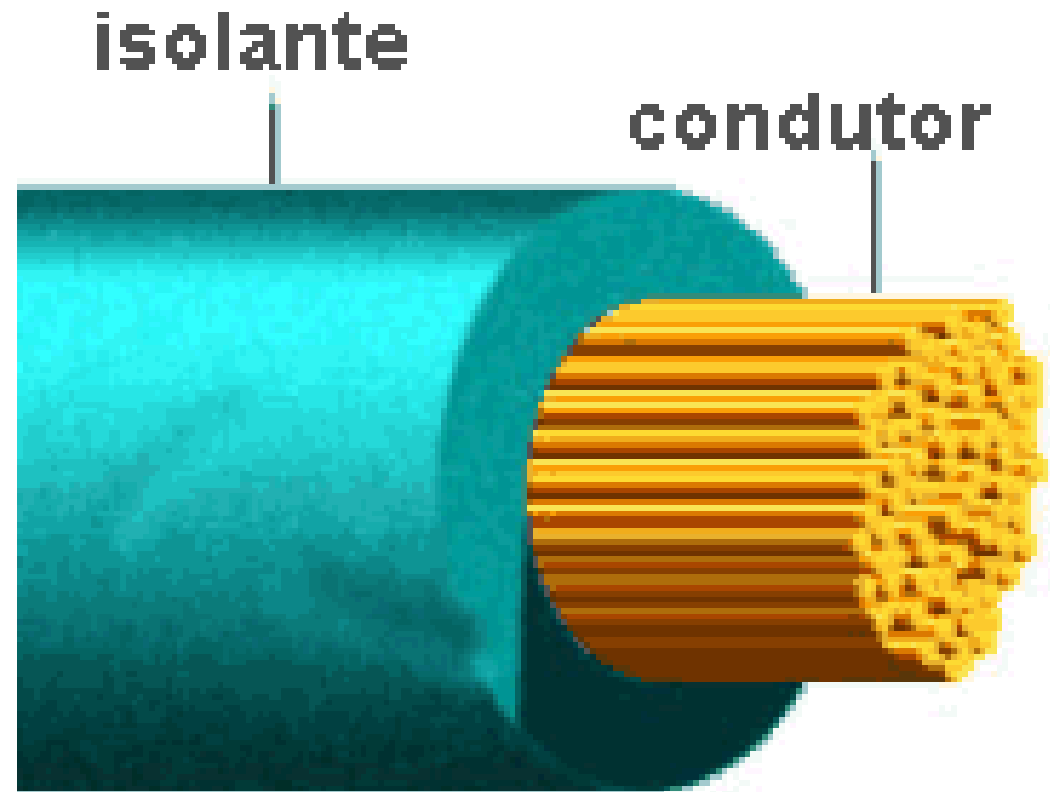


INTRODUÇÃO

► **Condutor:** são denominados condutores as matérias que permitem a passagem de uma corrente razoavelmente intensa com a aplicação de uma tensão razoavelmente pequena. Além disso, os átomos das matérias que são bons condutores possuem apenas um elétron na camada mais distante do núcleo, a camada de valência.

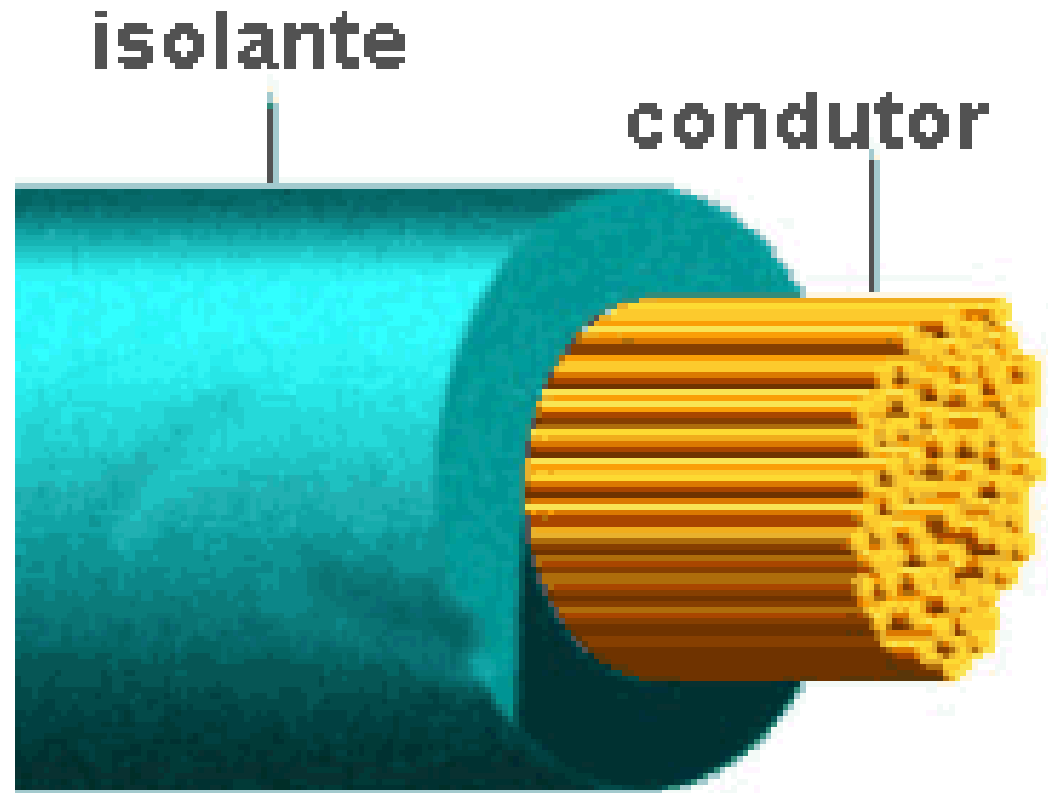
Exemplos: Ouro, cobre, alumínio, etc.



INTRODUÇÃO

► **Isolante:** os isolantes são matérias que possuem muito pouco elétrons livres, sendo necessária uma tensão muito elevada para que eles sejam percorridos por uma corrente mensurável.

Exemplos: Madeira, borracha, porcelana, etc.



INTRODUÇÃO

- ▶ O elemento de circuito mais simples é o **resistor**. Todo condutor elétrico exibe propriedades que são característica de um resistor. Quando a corrente flui em um condutor, elétrons que constituem a corrente colidem com o conjunto de átomos no condutor, ou seja, impede ou resiste ao movimento dos elétrons.

Portanto o resistor é um elemento que possui uma resistência.

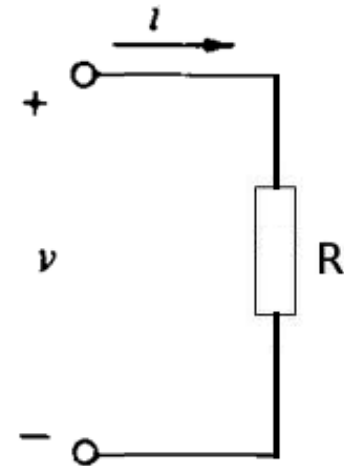
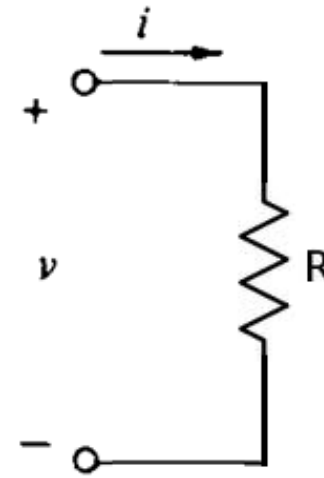
- ▶ Materiais mais utilizados: Ligas metálicas e compostos de carbônicos



LEI DE OHM

► Georg Simon Ohm (1787-1845), através de experimentos, formulou a **relação tensão-corrente** para o resistor.

Esta formulação foi intitulada como **“A Corrente Galvânica ou 1º LEI DE OHM”**, onde Georg chamava a unidade de resistência de OHM.



Símbolo para um resistor em um circuito

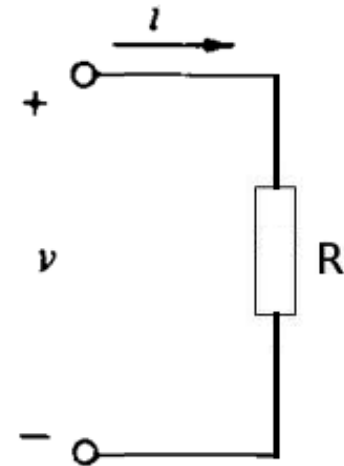
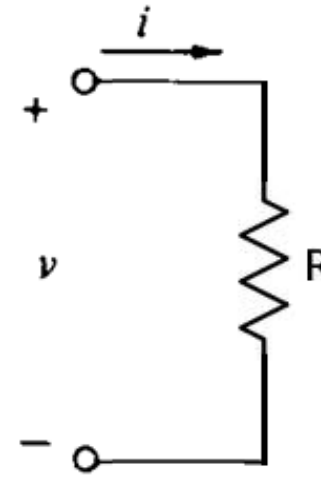
LEI DE OHM

- ▶ A lei de OHM estabelece que a tensão sobre um resistor é diretamente proporcional à corrente que o atravessa, ou seja:

$$v = Ri[V]$$

onde $R \geq 0$ é a resistência em ohms

- ▶ O símbolo usado para representar o ohm é a letra grega maiúscula **Ômega** $[\Omega]$



Símbolo para um resistor em um circuito

LEI DE OHM

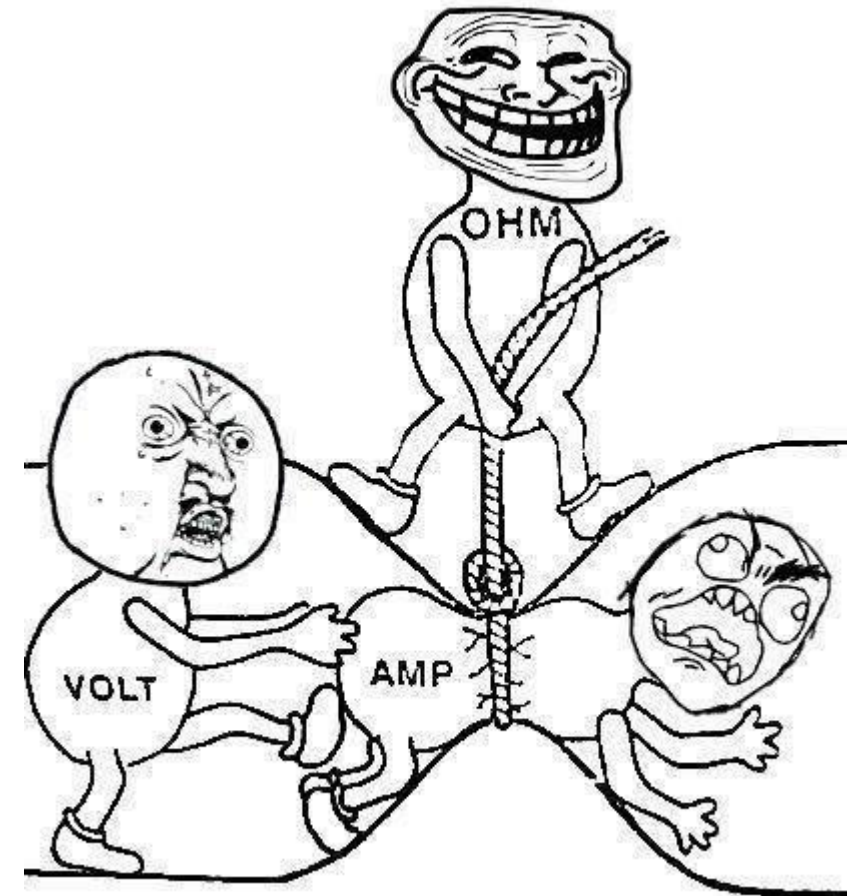
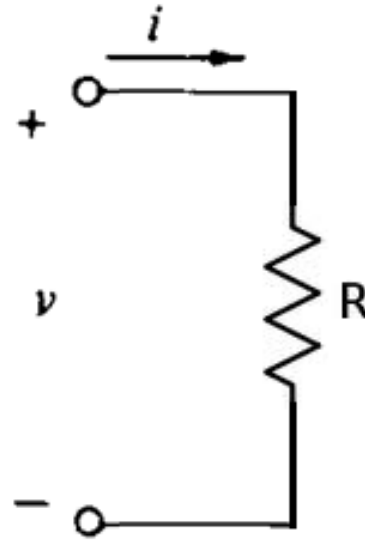
- **Exemplo:** Se $R=3[\Omega]$ e $v=6[V]$ no circuito da figura ao lado, qual é a corrente que percorre o circuito?

$$v = Ri[V] \Rightarrow i = \frac{v}{R}[A]$$

$$\therefore i = \frac{6}{3} = 2[A]$$

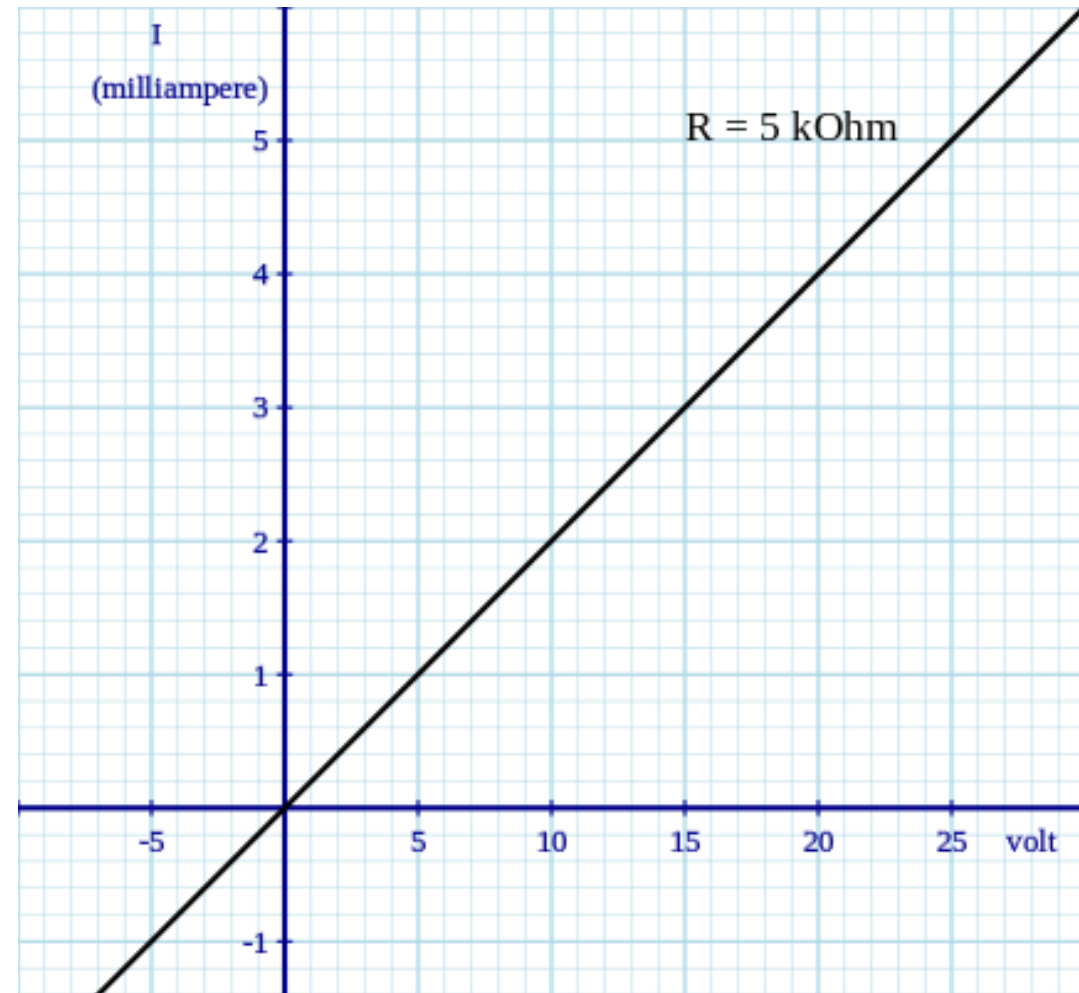
- **Exemplo:** Se o valor da resistência é alterado para $1[k\Omega]$, qual seria a corrente?

$$i = \frac{6}{1 \cdot 10^3} = 6 \cdot 10^{-3} = 6[mA]$$



LEI DE OHM

- ▶ Em corrente continua a resistência de um resistor é sempre constante, assim o resistor é um componente linear.
- ▶ **Exercício:** Plote o gráfico da tensão em função da corrente quando a resistência for: (a) $R=10[\Omega]$ e (b) $R=0,5[\Omega]$.



LEI DE OHM

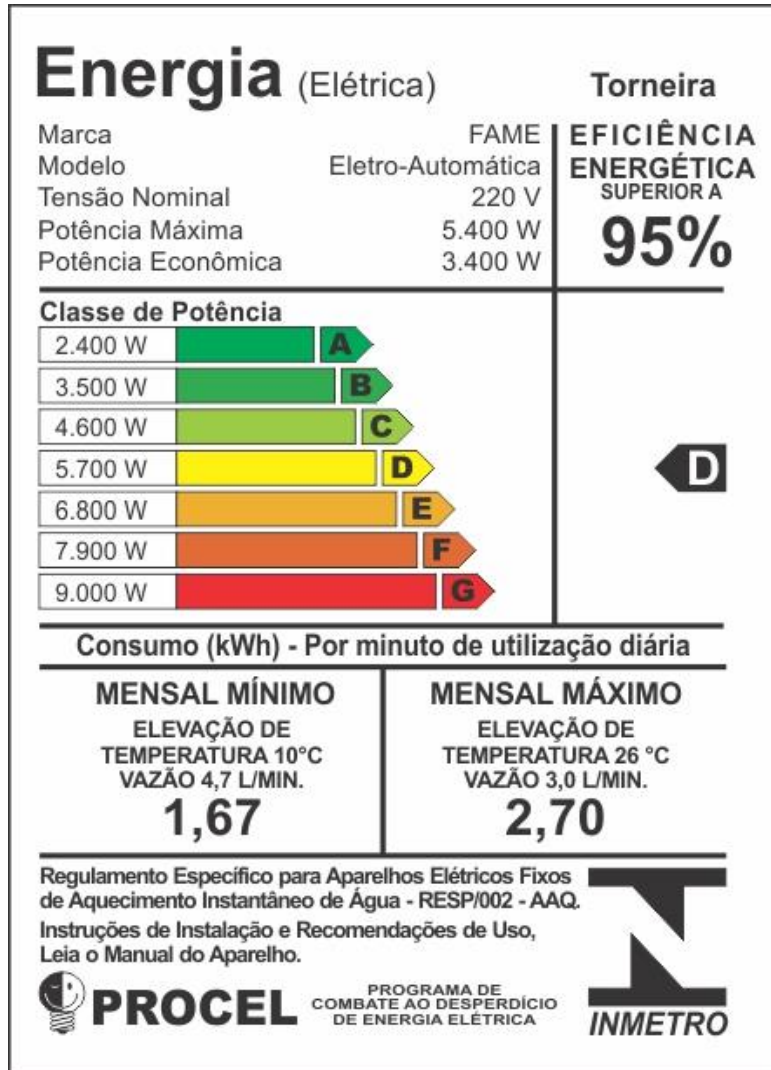
- ▶ Fazendo manipulações com a lei de OHM, temos:

$$v = Ri[V]; \quad i = \frac{v}{R}[A]; \quad R = \frac{v}{i}[\Omega]$$

- ▶ Lembrando que a potência é dada por: $P = vi[W]$
- ▶ Então: $P = Ri^2[W]$ “Efeito Joule”
- ▶ ou $P = \frac{v^2}{R}[W]$
- ▶ Lembrando ainda que a velocidade com que uma energia é dissipada é a potência então:

$$E = P.t[J][Ws]$$

Nota: nos estudos da eletricidade a energia é representada pela letra “E” e sua unidade é o [Watts x Segundo].

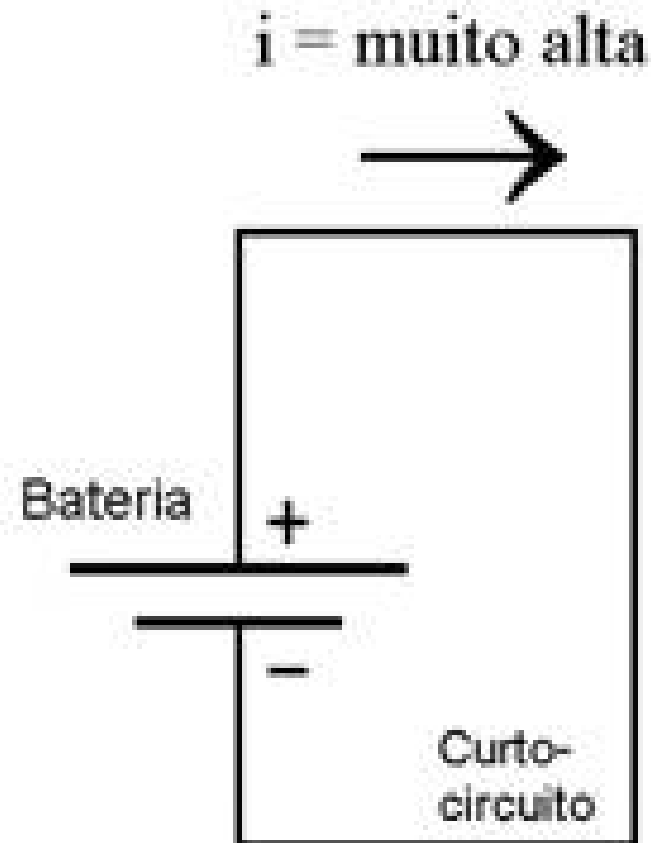


LEI DE OHM

- ▶ Outra grandeza importante muito usada na análise de circuitos é conhecida como **condutância "G"** dada em [siemens] representada pela letra [S], que é o inverso da resistência.

$$G = \frac{1}{R} \text{ [siemens]}$$

- ▶ Conclusões importantes:
- ▶ Um **curto circuito** é um condutor ideal entre dois pontos, e pode ser visto como uma resistência de zero ohm (corrente tende para o infinito e a tensão é zero).

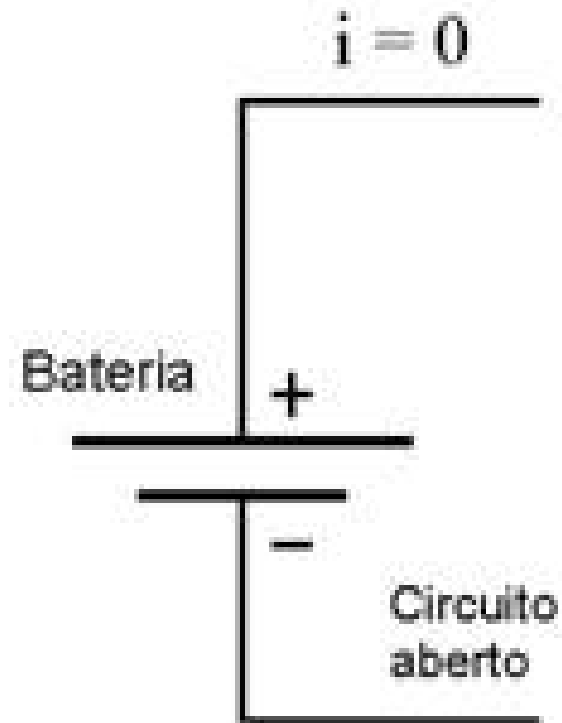


LEI DE OHM

- ▶ Outra grandeza importante muito usada na análise de circuitos é conhecida como **condutância "G"** dada em [siemens] representada pela letra [S], que é o inverso da resistência.

$$G = \frac{1}{R} \text{ [siemens]}$$

- ▶ Conclusões importantes:
- ▶ Um **circuito aberto** é uma interrupção do circuito pela qual nenhuma corrente pode circular (resistência infinita e tensão qualquer).



LEI DE OHM

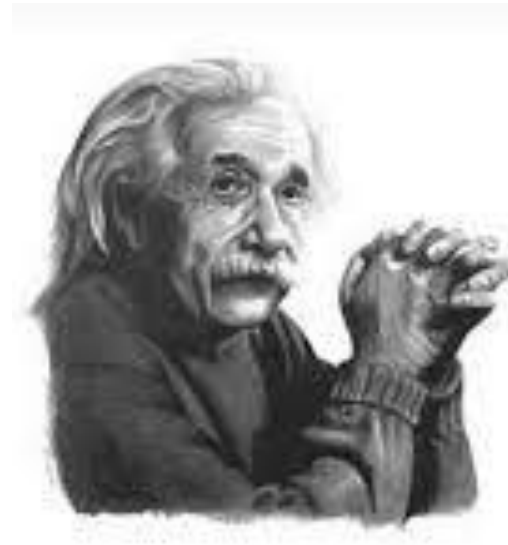
► **Exemplo:** A tensão sobre um resistor de $10k\Omega$ é $50V$. Calcule (a) a condutância. (b) a corrente e (c) a potência mínima do resistor.

$$(a) \quad G = \frac{1}{R} = \frac{1}{10 \cdot 10^3} = 0,1[mS]$$

$$(b) \quad i = Gv = 0,1 \cdot 50 = 5[mA]$$

$$(c) \quad P = vi = 50 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,25[W]$$

► **Exemplo:** A potência instantânea absorvida por um resistor é $p(t) = 4 \cdot \sin^2(377 \cdot t)$ [W]. Se a corrente é $i(t) = 40 \cdot \sin(377 \cdot t)$ [mA], calcule a tensão e resistência.



**"Dar o exemplo
não é o principal meio
de influenciar os outros,
é o único meio."
- Albert Einstein**

Reflexões

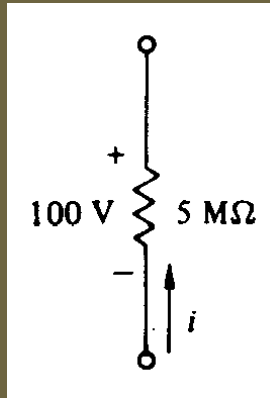
$$p(t) = v(t) \cdot i(t) \Rightarrow v(t) = \frac{p(t)}{i(t)} = \frac{4 \cdot \sin^2(377 \cdot t)}{40 \cdot 10^{-3} \cdot \sin(377 \cdot t)} = 100 \cdot \sin(377 \cdot t) [V]$$

$$v(t) = R \cdot i(t) \Rightarrow R = \frac{v(t)}{i(t)} = \frac{100 \cdot \sin(377 \cdot t)}{40 \cdot 10^{-3} \cdot \sin(377 \cdot t)} = 2,5[k\Omega]$$

LEI DE OHM

► **Exemplo:** Calcule a corrente e a potência entregue ao resistor abaixo.

$$i = \frac{v}{R} = -\frac{100}{5 \cdot 10^6} = -20 [\mu A]$$



$$P = vi = 100 \cdot (-20 \cdot 10^{-6}) = -2,0 [mW]$$

Nota: Quando a corrente elétrica entra no terminal positivo do resistor, ela é positiva, caso contrário é negativa.



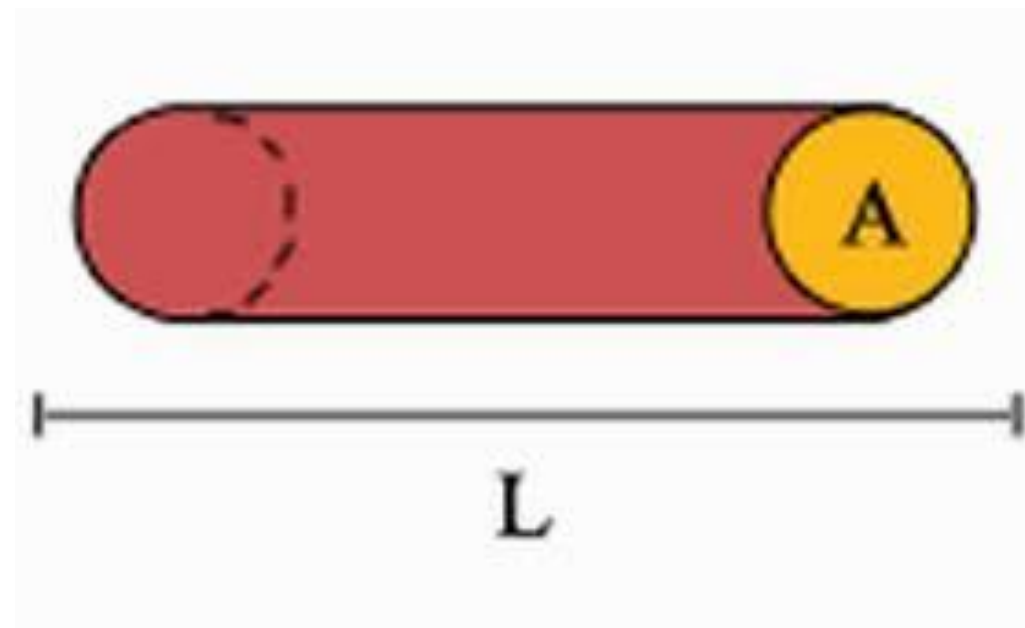
LEI DE OHM

► 2º LEI DE OHM:

A segunda lei de Ohm relaciona a resistência de um condutor com suas dimensões e com o material de que é feito.

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

Onde: ρ é a resistividade do material
 L é o comprimento do fio e A é a área da seção transversal.



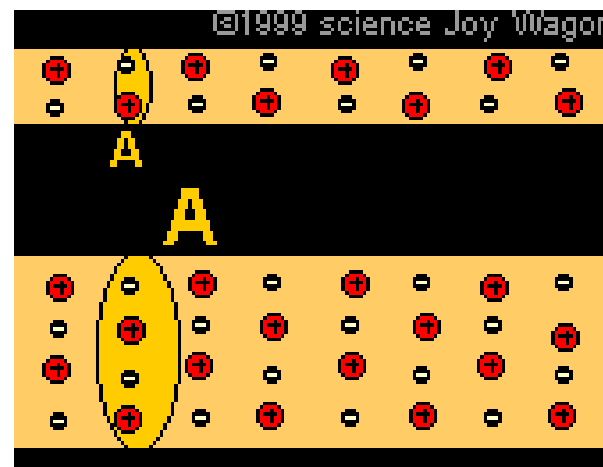
LEI DE OHM

► 2º LEI DE OHM:

A segunda lei de Ohm relaciona a resistência de um condutor com suas dimensões e com o material de que é feito.

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

Onde: ρ é a resistividade do material
 L é o comprimento do fio e A é a área da seção transversal.



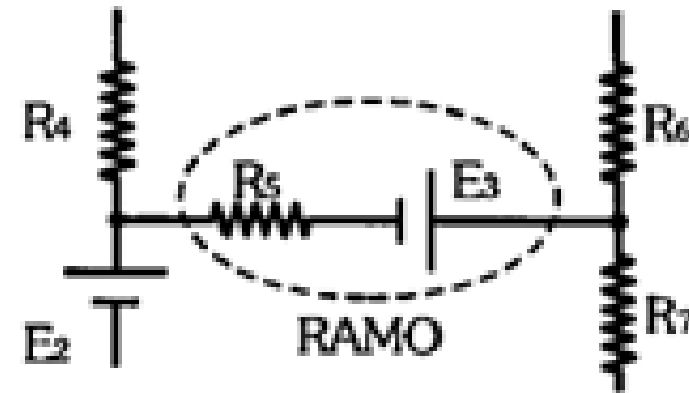
| Material | Resistividade ($\Omega.m$) |
|--------------|---------------------------------|
| Prata | $1,68 \times 10^{-8}$ |
| Cobre | $1,69 \times 10^{-8}$ |
| Alumínio | $2,75 \times 10^{-8}$ |
| Tungstênio | $5,25 \times 10^{-8}$ |
| Ferro | $9,68 \times 10^{-8}$ |
| Platina | $10,6 \times 10^{-8}$ |
| Manganina | $48,2 \times 10^{-8}$ |
| Silício Puro | $2,5 \times 10^3$ |
| Vidro | $10^{10} - 10^{14}$ |

LEIS DE KIRCHHOFF

- ▶ As leis de Kirchhoff envolvem conceitos básicos para a resolução e análise de circuitos elétricos, além disso é fundamental conhecer os elementos que formam um circuito elétrico, por exemplo: Ramo, Malha e Nó.
- ▶ **Ramo:** Qualquer parte de um circuito elétrico composta por um ou mais dispositivos ligados em série é denominado ramo.



Gustav Robert Kirchhoff
(1824-1887)

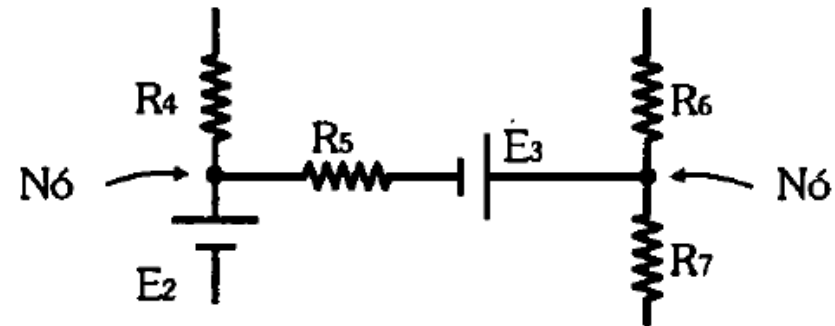


LEIS DE KIRCHHOFF

- ▶ As leis de Kirchhoff envolvem conceitos básicos para a resolução e análise de circuitos elétricos, além disso é fundamental conhecer os elementos que formam um circuito elétrico, por exemplo: Ramo, Malha e Nó.
- ▶ **Nó:** Qualquer ponto de um circuito elétrico no qual há a conexão de três ou mais ramos é denominado nó.



Gustav Robert Kirchhoff
(1824-1887)

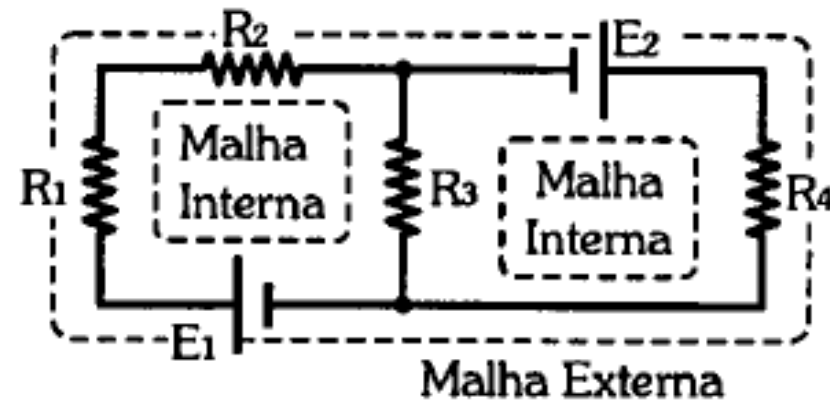


LEIS DE KIRCHHOFF

- ▶ As leis de Kirchhoff envolvem conceitos básicos para a resolução e análise de circuitos elétricos, além disso é fundamental conhecer os elementos que formam um circuito elétrico, por exemplo: Ramo, Malha e Nó.
- ▶ **Malha:** Qualquer parte de um circuito elétrico cujos ramos formam um caminho fechado para a corrente é denominada malha.



Gustav Robert Kirchhoff
(1824-1887)

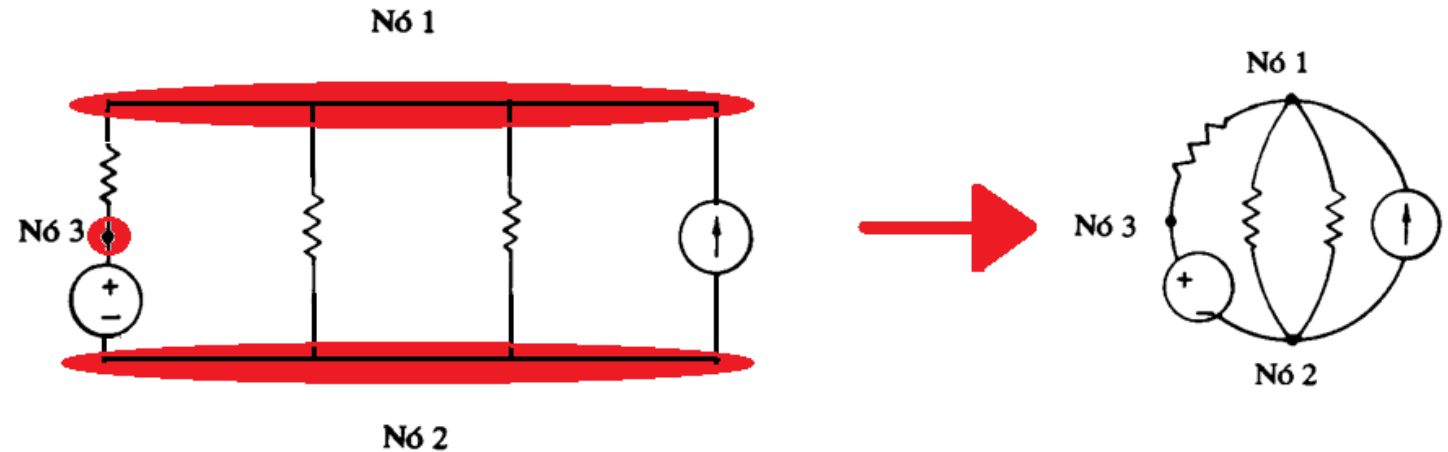


LEIS DE KIRCHHOFF

- Um circuito consiste em dois ou mais elementos de circuitos conectados através de condutores ideais.

Um exemplo de um circuito contendo três nós é mostrado na figura ao lado.

- Nota:** O nó "3" é necessário para interconexão de uma fonte independente de tensão e um resistor.



LEIS DE KIRCHHOFF

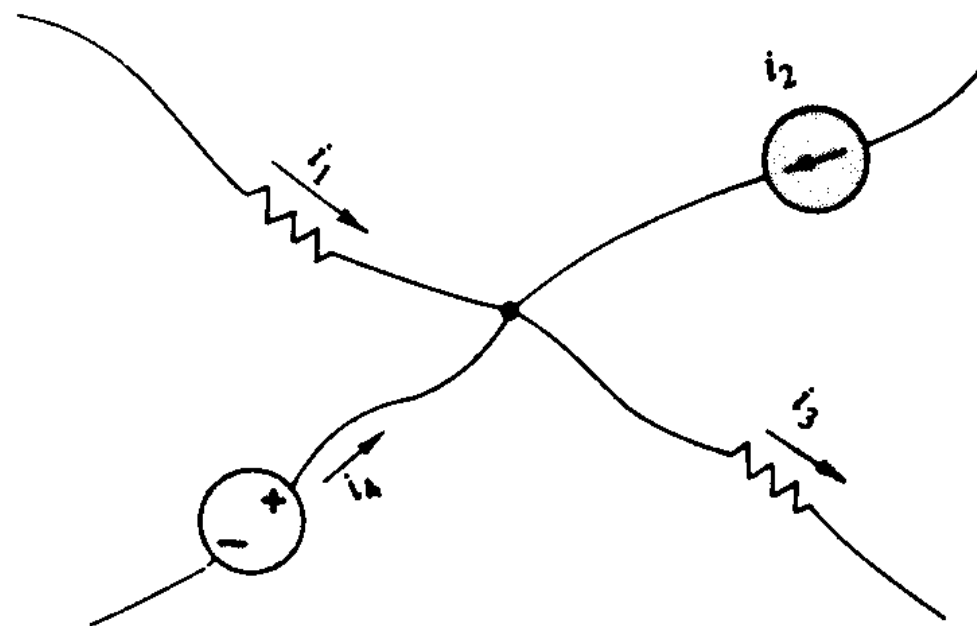
► Lei de Kirchhoff das correntes (LKC)

A **Lei de Kirchhoff das correntes (LKC)** estabelece que: **A soma algébrica das correntes que entram em um nó é igual a zero.**

Por exemplo, as correntes que entram no nó da figura ao lado, são i_1 , i_2 , $-i_3$ e i_4 (visto que i_3 saindo é $-i_3$ entrando). Portanto, a LKC para este caso é

$$i_1 + i_2 + (-i_3) + i_4 = 0$$

Pode-se falar também de forma equivalente que: **A LKC corresponde a soma algébrica das correntes que saem de um nó é zero.**



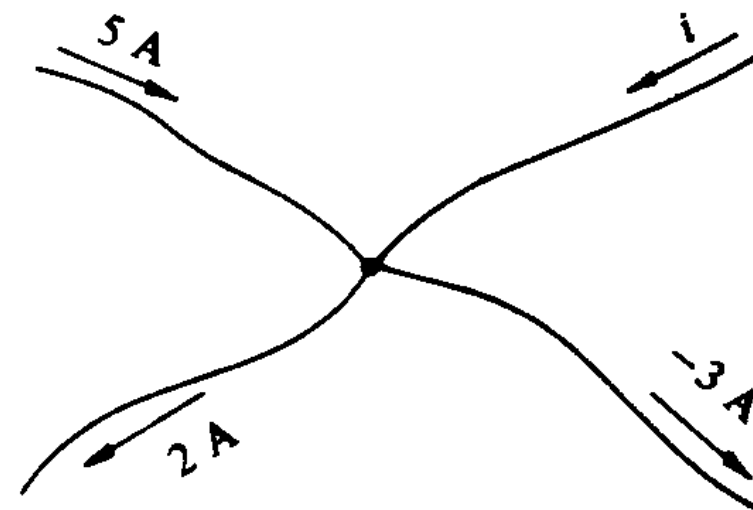
LEIS DE KIRCHHOFF

► Lei de Kirchhoff das correntes (LKC)

Exemplo: Calcule a corrente i na figura ao lado.

$$5 + i - (-3) - 2 = 0$$

$$i = -6[A]$$



LEIS DE KIRCHHOFF

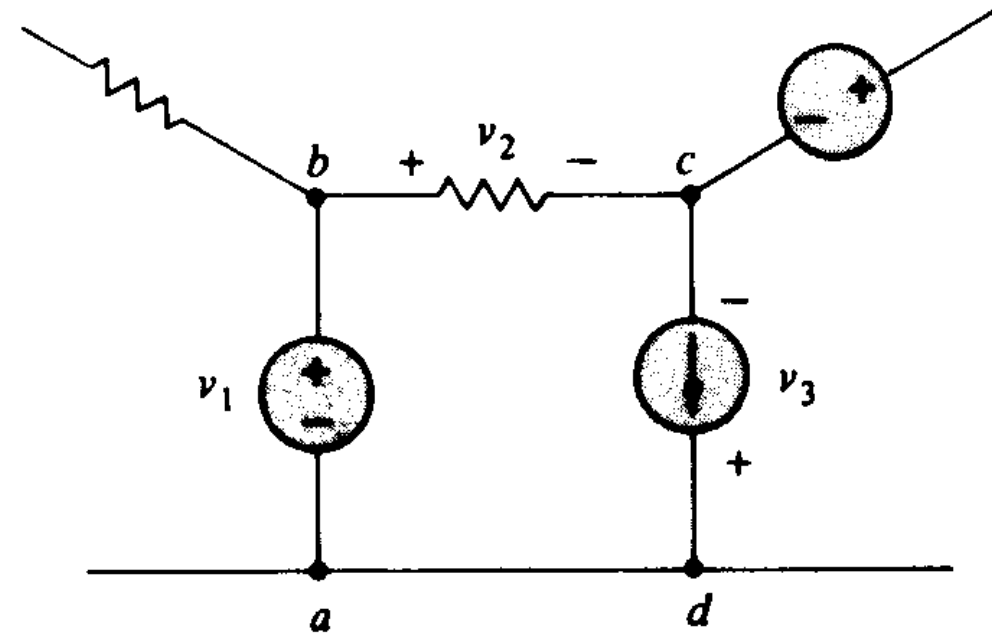
► Lei de Kirchhoff das tensões (LKT)

A lei de Kirchhoff das tensões (LKT) estabelece que: **A soma algébrica das tensões ao longo de qualquer percurso fechado é zero.**

Por exemplo, a aplicação deste enunciado no percurso fechado “abcd” da figura abaixo dá:

$$v_1 - v_2 + v_3 = 0$$

O sinal algébrico de cada tensão foi tomado como positivo quando vai de – para + (do potencial mais baixo para o potencial mais elevado) e negativo quando vai de + para – (do potencial mais elevado para o mais baixo).



A equação geral para LKT fica:

$$\sum_{n=1}^N v_n = 0$$

LEIS DE KIRCHHOFF

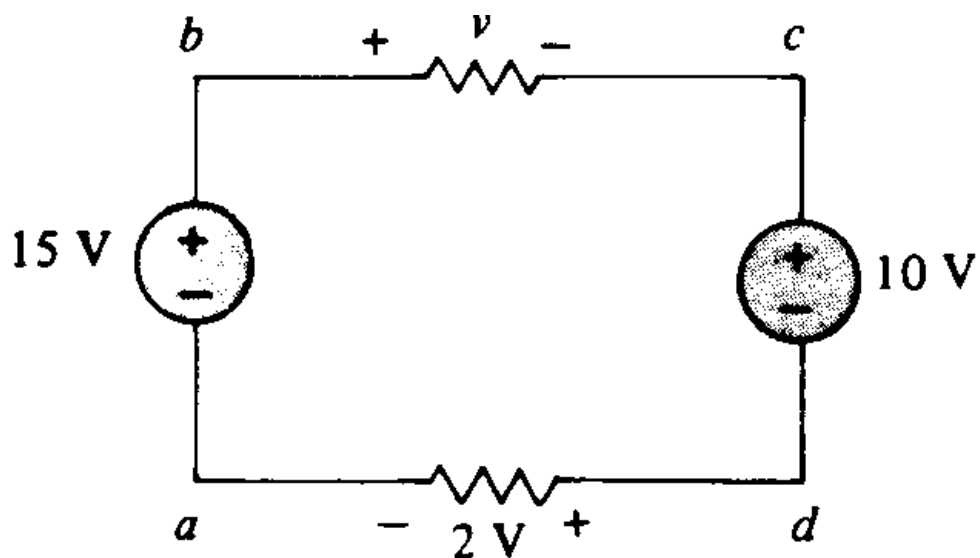
► Lei de Kirchhoff das tensões (LKT)

Exemplo: Percorrendo o circuito da figura abaixo no sentido horário, calcule o valor de v .

$$15 - v - 10 - 2 = 0 \quad \rightarrow \quad v = 3[V]$$

No sentido contrário:

$$-15 + 2 + 10 + v = 0 \quad \rightarrow \quad v = 3[V]$$



LEIS DE KIRCHHOFF

► Lei de Kirchhoff das tensões (LKT)

Exemplo: Percorrendo o circuito da figura abaixo no sentido horário, calcule o valor de v .

$$15 - v - 10 - 2 = 0 \quad \rightarrow \quad v = 3[V]$$

Nota: a soma das tensões com uma polaridade é igual à soma das tensões com Polaridade oposta.

Então uma outra forma de Representar a equação LKT para o circuito ao lado é:

$$v + 10 + 2 = 15 \quad \rightarrow \quad v = 15 - 2 - 10 = 3[V]$$

