

ELETRÔNICA I



TEMA DA AULA: REVISÃO DE CONCEITOS FUNDAMENTAIS

PROF. Me. MATHEUS TAUFFER DE PAULA

Ponta Grossa - PR, 2024

SUMÁRIO

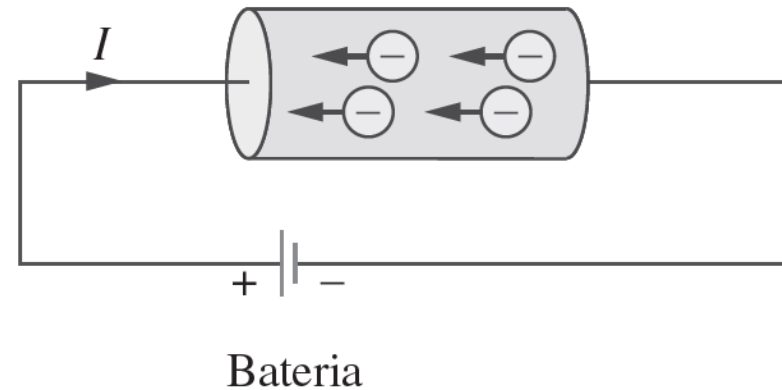
- Corrente, tensão, resistência, potência e energia
- Lei da conservação da energia, Lei de Ohm
- Resistores
- Circuito aberto e curto-circuito
- Efeito Joule
- Elementos armazenadores de energia
- Fontes de tensão e fontes de corrente
- Ramo, nó, laço, 1ª Lei de Kirchhoff e 2ª Lei de Kirchhoff

CORRENTE ELÉTRICA

- “Corrente elétrica consiste no fluxo de cargas elétricas por unidade de tempo”

$$i \triangleq \frac{dq}{dt}$$

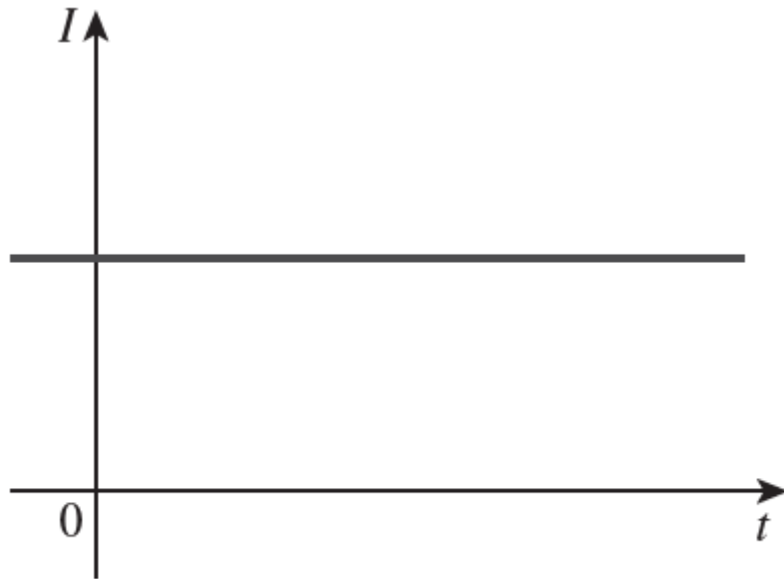
1 ampère = 1 coulomb/segundo



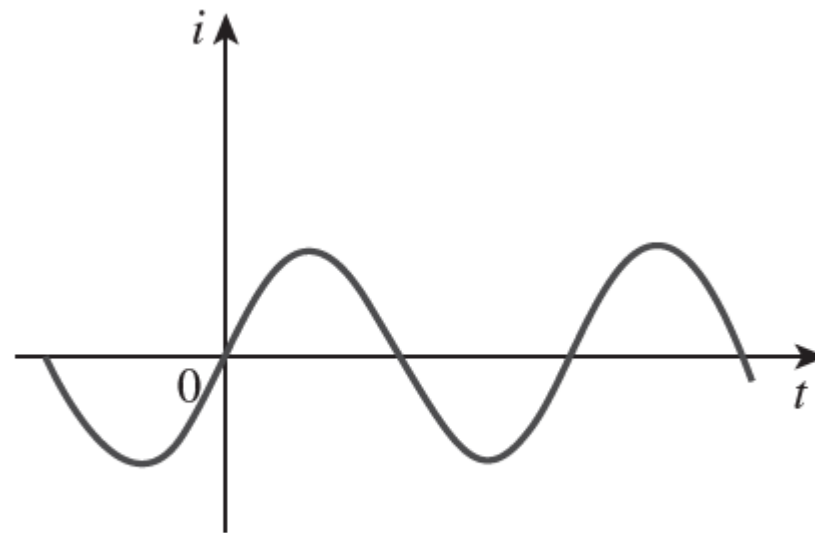
- Em condutores metálicos se deve a elétrons carregados negativamente
- A corrente pode ser **contínua** (CC) ou **alternada** (CA)

CORRENTE ELÉTRICA

■ Corrente Contínua x Corrente Alternada – Exemplos



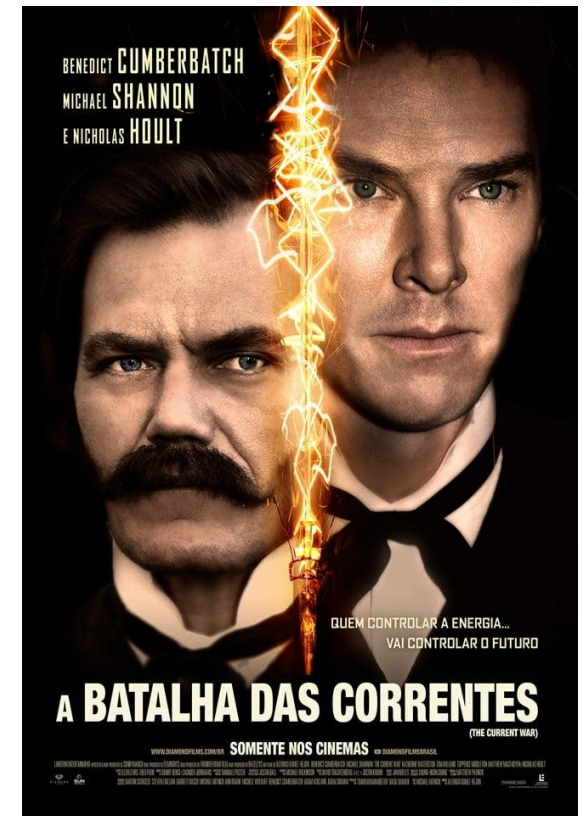
(a)



(b)

CORRENTE ELÉTRICA

- Corrente Contínua x Corrente Alternada
 - Historicamente, esse paradigma data do século XIX
 - Filme: “Batalha das Correntes”
 - CC defendida por Thomas Edison
 - CA defendido por George Westinghouse (venceu a disputa)



TENSÃO E RESISTÊNCIA ELÉTRICA

- “**Tensão** elétrica está relacionada ao trabalho para deslocar as cargas elétricas”

$$v_{ab} \triangleq \frac{dw}{dq}$$

- “**Resistência** elétrica de um elemento representa sua capacidade de resistir ao fluxo de corrente elétrica”

POTÊNCIA

- “Potência é a velocidade com que se fornece ou se absorve energia, medida em watts (W)”

$$p \triangleq \frac{dw}{dt}$$

$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = vi$$

$$p = vi$$

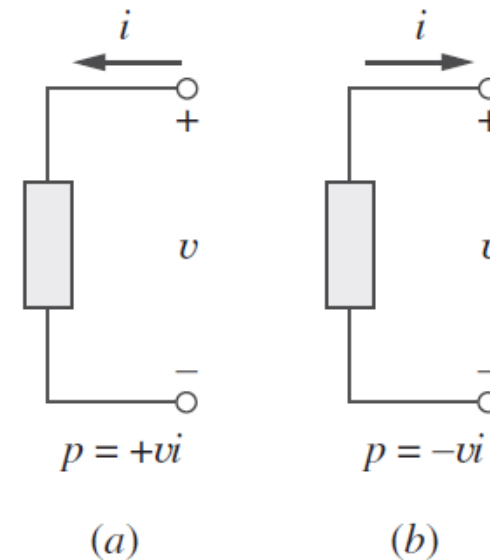


Figura 1.8 Polaridades referenciais para potência usando a convenção do sinal passivo: (a) absorção de potência; (b) fornecimento de potência.

ENERGIA

- “Energia é a capacidade de realizar trabalho e é medida em joules (J)”
 - Obs: a energia também pode ser medida em watts-hora (Wh)

$$1 \text{ Wh} = 3.600 \text{ J}$$

$$w = \int_{t_0}^t p \, dt = \int_{t_0}^t vi \, dt$$

LEI DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

- Pela **Lei da Conservação da Energia** em circuitos elétricos: “a soma algébrica da potência em um circuito, a qualquer instante de tempo, deve ser zero”.

$$\sum p = 0$$

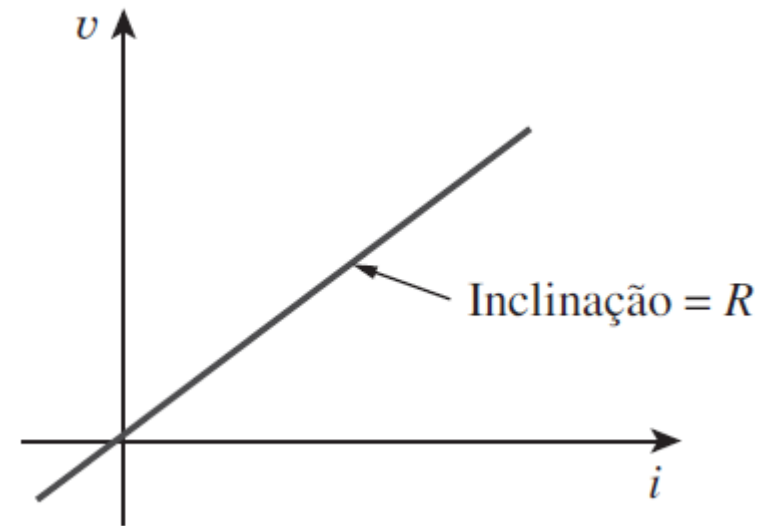
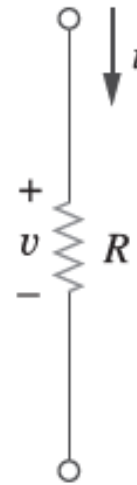
LEI DE OHM

- Lei de Ohm

- “A tensão sobre um resistor é diretamente proporcional a corrente que por ele circula”

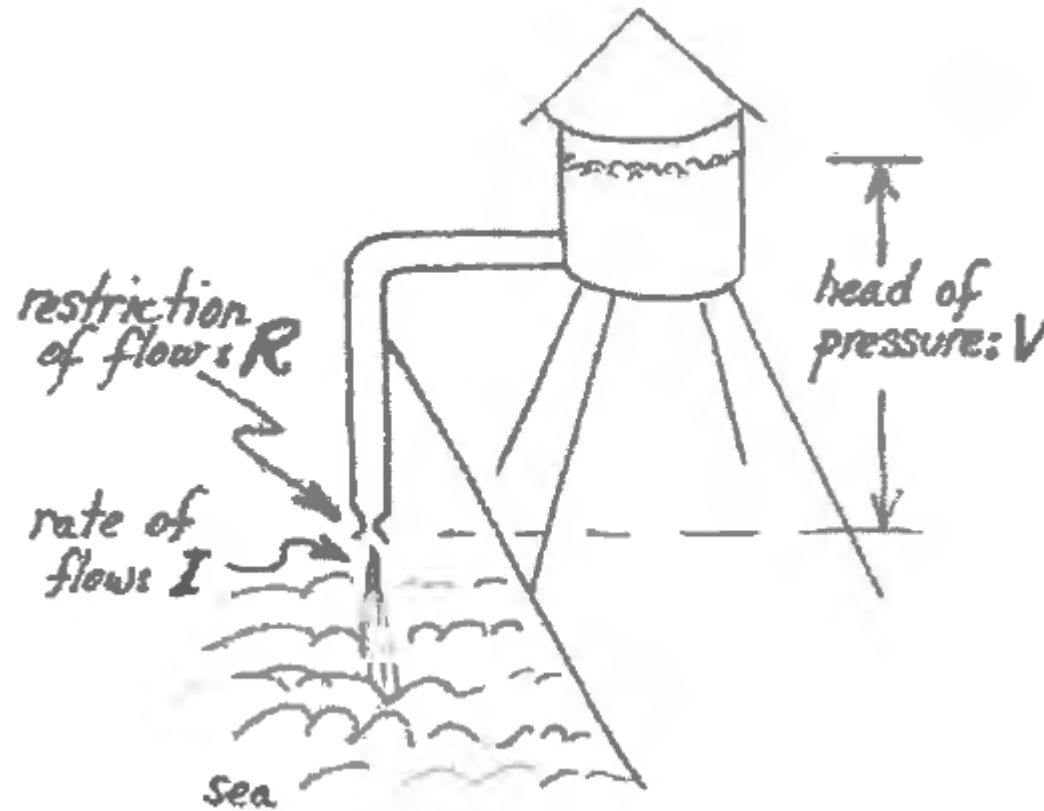
$$v = iR$$

- OBS: é válida para resistores lineares



LEI DE OHM

- Lei de Ohm – Analogia
 - Altura – Tensão
 - Vazão – Corrente
 - Restrição - Resistência



RESISTORES

■ Resistores

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

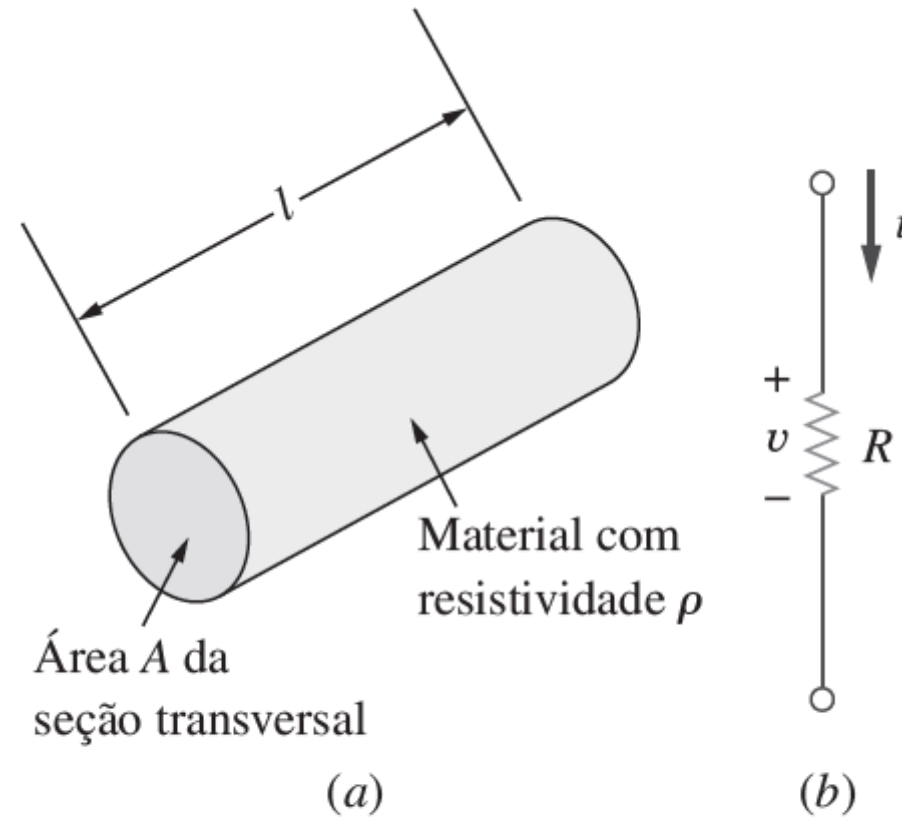


Figura 2.1 (a) Resistor; (b) símbolo de resistência usado em circuitos.

RESISTORES

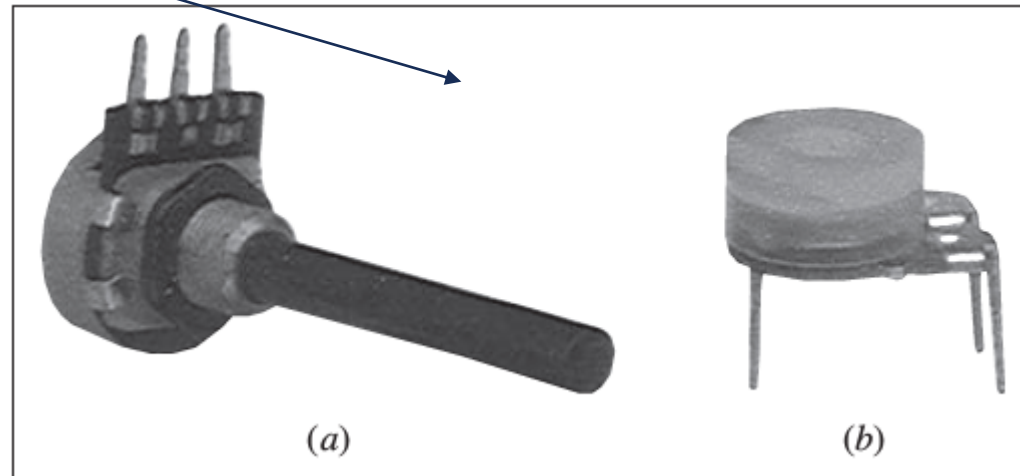
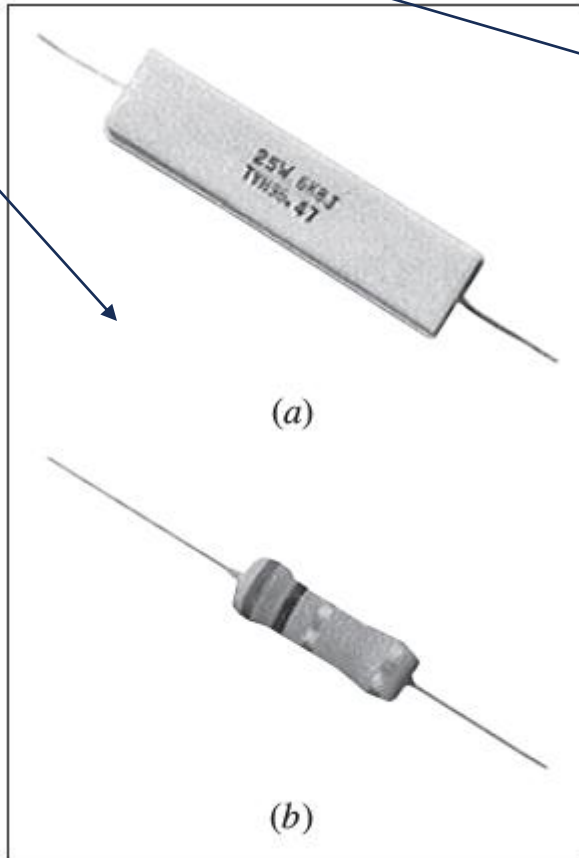
- Resistividade
 - É uma propriedade dos materiais!

Tabela 2.1 • Resistividade de alguns materiais comuns.

Material	Resistividade ($\Omega \cdot m$)	Emprego
Prata	$1,64 \times 10^{-8}$	Condutor
Cobre	$1,72 \times 10^{-8}$	Condutor
Alumínio	$2,8 \times 10^{-8}$	Condutor
Ouro	$2,45 \times 10^{-8}$	Condutor
Carbono	4×10^{-5}	Semicondutor
Germânio	47×10^{-2}	Semicondutor
Silício	$6,4 \times 10^2$	Semicondutor
Papel	10^{10}	Isolante
Mica	5×10^{11}	Isolante
Vidro	10^{12}	Isolante
Teflon	3×10^{12}	Isolante

RESISTORES

■ Fixos e variáveis



RESISTORES

- Onde são usados?
 - Em praticamente todos os circuitos!

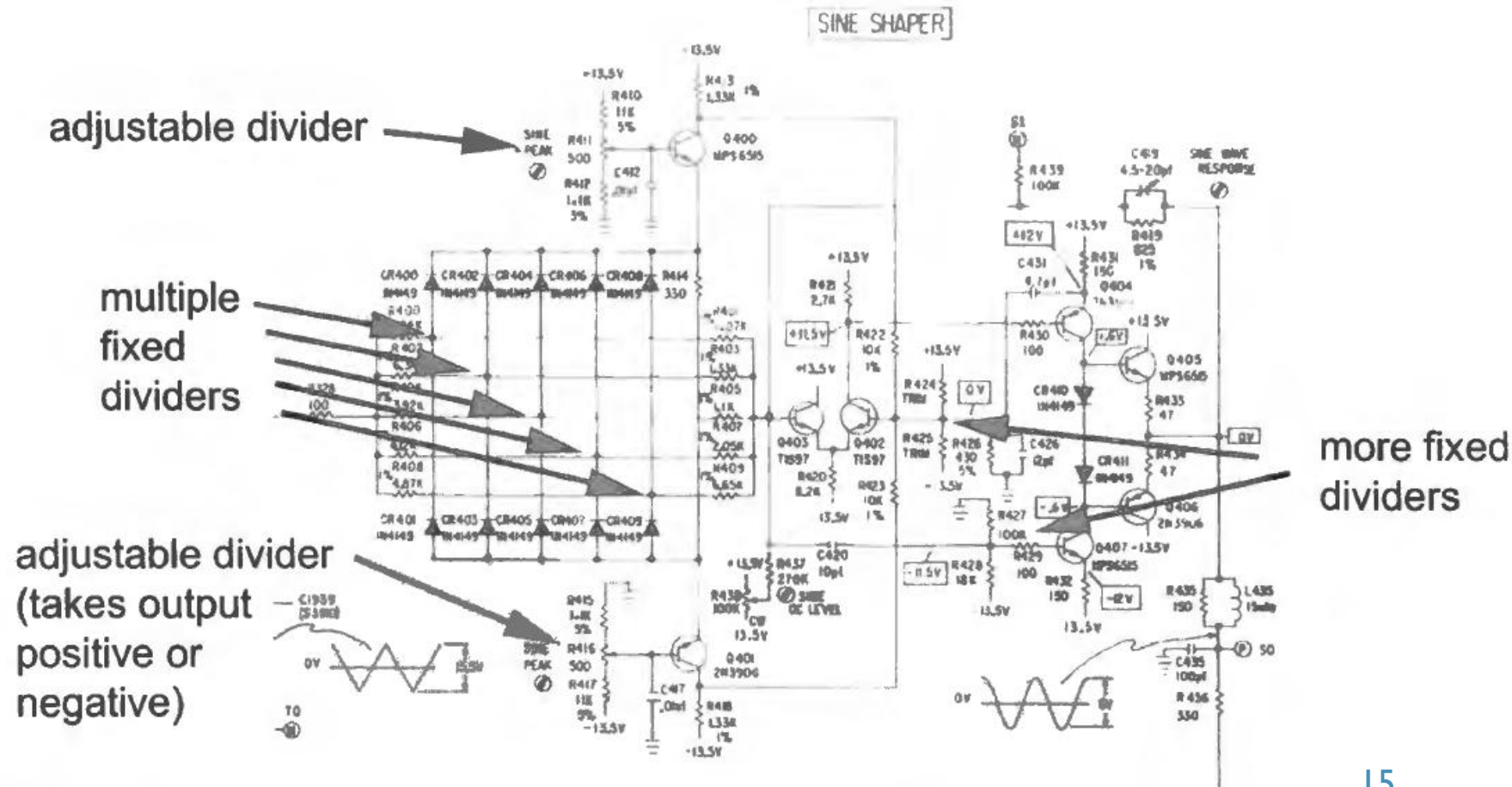
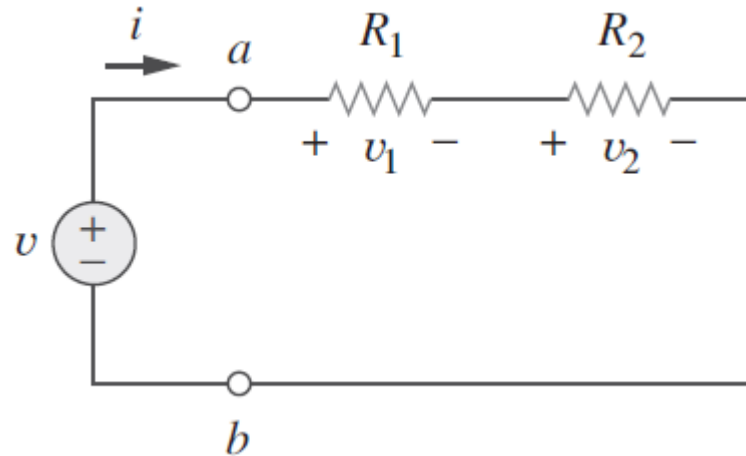


Figure 1N.12 Voltage dividers in a function generator: dividers are not just for beginners [Krohn–Hite 1400 function generator].

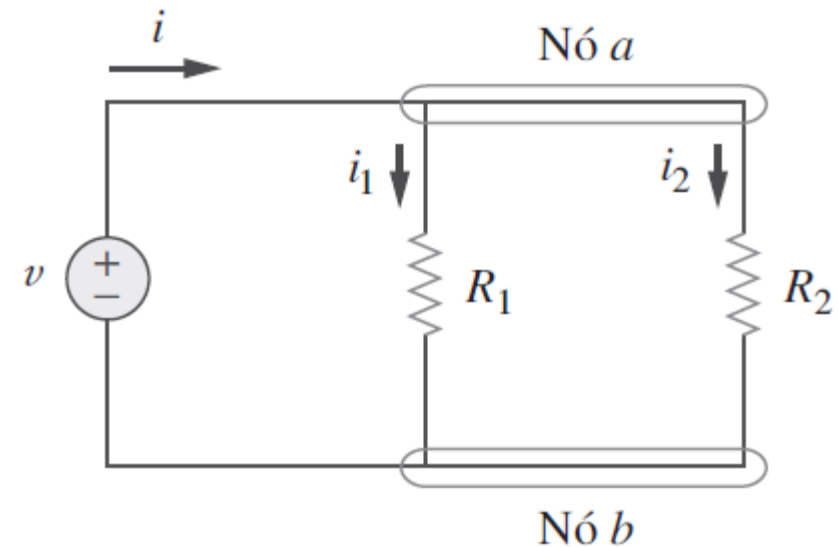
RESISTORES

Resistores em série



$$R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + \cdots + R_N = \sum_{n=1}^N R_n$$

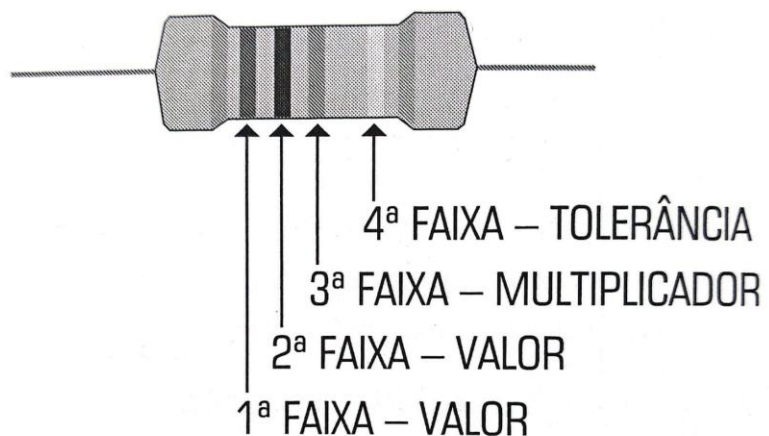
Resistores em paralelo



$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_N}$$

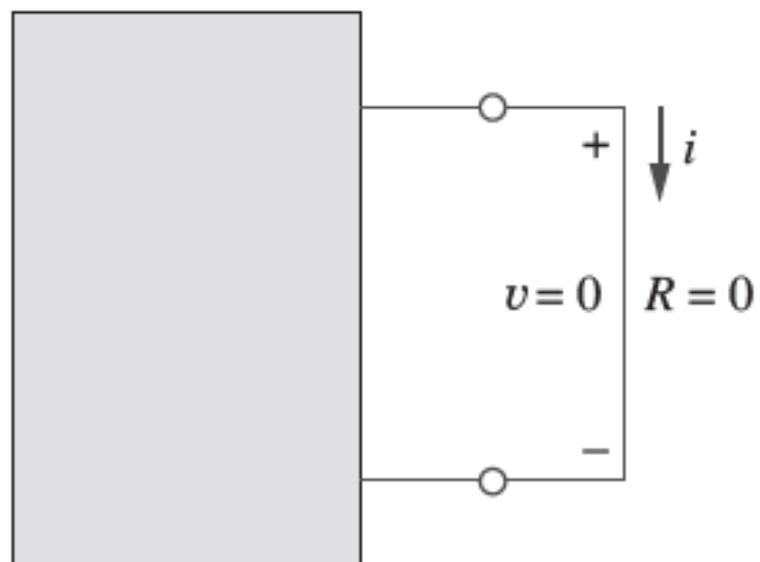
RESISTORES

■ Código de cores de resistores

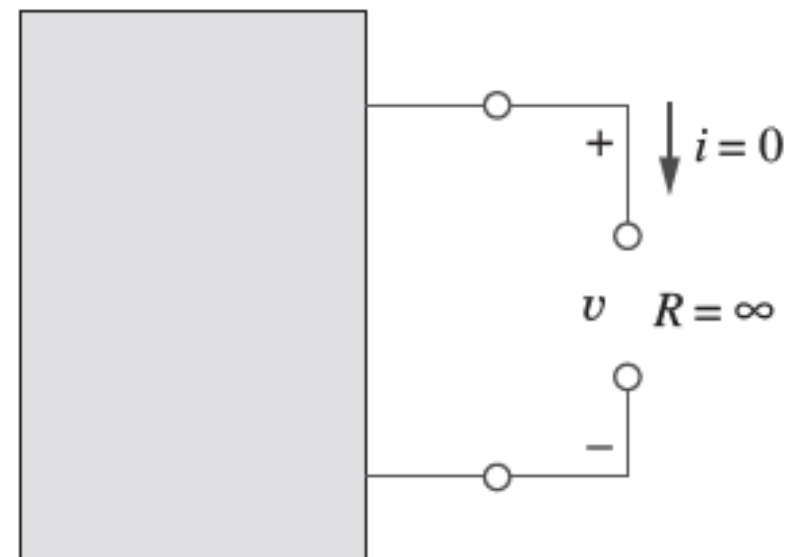


Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	Faixa multiplicadora	Tolerância
Preto	0	0	$\times 1\Omega$	-
Marrom	1	1	$\times 10\Omega$	$\pm 1\%$
Vermelho	2	2	$\times 100\Omega$	$\pm 2\%$
Laranja	3	3	$\times 1k\Omega$	-
Amarelo	4	4	$\times 10k\Omega$	-
Verde	5	5	$\times 100k\Omega$	$\pm 0,5\%$
Azul	6	6	$\times 1M\Omega$	$\pm 0,25\%$
Violeta	7	7	$\times 10M\Omega$	$\pm 0,1\%$
Cinza	8	8	-	$\pm 0,05\%$
Branco	9	9	-	-
Dourado	-	-	$\times 0,10\Omega$	$\pm 5\%$
Prateado	-	-	$\times 0,01\Omega$	$\pm 10\%$
Sem cor	-	-	-	$\pm 20\%$

CIRCUITO ABERTO E CURTO-CIRCUITO



$$v = iR = 0$$



$$i = \lim_{R \rightarrow \infty} \frac{v}{R} = 0$$

EFEITO JOULE

- Relaciona a corrente (ou tensão) que circula em um resistor com a potência dissipada nesse componente

$$P = I_{\text{RMS}}^2 R = \frac{V_{\text{RMS}}^2}{R}$$

$$I_{\text{ef}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$$

- Notar a relação NÃO LINEAR

$$V_{\text{ef}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2 dt}$$

OBS: os subscritos “RMS” e “ef” são equivalentes

RMS – Root Mean Square

Ef – Abreviatura para a palavra eficaz

EFEITO JOULE

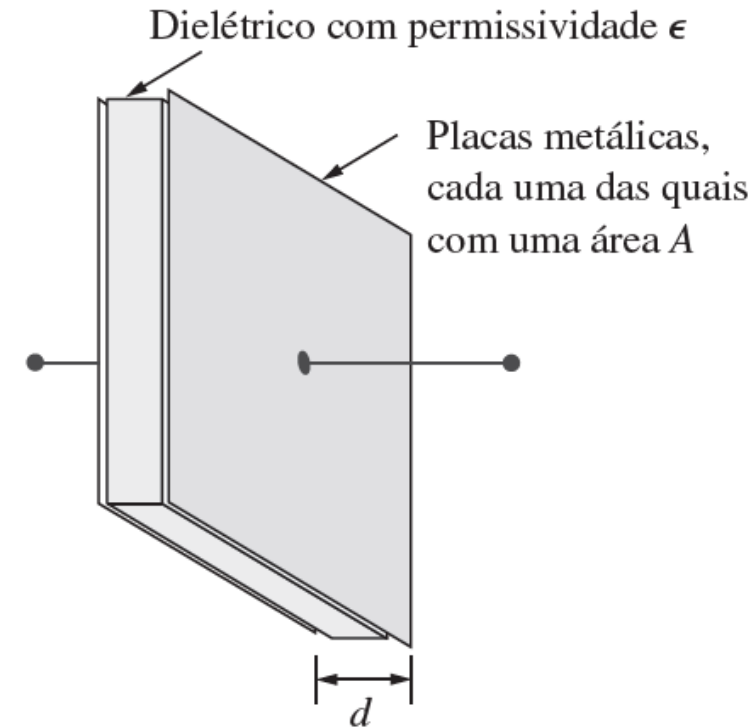
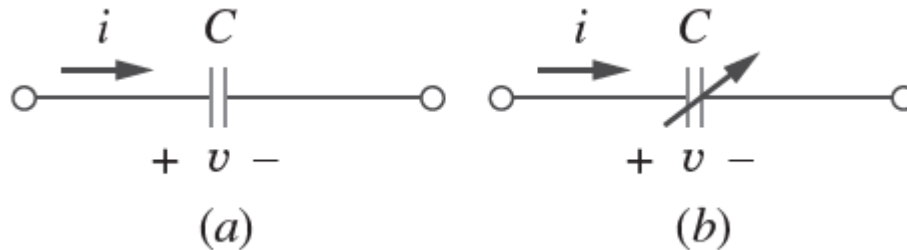
- A potência dissipada em um resistor é uma função não linear da corrente ou tensão
- Como R é sempre uma quantidade positiva, a potência em um resistor é sempre positiva. Portanto, um resistor sempre absorve potência do circuito

CAPACITORES

$$q = Cv$$

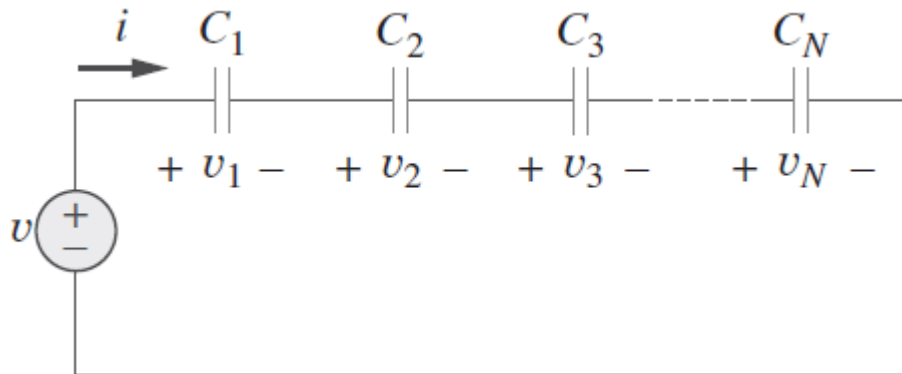
$$i = C \frac{dv}{dt}$$

$$w = \frac{1}{2} C v^2$$



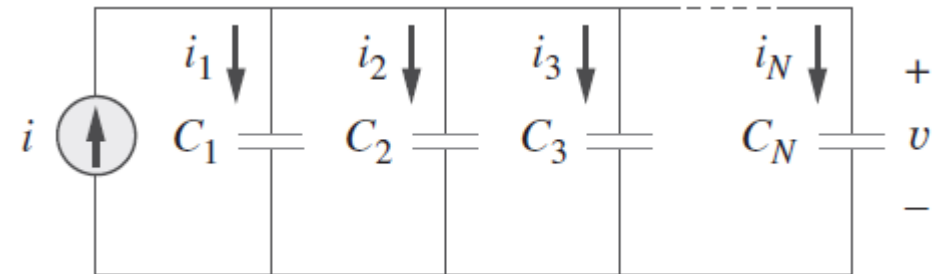
CAPACITORES

Capacitores em série



$$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_N}$$

Capacitores em paralelo

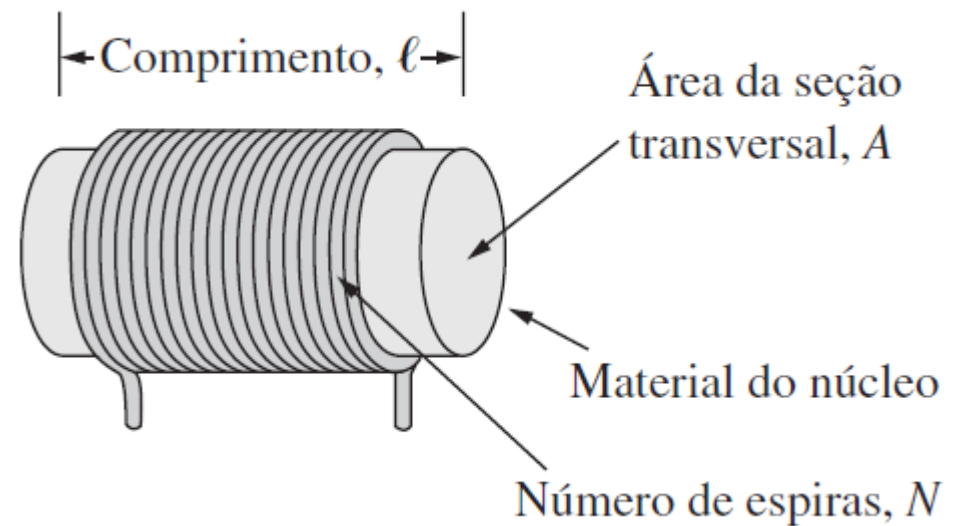
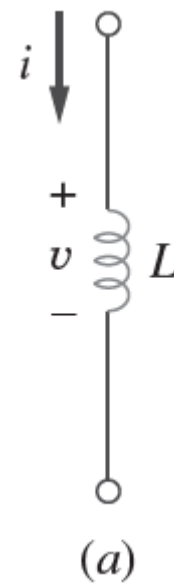


$$C_{\text{eq}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_N$$

INDUTORES

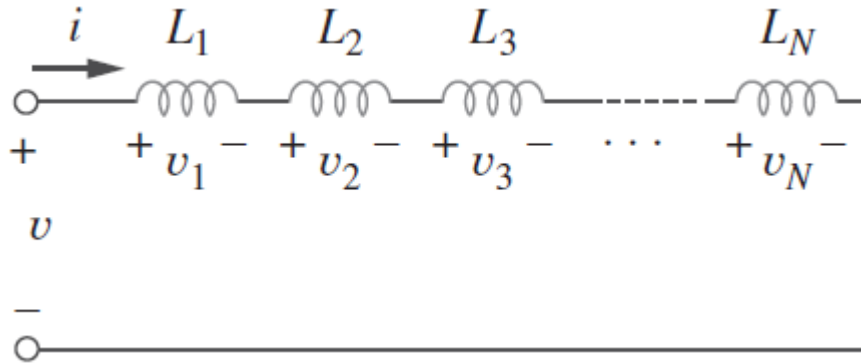
$$v = L \frac{di}{dt}$$

$$w = \frac{1}{2} Li^2$$



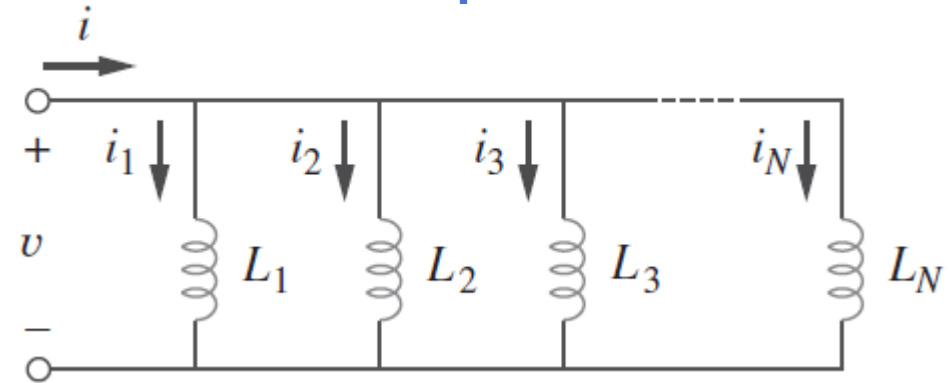
INDUTORES

Indutores em série



$$L_{\text{eq}} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_N$$

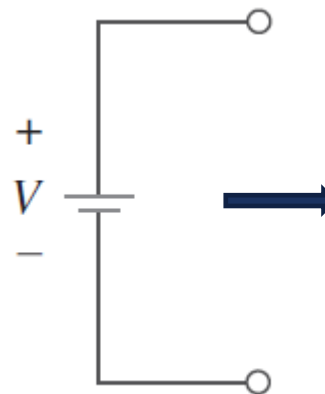
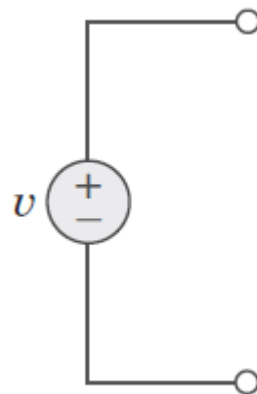
Indutores em paralelo



$$\frac{1}{L_{\text{eq}}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_N}$$

FONTE DE TENSÃO IDEAL

- Uma **fonte de tensão ideal** é um elemento ativo que fornece uma **tensão** especificada que é completamente independente dos outros elementos do circuito
 - É capaz de fornecer qualquer corrente para manter a tensão entre seus terminais

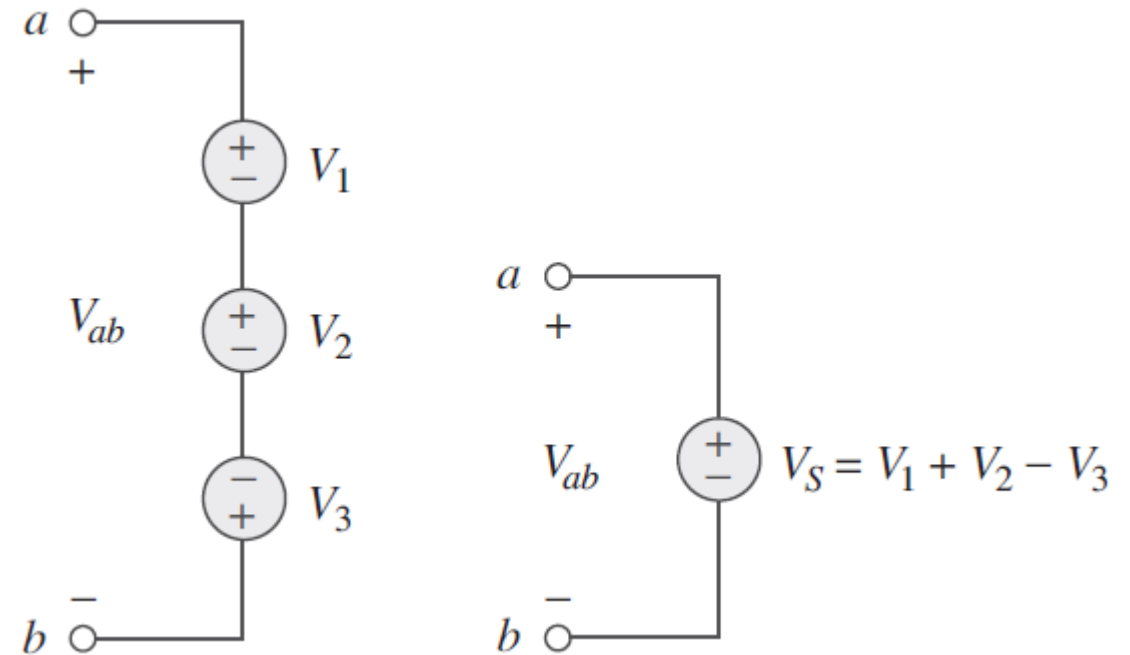


Essa é utilizada apenas para representar fontes de tensão constante

FONTE DE TENSÃO IDEAL

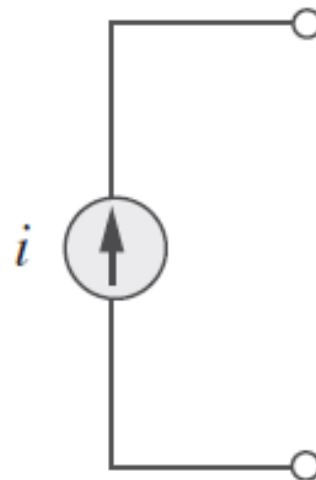
■ Associação de fontes de tensão

- Fontes de tensão só podem ser associadas em **série**



FONTE DE CORRENTE IDEAL

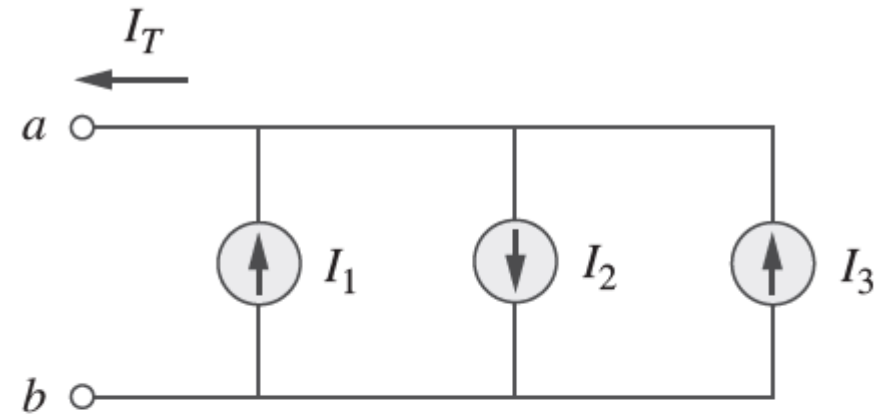
- Uma **fonte de corrente ideal** é um elemento ativo que fornece uma **corrente** especificada que é completamente independente dos outros elementos do circuito
- É capaz de aplicar qualquer tensão entre seus terminais para manter a corrente através da fonte



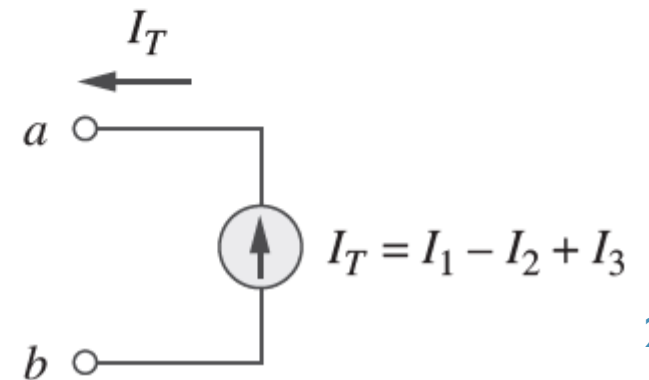
FONTE DE CORRENTE IDEAL

- Associação de fontes de corrente

- Fontes de corrente só podem ser associadas em paralelo



(a)



RAMOS, NÓS E LAÇOS

Ramo representa um elemento único como fonte de tensão ou resistor.

Nó é o ponto de conexão entre dois ou mais ramos.

Laço é qualquer caminho fechado em um circuito.

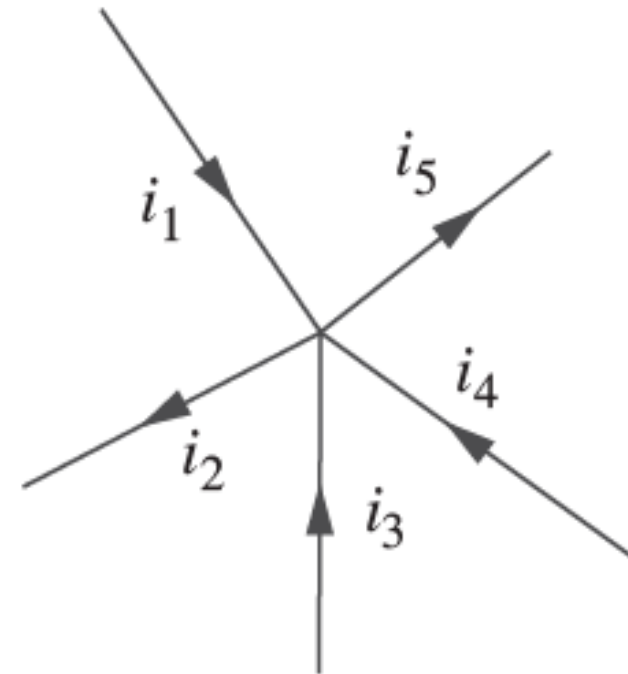
- OBS: um laço inicia-se em um nó, passa por uma série de nós e retorna ao nó de partida sem passar por qualquer outro mais de uma vez

1ª LEI DE KIRCHHOFF (LKC)

- “A soma algébrica das corrente que entram em um nó é nula”

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

N – n° de ramos conectado ao nó



2ª LEI DE KIRCHHOFF (LKT)

- “A soma algébrica de todas as tensões em torno de um caminho fechado é nula”

$$\sum_{m=1}^M v_m = 0$$

M – n° de tensões no laço

