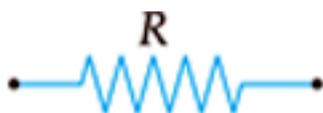
Capítulo 02. Resistores

1. Conceito

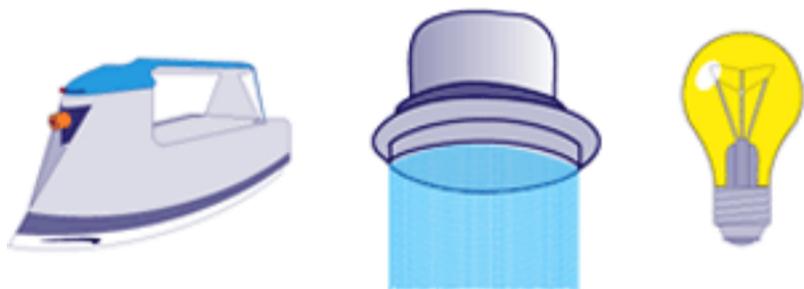
Resistor é todo dispositivo elétrico que transforma exclusivamente energia elétrica em energia térmica.



Simbolicamente é representado por:

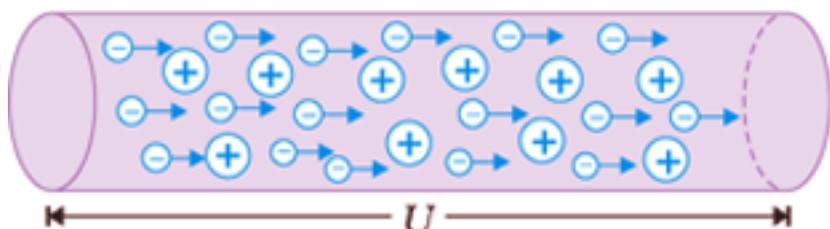


Alguns dispositivos elétricos classificados como resistores são: ferro de passar roupa, ferro de soldar, chuveiro elétrico, lâmpada incandescente, etc.



2. Resistência Elétrica

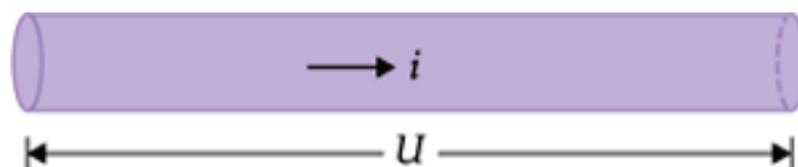
A resistência elétrica (R) é uma medida da oposição ao movimento dos portadores de carga, ou seja, a resistência elétrica representa a dificuldade que os portadores de carga encontram para se movimentarem através do condutor. Quanto maior a mobilidade dos portadores de carga, menor a resistência elétrica do condutor.



Assim, podemos classificar:

1. Condutor ideal– Os portadores de carga existentes no condutor não encontram nenhuma oposição ao seu movimento. Dizemos que a resistência elétrica do condutor é nula, o que significa dizer que existe uma alta mobilidade de portadores de carga.

2. Isolante ideal– Os portadores de carga existentes estão praticamente fixos, sem nenhuma mobilidade. Dizemos, neste caso, que a resistência elétrica é infinita. Consideremos um condutor submetido a uma diferença de potencial (ddp), no qual se estabelece uma corrente elétrica.



Seja U a diferença de potencial aplicada e i a intensidade de corrente elétrica por meio do condutor.

Definimos:

▣ **Resistência elétrica (R) é a relação entre a ddp aplicada (U) e a correspondente intensidade de corrente elétrica (i).**

Assim
$$R = \frac{U}{i}$$

Unidade de resistência elétrica no Sistema Internacional

$$\frac{\text{volt (V)}}{\text{ampère (A)}} = \text{ohm}(\Omega)$$

A resistência elétrica é uma característica do condutor, portanto, depende do material de que é feito o mesmo, de sua forma e dimensões e também da temperatura a que está submetido o condutor. Posteriormente, esses itens serão analisados mais detalhadamente.





Capítulo 02. Resistores

Um resistor, submetido a diferentes tensões, apresenta correntes elétricas com diferentes intensidades.

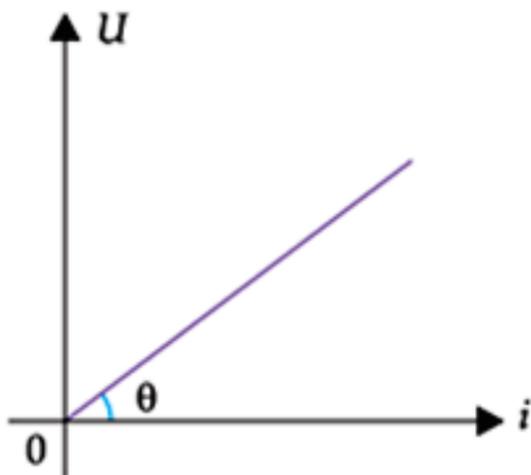
U	U_1	U_2	U_n
i	i_1	i_2	i_n

Dizemos que um condutor obedece à primeira lei de Ohm quando ele apresenta uma resistência elétrica constante, quaisquer que sejam U e i .

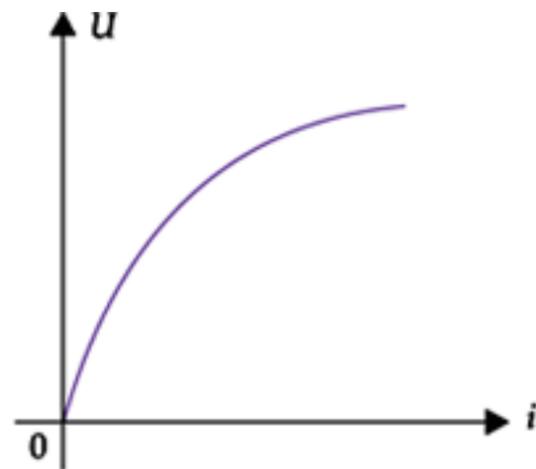
$$R = \frac{U_1}{i_1} = \frac{U_2}{i_2} = \dots = \frac{U_n}{i_n}$$

Nessas condições, o condutor recebe o nome de **condutor ôhmico**.

Nos condutores ôhmicos, a intensidade de corrente elétrica é diretamente proporcional à ddp aplicada. Assim, a curva característica de um condutor ôhmico é uma reta inclinada em relação aos eixos U e i ; passando pela origem (0 ; 0).



Por outro lado, os condutores, para os quais a relação U/i não é constante, são chamados de **condutores não-ôhmicos**. A relação entre a intensidade de corrente elétrica e a ddp não obedece a nenhuma relação específica, e sua representação gráfica pode ser qualquer tipo de curva, exceto uma reta.



Exercício Resolvido

01. A tabela abaixo apresenta os resultados obtidos com medidas de intensidade de corrente elétrica e ddp em dois condutores diferentes.

Condutor 1		Condutor 2	
i (A)	U (V)	i (A)	U (V)
0	0	0	0
0,5	2,18	0,5	3,70
1,0	4,36	1,0	6,18
2,0	8,72	2,0	9,16
4,0	17,44	4,0	11,44

Com base na tabela, verifique se os condutores são ou não ôhmicos.

Resolução

Para verificarmos se os condutores são ou não ôhmicos, devemos determinar a relação $R = \frac{U}{i}$ em todos os pontos. Assim, temos:

$$\text{condutor 1} \Rightarrow \frac{2,18}{0,5} = \frac{4,36}{1,0} = \frac{8,72}{2,0} = \frac{17,44}{4,0}$$

$$R = 4,36 \Omega \text{ constante}$$

$$\text{condutor 2} \Rightarrow \frac{3,70}{0,5} \neq \frac{6,18}{1,0} \neq \frac{9,16}{2,0} \neq \frac{11,44}{4,0}$$

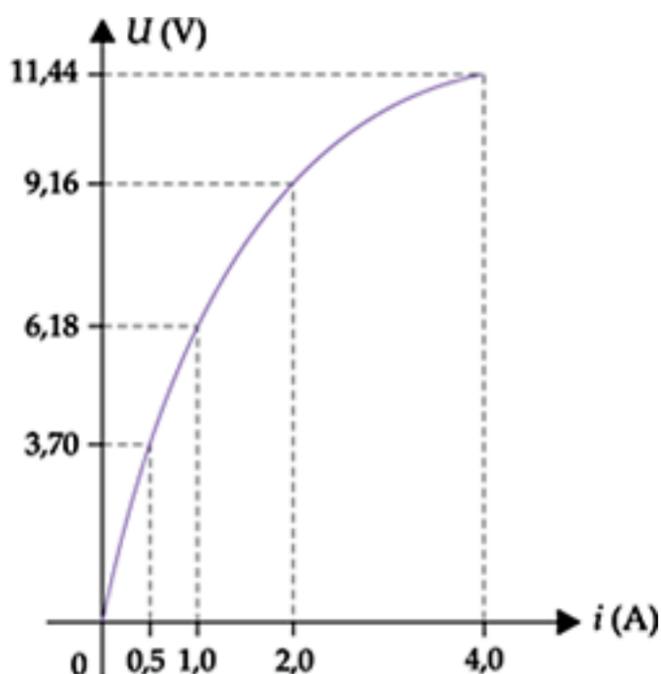
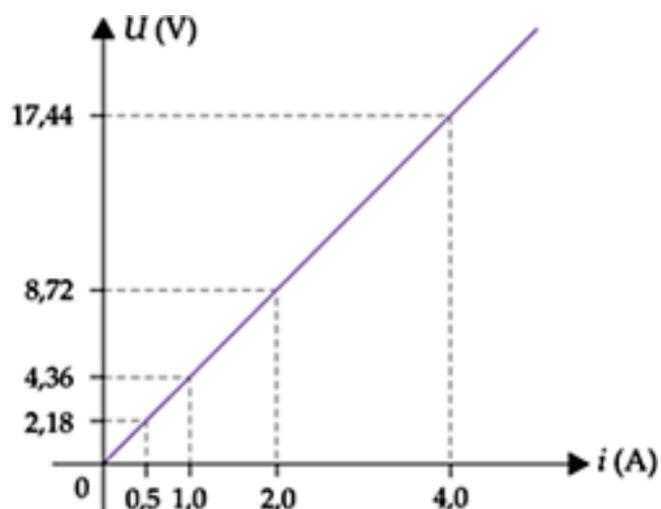
$$R = 7,40 \Omega ; 6,18 \Omega ; 4,58 \Omega ; 2,86 \Omega \text{ variável}$$

Portanto, o **condutor 1** é ôhmico para o intervalo de intensidade de corrente elétrica de 0 a 4 A, enquanto o **condutor 2** não é ôhmico.



Capítulo 02. Resistores

Seus respectivos gráficos estão representados nas figuras abaixo:



Leitura Complementar:

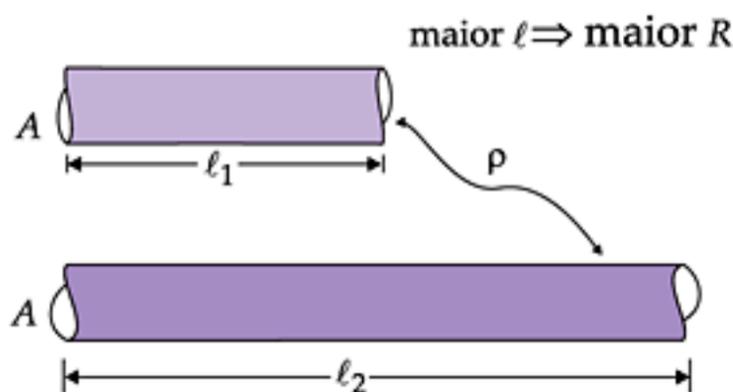
4. Segunda Lei de Ohm

Para condutores em forma de fios, verificamos, experimentalmente, que a resistência elétrica do condutor depende do comprimento do fio (ℓ), da área de sua seção transversal (A) e do tipo de material que constitui o condutor (ρ).

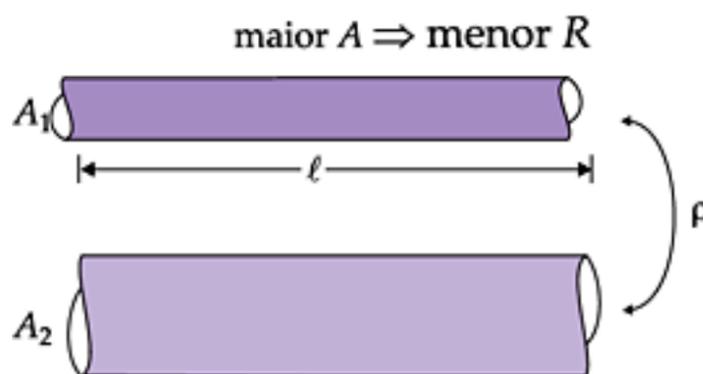


Analisando, separadamente, cada uma dessas dependências, temos:

1) a resistência elétrica R é diretamente proporcional ao comprimento ℓ do fio;



2) a resistência elétrica é inversamente proporcional à área da seção transversal do fio.



Com base nas análises acima, podemos escrever que:

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

Onde ρ é o fator de proporcionalidade (uma grandeza característica do material com que é feito o condutor, denominada **resistividade**, que só depende da temperatura, não dependendo da forma ou dimensão do condutor).

No Sistema Internacional, temos as seguintes unidades:

$$\left. \begin{array}{l} R \Rightarrow \text{ohm } (\Omega) \\ \ell \Rightarrow \text{metro } (\text{m}) \\ A = \text{m}^2 \end{array} \right\} \rho \Rightarrow \Omega \cdot \text{m}$$



Capítulo 02. Resistores

Algumas Resistividade a 20 °C (Ωm)

Alumínio	$2,8 \cdot 10^{-8}$
Cobre	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Ferro	$10 \cdot 10^{-8}$
Mercúrio	$96 \cdot 10^{-8}$
Carbono	$3\,500 \cdot 10^{-8}$
Âmbar	$5 \cdot 10^{14}$
Enxofre	$1 \cdot 10^{15}$
Germânio	0,45
Silício	640

5. Aplicações de Resistores

5.1. Reostatos

Por definição, reostatos são dispositivos tais que podemos variar a sua forma ou as suas dimensões, de modo a obter uma resistência variável.

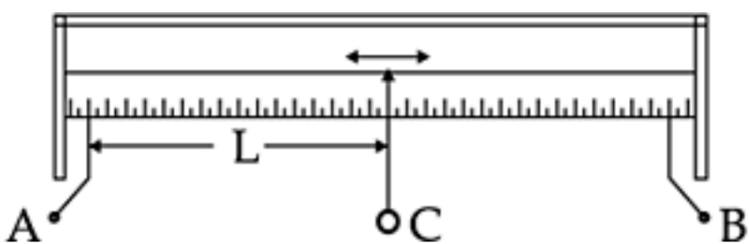
Os reostatos podem ser divididos em duas classes.

I. Variação Contínua

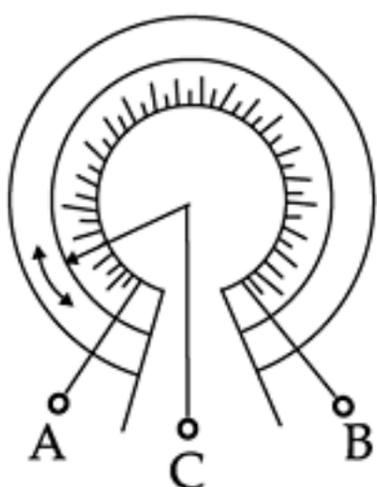
O reostato de variação contínua, comumente denominado potenciômetro, apresenta uma resistência que pode assumir qualquer valor entre zero e um, dado o valor máximo específico. Este tipo de reostato é constituído basicamente por um condutor de um determinado comprimento e um cursor que se move ao longo do condutor. Nestas condições, variando-se a posição do cursor, variamos o comprimento do condutor e, portanto, a sua resistência elétrica.

Exemplos

a) Potenciômetro Linear



b) Potenciômetro Circular

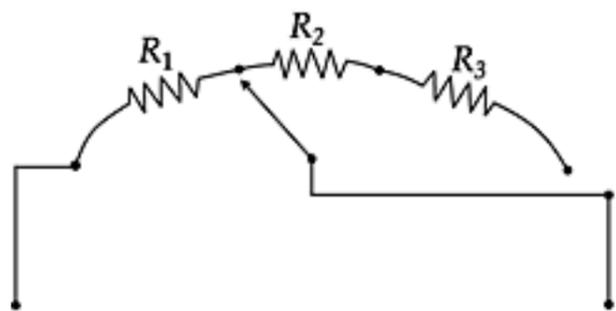


Como o cursor C pode variar ao longo do resistor de A até B, ao ligarmos o circuito nos pontos A e C, obtemos uma resistência variável com o comprimento do resistor.

II. Variação Descontínua

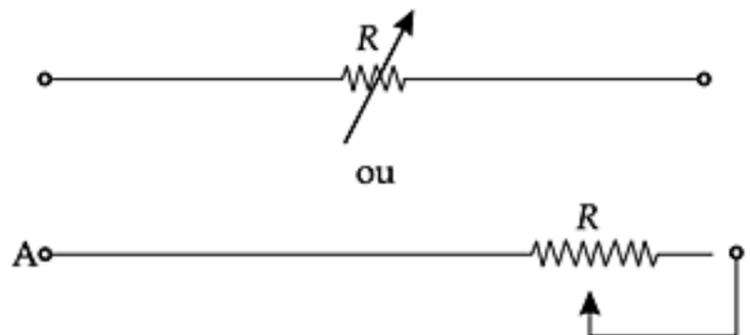
O reostato de variação descontínua somente pode assumir determinados valores decorrentes do fato de sua construção ser feita a partir de um conjunto de resistores com resistências bem determinadas.

Exemplo



A variação se dá em função da mudança do número de resistores associados ao circuito.

Nos circuitos elétricos, os reostatos são representados conforme as figuras abaixo:



5.2. Lâmpadas Incandescentes

As lâmpadas de incandescência são as lâmpadas de filamento, criadas no século passado pelo americano Thomas Edison.





Capítulo 02. Resistores

Os filamentos destas lâmpadas são geralmente de tungstênio, o qual permite um aquecimento até temperaturas muito altas, da ordem de 2 500 °C, sem atingir o ponto de fusão. Portanto, nessas lâmpadas, temos o efeito Joule (transformação de energia elétrica em energia térmica) e, quando a temperatura ultrapassa 500 °C, aproximadamente, o filamento da lâmpada começa a irradiar luz.

Normalmente, nos circuitos elétricos, as lâmpadas são representadas pelo símbolo indicado na figura abaixo:



5.3. Fusíveis Elétricos

O fusível elétrico é um elemento utilizado nos circuitos elétricos como segurança. Trata-se de um condutor (resistor) que age como um elemento de proteção aos demais elementos de um circuito. Para isto, o fusível suporta, no máximo, um determinado valor de corrente elétrica; acima deste valor, o calor produzido por efeito Joule é tal que funde (derrete) o fusível.

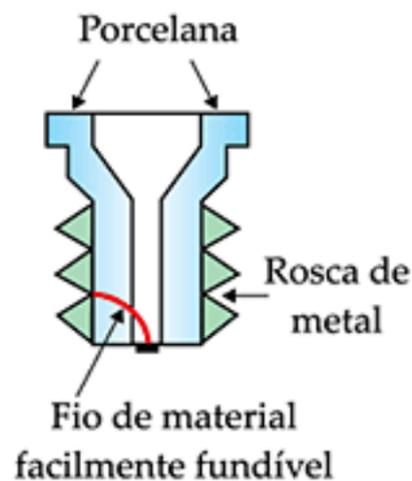
O material empregado nos fusíveis tem, em geral, baixa temperatura de fusão. Alguns materiais utilizados são: o chumbo, que apresenta temperatura de fusão da ordem de 327 °C; o estanho, com temperatura de fusão da ordem de 232 °C; ou ligas desses metais.

O fio de metal é montado em um cartucho ou em uma peça de porcelana. O fusível é construído de maneira a suportar a corrente máxima exigida por um circuito para o seu funcionamento. Assim, podemos ter fusíveis de 1 A ; 2 A ; 10 A ; 30 A, etc.

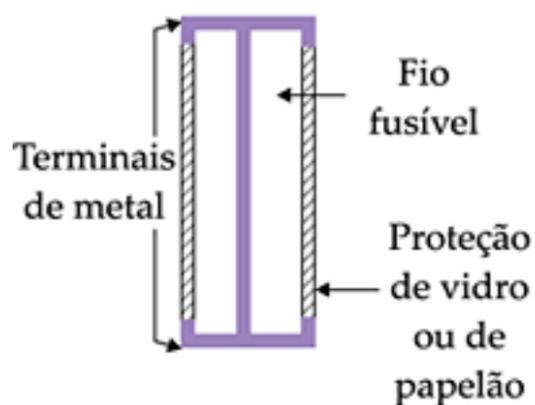
Em circuitos elétricos, os fusíveis são representados pelo símbolo a seguir:



Fusível de rosca



Fusível de cartucho



Exercício Resolvido

No comércio, os fios condutores são conhecidos por números de determinada escala. A mais usada é a AWG (*American Wire Gage*). Um fio muito usado em instalações domiciliares é o número 12 AWG. Sua seção reta é de 3,3 mm². A resistividade do cobre é de $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$, sendo $\alpha = 4 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, ambos a 20 °C.

- Determine a resistência elétrica de 200 m desse fio a 20 °C.
- Qual a resistência elétrica desse fio a 100 °C?

Resolução

a) A resistência é dada por $R = \frac{\rho \cdot \ell}{A}$. Assim, temos:

$$R = \frac{(1,7 \cdot 10^{-8}) \cdot 200}{(3,3 \cdot 10^{-6})} \Rightarrow R = 1,0 \Omega$$

b) A resistência desse fio a 100 °C é dada por:

$$\begin{aligned} R &= R_0 (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) \\ R &= 1,0 (1 + 4 \cdot 10^{-3} \cdot 80) \\ R &= 1,32 \Omega \end{aligned}$$

Leitura Complementar: