

FUCO5A - Análise De Circuitos Elétricos 1

Aula 3A

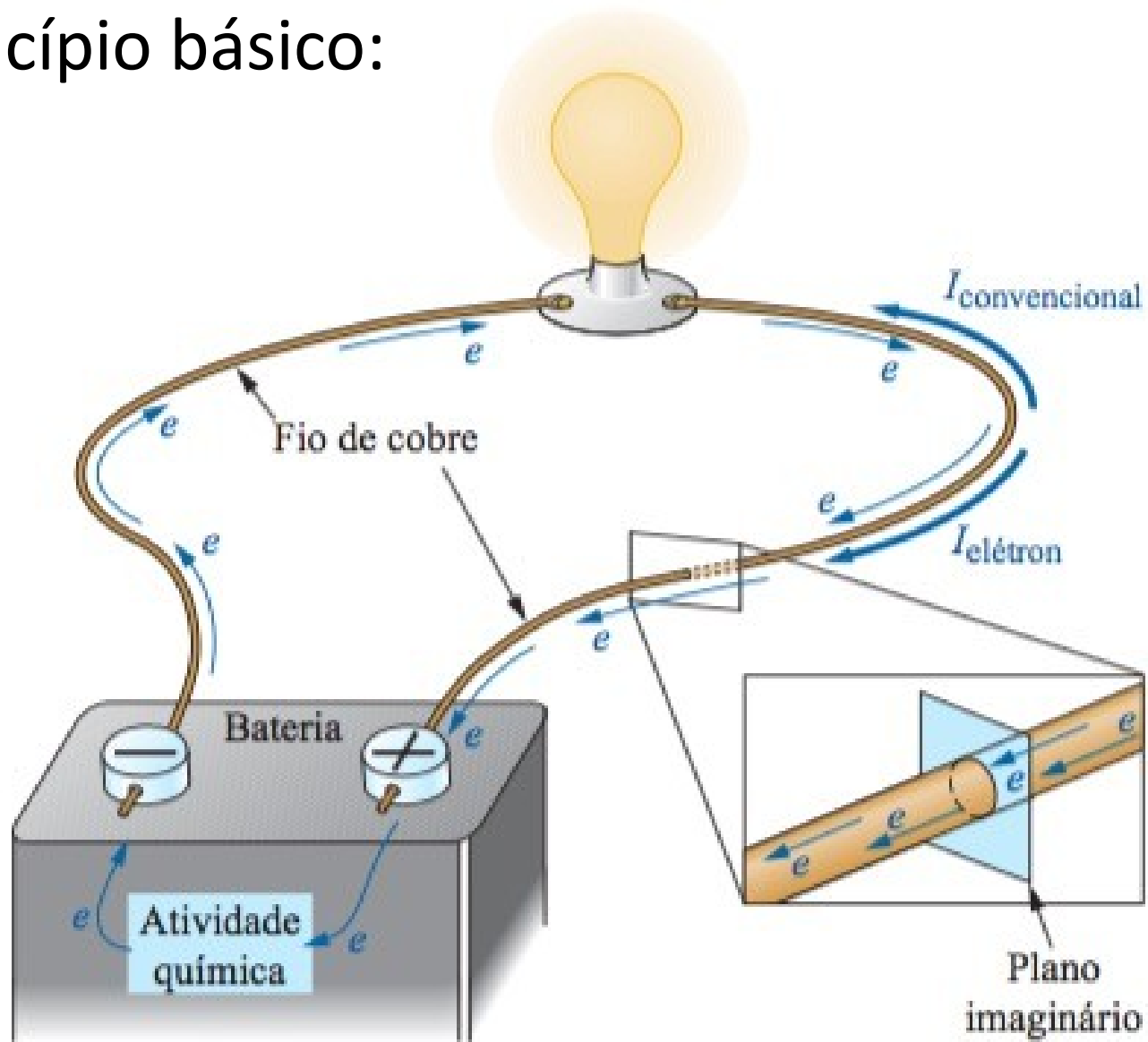
Prof.: Renan Silva Maciel

(slides adaptados de AC64-2018/1 – Prof. Maurício Zardo)

- **Tópicos:**

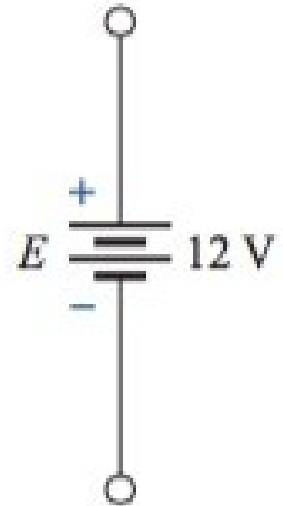
- Elementos de circuito;
- Lei de Ohm;
- Fontes de tensão e corrente

- Princípio básico:



- **FONTES DE TENSÃO - CC:**
 - **Corrente contínua** (DC - *direct current*),
 - Há um sentido de cargas unidirecional.
 - Símbolos: V ou E

Força eletromotriz é uma força que estabelece o sentido de carga devido à aplicação de uma diferença em potencial.

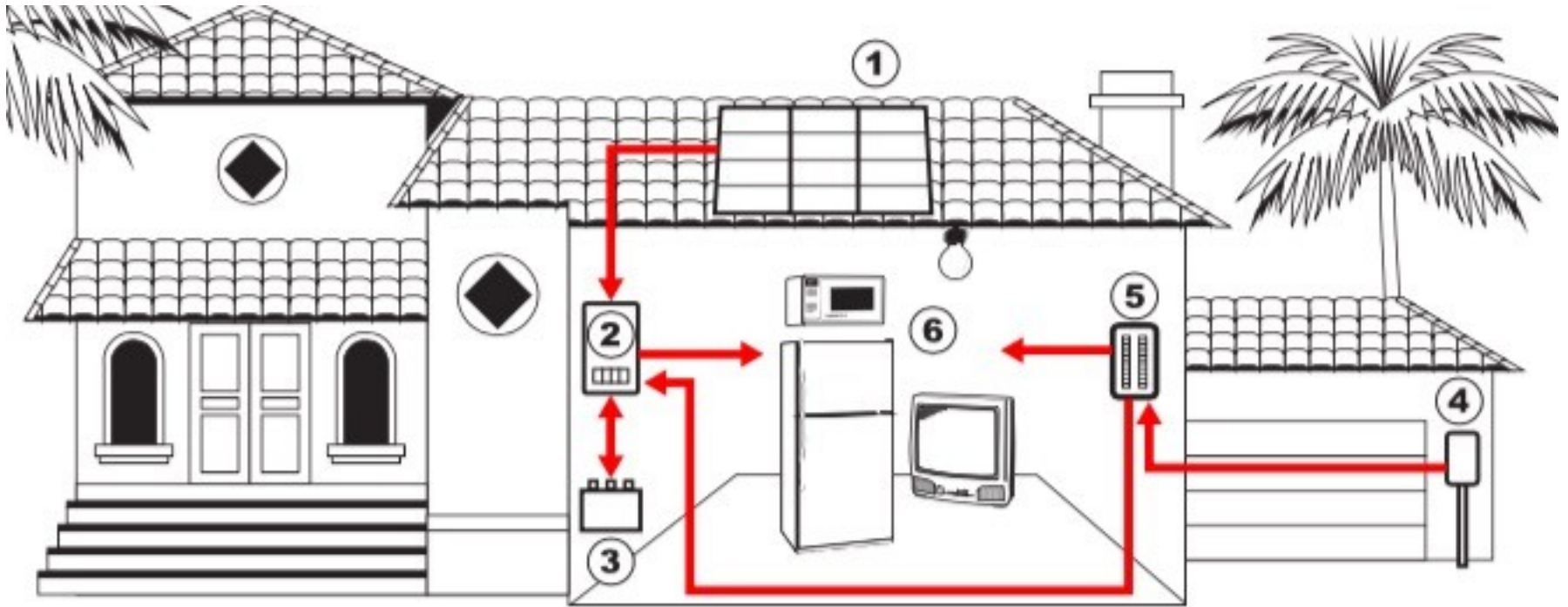


- **Baterias**

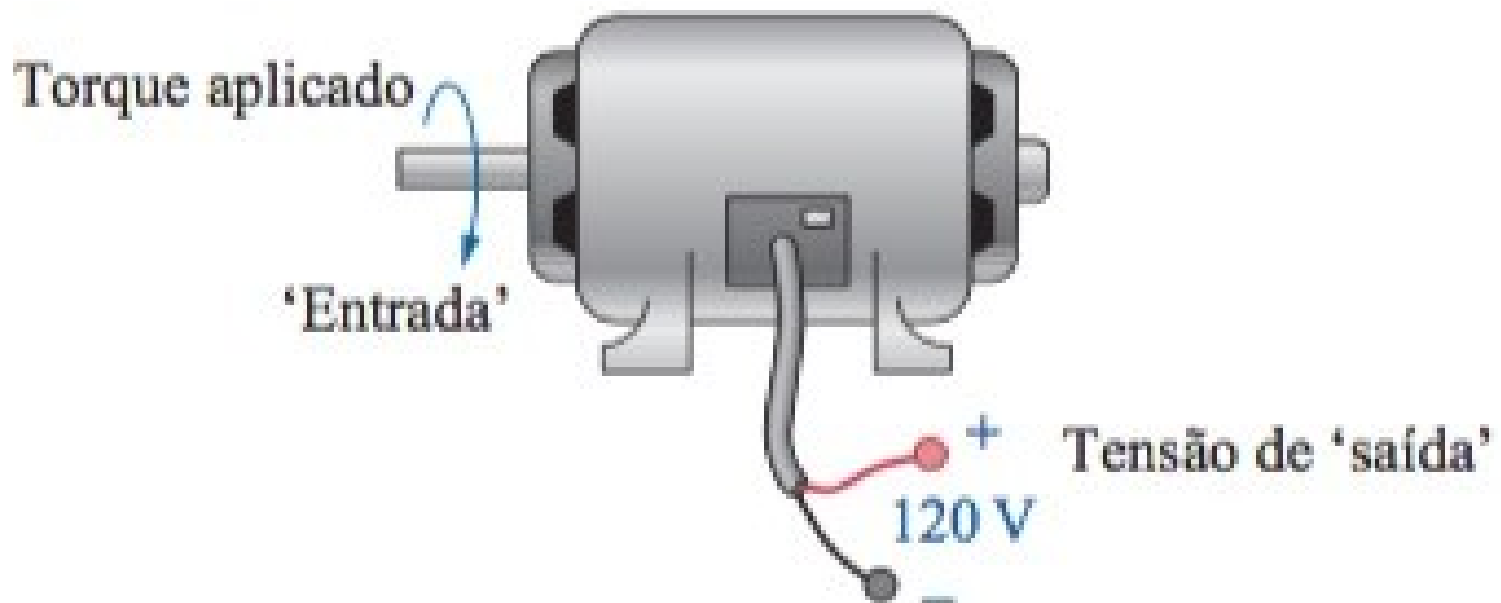
- Primárias (não recarregáveis) e secundárias;
- Secundárias:
 - Pb-ácido
 - Ni-HM (Níquel-hidreto metálico): Prius
 - íon de Lítio: laptops, Tesla



- Células solares



- Geradores



- **RESISTÊNCIA:**

- Característica de um corpo com relação à condução de eletricidade;
- Elemento x modelo

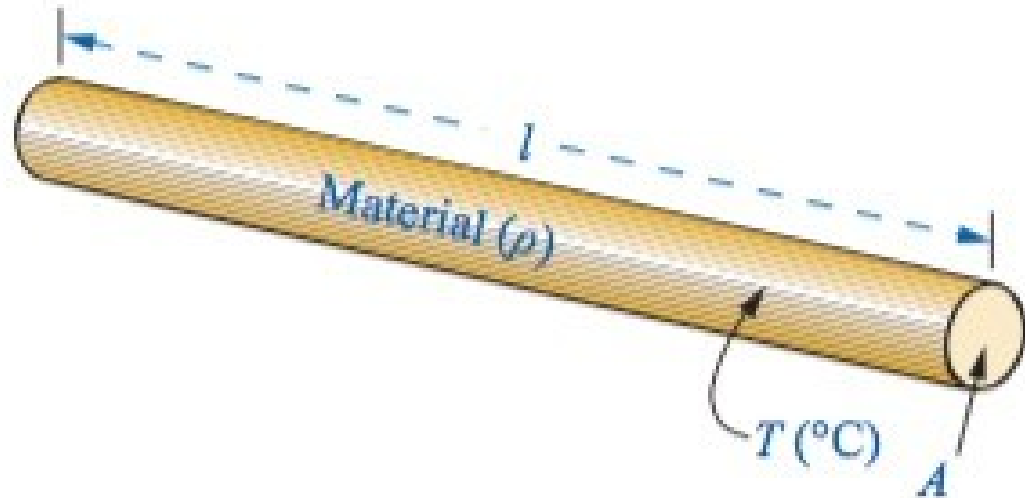
Resistência é a oposição ao fluxo de carga através de um circuito elétrico, tem as unidades de ohms (Ω).



- **RESISTÊNCIA: FIOS CIRCULARES**

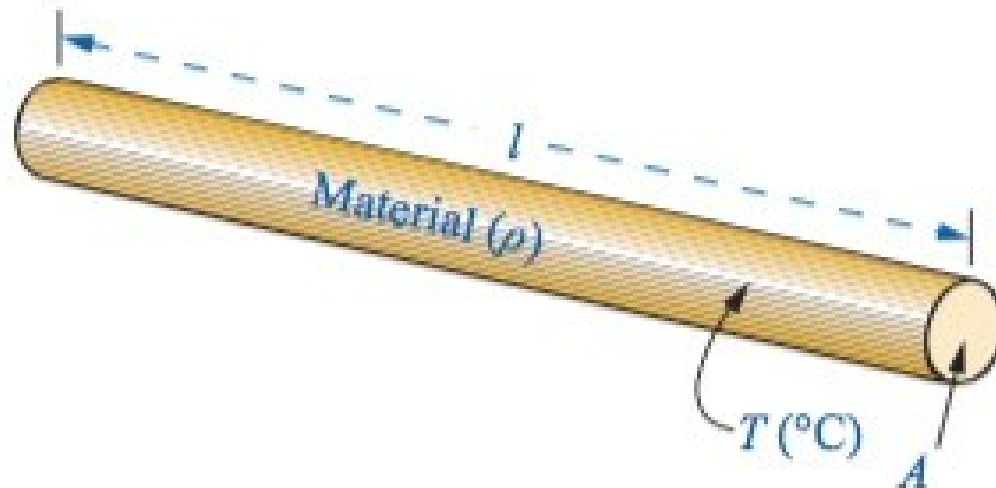
- Parâmetros:

- 1. *Material.*
- 2. *Comprimento.*
- 3. *Área do corte transversal.*
- 4. *Temperatura do material.*



- Resistência (R) e Resistividade (ρ):

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



- **Resistência (R) e Resistividade (ρ):**

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

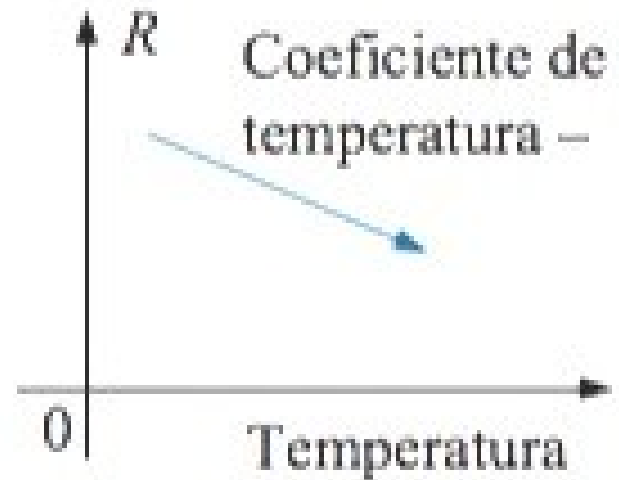
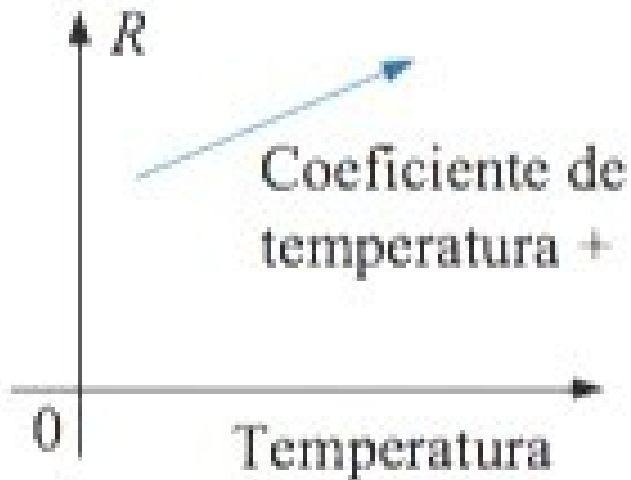
- *quanto maior a resistividade, maior a resistência de um condutor*
- *quanto maior o comprimento de um condutor, maior a resistência*
- *quanto maior a área de um condutor, menor sua resistência*

- Resistividade (ρ)

Material	ρ (CM - Ω /pés)@20°C
Prata	9,9
Cobre	10,37
Ouro	14,7
Alumínio	17,0
Tungstênio	33,0
Níquel	47,0
Ferro	74,0
Constantan	295,0
Nicromo	600,0
Calorita	720,0
Carbono	21.000,0

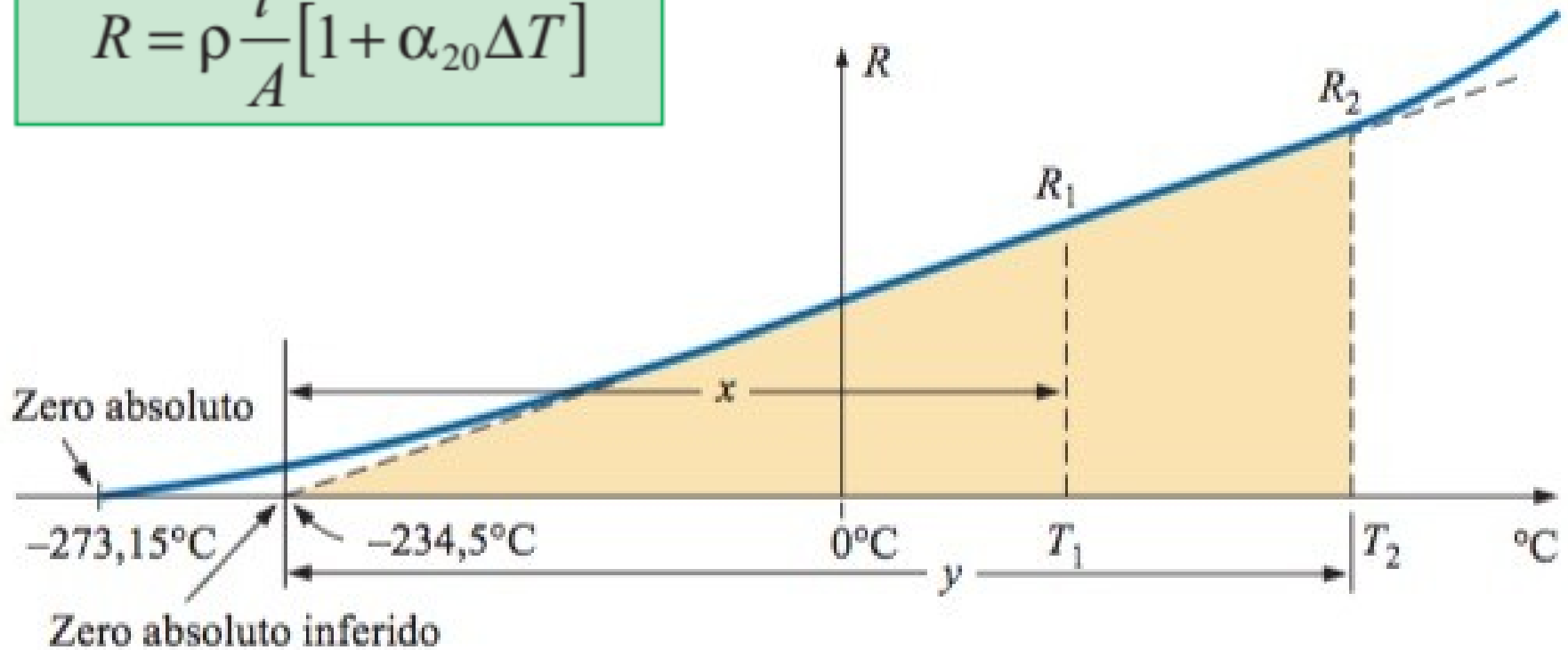
- **EFEITOS DA TEMPERATURA**

- *o aumento da temperatura resulta em um aumento no valor de resistência.*
- *os condutores têm um coeficiente de temperatura positivo.*



- Efeito da temperatura sobre a resistência do **cobre**

$$R = \rho \frac{l}{A} [1 + \alpha_{20} \Delta T]$$



- **CONDUTÂNCIA (G)**

Inverso da resistência

Unidade: (S, *siemens*)

$$G = \frac{1}{R}$$

(siemens, S)

- **Lei de Ohm:**

“Um condutor mantido à temperatura constante, a razão entre a tensão entre dois pontos e a corrente elétrica é constante.”

$$R = \frac{E}{I}$$

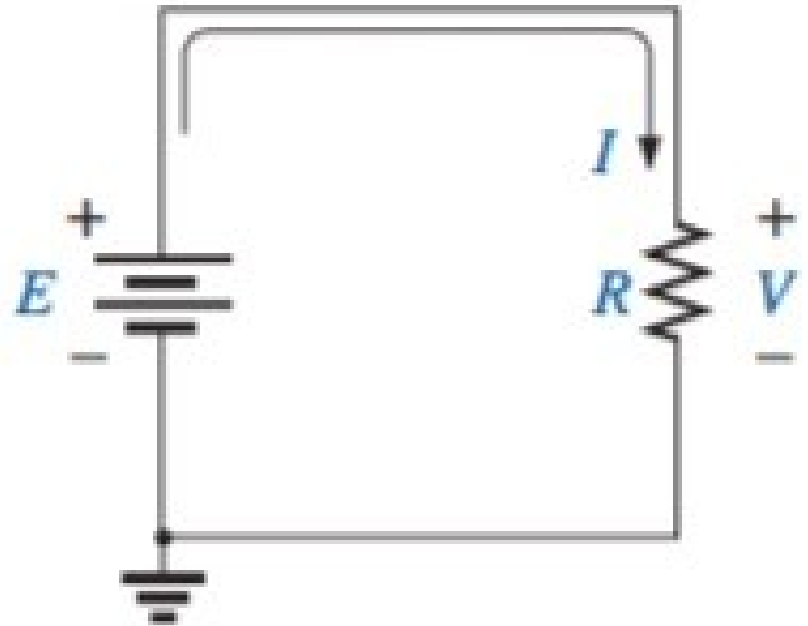
(ohms, Ω)

$$I = \frac{E}{R}$$

(ampères, A)

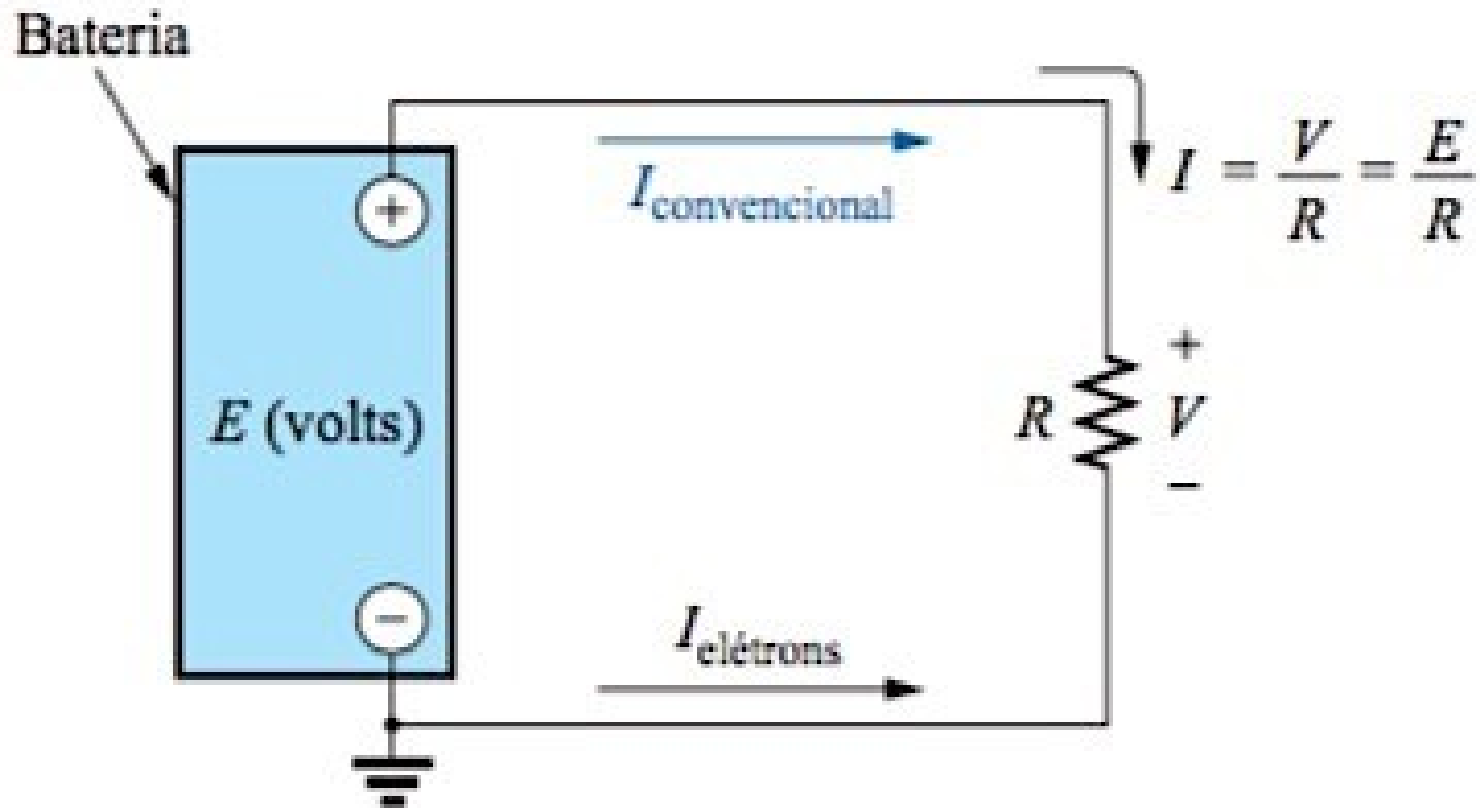
$$E = IR$$

(volts, V)

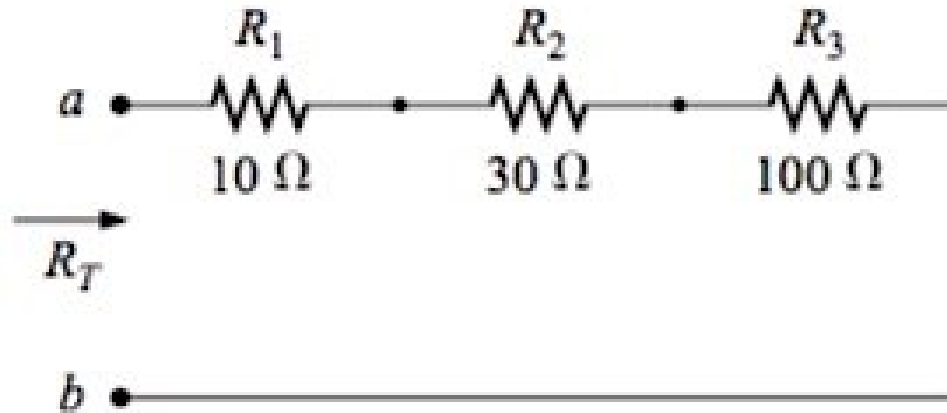


- RESISTORES EM SÉRIE:

$$R = \frac{E}{I} \quad (\text{ohms, } \Omega)$$

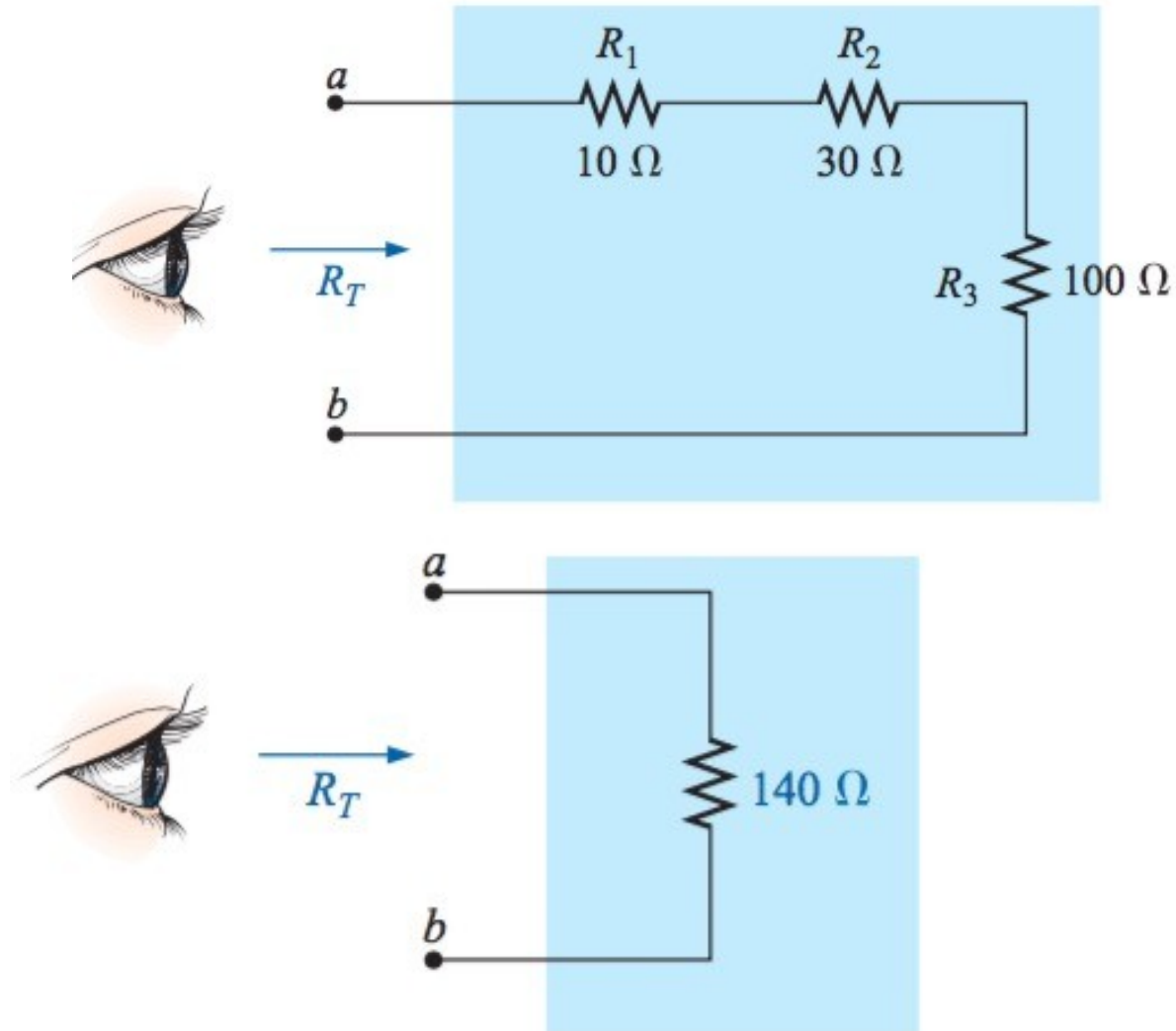


- RESISTORES EM SÉRIE:

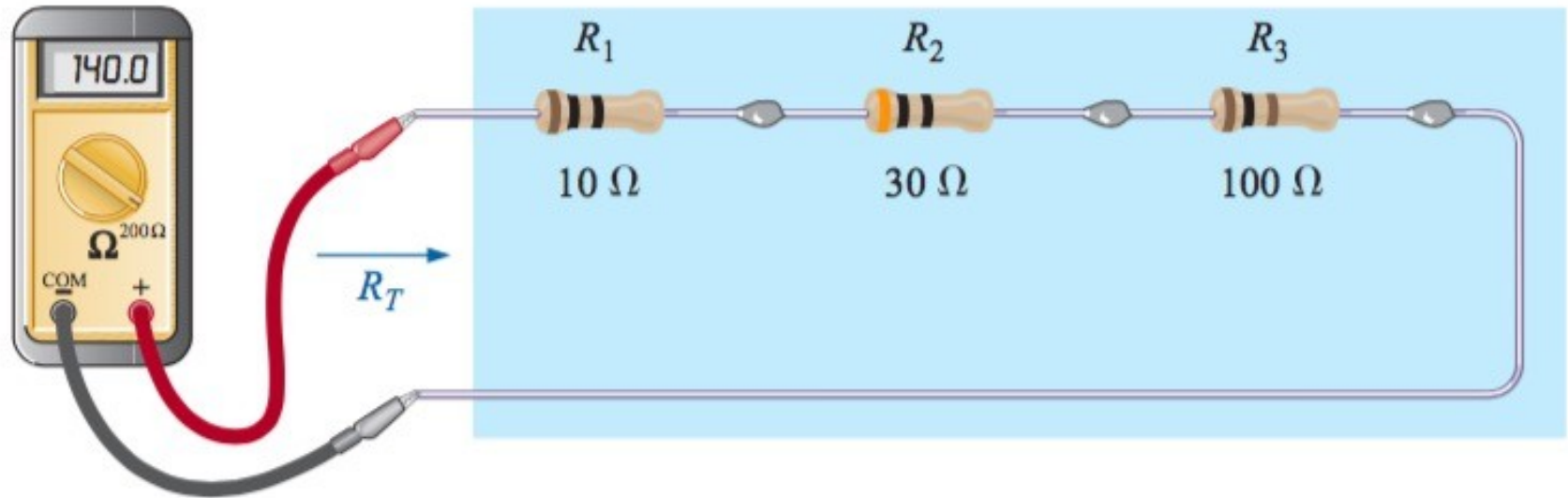


$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_N$$

- **RESISTOR EQUIVALENTE:**

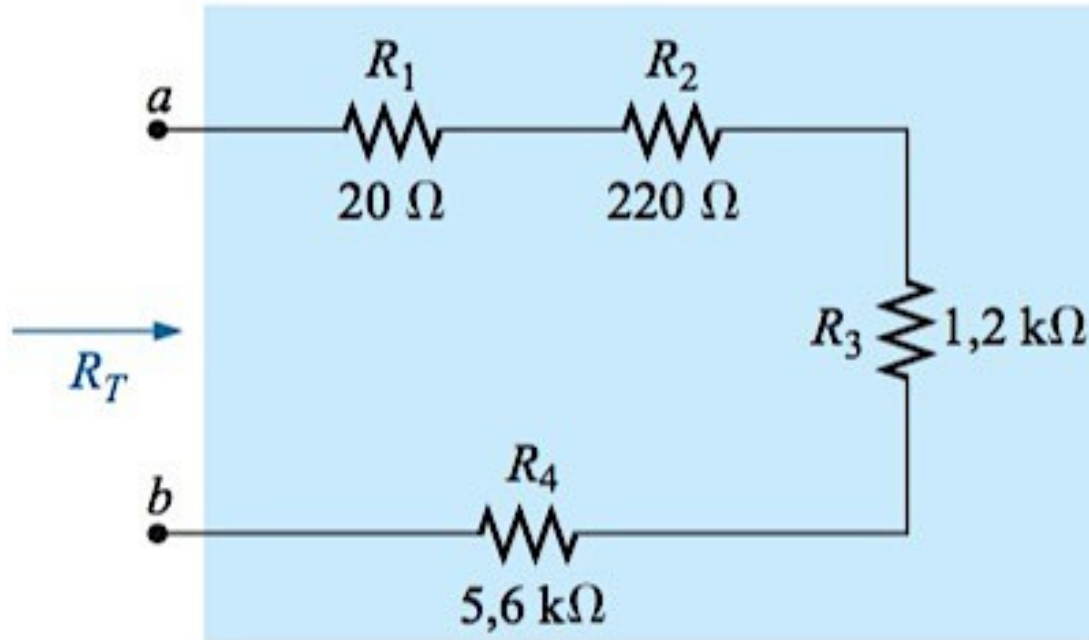


- RESISTORES EM SÉRIE:



- *quanto mais resistores em série acrescentarmos, maior será a resistência, não importando seu valor.*
- *o maior resistor em uma combinação em série terá o maior impacto sobre a resistência total.*

RESISTORES EM SÉRIE - Exemplo:

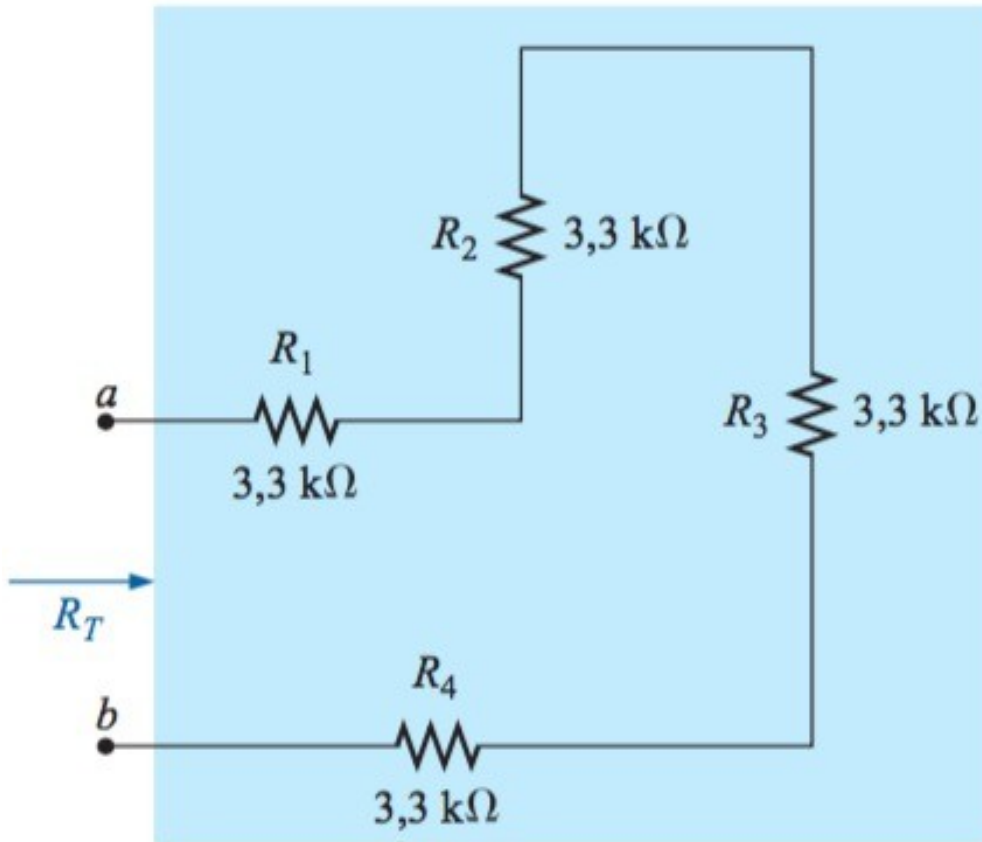


$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$R_T = 20\ \Omega + 220\ \Omega + 1,2\ \text{k}\Omega + 5,6\ \text{k}\Omega$$

$$R_T = 7.040\ \Omega = 7,04\ \text{k}\Omega$$

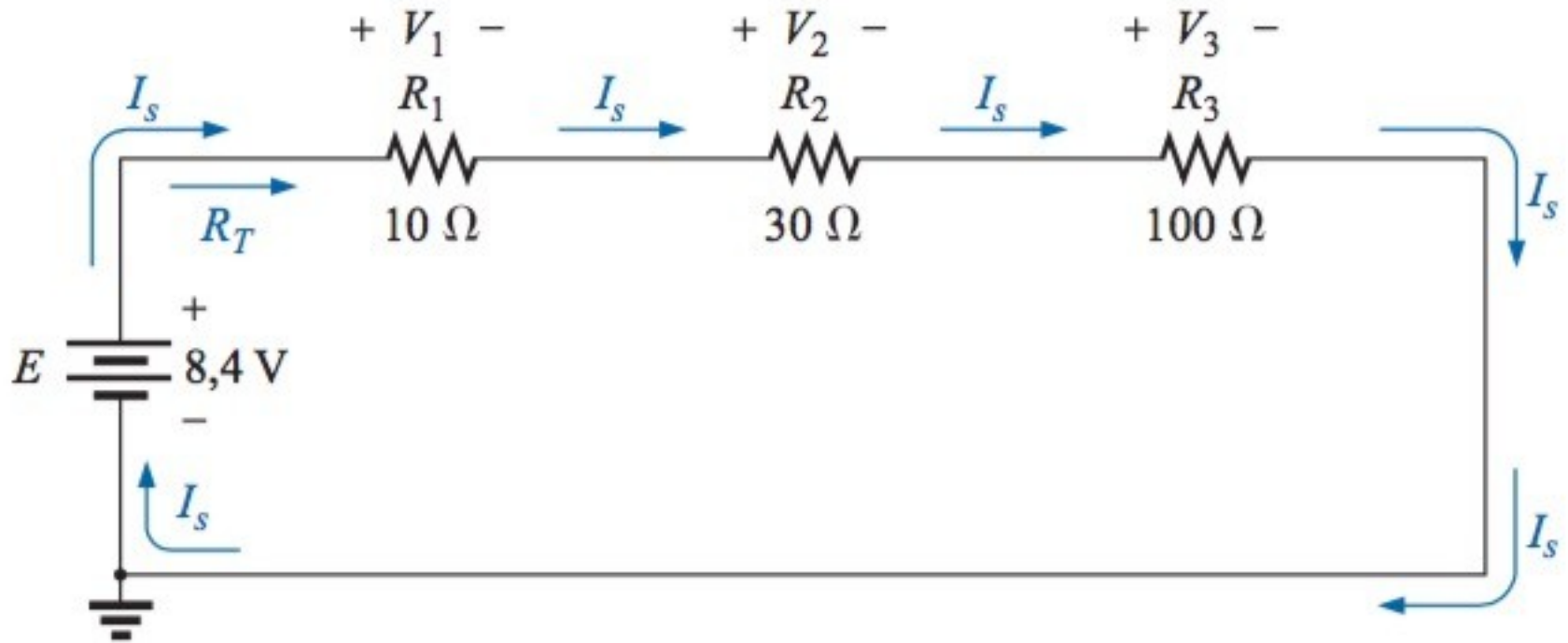
RESISTORES EM SÉRIE - IGUAIS:



$$R_T = NR$$

$$\begin{aligned} R_T &= NR \\ &= (4) (3,3 \text{ k}\Omega) = \mathbf{13,2 \text{ k}\Omega} \end{aligned}$$

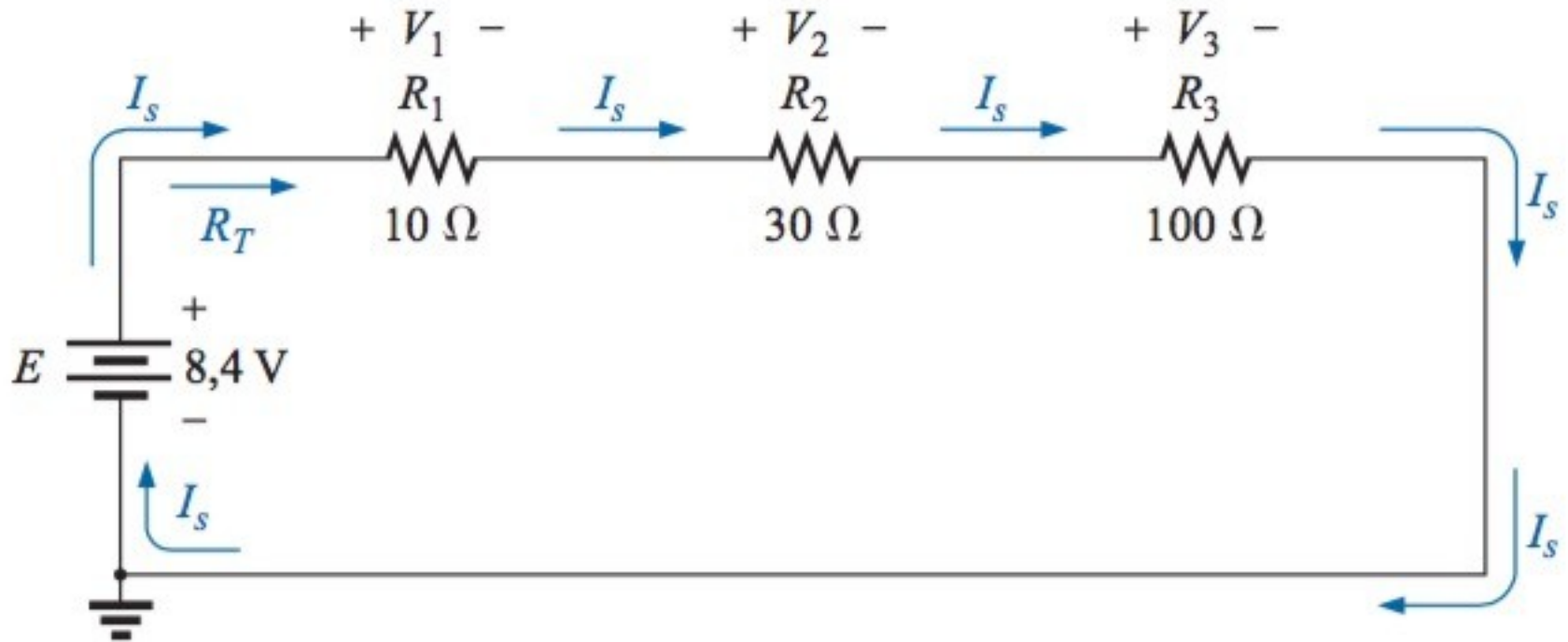
- CORRENTE - RESISTORES EM SÉRIE:



$$I_s = \frac{E}{R_T}$$

$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{8,4 \text{ V}}{140 \, \Omega} = 0,06 \text{ A} = \mathbf{60 \text{ mA}}$$

- TENSÃO - RESISTORES EM SÉRIE:



$$V_1 = I_1 R_1$$

$$V_2 = I_2 R_2$$

$$V_3 = I_3 R_3$$

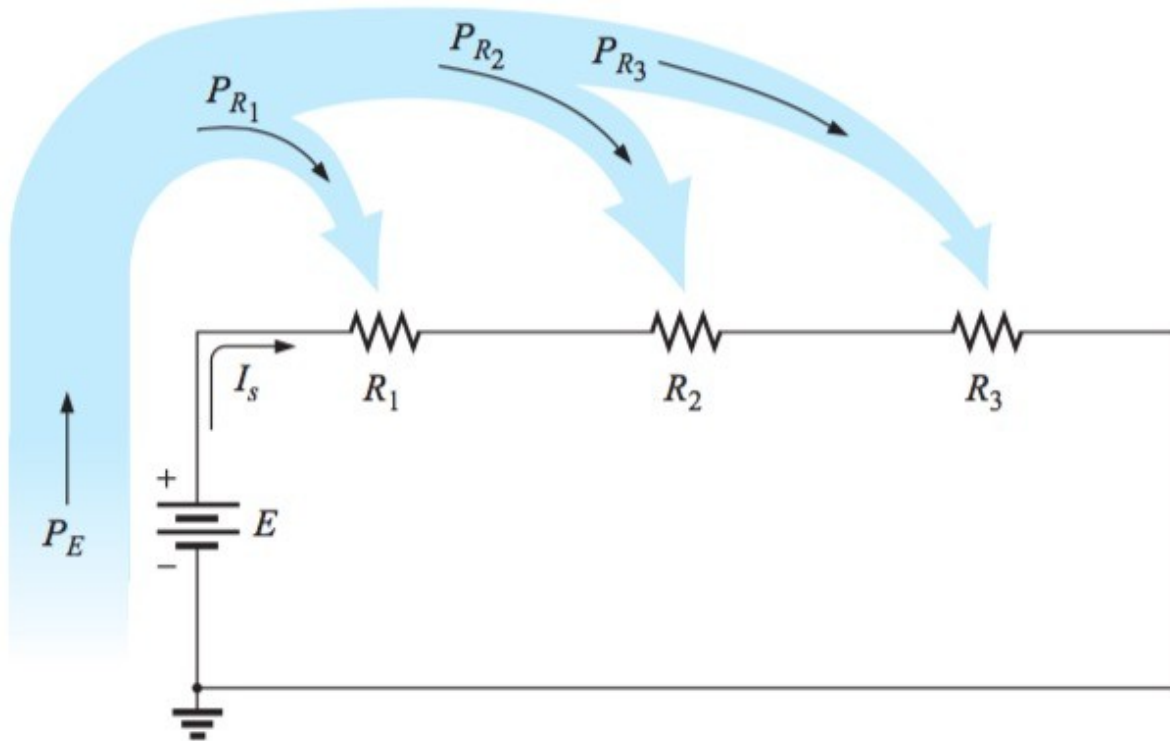
$$V_1 = I_1 R_1 = I_s R_1 = (60\text{ mA}) (10\ \Omega) = \mathbf{0,6\text{ V}}$$

$$V_2 = I_2 R_2 = I_s R_2 = (60\text{ mA}) (30\ \Omega) = \mathbf{1,8\text{ V}}$$

$$V_3 = I_3 R_3 = I_s R_3 = (60\text{ mA}) (100\ \Omega) = \mathbf{6,0\text{ V}}$$

- POTÊNCIA - RESISTORES EM SÉRIE:
 - *a potência aplicada pela fonte CC deve ser igual àquela dissipada pelos elementos resistivos.*

$$P_E = P_{R_1} + P_{R_2} + P_{R_3}$$

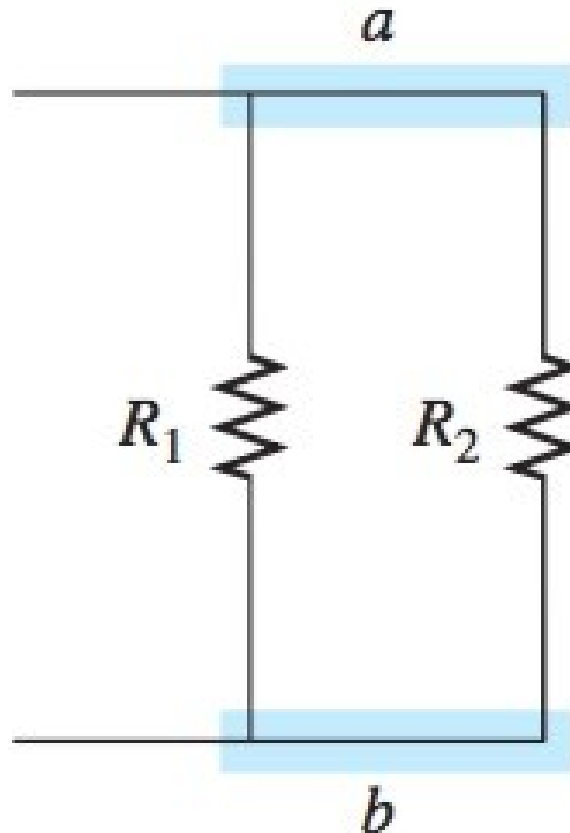


$$P_E = EI_s$$

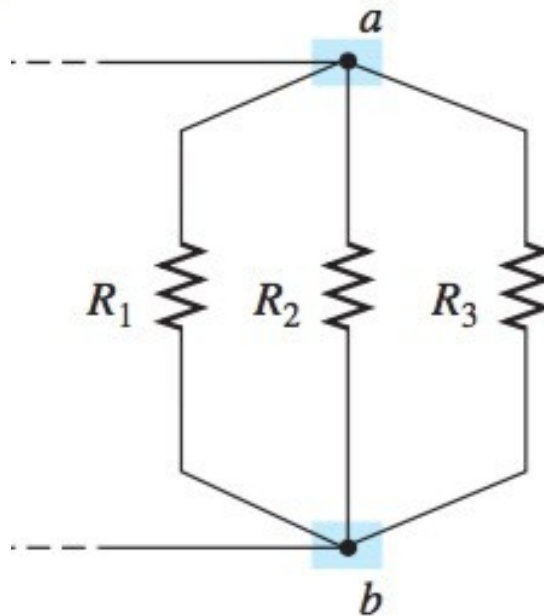
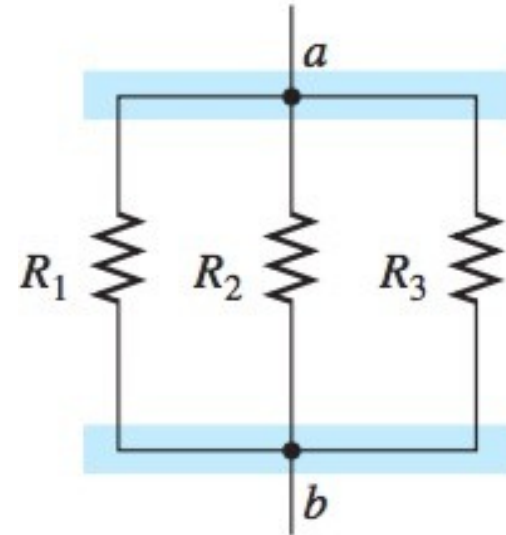
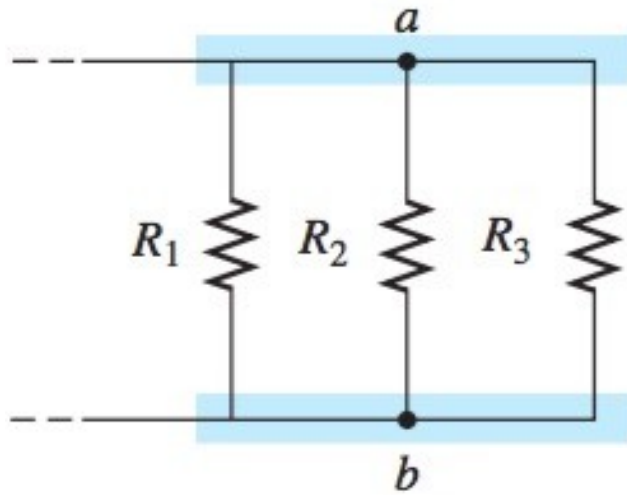
(watts, W)

- RESISTORES EM PARALELO

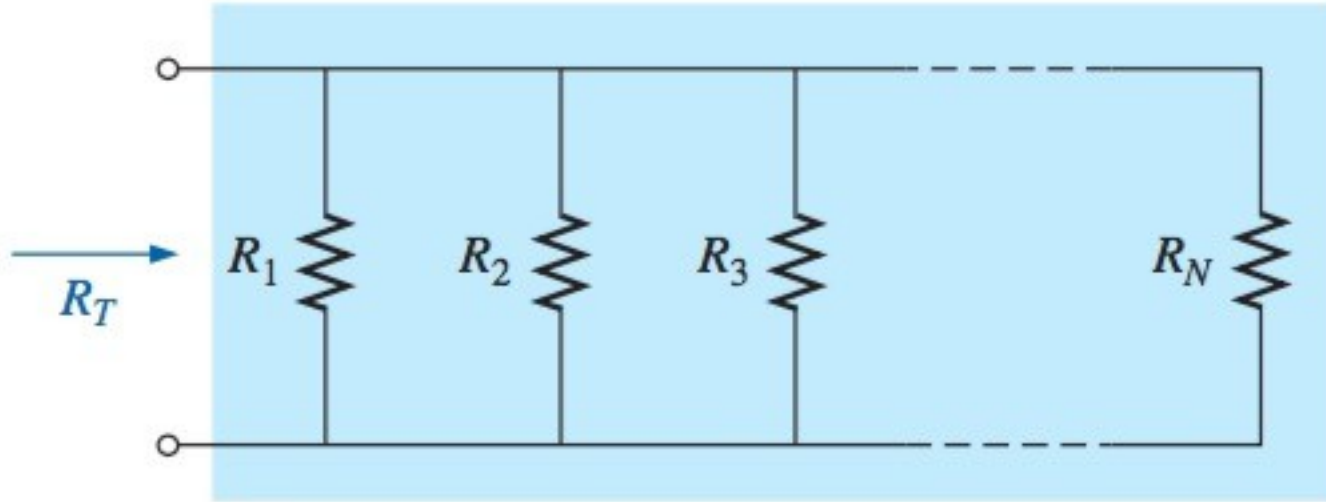
- *dois elementos, ramos ou resistores estão em paralelo se tiverem dois terminais em comum.*



- RESISTORES EM PARALELO



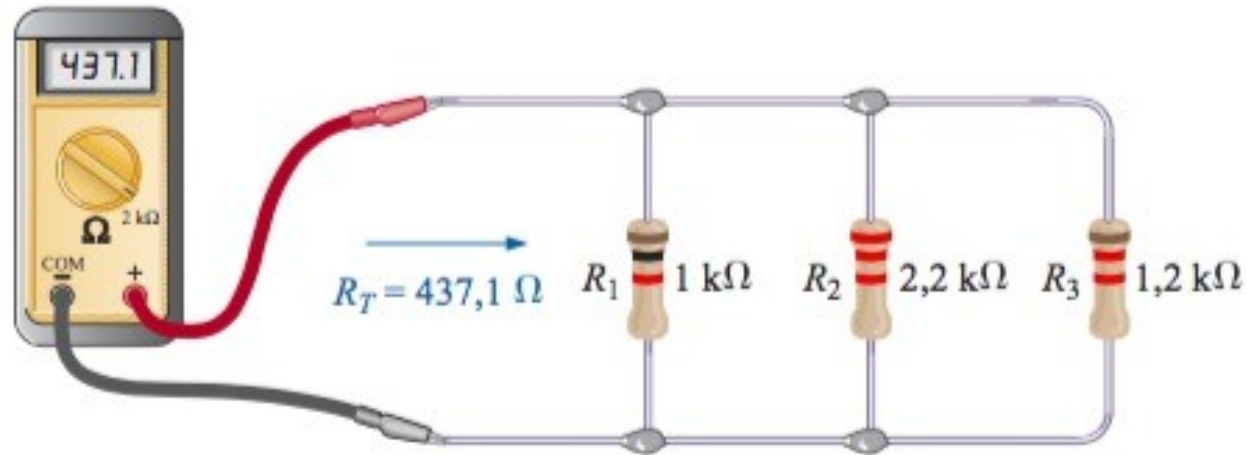
- RESISTORES EM PARALELO –EQUIVALENTE:



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

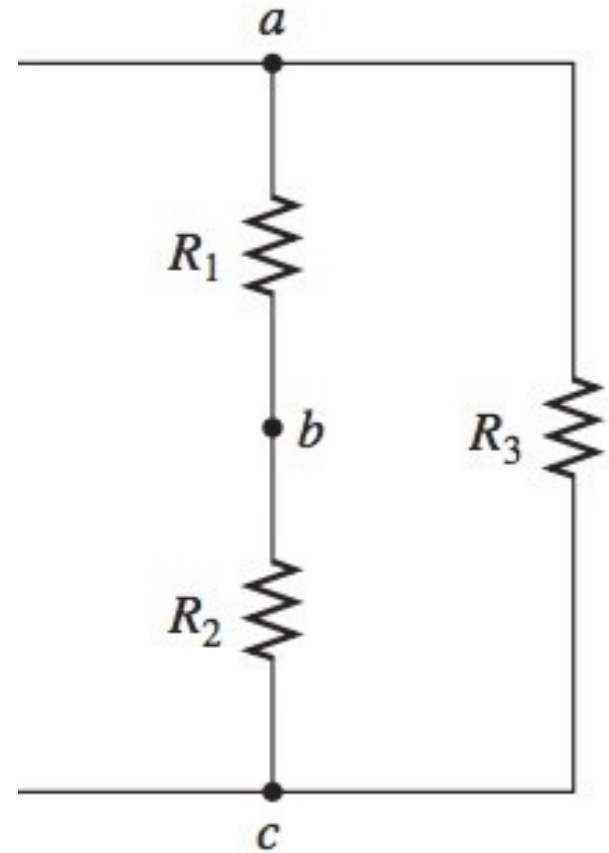
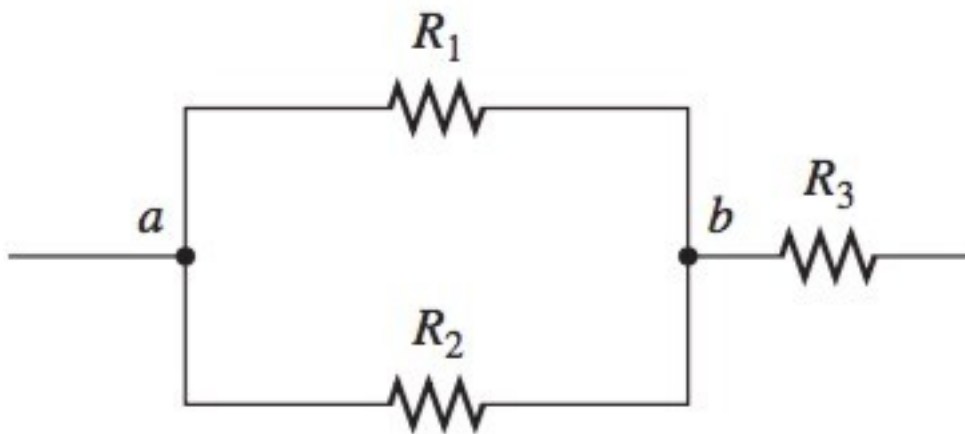
$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}}$$

- RESISTORES EM PARALELO –EQUIVALENTE:

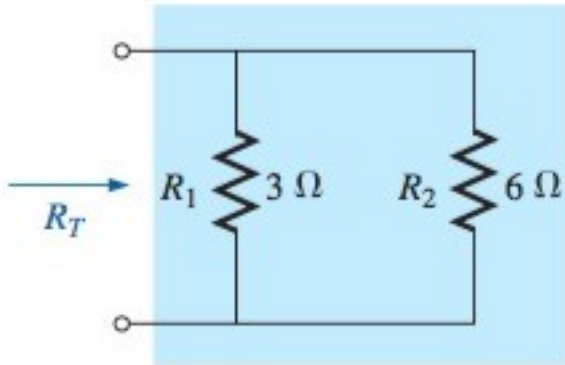


- a resistência total de resistores em paralelo é sempre menor que o valor do menor resistor.
- se a menor resistência é muito menor que as demais, a resistência total será próxima do menor valor de resistência.

- RESISTORES EM PARALELO



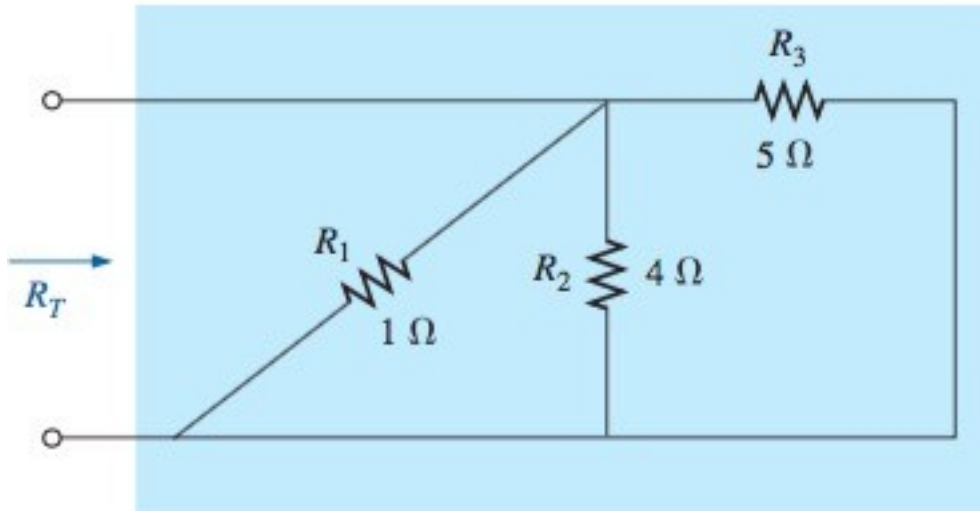
- RESISTORES EM PARALELO - Exemplo



$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}}$$

$$\begin{aligned} R_T &= \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{3\ \Omega} + \frac{1}{6\ \Omega}} \\ &= \frac{1}{0,333\ \text{S} + 0,167\ \text{S}} = \frac{1}{0,5\ \text{S}} = \mathbf{2\ \Omega} \end{aligned}$$

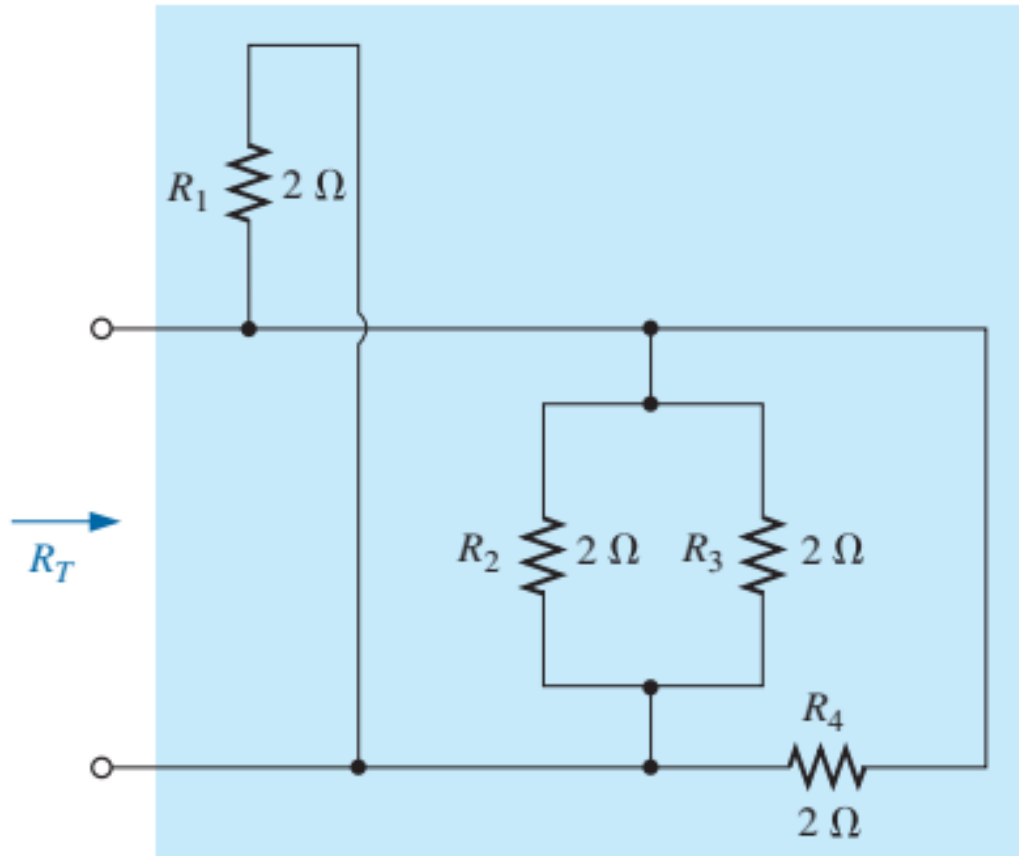
- RESISTORES EM PARALELO - Exemplo



$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}}$$

$$\begin{aligned} R_T &= \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{1\ \Omega} + \frac{1}{4\ \Omega} + \frac{1}{5\ \Omega}} \\ &= \frac{1}{1\ \text{S} + 0,25\ \text{S} + 0,2\ \text{S}} = \frac{1}{1,45\ \text{S}} \cong \mathbf{0,69\ \Omega} \end{aligned}$$

- RESISTORES EM PARALELO – IGUAIS:



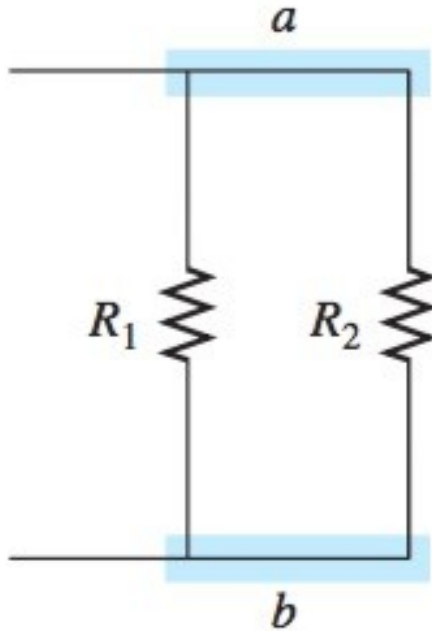
$$R_T = \frac{R}{N} = \frac{2\ \Omega}{4} = \mathbf{0,5\ \Omega}$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}}$$

$$\begin{aligned} R_T &= \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R}} \\ &= \frac{1}{N\left(\frac{1}{R}\right)} = \frac{1}{\frac{N}{R}} \end{aligned}$$

$$R_T = \frac{R}{N}$$

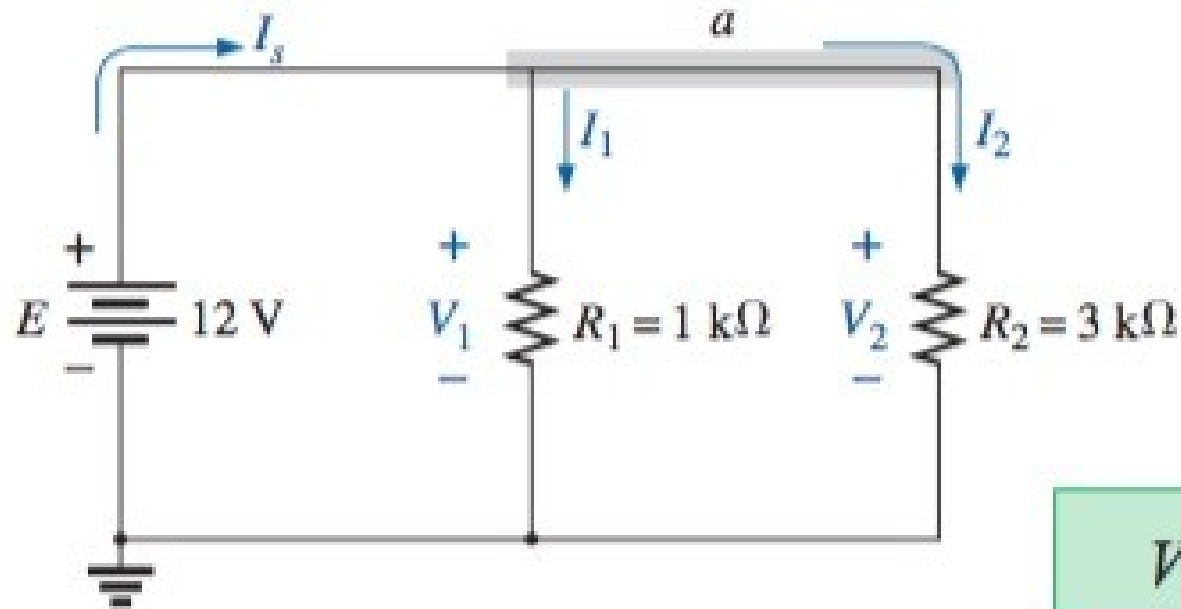
- *Resistência total de dois resistores:*



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

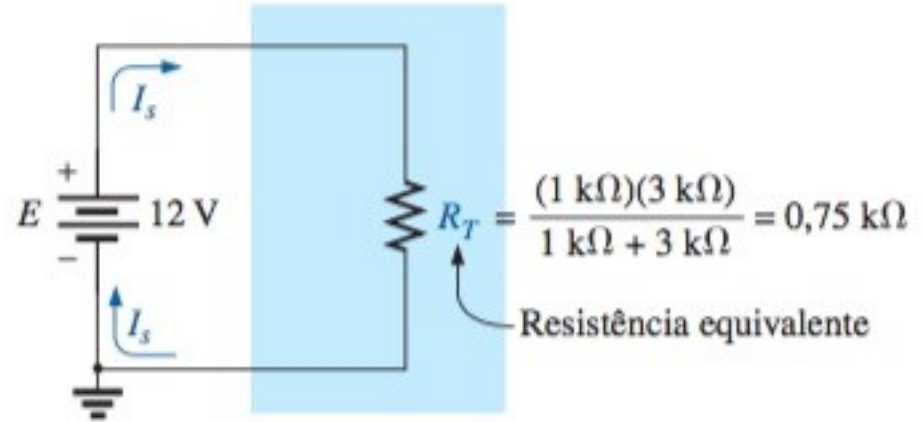
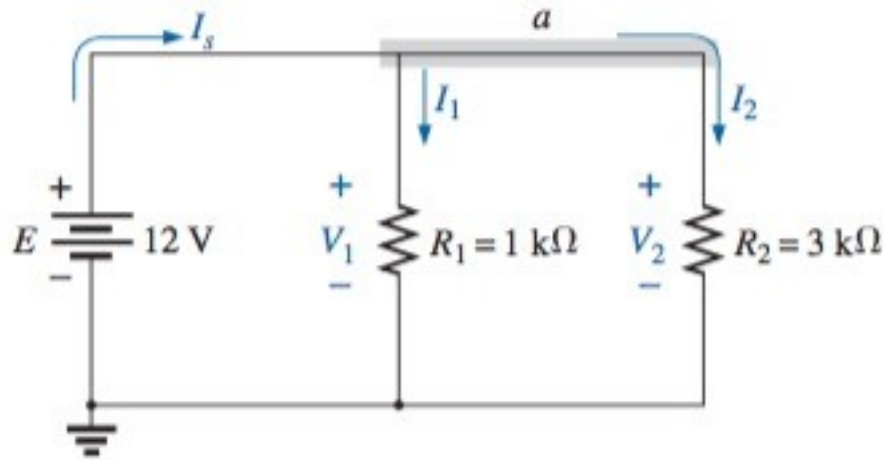
$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

- TENSÃO - RESISTORES EM PARALELO



– a tensão é sempre a mesma em elementos em paralelo.

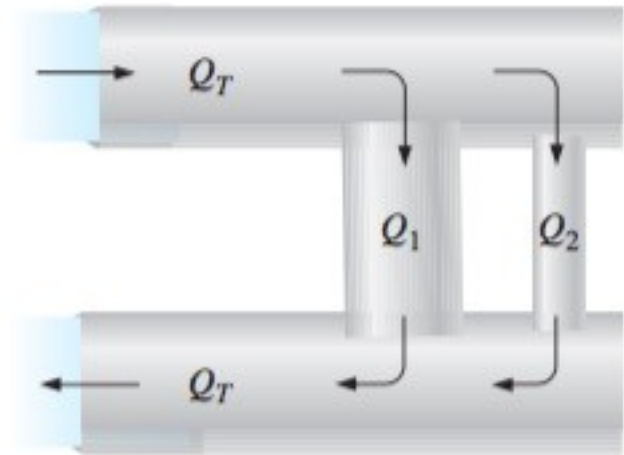
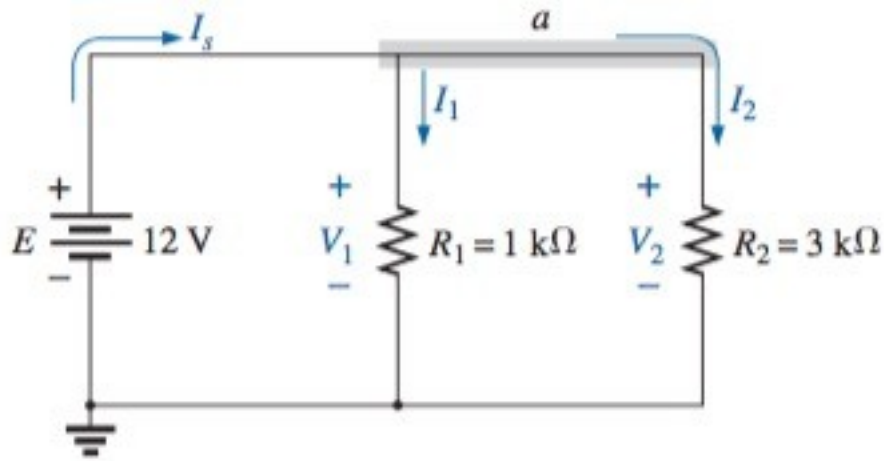
- CORRENTE - RESISTORES EM PARALELO



$$I_s = \frac{E}{R_T}$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{E}{R_1} \quad \text{e} \quad I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{E}{R_2}$$

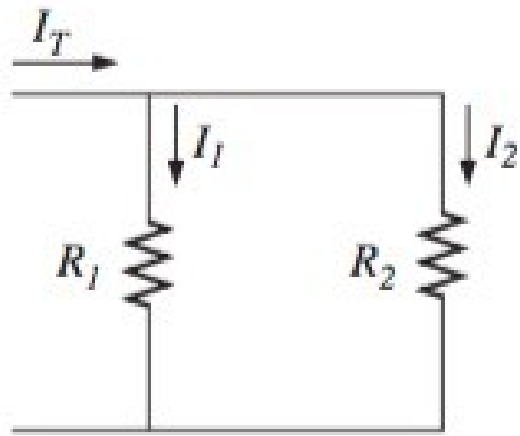
- CORRENTE - RESISTORES EM PARALELO



$$I_s = I_1 + I_2$$

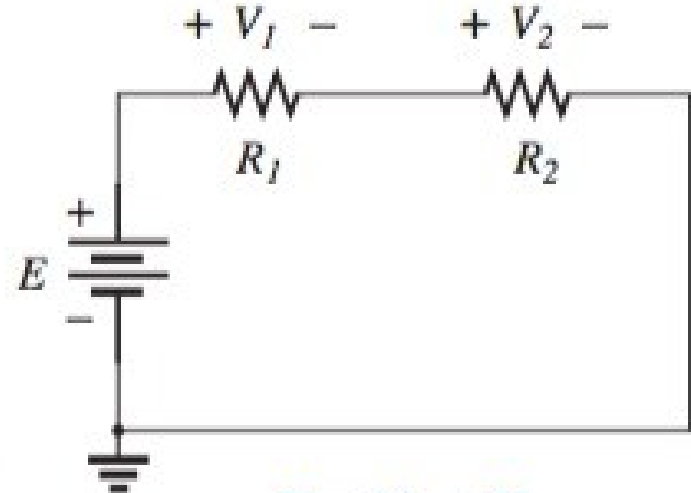
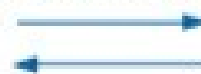
– A corrente fornecida pela fonte (I_s) é sempre igual à soma das correntes de ramos individuais.

- Dualidade – Série e Paralelo:



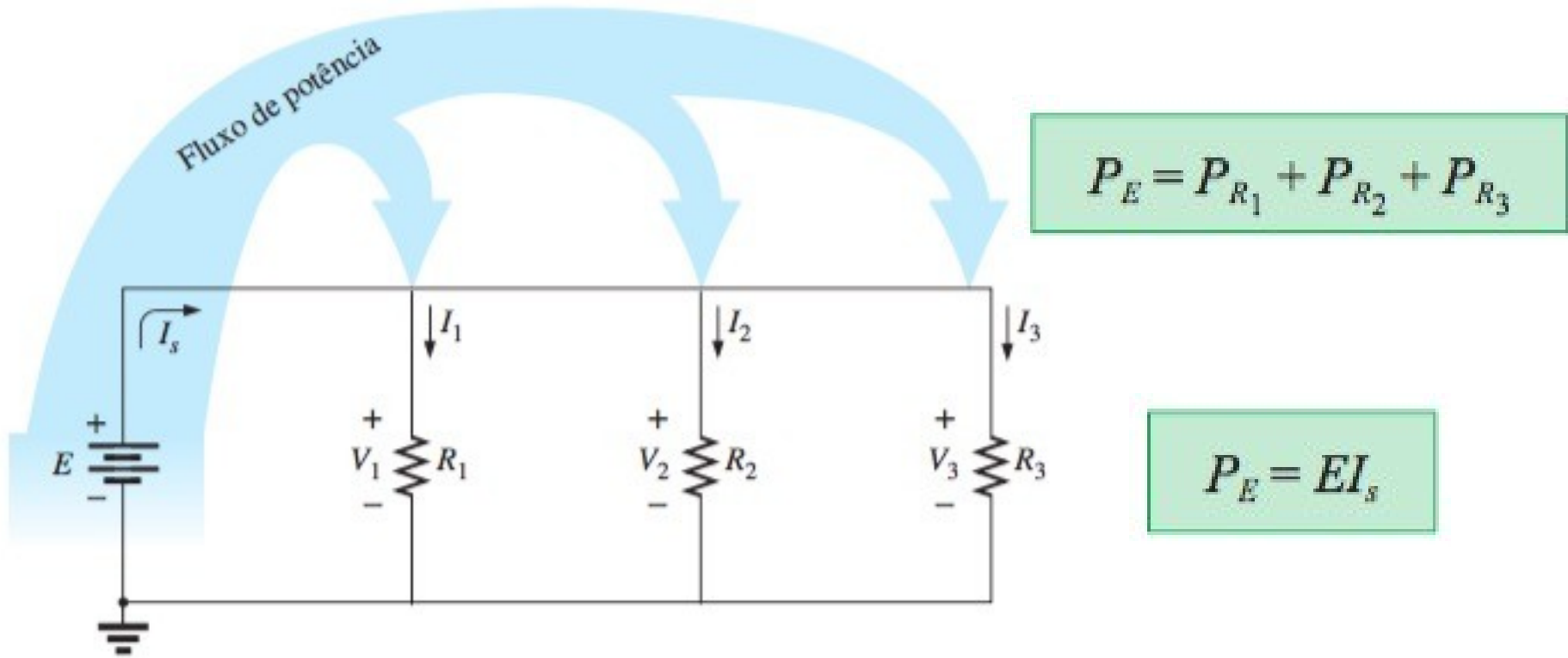
$$I_T = I_1 + I_2$$

Dualidade



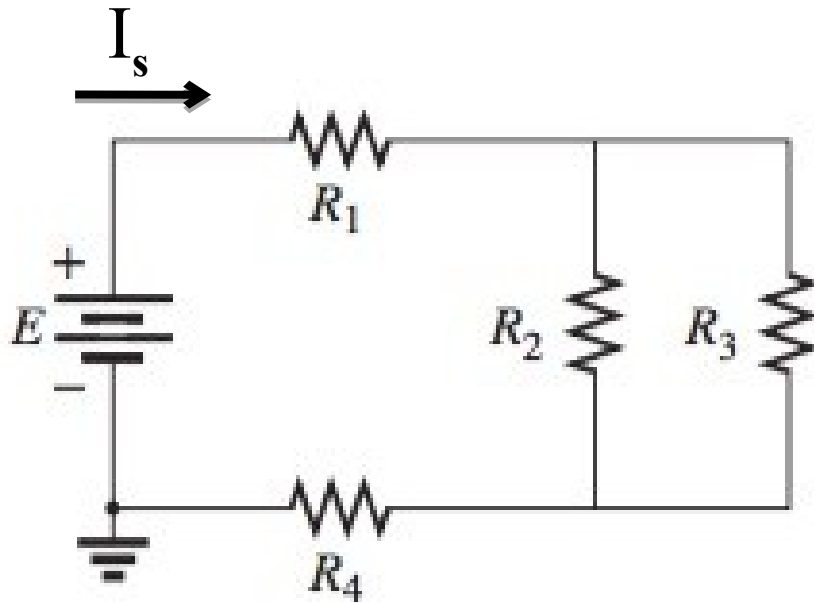
$$E = V_1 + V_2$$

- POTÊNCIA - RESISTORES EM PARALELO:



– *um circuito resistivo em paralelo, quanto maior o resistor, menor a potência absorvida.*

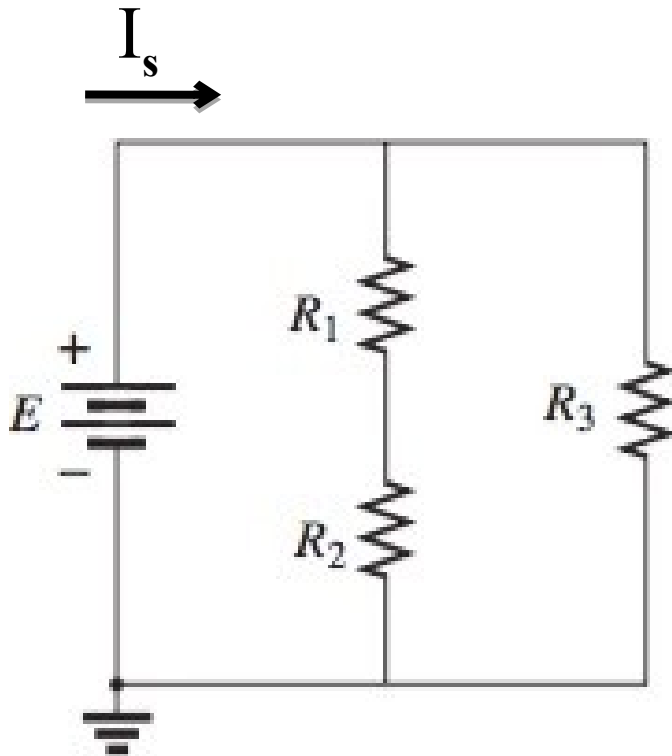
- **Exercício 1:** Supondo $E=10V$, $R_1=1k\Omega$, $R_2=2,2 k\Omega$, $R_3=R_4=5k\Omega$, determine R_T e I_s .



$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_N$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}}$$

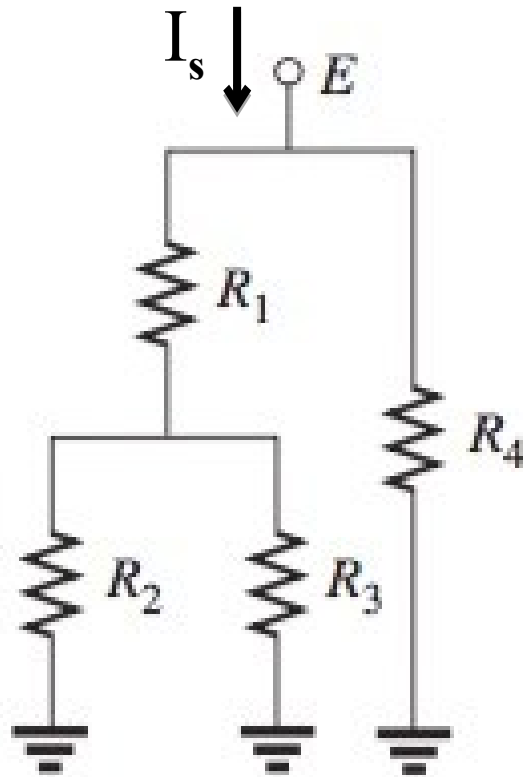
- **Exercício 2:** Supondo $E=10V$, $R_1=1k\Omega$, $R_2=2,2 k\Omega$, $R_3=5k\Omega$, encontre R_T e I_s .



$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_N$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}}$$

- **Exercício 3:** Supondo $E=10V$, $R_1=1k\Omega$, $R_2=2,2 k\Omega$, $R_3=R_4=5k\Omega$, encontre R_T e I_s .



$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_N$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}}$$

- **Exercício 4:** Supondo $E=10V$, $R_1=1k\Omega$, $R_2=2,2 k\Omega$, $R_3=R_4=5k\Omega$, $R_5=R_6=R_7=1,5 k\Omega$, encontre R_T e I_s :

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_N$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}}$$

