

Física Experimental III

1º Semestre de 2020



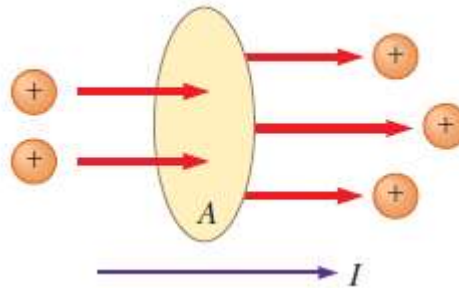
Prof. Dr. Lucas Barboza Sarno da Silva

Uma introdução à Lei de Ohm

- Corrente elétrica
- Resistência e Lei de Ohm
- Resistores
- Circuitos
- Medidas de resistência, corrente e tensão

Corrente elétrica

Sempre que houver um movimento de cargas de mesmo sinal numa certa direção, diz-se que há uma corrente elétrica.



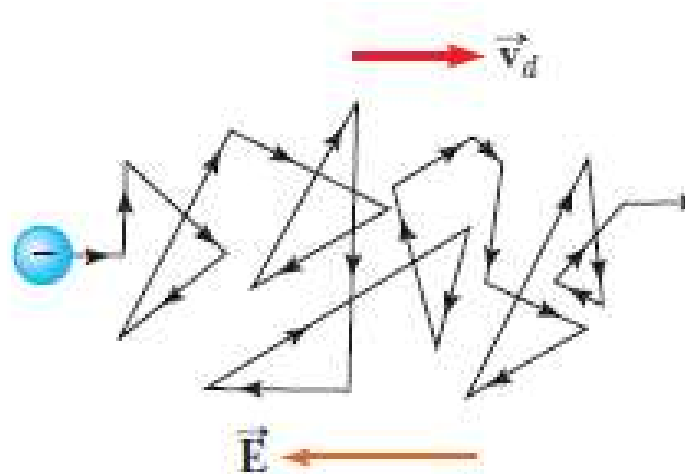
A corrente é igual à taxa de passagem da carga através de uma superfície. Se ΔQ for a quantidade de carga que passa através desta área, no intervalo de tempo Δt , a corrente média, $I_{\text{méd}}$, será igual à razão entre a carga e o intervalo de tempo:

$$I_{\text{méd}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Unidade: $1A = 1C / s$

A = ampère

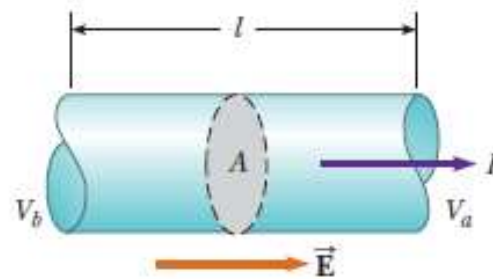
- Quando a corrente passa através de uma superfície, **a carga pode ser positiva, negativa ou ter ambos os sinais.**
- *É convencional escolher a direção da corrente como a direção do movimento das cargas positivas.*
- Num **condutor de cobre**, a corrente é provocada pelo movimento de elétrons (carga negativa). Então, quando falamos de uma corrente num condutor comum, **a direção da corrente é oposta à direção do movimento dos elétrons.**



Resistência e Lei de Ohm

Consideremos um condutor de área de seção reta A , com uma corrente I . A densidade de corrente J no condutor é, por definição, a corrente por unidade de área.

$$J = \frac{I}{A}$$



Num condutor, há uma densidade de corrente $\mathbf{J}$ e um campo elétrico $\mathbf{E}$, quando se mantém uma diferença de potencial no condutor. Se a diferença de potencial for constante, a corrente no condutor também será constante. Muitas vezes, a densidade de corrente num condutor é proporcional ao campo elétrico no condutor:

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}$$

onde σ é a condutividade elétrica do condutor.

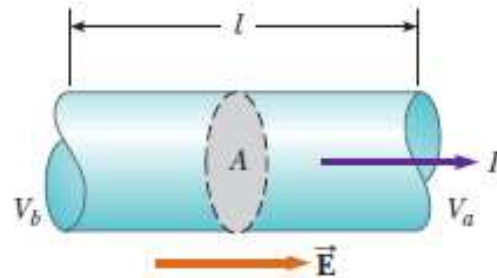
A **lei de Ohm** afirma que, em muitos materiais (entre os quais a maior parte dos metais), a razão entre a densidade de corrente e o campo elétrico é uma constante, σ .

$$\sigma = \frac{J}{E}$$

Os materiais que **obedecem** à lei de Ohm, e que demonstram, por isso, esse comportamento proporcional entre E e J , são os **materiais ôhmicos**.

Os materiais que **não obedecem** à lei de Ohm são os materiais **não-ôhmicos**.

Uma forma da lei de Ohm que tem utilidade prática mais direta pode ser conseguida pela consideração de um segmento de um fio condutor retilíneo, de área da seção reta A e comprimento l .



Há uma diferença de potencial $V_b - V_a$ no condutor, o que provoca um campo elétrico e uma corrente no condutor. Se o campo elétrico for, por hipótese, uniforme, a **diferença de potencial** $V = V_b - V_a$ estará relacionada com o campo elétrico pela expressão:

$$V = El \quad \text{unidade: V (volt)}$$

Então, podemos exprimir o módulo da densidade de corrente no condutor como:

$$J = \sigma E = \sigma \frac{V}{l}$$

Uma vez que $J = I/A$, a diferença de potencial pode ser escrita como:

$$V = \frac{l}{\sigma} J = \left(\frac{l}{\sigma A} \right) I$$

A grandeza $l/\sigma A$ é resistência R do condutor pode ser escrita como:

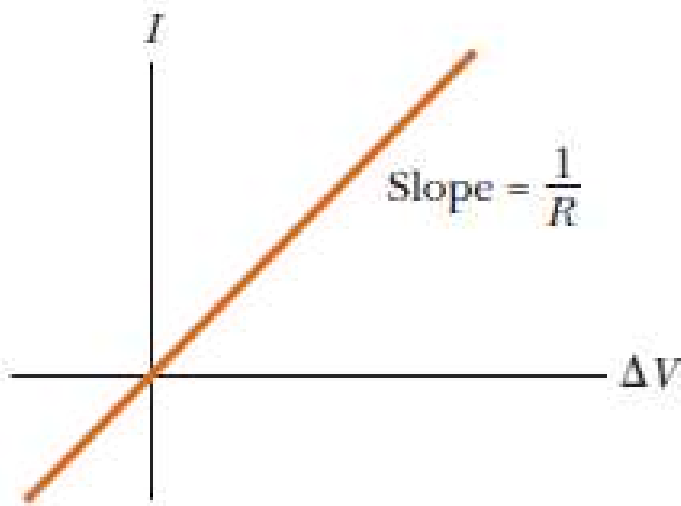
$$R = \frac{l}{\sigma A} \longrightarrow \boxed{R = \frac{V}{I}}$$

Unidade: $1\Omega = 1 \text{ V/A}$

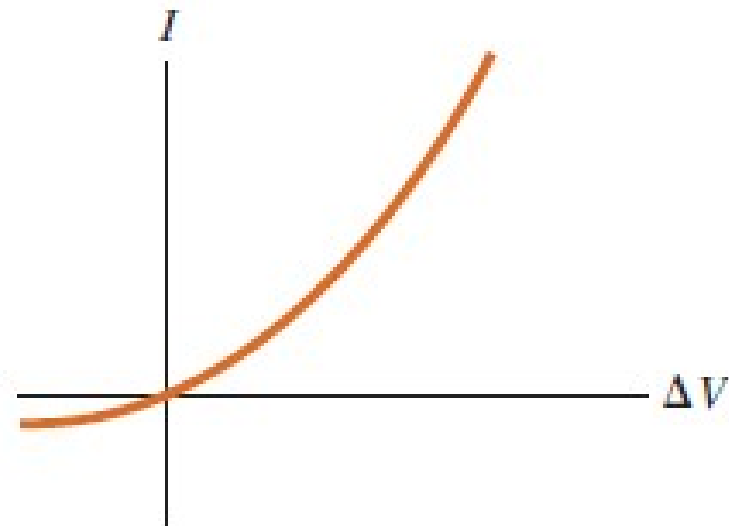
O inverso da condutividade do material é a resistividade $\rho = \frac{1}{\sigma}$

Então: $R = \rho \frac{l}{A}$

Os materiais ôhmicos, como a maioria dos metais, têm uma relação linear entre a corrente e a tensão aplicada. Os materiais que não obedecem esta relação, como os semicondutores, são dito como materiais não-ôhmicos.



Comportamento ôhmico



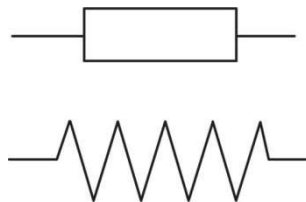
Comportamento não-ôhmico

O resistor

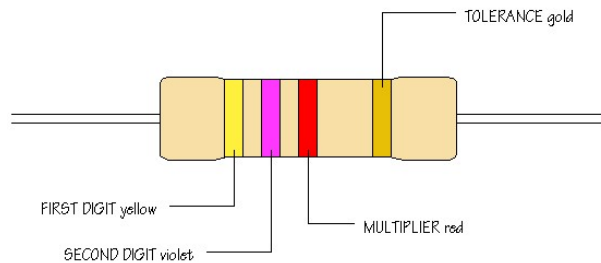
Todos os aparelhos elétricos, semelhante ao ferro de passar, calefatores e lâmpadas de incandescência, têm uma resistência fixa.

A maioria dos circuitos elétricos usa dispositivos, **os resistores**, para controlar a corrente em diversas partes do circuito.

Simbolismo:



Código de cores para os resistores



Exemplo: 4,7 k Ω $\pm$ 5%

The standard resistor color code table:

Color	Digit 1	Digit 2	Digit 3*	Multiplier	Tolerance
Black	0	0	0	$\times 10^0$	
Brown	1	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$ (F)
Red	2	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$ (G)
Orange	3	3	3	$\times 10^3$	
Yellow	4	4	4	$\times 10^4$	
Green	5	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$ (D)
Blue	6	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$ (C)
Violet	7	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$ (B)
Gray	8	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ (A)
White	9	9	9	$\times 10^9$	
Gold				$\times 0.1$	$\pm 5\%$ (J)
Silver				$\times 0.01$	$\pm 10\%$ (K)
None					$\pm 20\%$ (M)

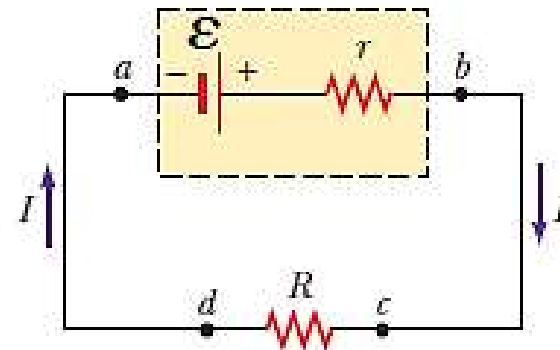
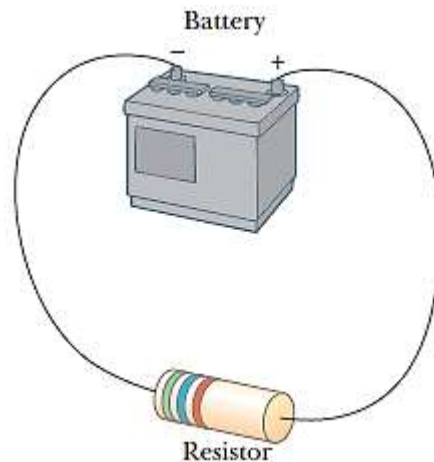
** 3rd digit - only for 5-band resistors*

Circuitos

Pode-se manter, num circuito fechado, uma corrente constante mediante o uso de uma fonte de energia, uma fonte de **força eletromotriz** (*fem*).

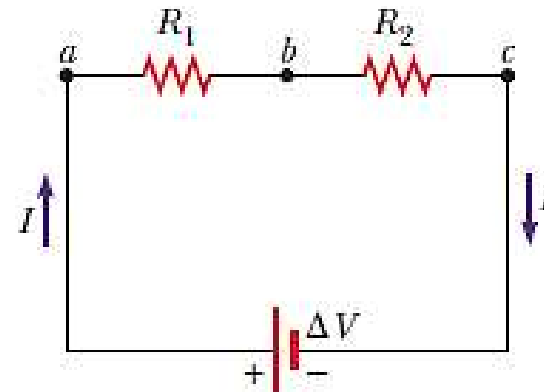
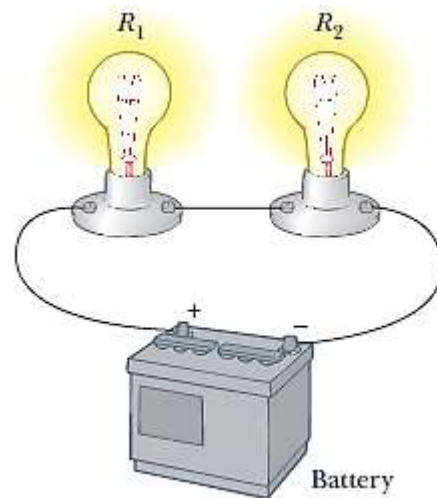
Uma *fem* é um dispositivo qualquer (uma bateria ou um gerador) que aumenta a energia potencial das cargas que circulam num circuito.

A *fem* de uma fonte é medida pelo trabalho feito sobre uma carga unitária. Sua unidade de medida é o volt (V).



Ligação em série

Quando dois ou mais resistores estiverem ligados, de modo que só tenham em comum um único ponto por par, a ligação entre os resistores é em série.

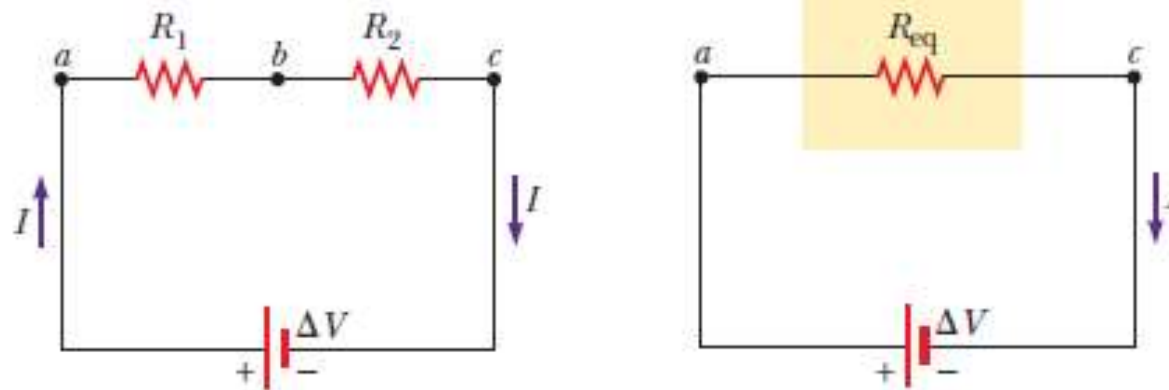


- **A corrente é a mesma através de cada resistor**, pois qualquer carga que passa por R_1 deve ser igual à carga que passa por R_2 .
- **A diferença de potencial no circuito é:**

$$V = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2)$$

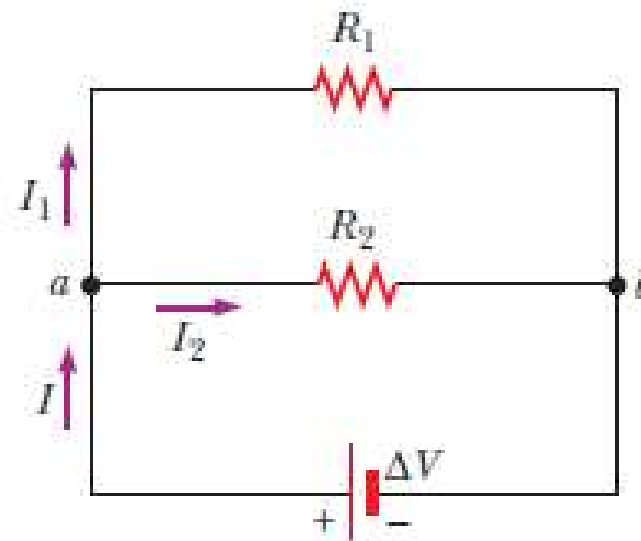
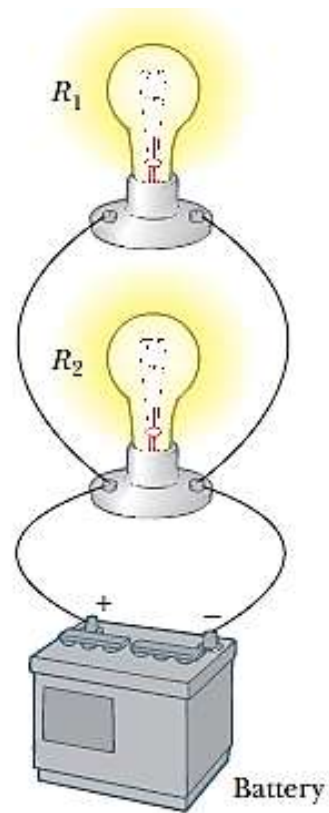
- **A resistência equivalente no circuito é:**

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$



Ligação em paralelo

Dois ou mais resistores podem ser ligados em paralelo, para o caso de um dos componentes se queimar o outro continuar a atuar no sistema.



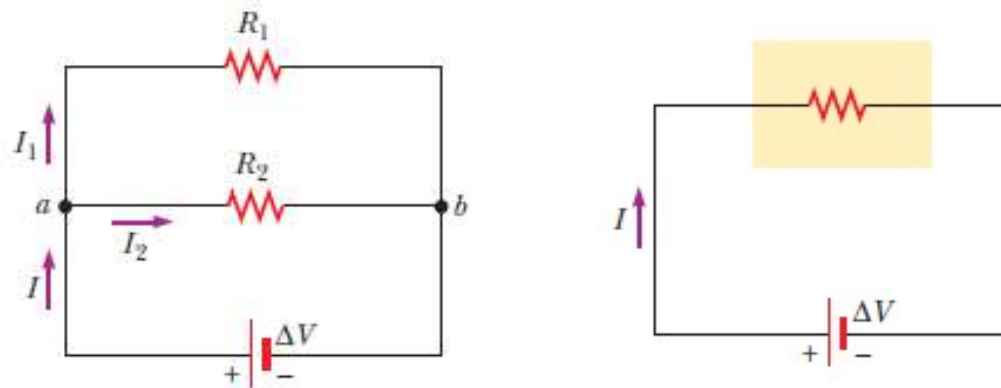
- **A diferença de potencial é a mesma através de cada resistor**, pois os terminais de entrada e saída de cada resistor estão conectados num mesmo ponto (nó).

- **A corrente não é a mesma nos resistores individuais:**

$$I = I_1 + I_2$$

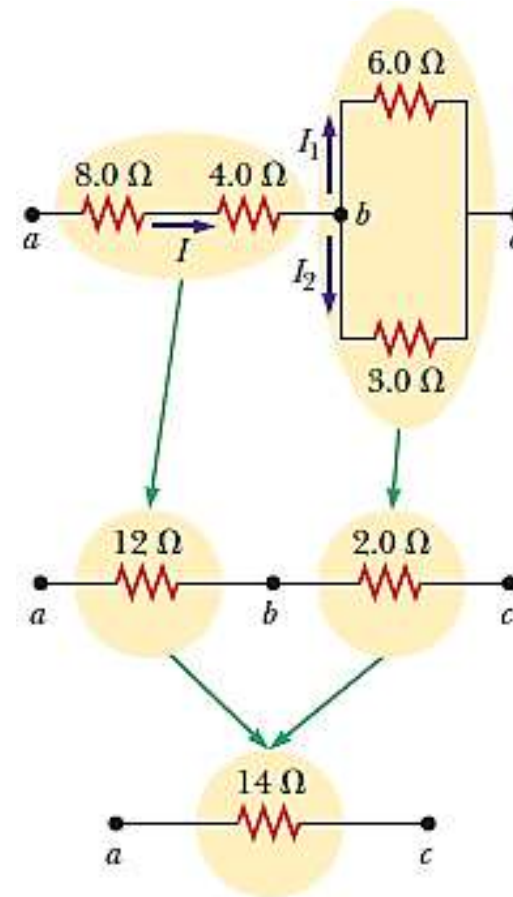
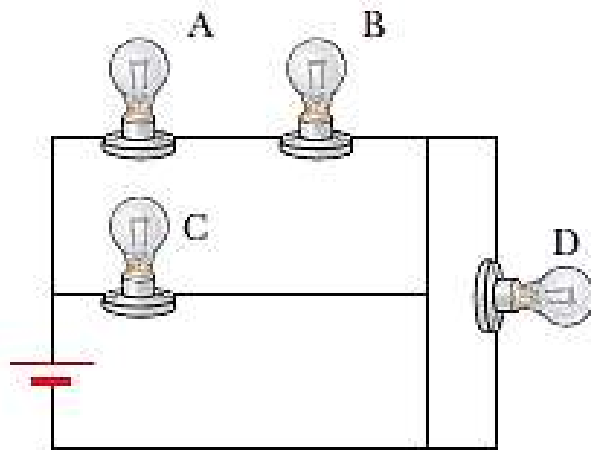
- **A resistência equivalente no circuito é:**

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$



Circuitos misto

Pode-se fazer combinações de circuitos em série e paralelo, o que é chamado de circuito misto.



Utilizando o multímetro

Modo voltímetro: —————> ligação em paralelo

Modo amperímetro: —————> ligação em série

Modo ohmímetro: —————> fora do circuito

