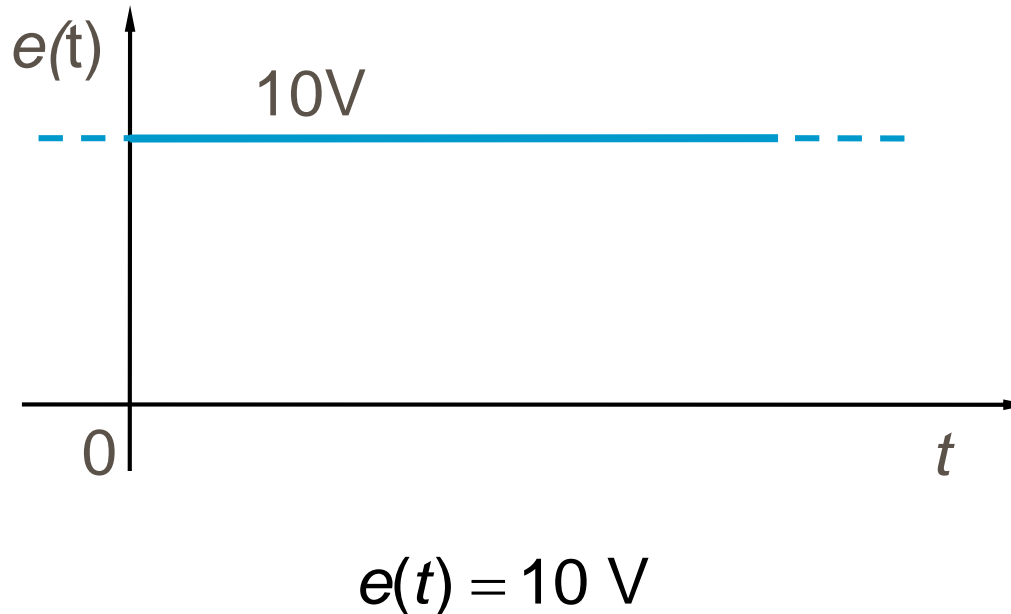


Tópicos preliminares

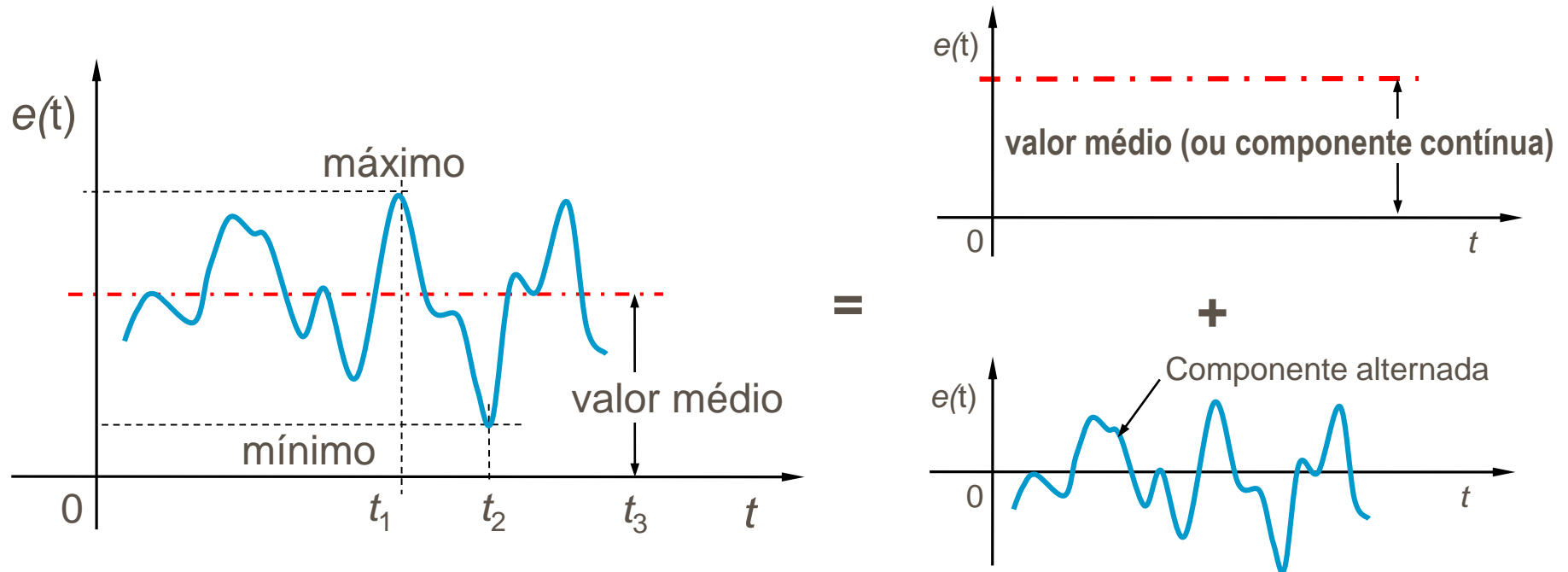
Revisão

■ Representação de Sinais (matemática e gráfica)

- ... os sinais eléctricos são grandezas (eléctricas) que apresentam uma determinada evolução ao longo do tempo (são função da variável tempo t)...



■ Representação de Sinais (matemática e gráfica)

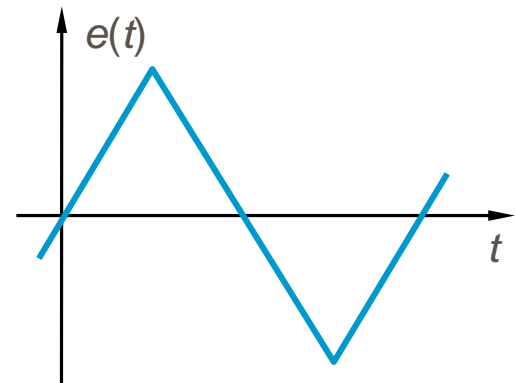
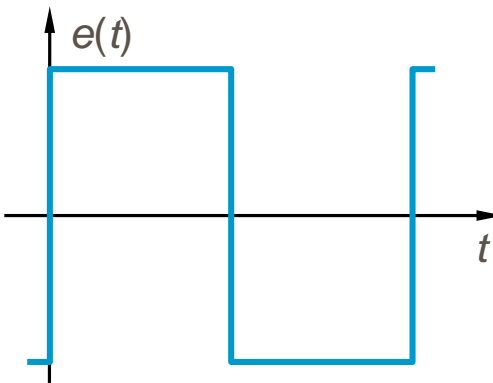
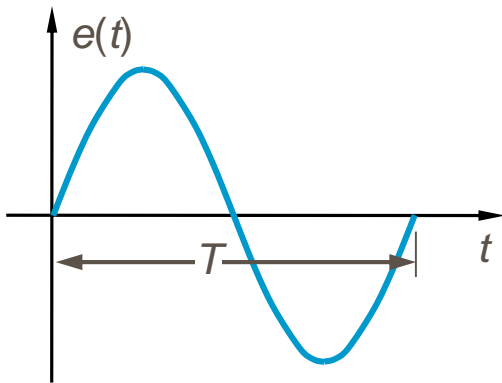


$$e(t) = \text{componente contínua} + \text{componente alternada}$$

■ Representação de Sinais (matemática e gráfica)

■ Sinais periódicos

$$e(t + T) = e(t)$$



■ Representação de Sinais (matemática e gráfica)

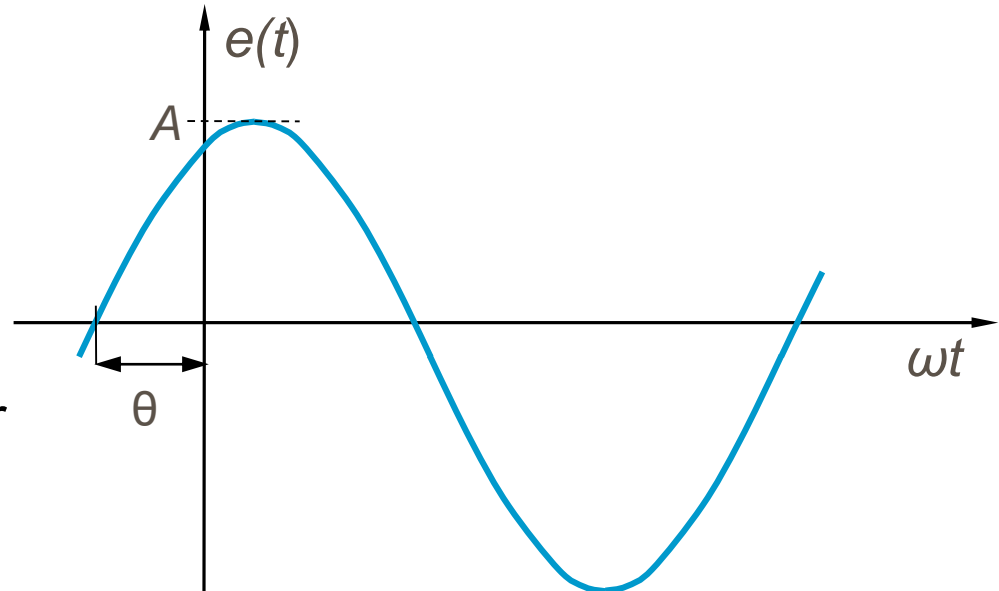
■ Sinais sinusoidais

$$e(t) = A \cdot \text{sen}(\omega t + \theta)$$

$\omega = 2\pi f \rightarrow$ frequência angular

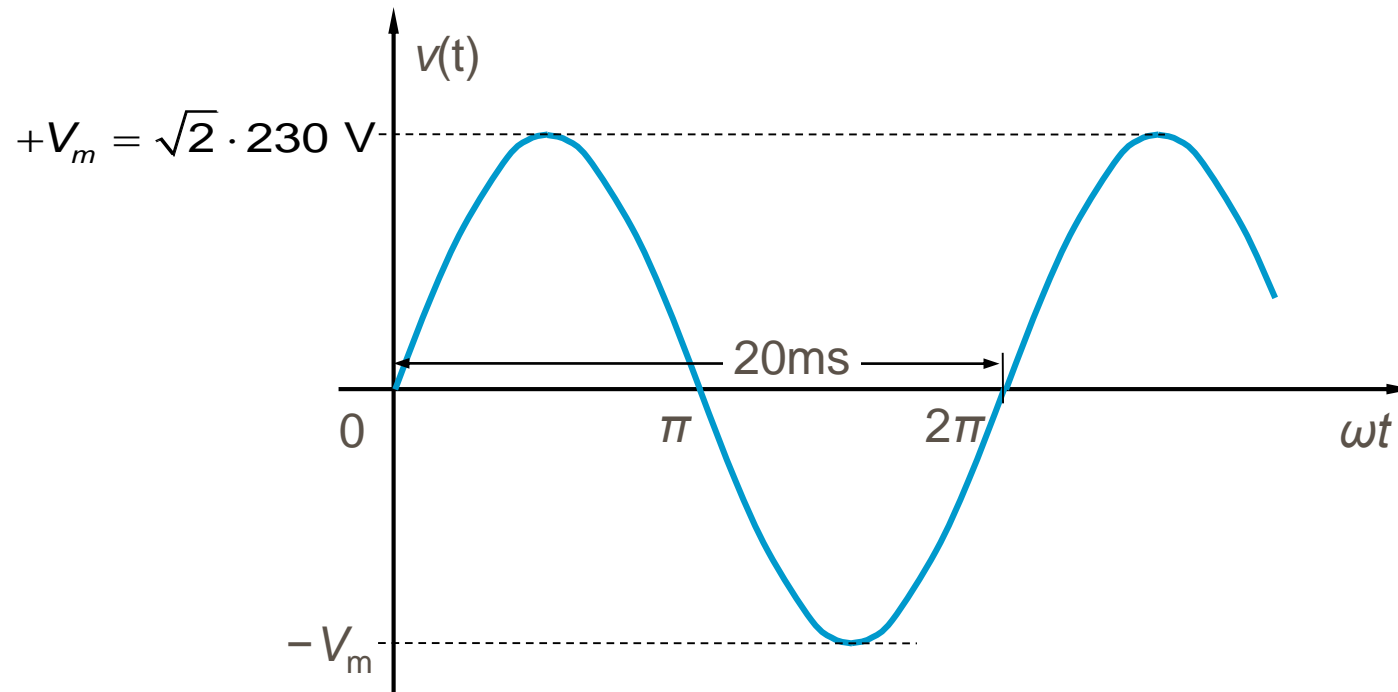
$A \rightarrow$ amplitude

$\theta \rightarrow$ fase



■ Representação de Sinais (matemática e gráfica)

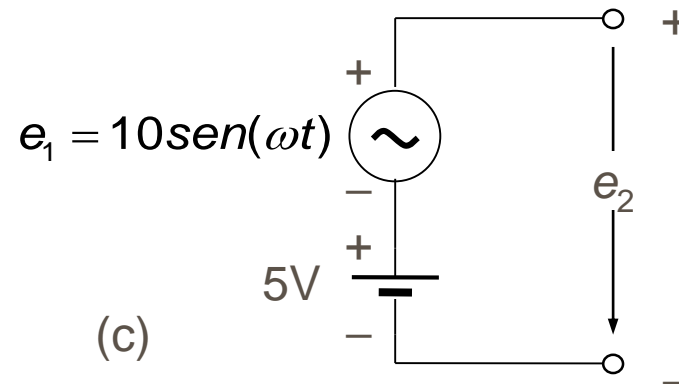
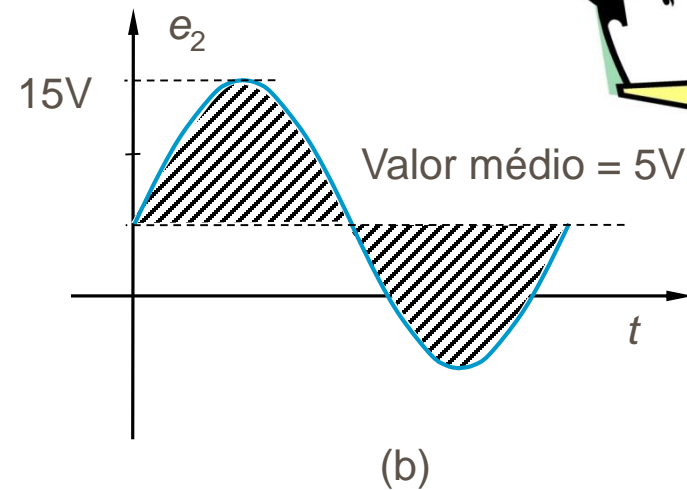
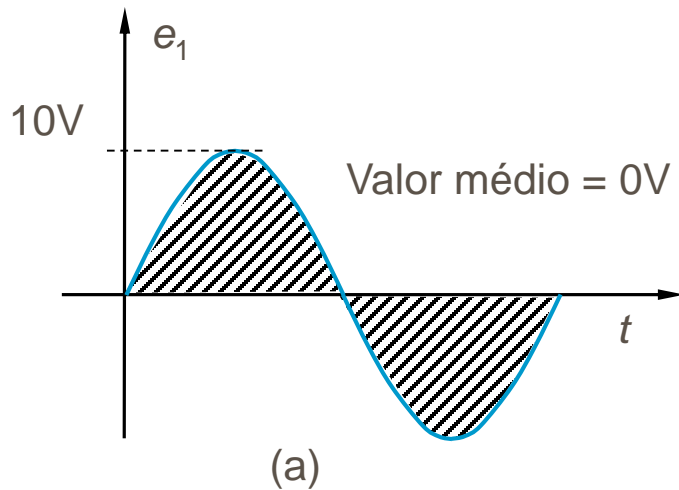
■ Sinais sinusoidais



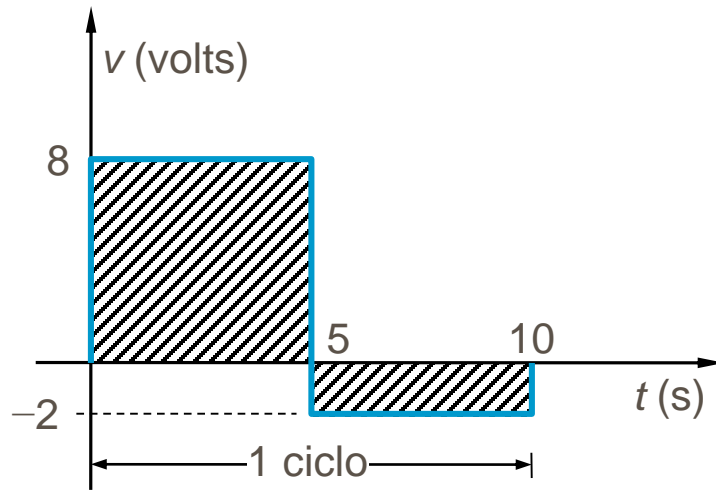
Forma de onda da tensão na rede de energia eléctrica

Tópicos Preliminares

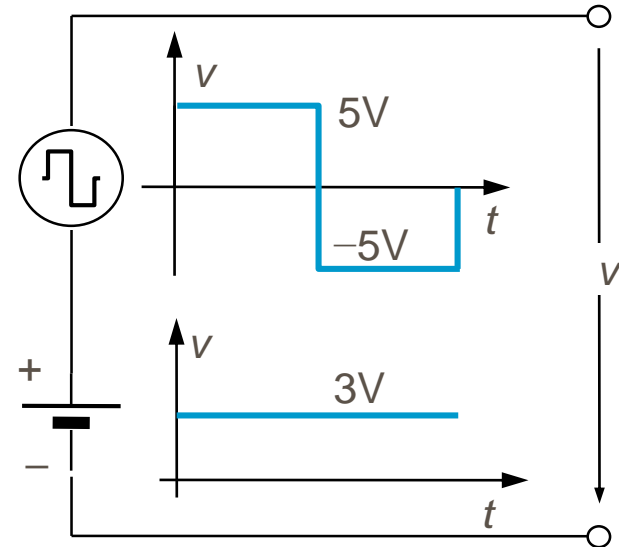
■ Valor Médio



■ Valor Médio



(a)



(b)

$$G \text{ (valor médio)} = \frac{\text{área (soma algébrica)}}{T \text{ (período)}}$$

$$G = \frac{A_1 - A_2}{T} = \frac{(8 \text{ V})(5 \text{ s}) - (2 \text{ V})(5 \text{ s})}{10 \text{ s}} = \frac{30}{10} = 3 \text{ V}$$

- **Valor Médio** (cálculo para o caso geral)

$$G = \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_1+T} e(t) dt$$

- **Valor Eficaz**

$$E_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_1+T} e(t)^2 dt}$$

■ Exemplo: valor eficaz da sinusóide

$$E_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_1+T} e(t)^2 dt}$$

$$E_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T A^2 \text{sen}^2(\omega t) dt} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} A^2 \text{sen}^2(\varphi) d\varphi}$$

$$E_{\text{eff}}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} A^2 \text{sen}^2(\varphi) d\varphi = \frac{A^2}{4\pi} \int_0^{2\pi} (1 - \cos(2\alpha)) d\alpha = \frac{A^2}{4\pi} \left[\alpha - \frac{1}{2} \text{sen}(2\alpha) \right]_0^{2\pi} =$$

$$= \frac{A^2}{2}$$

$$\rightarrow E_{\text{eff}} = \frac{A}{\sqrt{2}}$$

■ Quantidades em corrente contínua (cc):

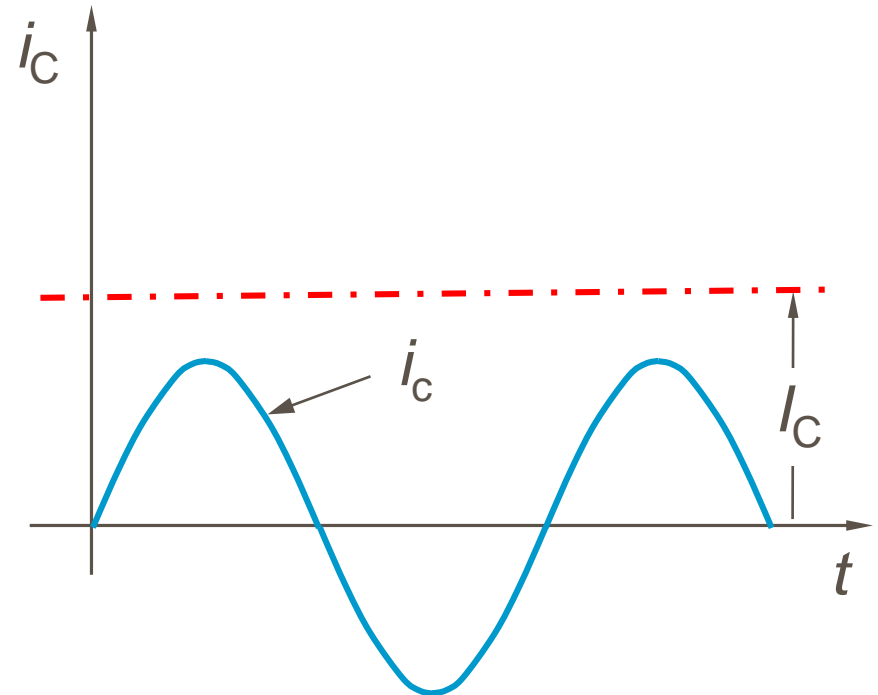
Letras maiúsculas para a variável e para o índice (I_B , I_C , V_{CE})

■ Quantidades em corrente alternada (ca):

Letras minúsculas para a variável e para o índice (i_b , i_c , v_{ce})

■ Quantidades totais (cc + ca):

Letras minúsculas para a variável e maiúscula para o índice (i_B , i_C , v_{CE})



■ Rudimentos de Electricidade

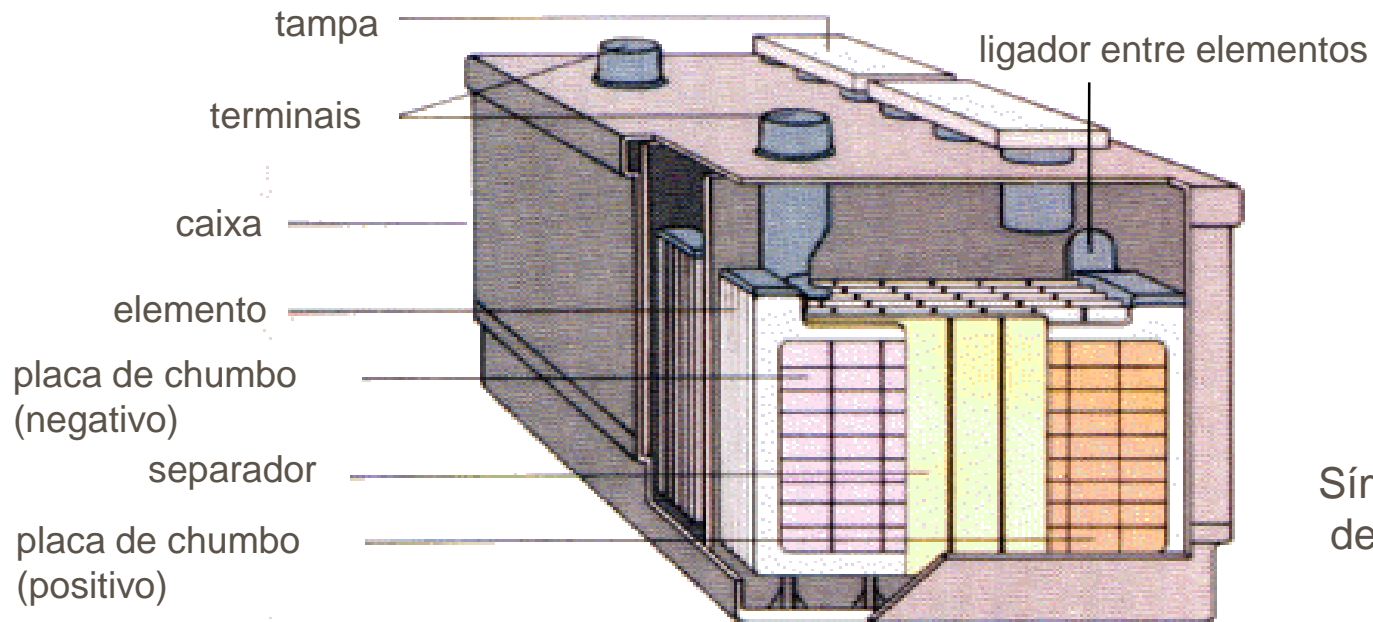
■ Tensão Eléctrica

- A tensão é uma medida da energia envolvida no transporte de uma carga **elementar entre dois pontos de um campo eléctrico**. É uma quantidade que se mede em **volts** (V) e que coincide com o cociente entre a energia libertada e a quantidade de carga transportada:

$$Tensão = \frac{W}{Q} \text{ V (volts)}$$

■ Rudimentos de Electricidade

■ Fontes de Tensão



Bateria de chumbo



Símbolo de uma fonte de tensão de corrente contínua (CC)

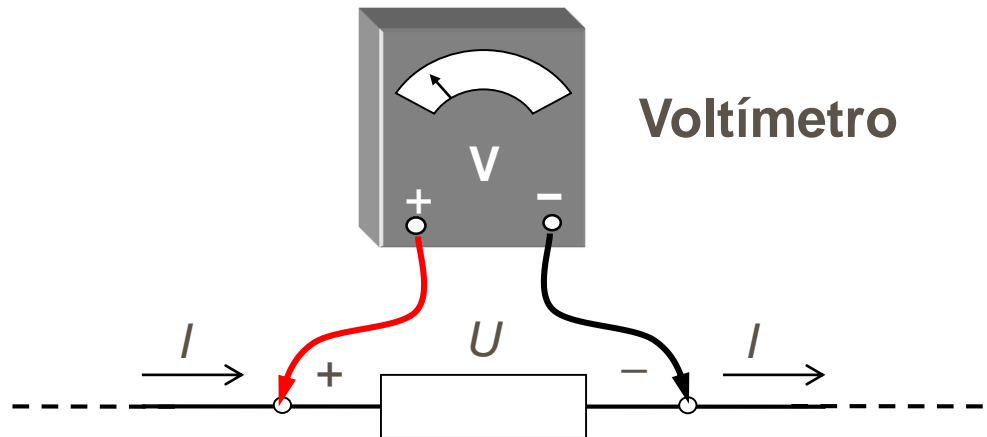
■ Rudimentos de Electricidade

- Valor nominal da tensão de fontes bem conhecidas:
 - Tensão gerada pelas células nervosas: cerca de 30 mV
 - Baterias recarregáveis NiMH or NiCd (por cada célula): 1.2 V
 - Bateria de mercúrio 1.355 V
 - Baterias alcalinas (tipo AAA, AA, C e D): 1.5 V
 - Alimentação do sistema eléctrico dos automóveis: 12 V (nominal)
 - Tensão nominal de rede eléctrica doméstica: 230 V (eficazes ou RMS) na Europa, Austrália, Ásia e África, 120 V na América do Norte, 100 V no Japão
 - Tensão de alimentação de comboios de alta velocidade: 25 kV eficazes
 - Linhas de transporte de energia eléctrica em alta tensão: entre 110 kV e 1150 kV eficazes
 - Relâmpago: varia muito, frequentemente à volta de 100 MV.

Tópicos Preliminares

■ Rudimentos de Electricidade

■ Medida de Tensão



Resistência interna do voltímetro ideal

$$\rightarrow R = \infty \Omega$$



■ Rudimentos de Electricidade

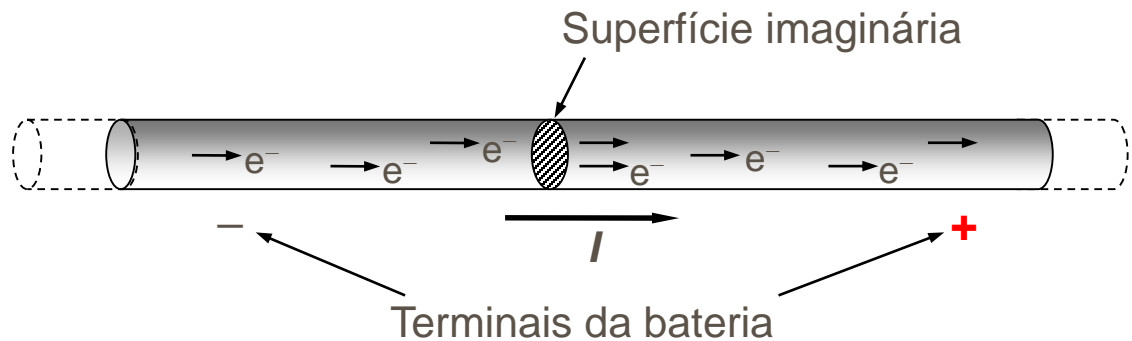
■ Corrente Eléctrica

... define-se corrente média como a quantidade de carga eléctrica que na unidade de tempo atravessa uma dada superfície ...

$$I = \frac{Q}{\Delta T} \text{ A (ampere)}$$

$$\rightarrow i(t) = \frac{dq}{dt}$$

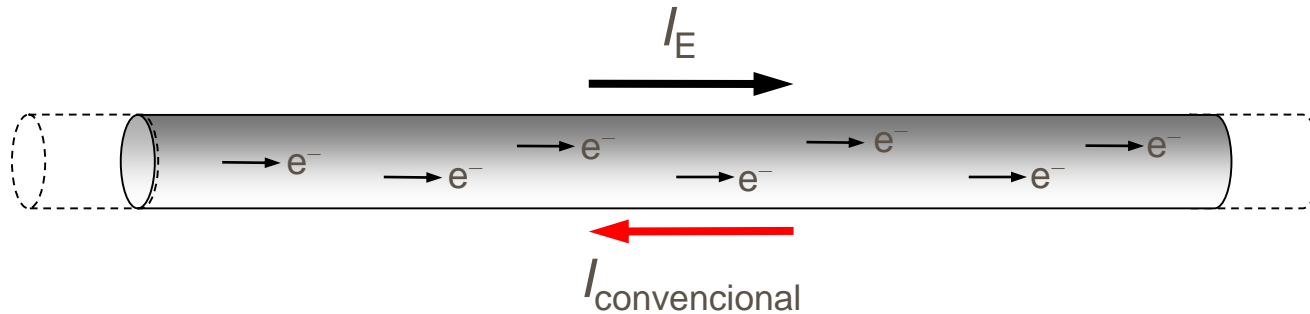
$$\rightarrow q(t) = \int_{-\infty}^t i(\tau) d\tau$$



■ Rudimentos de Electricidade

■ Corrente Eléctrica

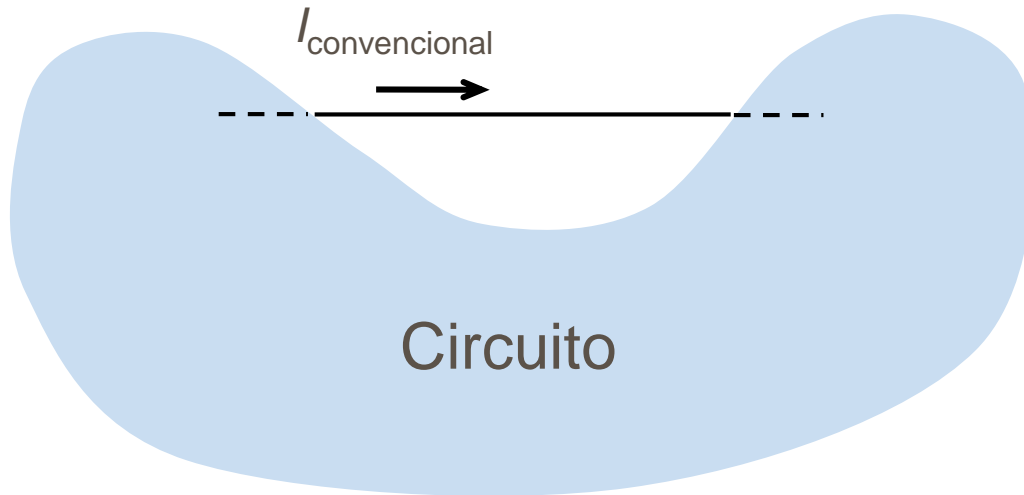
■ Fluxo de electrões *versus* corrente convencional



Tópicos Preliminares

■ Rudimentos de Electricidade

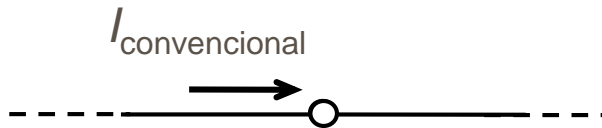
■ Medida Corrente Eléctrica



Tópicos Preliminares

■ Rudimentos de Electricidade

■ Medida Corrente Eléctrica



Tópicos Preliminares

■ Rudimentos de Electricidade

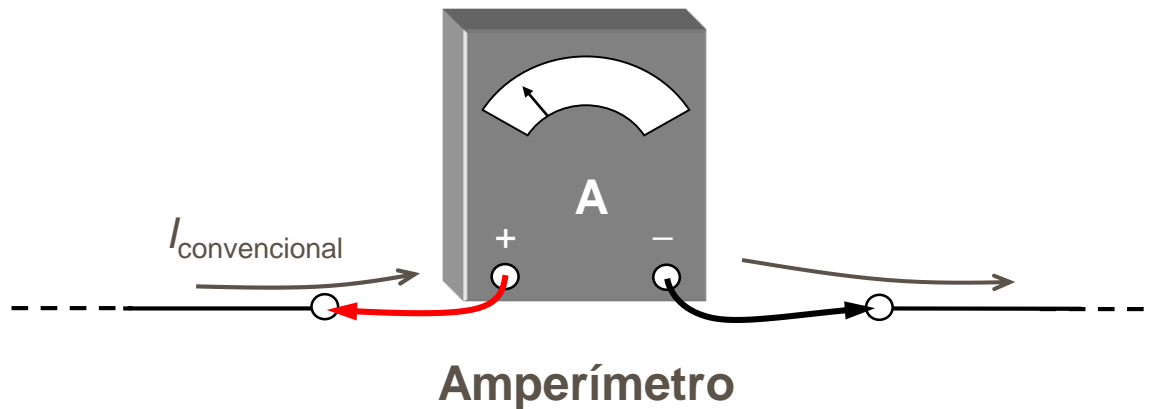
■ Medida Corrente Eléctrica



Tópicos Preliminares

■ Rudimentos de Electricidade

■ Medida Corrente Eléctrica



Resistência interna do amperímetro ideal

$$\rightarrow R = 0 \, \Omega$$



■ Rudimentos de Electricidade

■ Potência Eléctrica

... a potência (caso geral) é uma medida do ritmo a que se dissipa ou acumula energia...

$$P = \frac{W}{\Delta T} \text{ W (watt)}, \quad p(t) = \frac{dw(t)}{dt}, \quad w(t) = \int_{-\infty}^t p(\tau) d\tau$$

Tendo em conta as relações entre trabalho, tensão, carga, tempo e corrente eléctrica, a potência eléctrica é dada por (valor médio),

$$P = \frac{W}{\Delta T} = \frac{W}{Q} \frac{Q}{\Delta T} = VI \text{ (W)}$$

■ Rudimentos de Electricidade

■ Resistência. Lei de Ohm

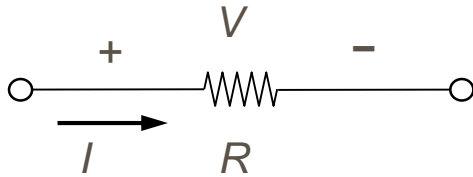
... As duas grandezas eléctricas fundamentais – **tensão** e **corrente** – relacionam-se através de outra grandeza de igual importância: a **resistência** ...

... A relação entre as duas grandezas é descrita pela mais importante das leis dos circuitos eléctricos: a *lei de Ohm*:

$$R = \frac{V}{I} \text{ } \Omega \text{ (ohm)} \quad \rightarrow \quad I = \frac{V}{R}, \quad V = RI$$

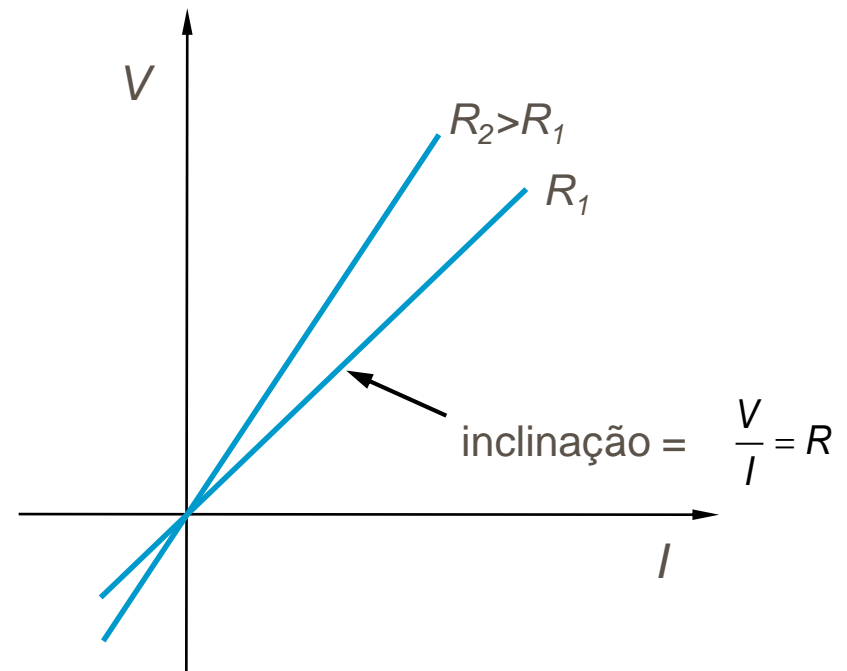
■ Rudimentos de Electricidade

■ Resistência. Lei de Ohm



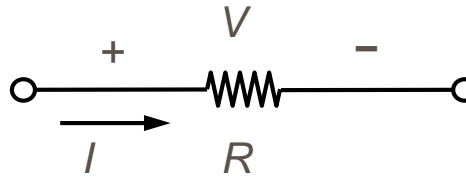
Símbolo da resistência e polaridades

$$V = RI$$



■ Rudimentos de Electricidade

■ Resistência. Lei de *Joule*



... a potência dissipada por *efeito de Joule* numa resistência é dada por:

$$P = V \times I = (R \times I) \times I = R \times I^2$$

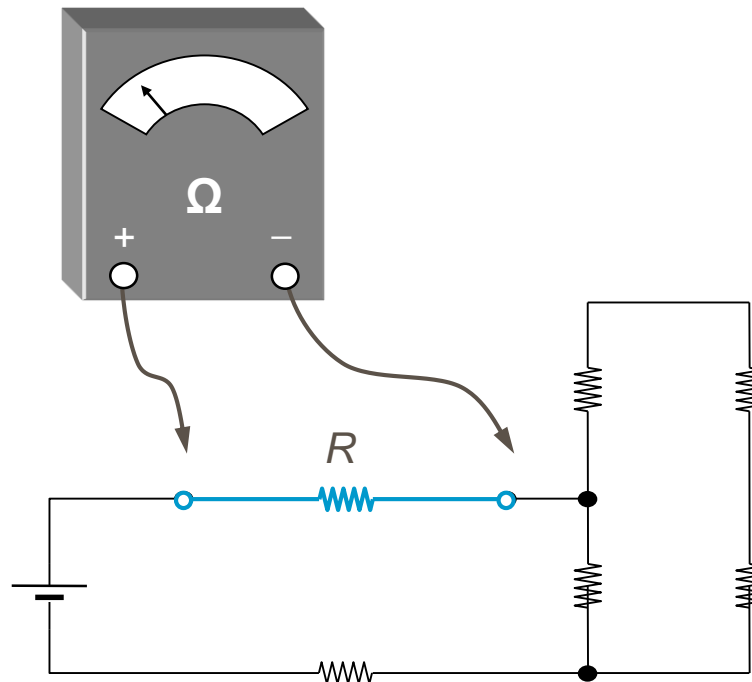
$$P = V \times I = V \times \left(\frac{V}{R} \right) = \frac{V^2}{R}$$

Tópicos Preliminares

■ Rudimentos de Electricidade

■ Medida/Especificação de resistências

Ohmímetro

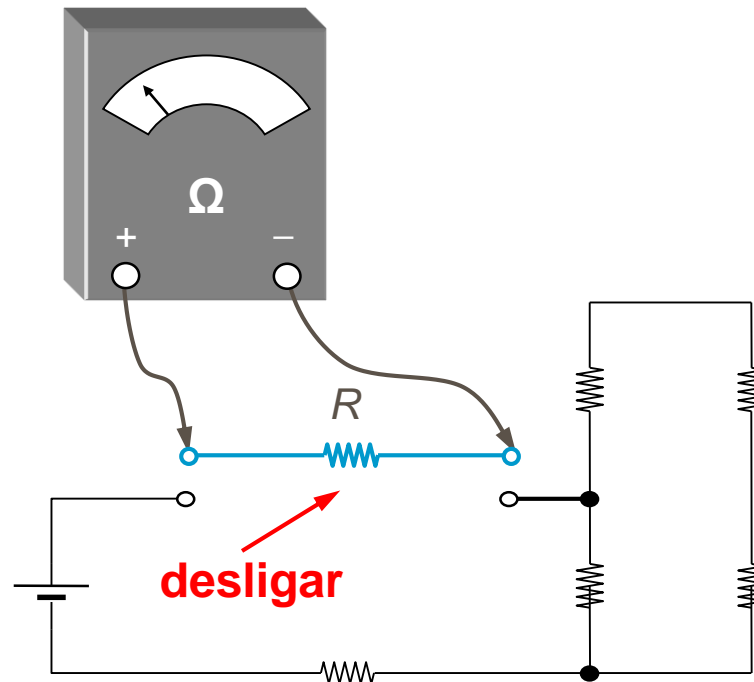


Tópicos Preliminares

■ Rudimentos de Electricidade

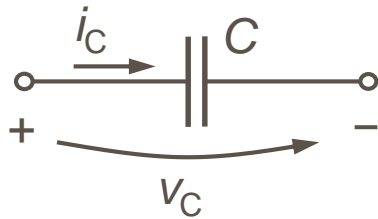
■ Medida/Especificação de resistências

Ohmímetro



■ Rudimentos de Electricidade

■ Condensadores



$$Q = C \times V_C$$

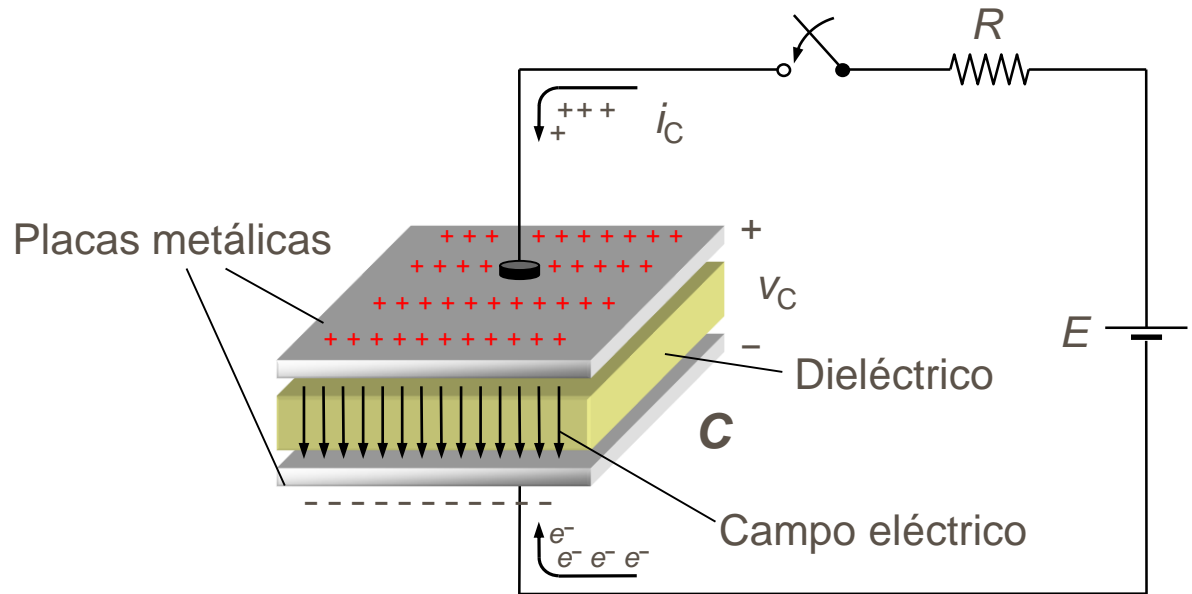
$$C = \frac{Q}{V_C} \quad \text{F (farad)}$$

$$i_C = \frac{dq}{dt}$$

$$\rightarrow i_C = C \frac{dv_C}{dt}$$

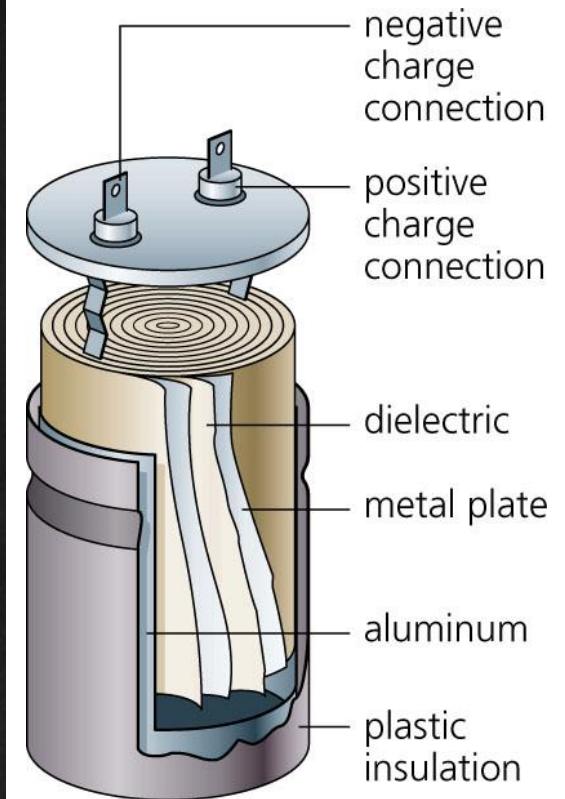
$$\rightarrow W_C = \frac{1}{2} C V_C^2$$

(W_C é a **energia armazenada no campo eléctrico** do condensador)



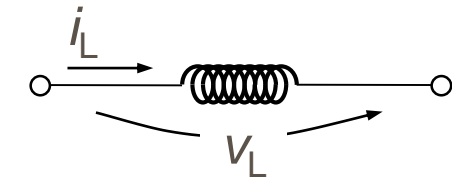
■ Rudimentos de Electricidade

■ Condensadores

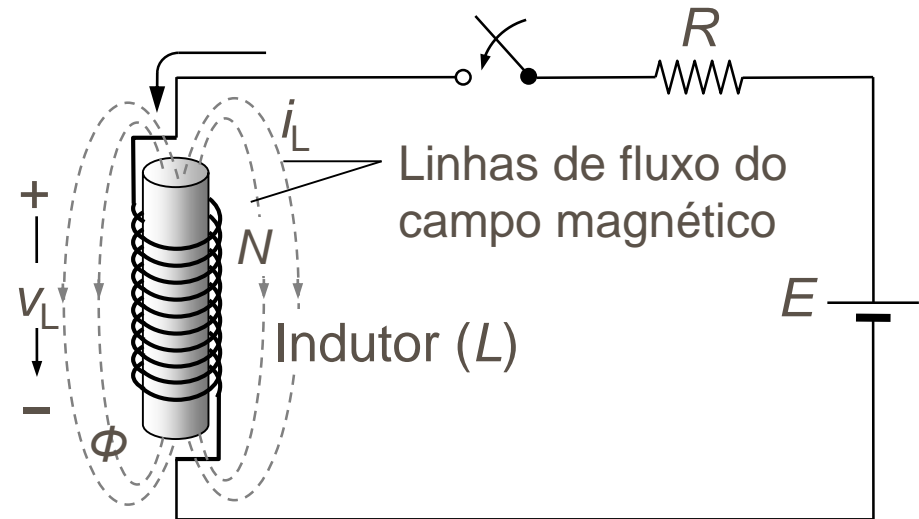


■ Rudimentos de Magnetismo

■ Bobina (ou Indutor) e Indutância Electromagnética



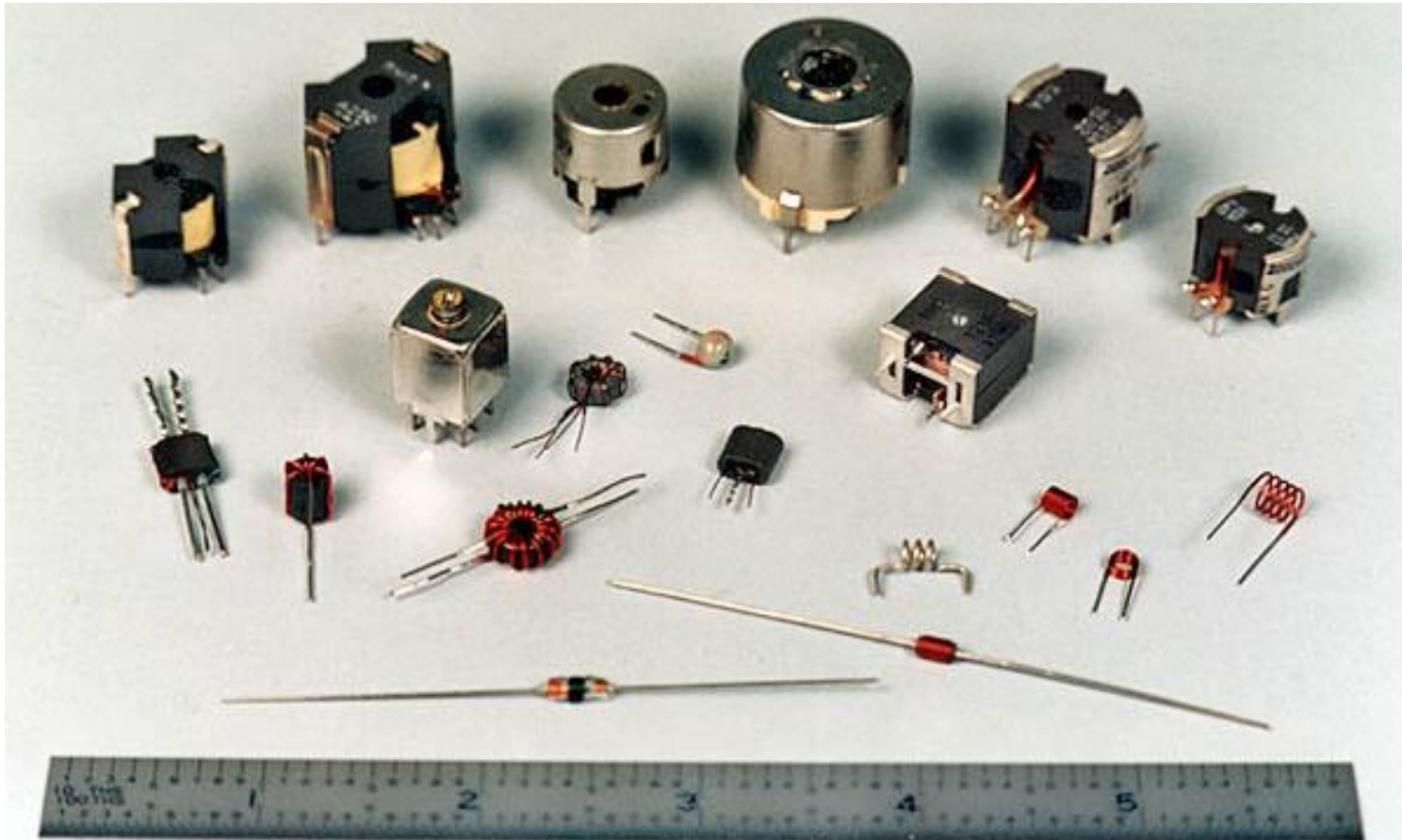
$$\rightarrow v_L = L \frac{di_L}{dt}$$



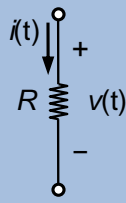
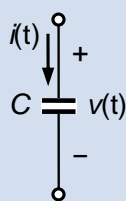
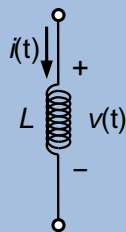
$$\rightarrow W_L = \frac{1}{2} L i_L^2 \quad (W_L \text{ é a energia armazenada no campo magnético da bobina})$$

■ Rudimentos de Magnetismo

■ Indutores



■ Componentes Electrónicos Básicos (resumo)

| Componente | Relação $v(t)$ / $i(t)$ | Comentário |
|---|--|---|
|  | $v(t) = R \times i(t)$ | <p>Dissipa energia (convertida em calor). A potência dissipada é,</p> $P = R \cdot i^2 = \frac{V^2}{R}$ |
|  | $i(t) = C \frac{dv(t)}{dt}$ <p>ou</p> $v(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i(\tau) d\tau + v(0^+)$ | <p>Armazena energia sob a forma de um campo eléctrico:</p> $W = \frac{1}{2} C \cdot V^2$ |
|  | $v(t) = L \frac{di(t)}{dt}$ <p>ou</p> $i(t) = \frac{1}{L} \int_0^t v(\tau) d\tau + i(0^+)$ | <p>Armazena energia sob a forma de um campo magnético:</p> $W = \frac{1}{2} L \cdot I^2$ |