

# Circuitos CC Série

Eletrônica para Ciência da Computação

---

PROFESSOR: RUBENS T. HOCK JR.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC

CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS - CCT

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA - DEE

# Circuitos CC Série

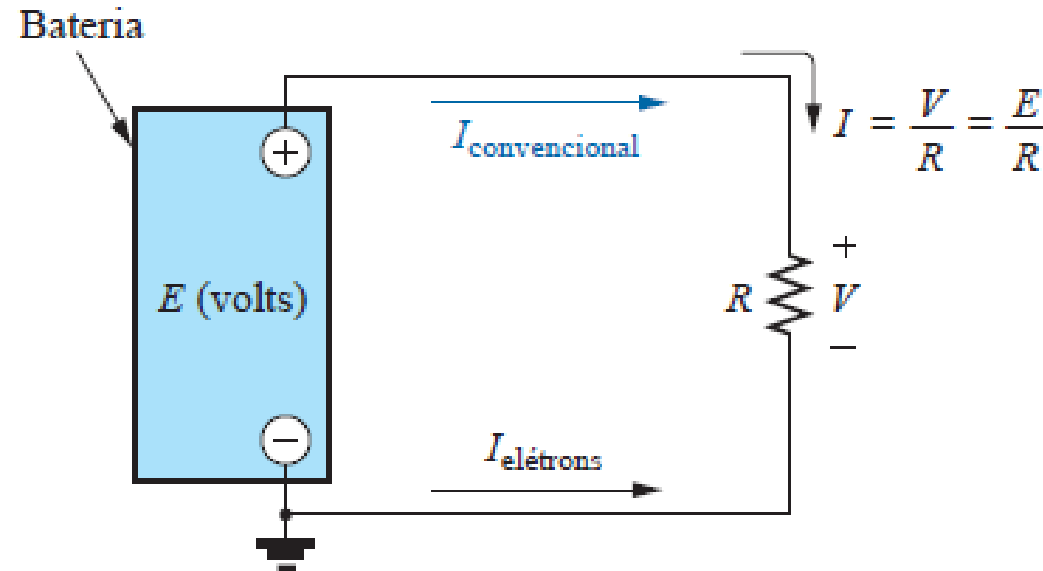
## Introdução

---

# Introdução

Se considerarmos o fio como um condutor ideal, a diferença de potencial  $V$  entre os terminais do resistor será igual à tensão aplicada pela bateria:  $V$  (volts) =  $E$  (volts).

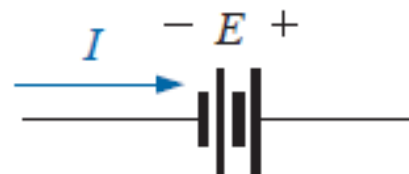
A corrente é limitada somente pelo resistor  $R$ . Quanto maior a resistência, menor a corrente, e vice-versa, como determina a lei de Ohm.



# Introdução

A convenção para a corrente quando se trata de elementos que fornecem energia (fontes):

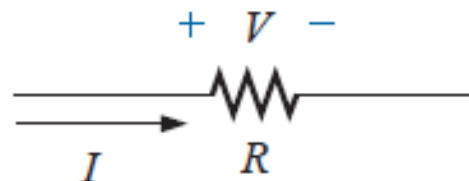
- Corrente “sai” do terminal positivo



Para todos os circuitos CC  
com uma fonte de tensão

Enquanto a convenção para a corrente quando se trata de elementos que consomem energia (cargas):

- Corrente “entra” no terminal positivo



Para qualquer combinação de fontes  
de tensão em um mesmo circuito CC

# Circuitos CC Série

# Associação Série de Resistores

---

# Associação Série de Resistores

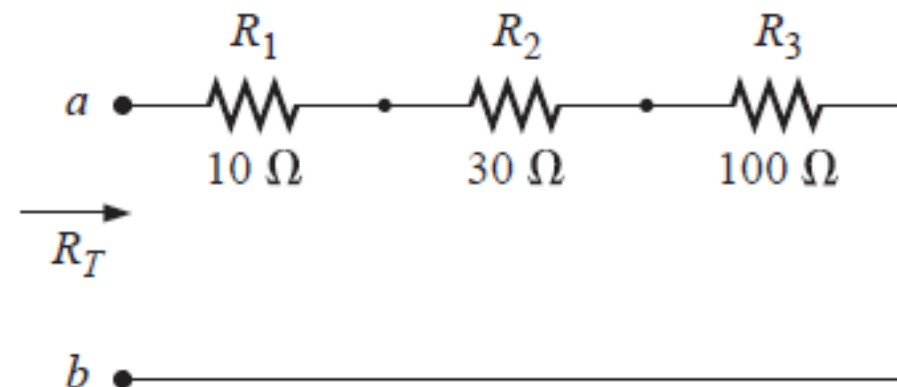
Para os resistores em série, a resistência total de uma configuração em série é a soma de níveis de resistência.

Demonstração:

Queda de tensão em  $R_1$ :

Queda de tensão em  $R_2$ :

Queda de tensão em  $R_3$ :



# Associação Série de Resistores

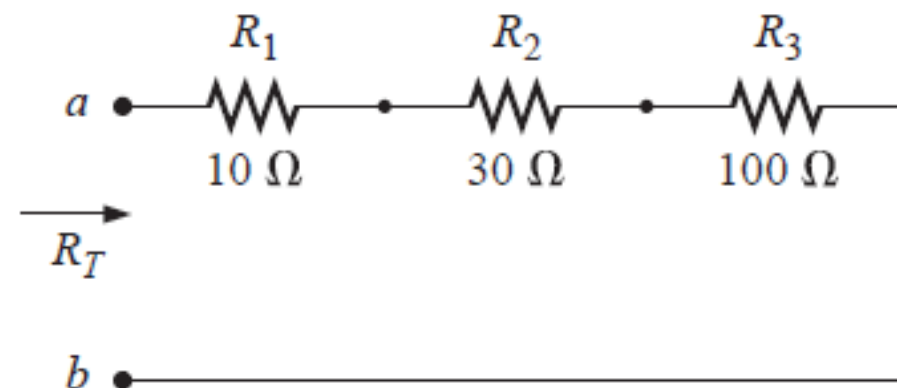
Para os resistores em série, a resistência total de uma configuração em série é a soma de níveis de resistência.

Demonstração:

Queda de tensão em  $R_1$ :  $V_1 = R_1 \cdot I_1 = 10 I_1$

Queda de tensão em  $R_2$ :  $V_2 = R_2 \cdot I_2 = 30 I_2$

Queda de tensão em  $R_3$ :  $V_3 = R_3 \cdot I_3 = 100 I_3$



# Associação Série de Resistores

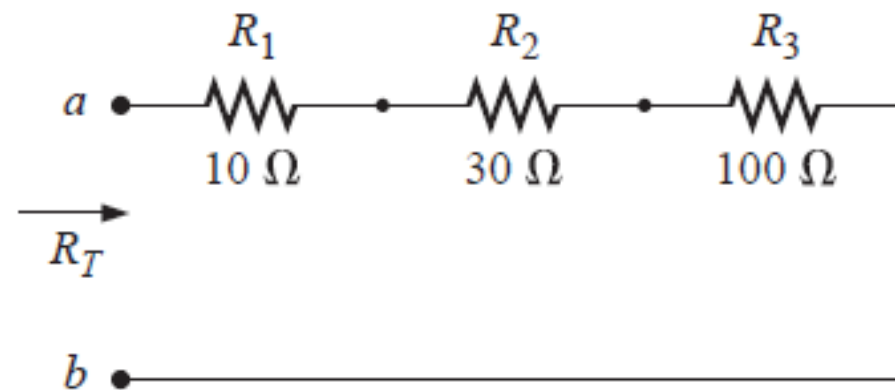
Uma característica de elementos conectados em série é eles serem percorridos pela mesma corrente:  $I_1 = I_2 = I_3 = I$

Demonstração:

Queda de tensão em  $R_1$ :  $V_1 = R_1 \cdot I_1 = 10 I$

Queda de tensão em  $R_2$ :  $V_2 = R_2 \cdot I_2 = 30 I$

Queda de tensão em  $R_3$ :  $V_3 = R_3 \cdot I_3 = 100 I$





# Associação Série de Resistores

Queda de tensão no circuito é:

$$V_1 + V_2 + V_3 = 10 \text{ I} + 30 \text{ I} + 100 \text{ I} = 140 \text{ I}$$

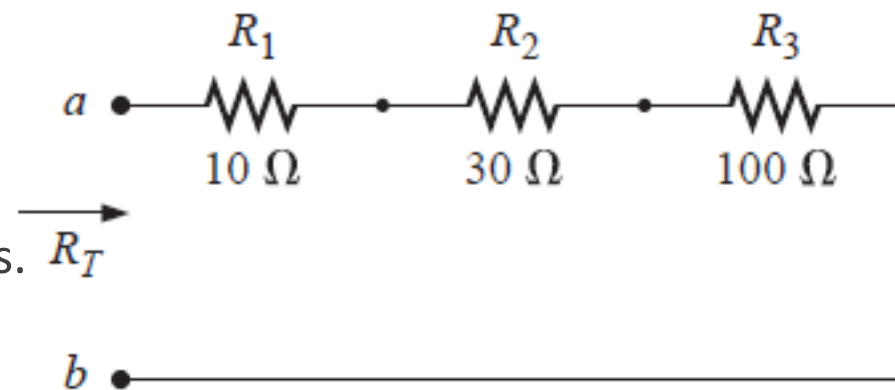
Para que uma resistência equivalente  $R_T$  produza a mesma queda de tensão:

$$V_T = R_T \cdot I = V_1 + V_2 + V_3 = 140 \text{ I}$$

Conclui-se que:

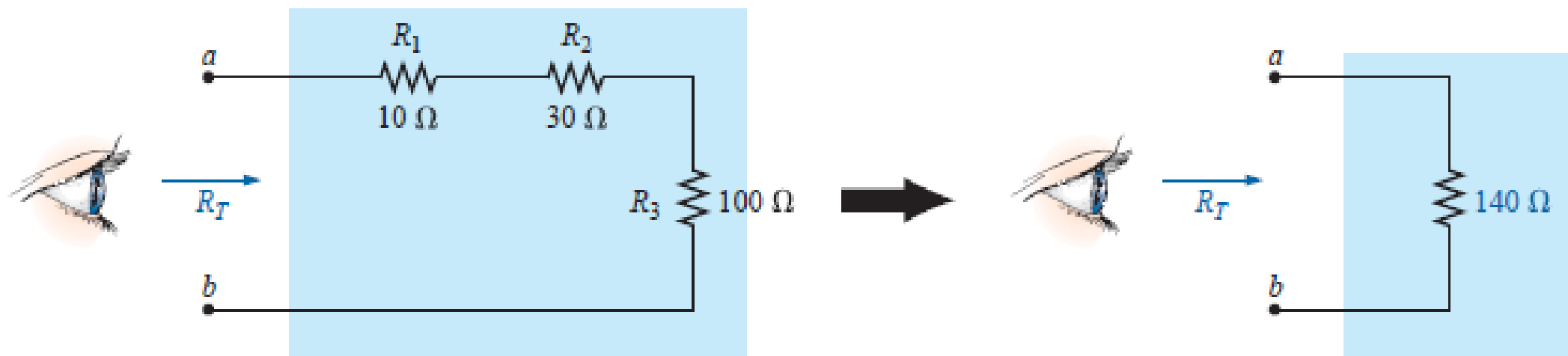
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 = 140 \, \Omega$$

O que vale para qualquer associação série de resistores.



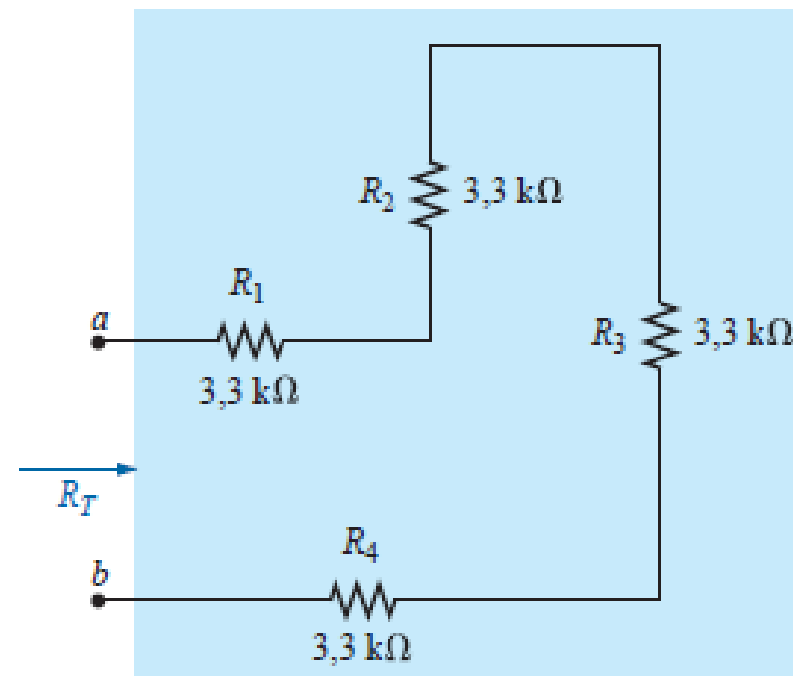
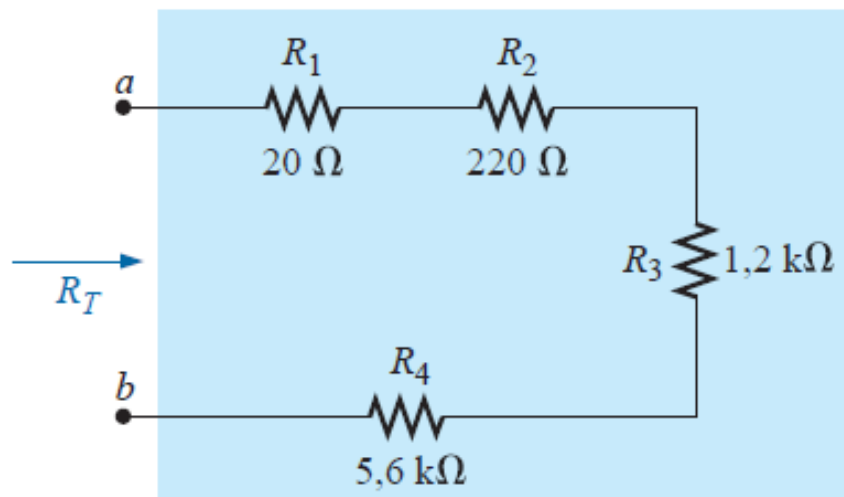
# Associação Série de Resistores

Relação entre os resistores originais e o resistor equivalente



# Associação Série de Resistores

Exercícios: Determinar a resistência equivalente  $R_T$  dos circuitos abaixo:

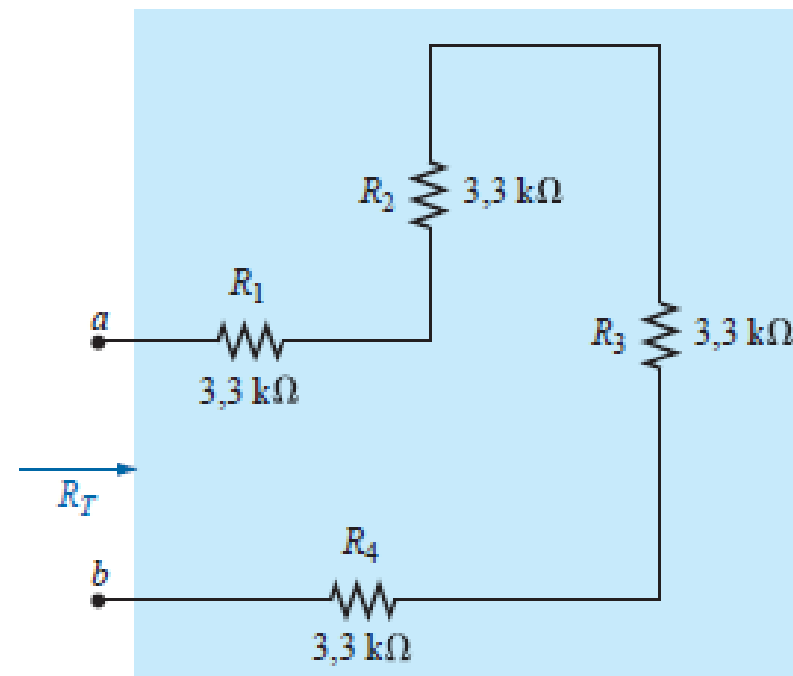
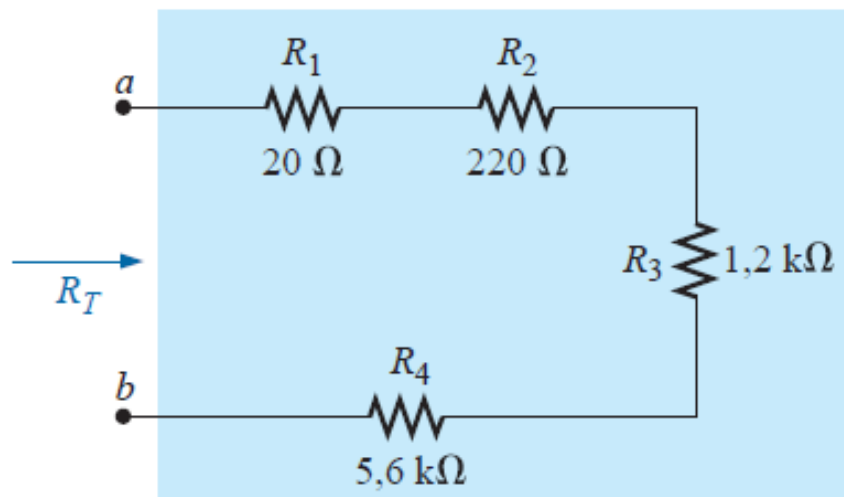


# Associação Série de Resistores

Exercícios: Determinar a resistência equivalente  $R_T$  dos circuitos abaixo:

$$R_T = 20 + 220 + 1200 + 5600 = 7040 \, \Omega = 7,04 \, \text{k}\Omega$$

$$R_T = 3,3 \, \text{k}\Omega + 3,3 \, \text{k}\Omega + 3,3 \, \text{k}\Omega + 3,3 \, \text{k}\Omega = 13,2 \, \text{k}\Omega$$



# Circuitos CC Série

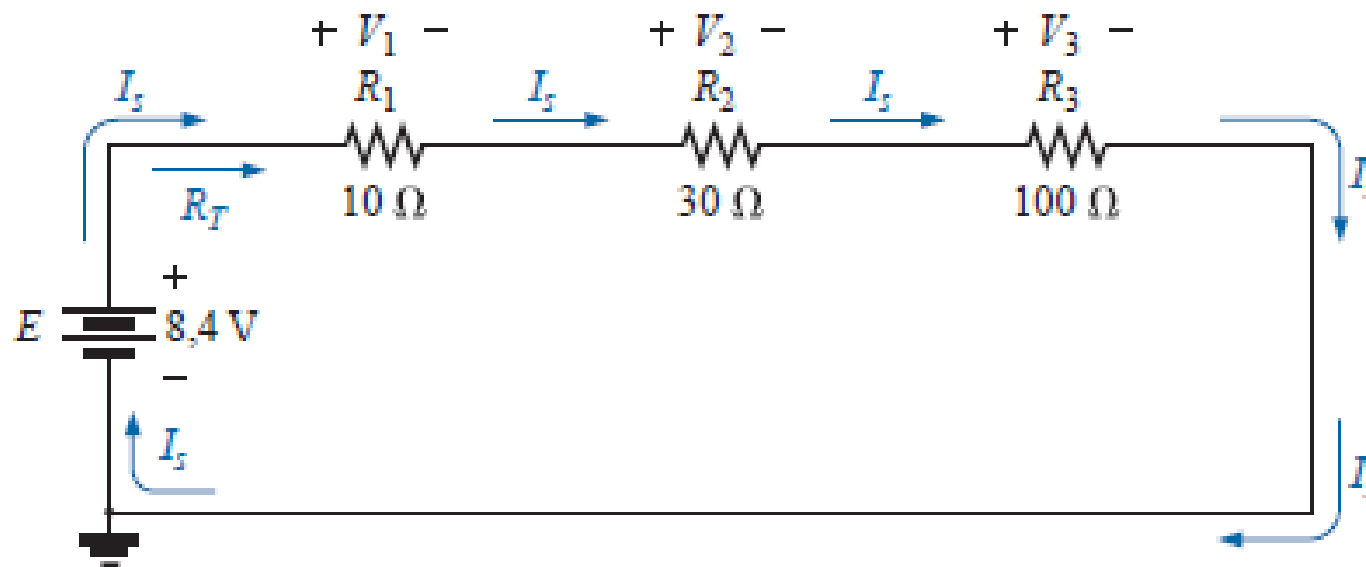
# Circuitos Série

---

# Circuitos Série

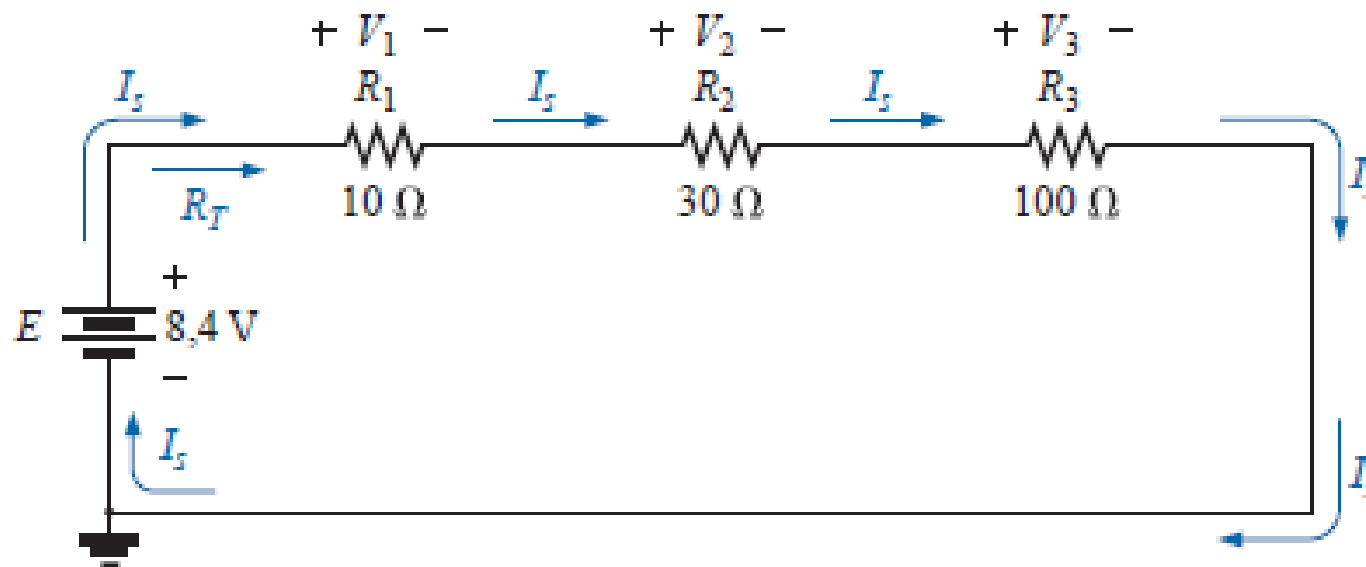
Um circuito é uma combinação de elementos que resultarão em um fluxo de cargas contínuo, ou corrente (tem que ter pelo menos uma fonte e uma carga).

A direção da corrente em um circuito CC em série é tal que ela deixa o terminal positivo da fonte e retorna para o terminal negativo. A corrente é a mesma em todos os pontos de um circuito em série.



# Circuitos Série

Agora que temos um circuito completo e a corrente foi estabelecida, o nível da corrente e a tensão através de cada resistor devem ser determinados.



# Circuitos Série

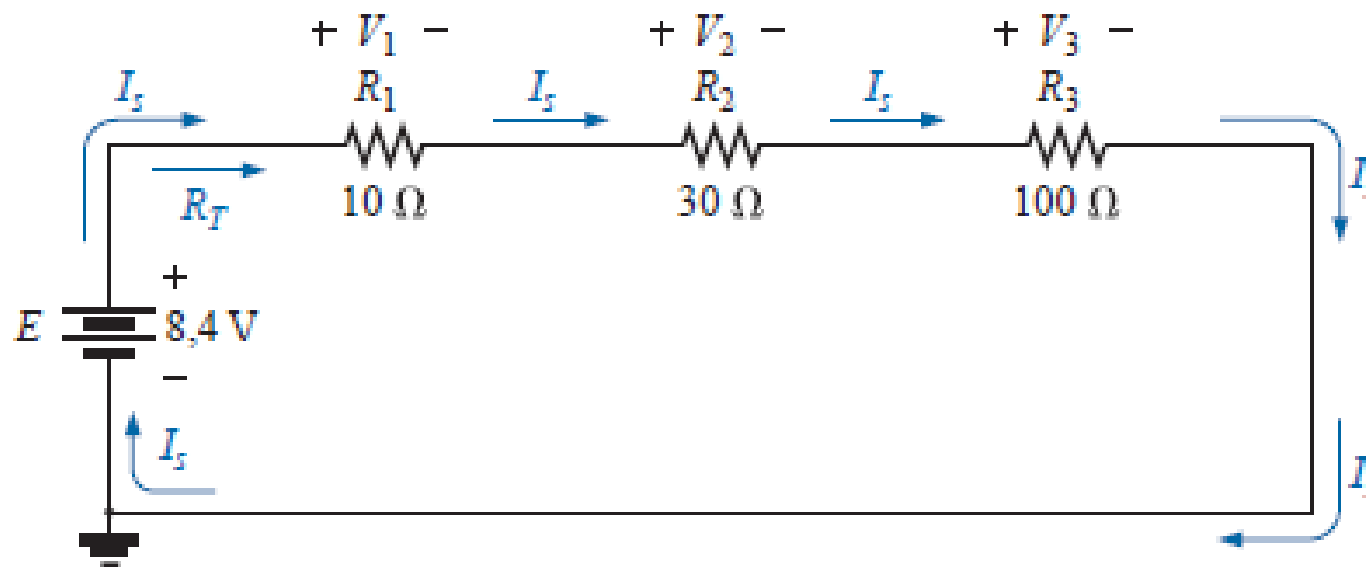
Agora que temos um circuito completo e a corrente foi estabelecida, o nível da corrente e a tensão através de cada resistor devem ser determinados. Recorrendo à Lei de Ohm:

$$E = I_S \cdot R_T$$

$$I_S = 8,4 \text{ V} / 140 \Omega$$

$$I_S = 0,06 \text{ A}$$

$$I_S = 60 \text{ mA}$$





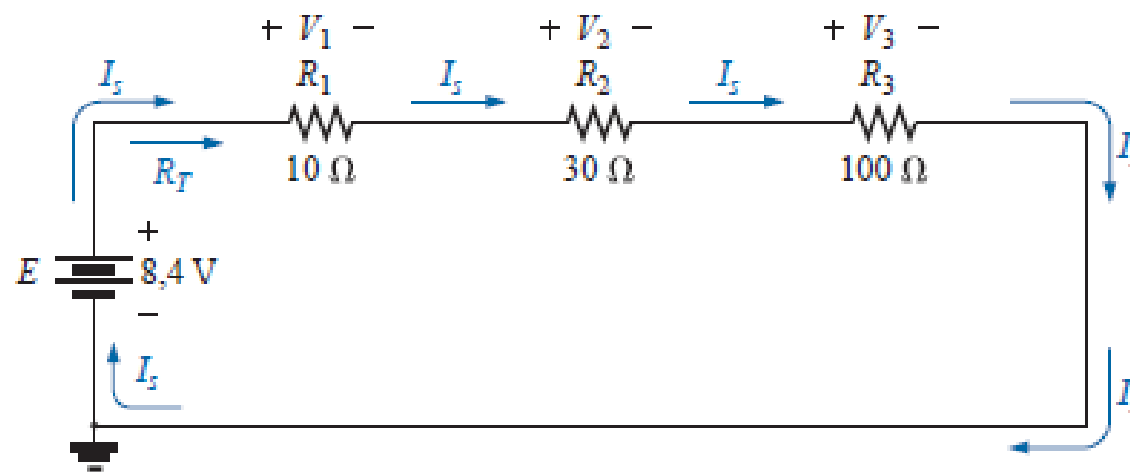
# Circuitos Série

Agora que temos um circuito completo e a corrente foi estabelecida, o nível da corrente e a tensão através de cada resistor devem ser determinados. Recorrendo à Lei de Ohm:

$$V_1 = I_S \cdot R_1 = 60 \text{ mA} \cdot 10 \, \Omega = 600 \text{ mV}$$

$$V_2 = I_S \cdot R_2 = 60 \text{ mA} \cdot 30 \, \Omega = 1,8 \text{ V}$$

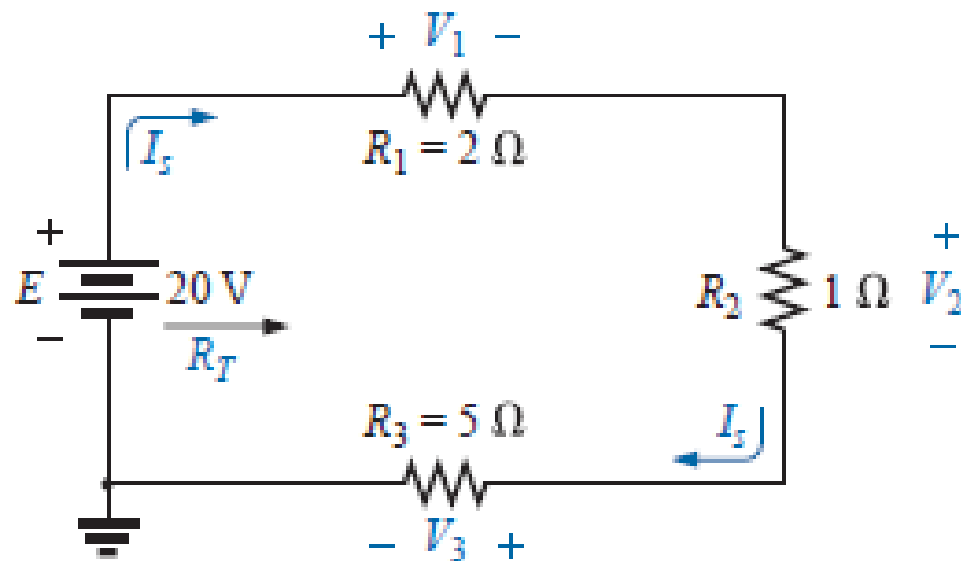
$$V_3 = I_S \cdot R_3 = 60 \text{ mA} \cdot 100 \, \Omega = 6 \text{ V}$$



# Circuitos Série

Exercício: Dado o circuito abaixo:

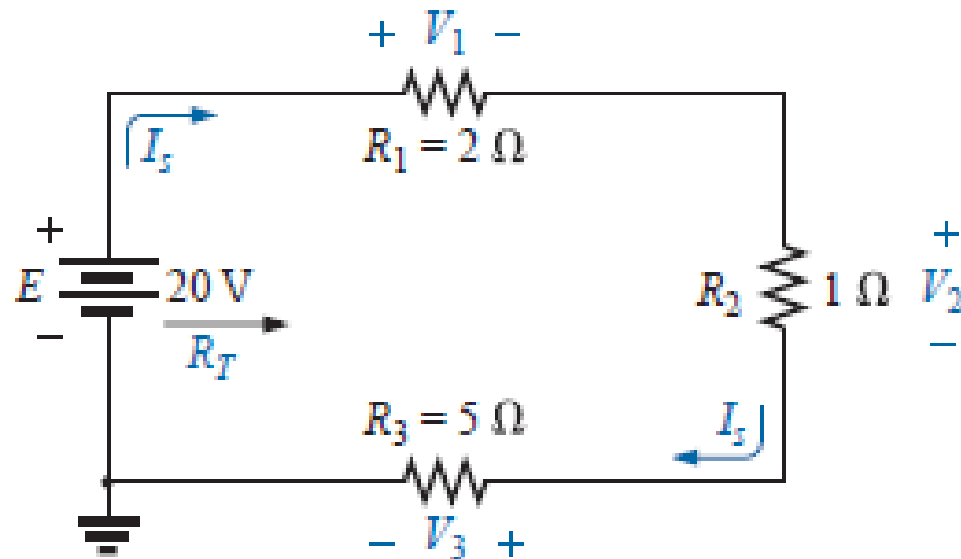
- Descubra a resistência total  $R_T$
- Calcule a corrente da fonte resultante  $I_s$
- Determine a tensão através de cada resistor



# Circuitos Série

Exercício: Dado o circuito abaixo:

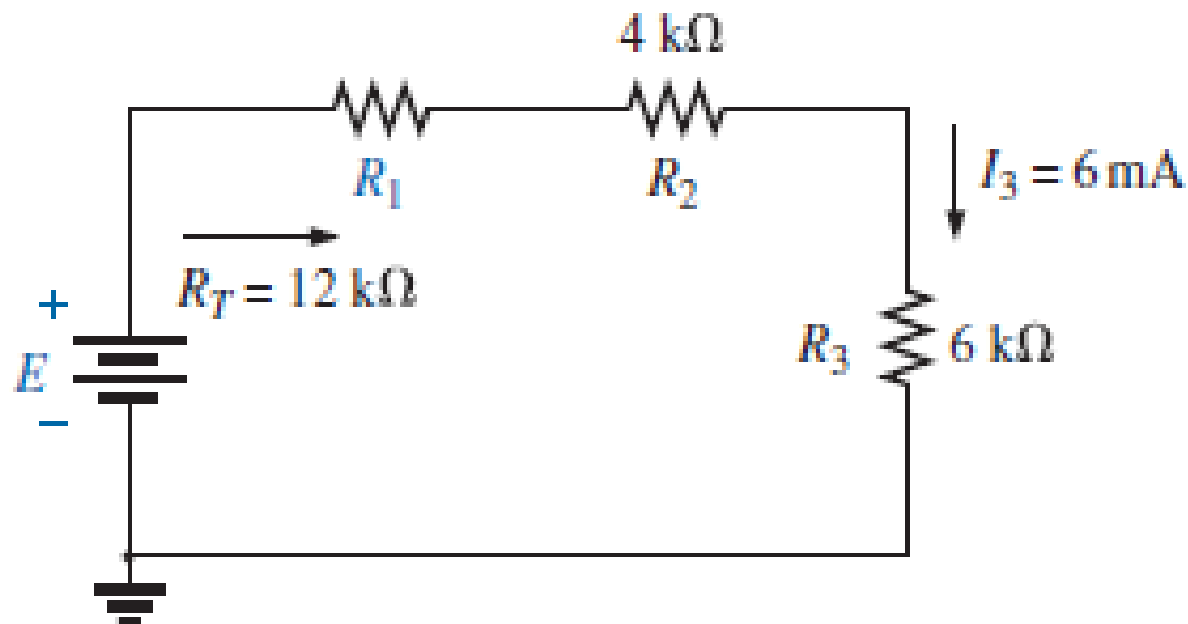
- Descubra a resistência total  $R_T$  ( **$8\ \Omega$** )
- Calcule a corrente da fonte resultante  $I_s$  ( **$2,5\text{ A}$** )
- Determine a tensão através de cada resistor ( **$5\text{ V}$ ,  $2,5\text{ V}$  e  $12,5\text{ V}$** )



# Circuitos Série

Exercício: Dados  $R_T$  e  $I_3$ :

- Calcule  $R_1$
- Calcule  $E$



# Circuitos Série

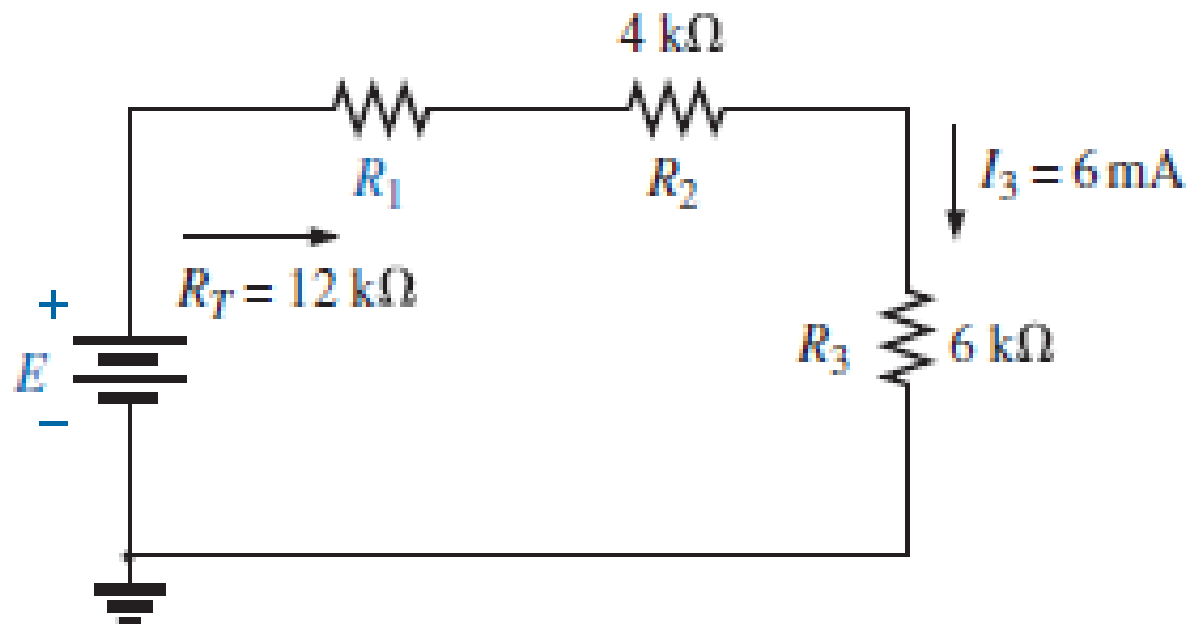
Exercício: Dados  $R_T$  e  $I_3$ :

- Calcule  $R_1$
- Calcule  $E$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$12 \text{ k}\Omega = R_1 + 4 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = 2 \text{ k}\Omega$$



# Circuitos Série

Exercício: Dados  $R_T$  e  $I_3$ :

- Calcule  $R_1$
- Calcule  $E$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

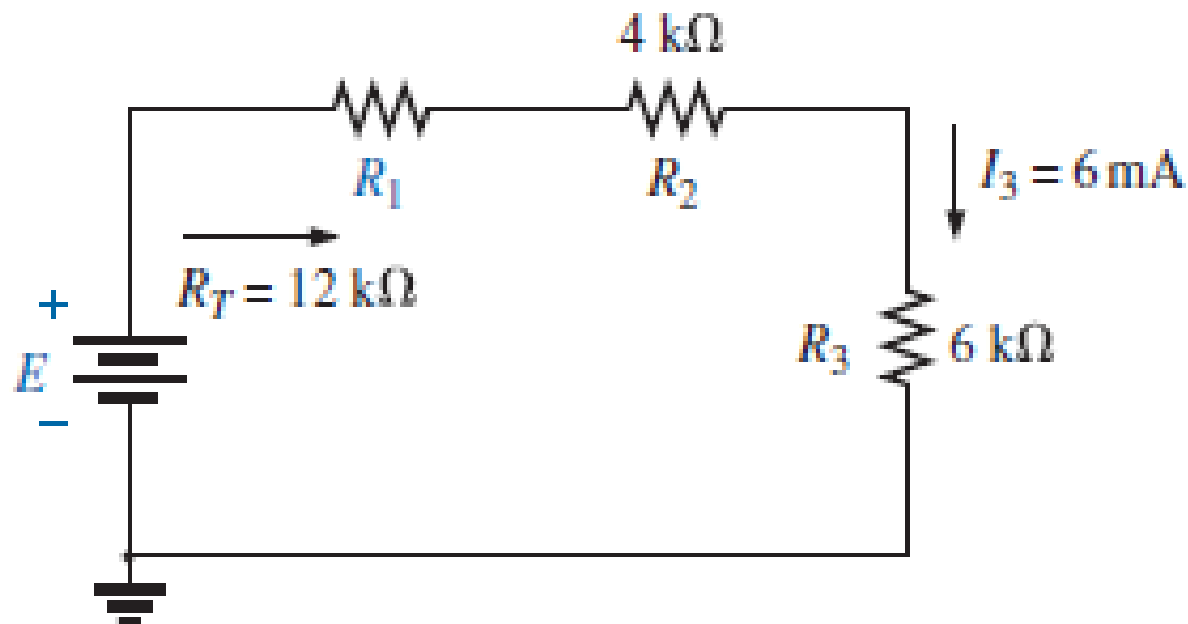
$$12 \text{ k}\Omega = R_1 + 4 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = 2 \text{ k}\Omega$$

$$E = R_T \cdot I_3$$

$$E = 12 \text{ k}\Omega \cdot 6 \text{ mA}$$

$$E = 72 \text{ V}$$



# Circuitos CC Série

# Distribuição de Potência

---

# Distribuição de Potência

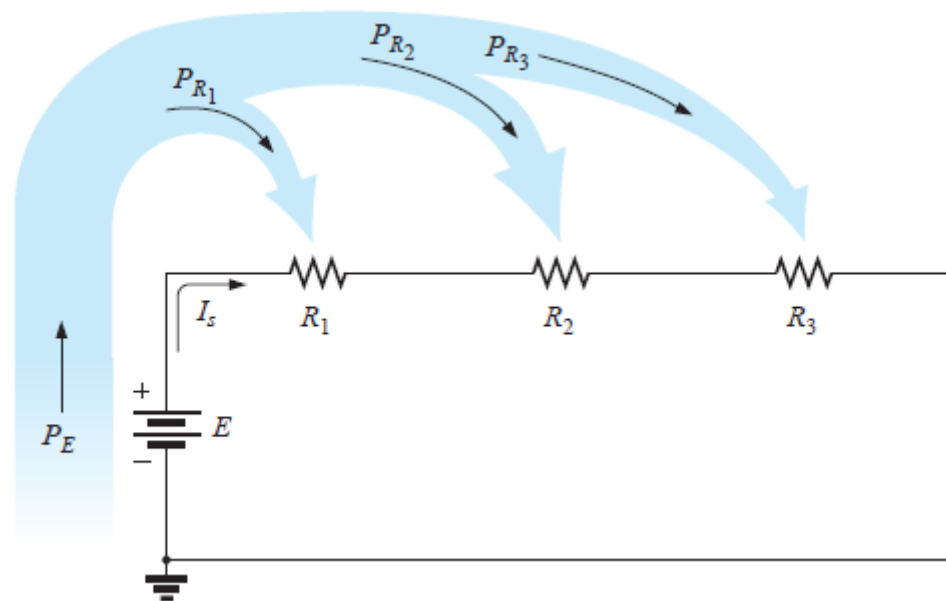
Em qualquer sistema elétrico, a potência aplicada será igual à potência dissipada ou absorvida, ou seja, a potência aplicada pela fonte CC deve ser igual àquela dissipada pelos elementos resistivos

Matematicamente:

$$P_E = P_{R1} + P_{R2} + P_{R3}$$

e:

$$P_E = E \cdot I_S$$

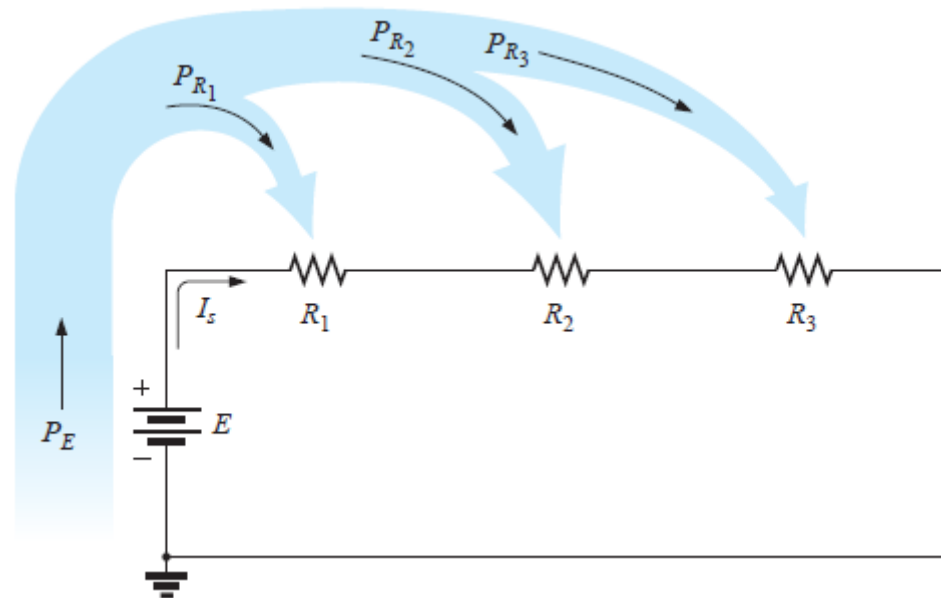




# Distribuição de Potência

A potência dissipada pelos elementos resistivos pode ser determinada por qualquer uma das formas a seguir:

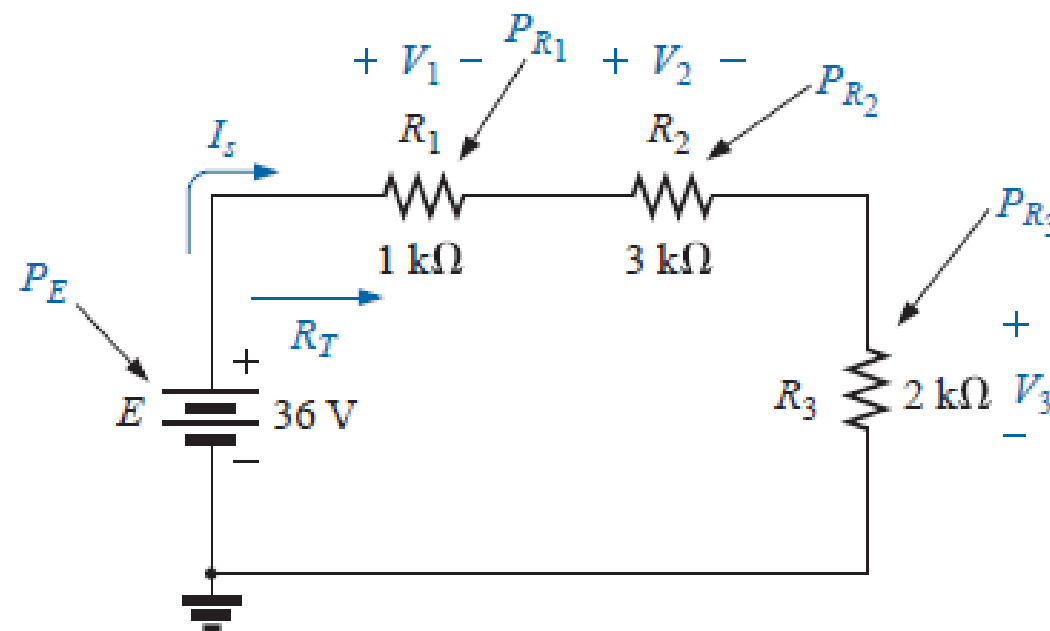
- $P = V \cdot I$
- $P = I^2 \cdot R$
- $P = V^2/R$



# Distribuição de Potência

Exercício: Para o circuito em série abaixo

- Determine a resistência total  $R_T$
- Calcule a corrente  $I_s$
- Determine a tensão através de cada resistor
- Descubra a potência fornecida pela bateria
- Determine a potência dissipada por cada resistor
- Comente se a potência total fornecida se iguala à potência total dissipada.



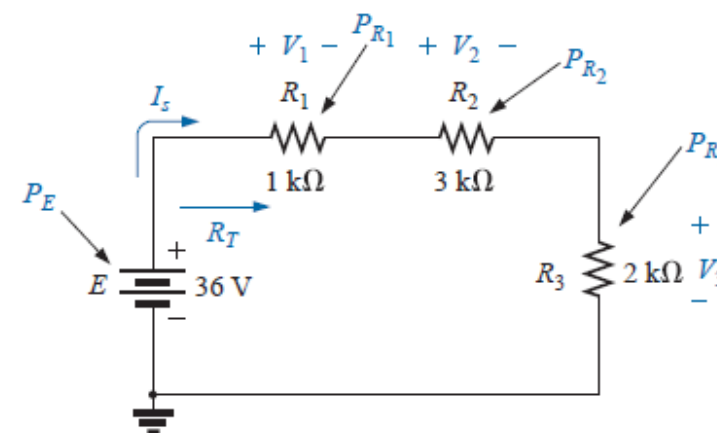
# Distribuição de Potência

Exercício: Para o circuito em série abaixo

- Determine a resistência total  $R_T$
- Calcule a corrente  $I_S$
- Determine a tensão através de cada resistor
- Descubra a potência fornecida pela bateria
- Determine a potência dissipada por cada resistor
- Comente se a potência total fornecida se iguala à potência total dissipada.

$$R_T = 1 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega = 6 \text{ k}\Omega$$

$$I_S = E/R_T = 36 \text{ V} / 6 \text{ k}\Omega = 6 \text{ mA}$$



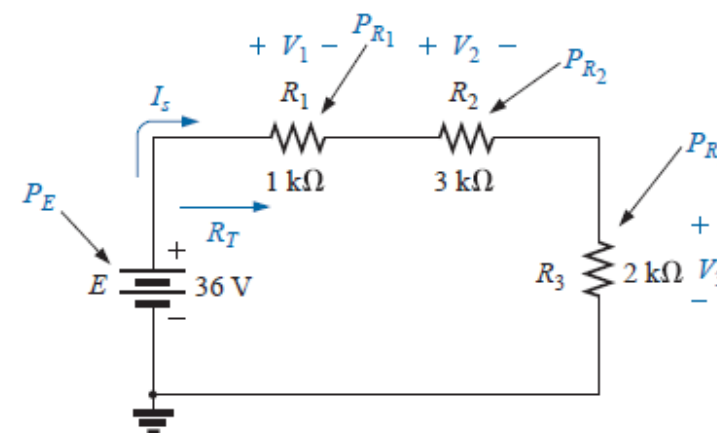
# Distribuição de Potência

Exercício: Para o circuito em série abaixo

- Determine a resistência total  $R_T$  (**6 k $\Omega$** )
- Calcule a corrente  $I_S$  (**6 mA**)
- Determine a tensão através de cada resistor
- Descubra a potência fornecida pela bateria
- Determine a potência dissipada por cada resistor
- Comente se a potência total fornecida se iguala à potência total dissipada.

$$V_1 = R_1 \cdot I_S = 1 \text{ k}\Omega \cdot 6 \text{ mA} = 6 \text{ V}$$

$$P_E = E \cdot I_S = 36 \text{ V} \cdot 6 \text{ mA} = 216 \text{ mW}$$



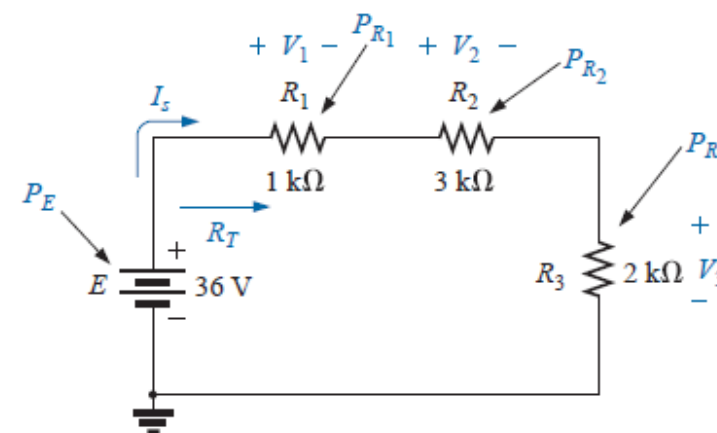
# Distribuição de Potência

Exercício: Para o circuito em série abaixo

- Determine a resistência total  $R_T$  (**6 k $\Omega$** )
- Calcule a corrente  $I_S$  (**6 mA**)
- Determine a tensão através de cada resistor (**6 V, 18 V e 12 V**)
- Descubra a potência fornecida pela bateria (**216 mW**)
- Determine a potência dissipada por cada resistor
- Comente se a potência total fornecida se iguala à potência total dissipada.

$$P_{R1} = V_1 \cdot I_S = 6 \text{ V} \cdot 6 \text{ mA} = 36 \text{ mW}$$

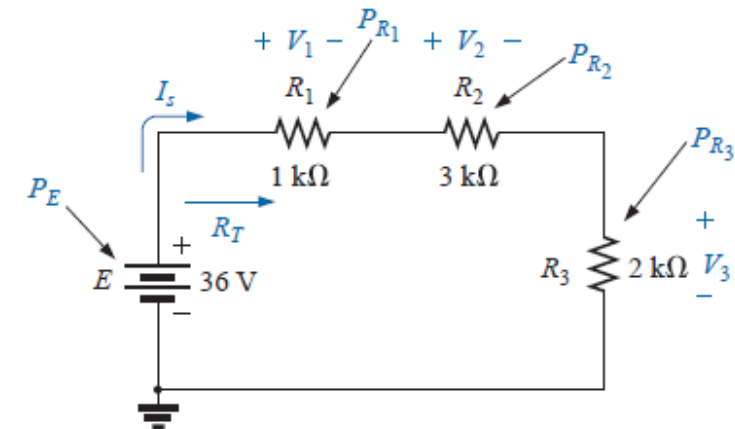
$$P_{R1} = 36 \text{ mW} + 108 \text{ mW} + 72 \text{ mW} = 216 \text{ mW}$$



# Distribuição de Potência

Exercício: Para o circuito em série abaixo

- Determine a resistência total  $R_T$  (**6 k $\Omega$** )
- Calcule a corrente  $I_s$  (**6 mA**)
- Determine a tensão através de cada resistor (**6 V, 18 V e 12 V**)
- Descubra a potência fornecida pela bateria (**216 mW**)
- Determine a potência dissipada por cada resistor (**36 mW, 108 mW e 72 mW**)
- Comente se a potência total fornecida se iguala à potência total dissipada. (**OK**)



# Circuitos CC Série

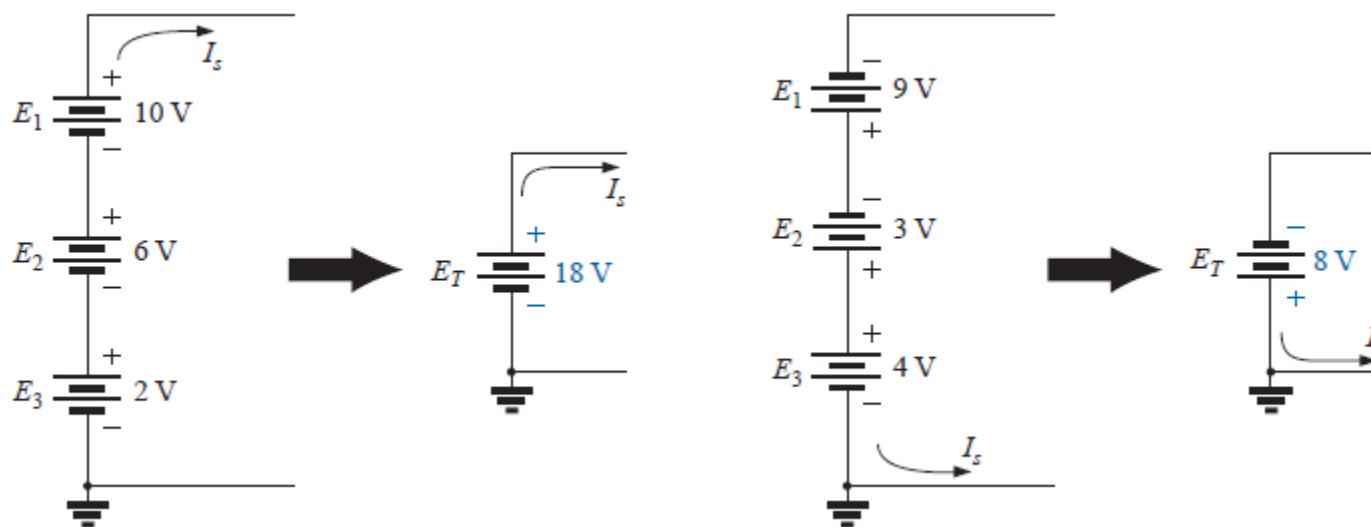
# Associação Série de Fontes

---

# Associação Série de Fontes

Da mesma forma que a associação série de resistores (todas as fontes são percorridas pela mesma corrente elétrica), basta somar as magnitudes das tensões das fontes

Deve-se atentar ao fato que a fonte de tensão tem polaridade, ou seja, a tensão pode ser subtraída caso uma fonte tenha polaridade contrária a polaridade escolhida





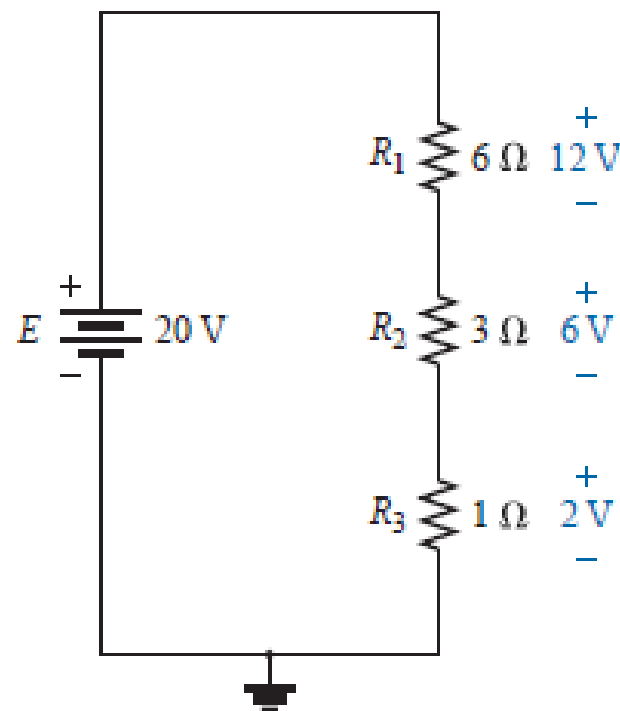
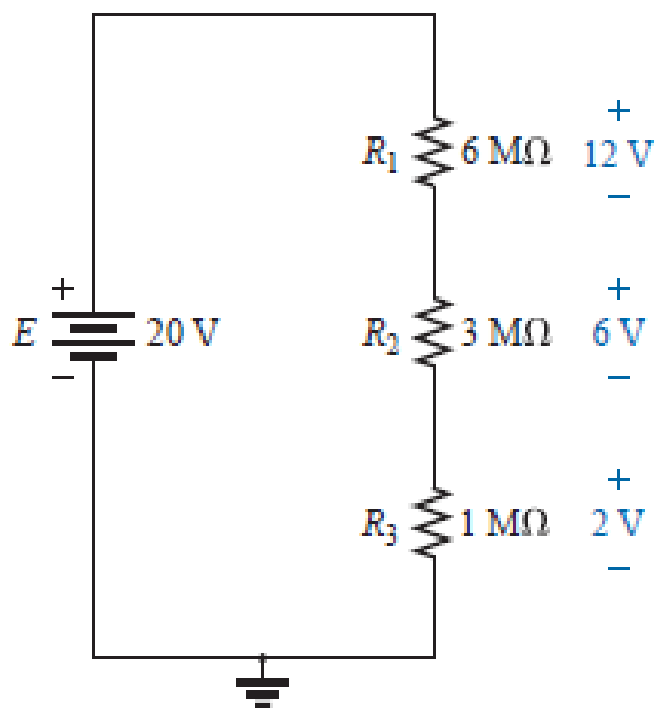
# Circuitos CC Série

# Divisão de Tensão

---

# Divisão de Tensão

A tensão através de elementos resistivos em série vai se dividir proporcionalmente ao valor de cada resistência em relação ao valor total da série.



# Divisão de Tensão

A regra do divisor de tensão pode ser obtida a seguir:

$$R_T = R_1 + R_2$$

$$I_S = E / R_T$$

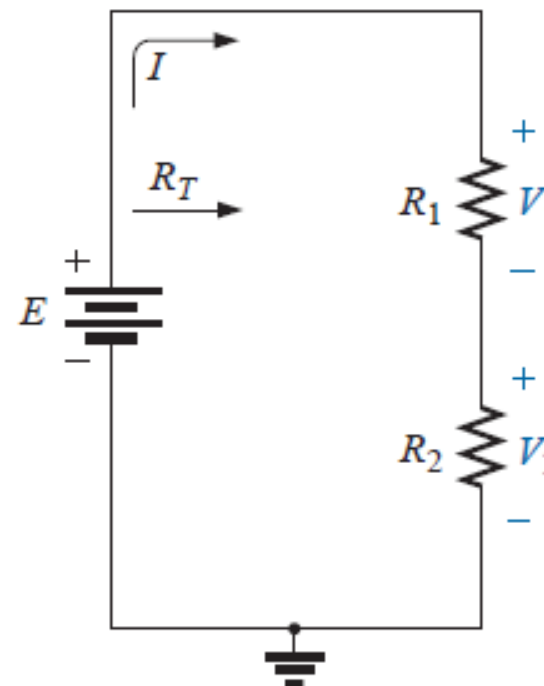
Aplicando a Lei de Ohm em cada resistor:

$$V_1 = R_1 \cdot I_S = R_1 \cdot (E / R_T) = R_1 \cdot \frac{E}{R_1 + R_2}$$

$$V_2 = R_2 \cdot I_S = R_2 \cdot (E / R_T) = R_2 \cdot \frac{E}{R_1 + R_2}$$

Generalizando:

$$V_x = R_x \cdot I_S = R_x \cdot (E / R_T) = R_x \cdot \frac{E}{R_1 + R_2 + \dots}$$



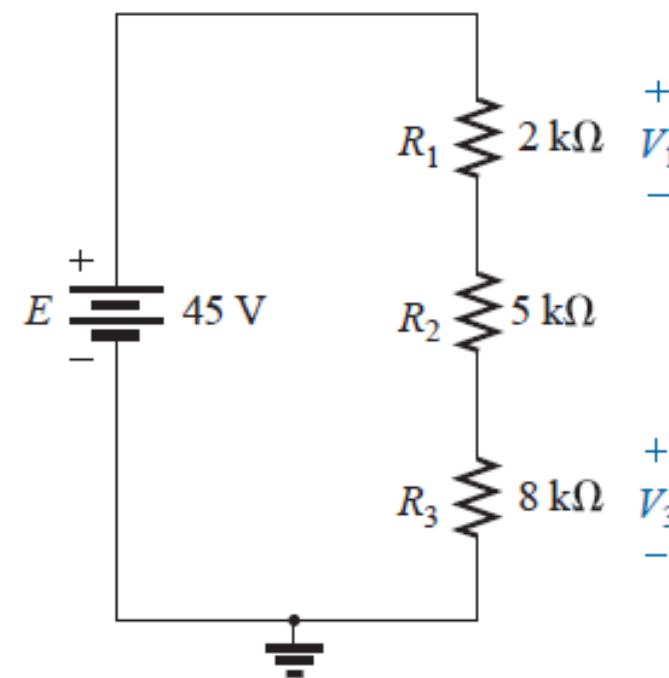
# Divisão de Tensão

Exemplo: Usando a regra do divisor de tensão, determine as tensões  $V_1$  e  $V_3$  para o circuito em série abaixo:

$$R_T = 15 \text{ k}\Omega$$

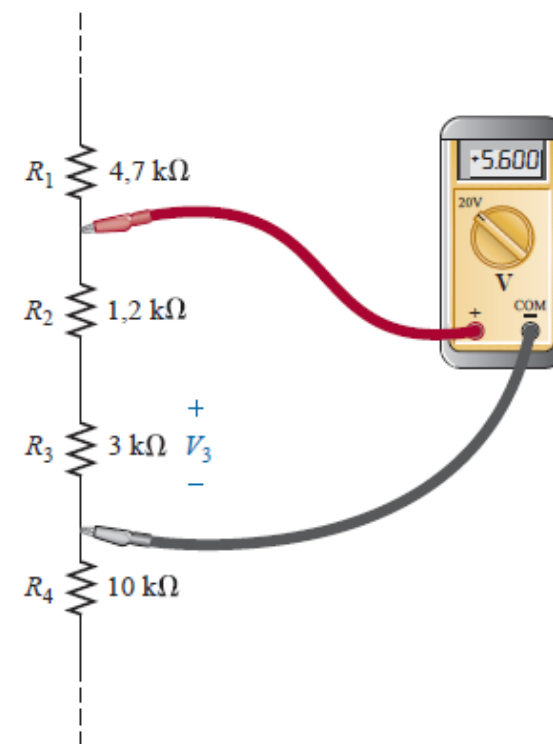
$$V_1 = R_1 \cdot E / R_T = 2 \text{ k}\Omega \cdot 45 \text{ V} / 15 \text{ k}\Omega = 6 \text{ V}$$

$$V_3 = R_3 \cdot E / R_T = 8 \text{ k}\Omega \cdot 45 \text{ V} / 15 \text{ k}\Omega = 24 \text{ V}$$



# Divisão de Tensão

Exercício: Dada a leitura do voltímetro, descubra a tensão  $V_3$

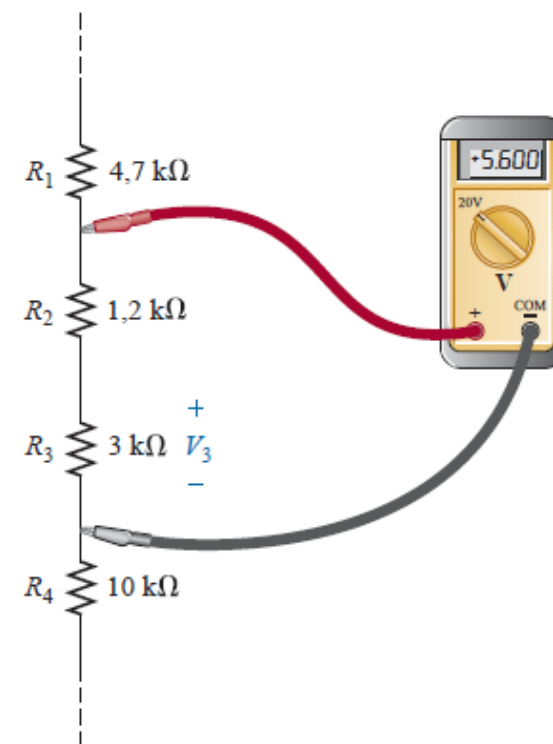


# Divisão de Tensão

Exercício: Dada a leitura do voltímetro, descubra a tensão  $V_3$

$$E = 5,6 \text{ V}$$

$$R_T = R_2 + R_3 = 4,2 \text{ k}\Omega$$



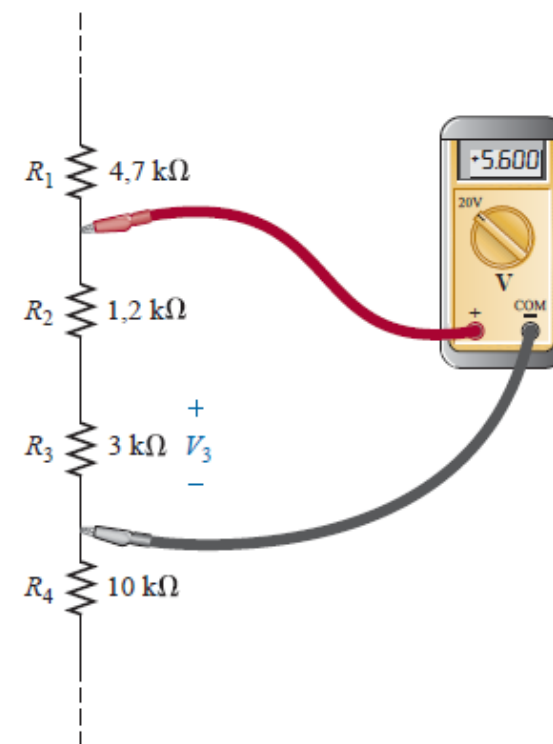
# Divisão de Tensão

Exercício: Dada a leitura do voltímetro, descubra a tensão  $V_3$

$$E = 5,6 \text{ V}$$

$$R_T = R_2 + R_3 = 4,2 \text{ k}\Omega$$

$$V_3 = R_3 \cdot E / R_T = 3 \text{ k}\Omega \cdot 5,6 \text{ V} / 4,2 \text{ k}\Omega = 4 \text{ V}$$



# Bibliografia

---

BOYLESTAD, R. L. Introdução à Análise de Circuitos. Prentice-Hall. São Paulo, 2004.

BOYLESTAD, R.; NASHELSKY, L. Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos. 6ª edição, Prentice Hall do Brasil, 1998.

CIPELLI, Antonio Marco Vicari; MARKUS, Otavio; SANDRINI, Waldir João. Teoria e desenvolvimento de projetos de circuitos eletrônicos. 18 ed. São Paulo: Livros Erica, 2001. 445 p. ISBN 8571947597.