

Circuitos CC Paralelos

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

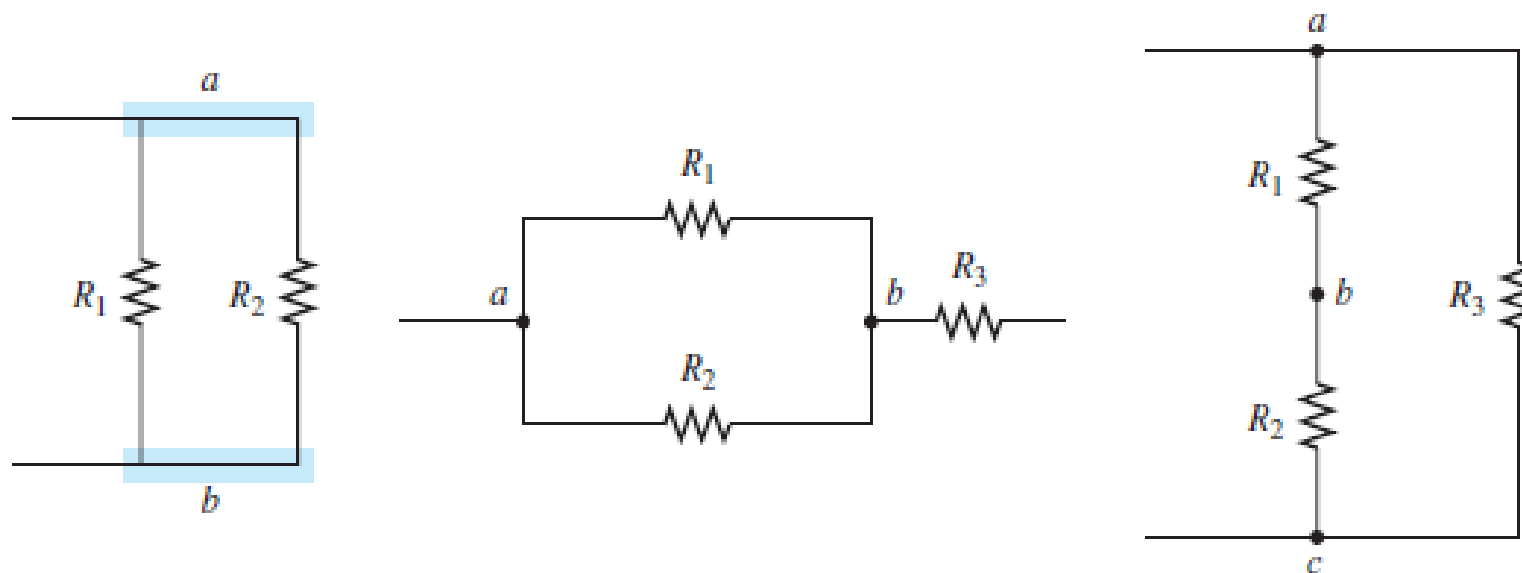
Circuitos CC Paralelos

Associação Paralela de Resistores

Associação Paralela de Resistores

Dois elementos, ramos ou resistores estão em paralelo se tiverem dois pontos

Exemplos de resistores em paralelo



Associação Paralela de Resistores

Uma característica de elementos conectados em paralelo é eles estarem submetidos a mesma diferença de potencial (tensão): $V_1 = V_2 = V_3 = V$

Demonstração:

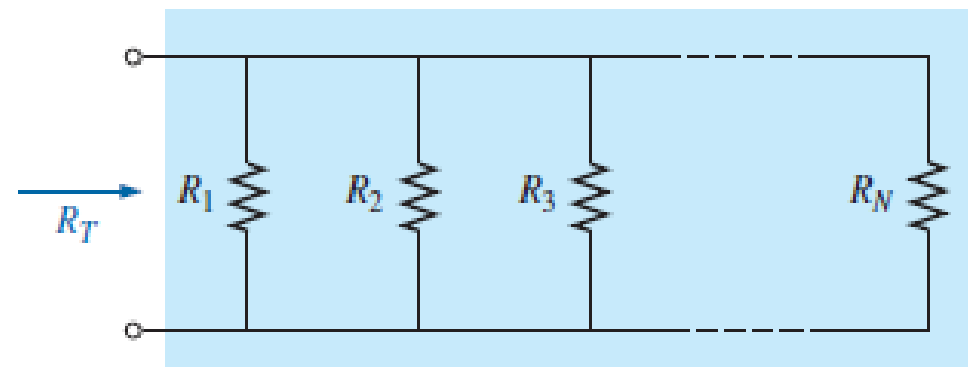
Queda de tensão em R_1 : $V = R_1 \cdot I_1$

Queda de tensão em R_2 : $V = R_2 \cdot I_2$

Queda de tensão em R_3 : $V = R_3 \cdot I_3$

Soma das correntes vistas a partir de R_T :

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$



Associação Paralela de Resistores

Utilizando a Lei de Ohm:

$$V_T = R_T \cdot I_T$$

Substituindo I_T :

$$V_T = R_T \cdot (I_1 + I_2 + I_3)$$

Substituindo I_1 :

$$V_T = R_T \cdot (1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3) V_T$$

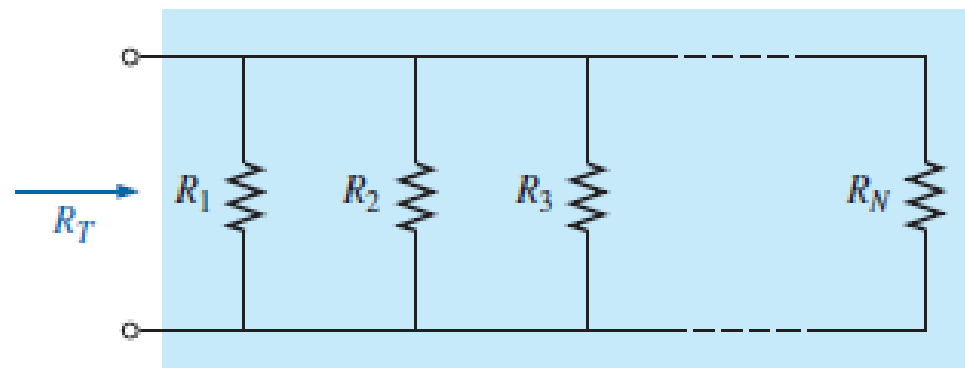
$$R_T = (1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3)$$

Generalizando:

$$1/R_T = (1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_N)$$

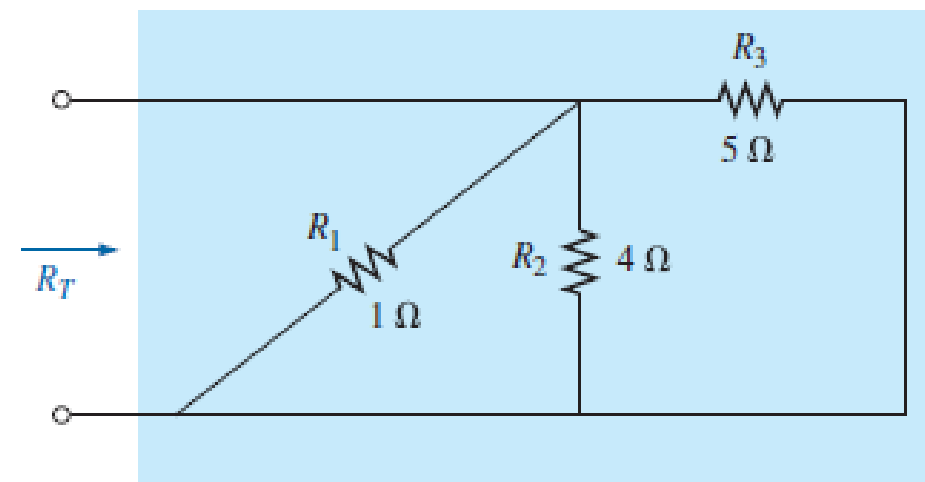
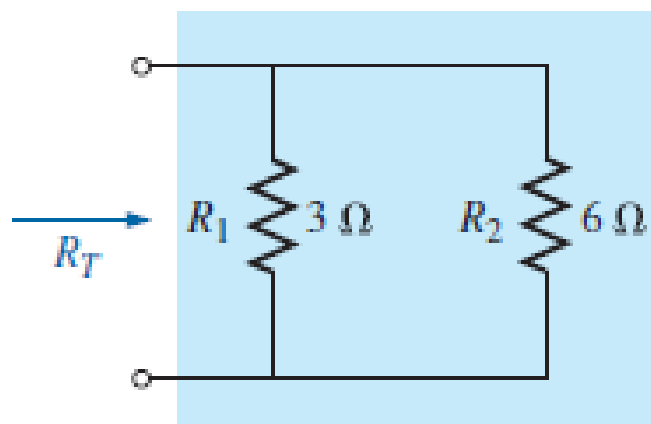
Para o caso de dois resistores em paralelo:

$$R_T = R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$$



Associação Paralela de Resistores

Exercícios: Determinar a resistência equivalente R_T dos circuitos abaixo:



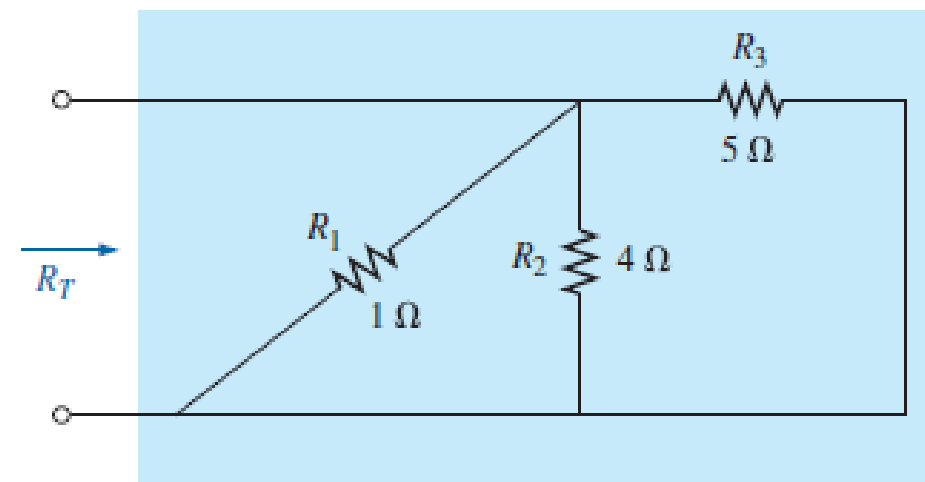
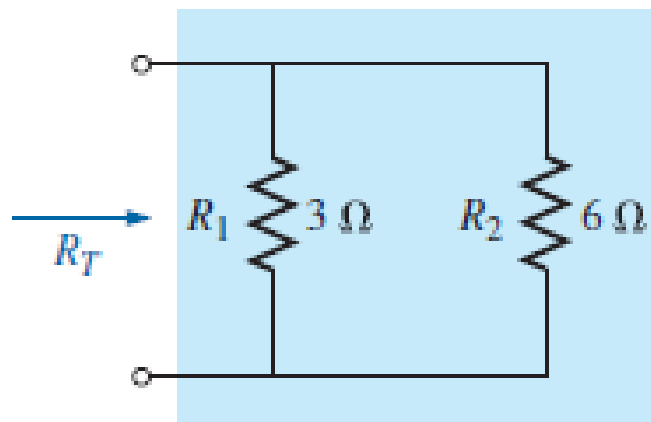
Associação Paralela de Resistores

Exercícios: Determinar a resistência equivalente R_T dos circuitos abaixo:

$$R_T = 3 \cdot 6 / (3 + 6) = 18 / 9 = 2 \Omega$$

$$1/R_T = 1/1 + 1/4 + 1/5 = 1 + 0,25 + 0,2 = 1,45$$

$$R_T = 1 / 1,45 = 0,69 \Omega$$



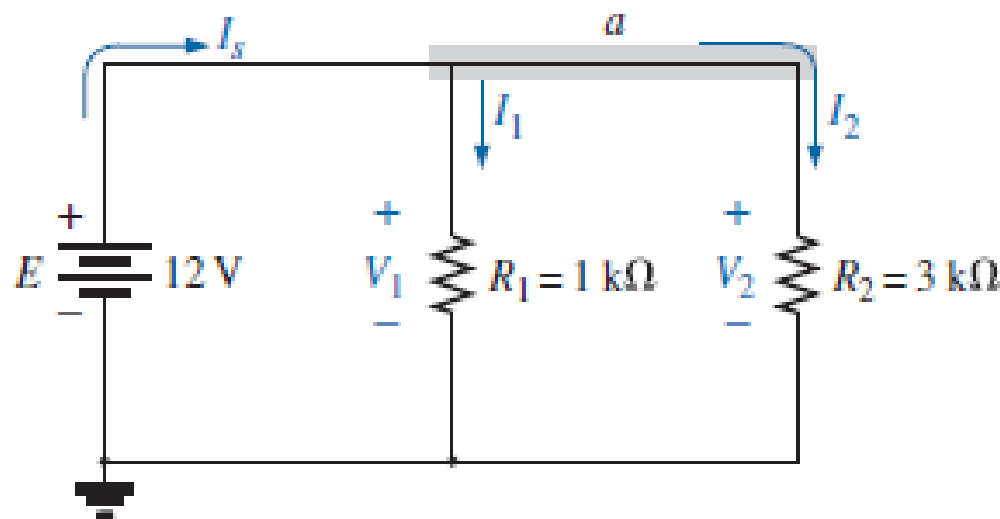
Circuitos CC Paralelos

Circuitos Paralelos

Circuitos Paralelos

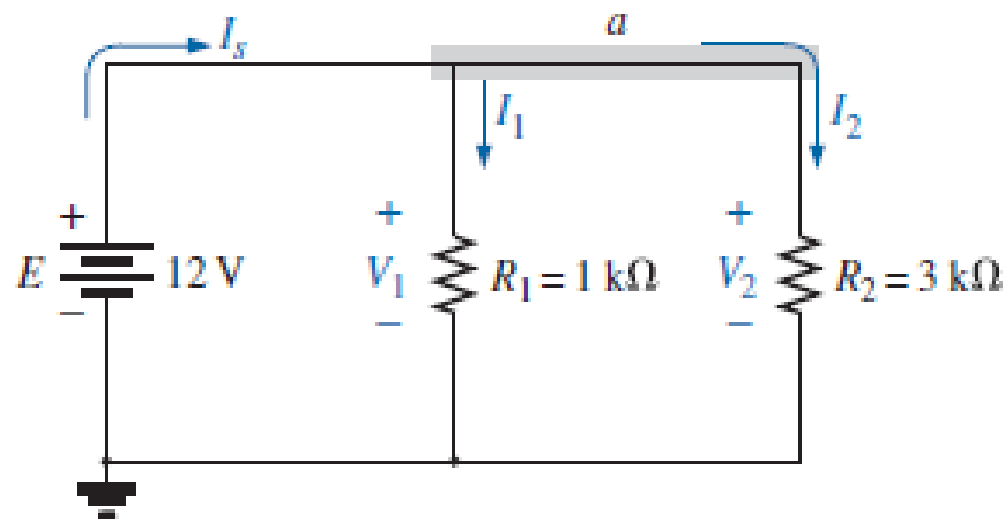
Um circuito é uma combinação de elementos que resultarão em um fluxo de cargas contínuo, ou corrente (tem que ter pelo menos uma fonte e uma carga).

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 Paralelos

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 Paralelos

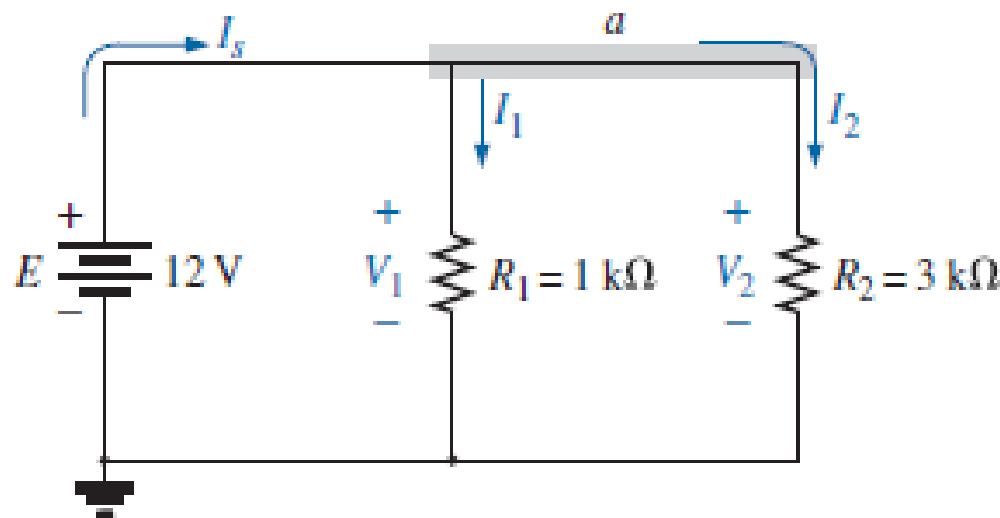
Agora que temos um circuito completo e a corrente foi estabelecida, o nível da corrente e a tensão através de cada resistor devem ser determinados. Recorrendo à Lei de Ohm:

$$E = I_S \cdot R_T$$

$$12 \text{ V} = I_S \cdot 0,75 \text{ k}\Omega$$

$$I_S = 12 \text{ V} / 0,75 \text{ k}\Omega$$

$$I_S = 16 \text{ mA}$$



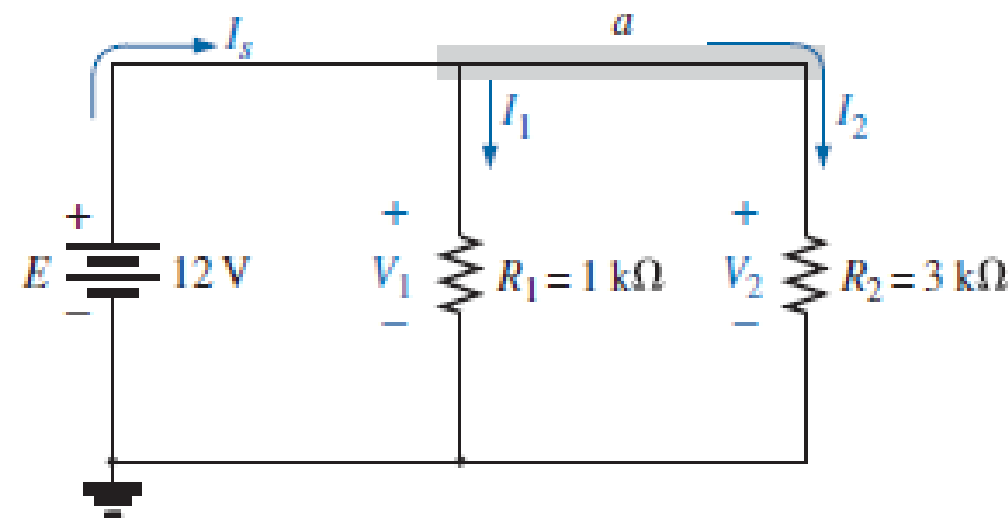
Circuitos Paralelos

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:

$$V = I_1 \cdot R_1 \Rightarrow 12 \text{ V} = I_1 \cdot 1 \text{ k}\Omega \Rightarrow I_1 = 12 \text{ mA}$$

$$V = I_2 \cdot R_2 \Rightarrow 12 \text{ V} = I_2 \cdot 3 \text{ k}\Omega \Rightarrow I_2 = 4 \text{ mA}$$

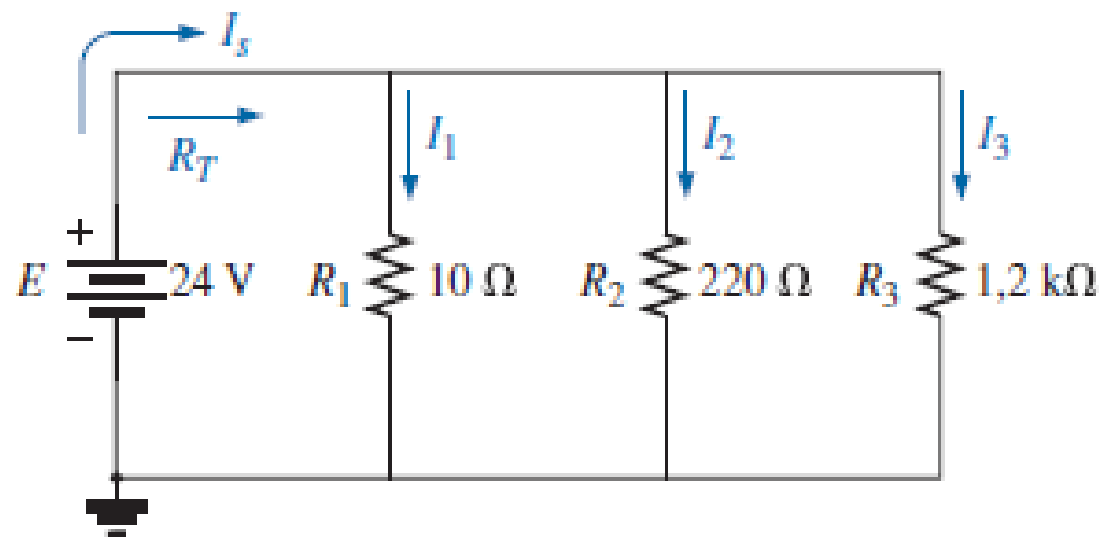
$$I_s = I_1 + I_2 = 16 \text{ mA}$$



Circuitos Paralelos

Exercício: Para o circuito abaixo:

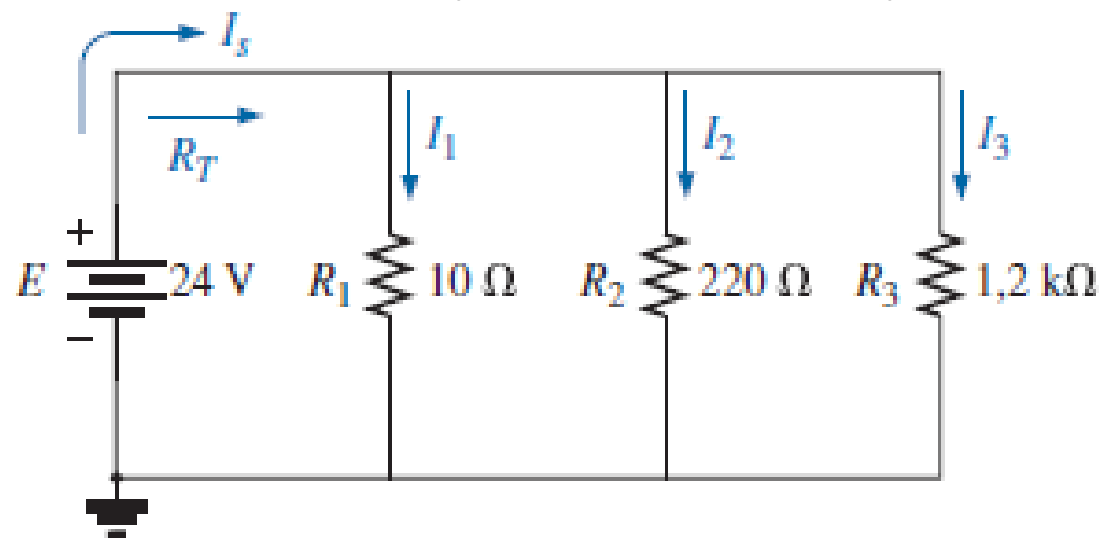
- Descubra a resistência total
- Calcule a corrente fornecida pela fonte
- Determine a corrente através de cada resistor



Circuitos Paralelos

Exercício: Para o circuito abaixo:

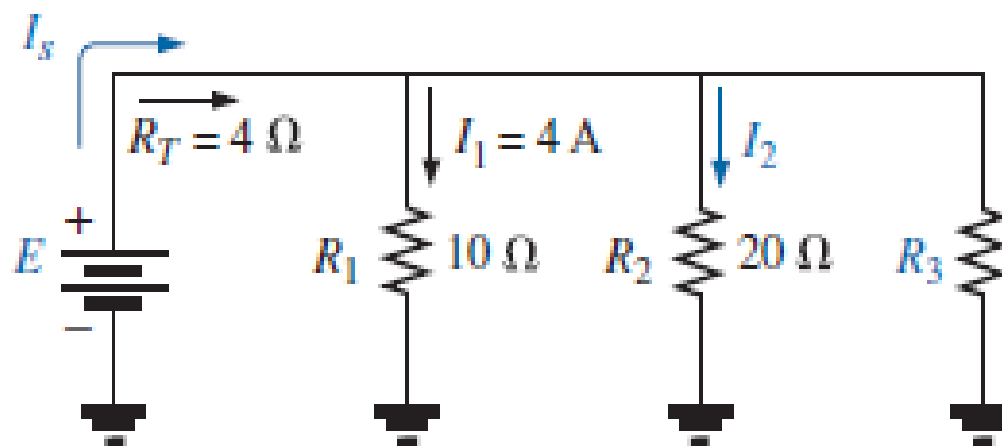
- Descubra a resistência total (**$9,49\ \Omega$**)
- Calcule a corrente fornecida pela fonte (**$2,53\ \text{A}$**)
- Determine a corrente através de cada resistor (**$2,4\ \text{A}$, $0,11\ \text{A}$ e $0,02\ \text{A}$**)



Circuitos Paralelos

Exercício: Dadas as informações fornecidas pelo circuito abaixo:

- Determine R_3
- Descubra a tensão aplicada E
- Descubra a corrente fornecida pela corrente I_s
- Descubra I_2



Circuitos Paralelos

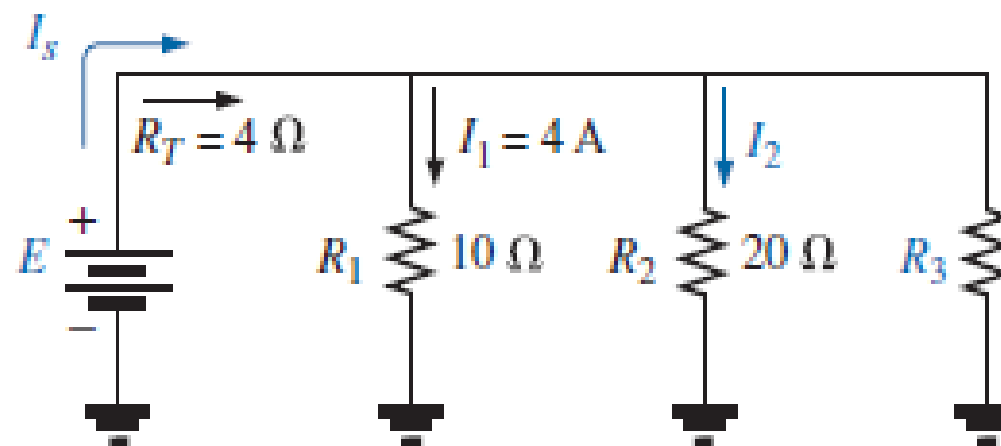
Exercício: Dadas as informações fornecidas pelo circuito abaixo:

- Determine R_3
- Descubra a tensão aplicada E
- Descubra a corrente fornecida pela corrente I_s
- Descubra I_2

$$1/4 = 1/10 + 1/20 + 1/R_3$$

$$1/R_3 = 0,25 - 0,1 - 0,05$$

$$R_3 = 10 \, \Omega$$



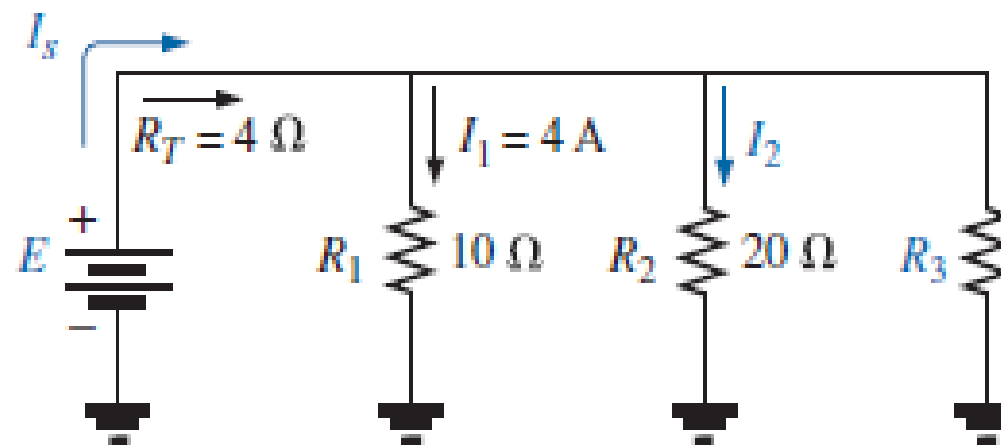
Circuitos Paralelos

Exercício: Dadas as informações fornecidas pelo circuito abaixo:

- Determine R_3 (**10 Ω**)
- Descubra a tensão aplicada E
- Descubra a corrente fornecida pela corrente I_s
- Descubra I_2

Analisando R1:

$$V_1 = E = 10 \cdot 4 = 40 \text{ V}$$



Circuitos Paralelos

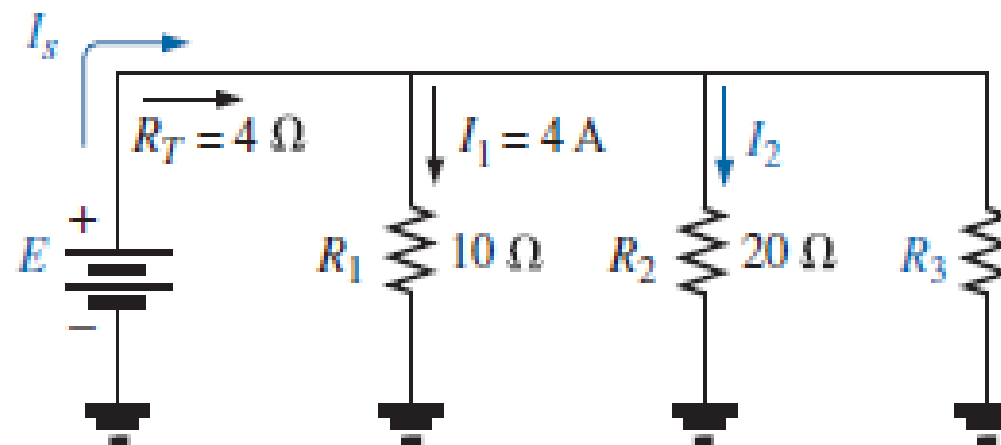
Exercício: Dadas as informações fornecidas pelo circuito abaixo:

- Determine R_3 (**10 Ω**)
- Descubra a tensão aplicada E (**40 V**)
- Descubra a corrente fornecida pela corrente I_s
- Descubra I_2

$$E = R_T \cdot I_s$$

$$40 = 4 \cdot I_s$$

$$I_s = 10 \text{ A}$$



Circuitos Paralelos

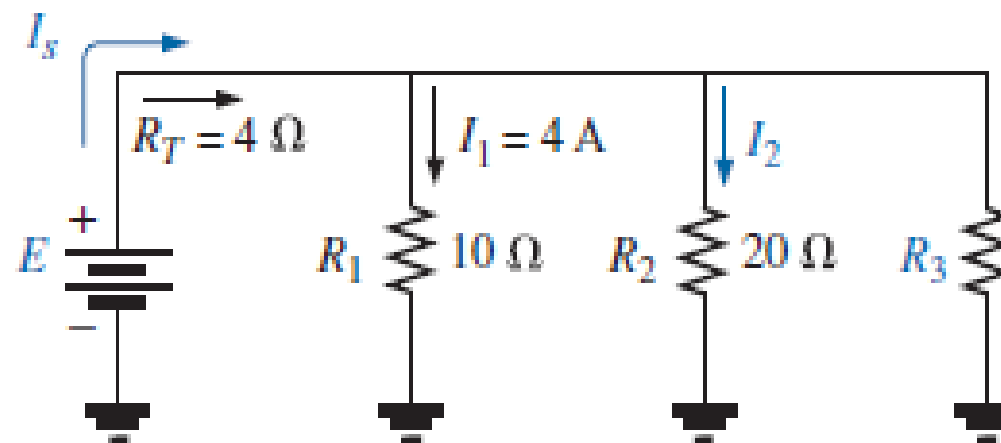
Exercício: Dadas as informações fornecidas pelo circuito abaixo:

- Determine R_3 (**10 Ω**)
- Descubra a tensão aplicada E (**40 V**)
- Descubra a corrente fornecida pela corrente I_s (**10 A**)
- Descubra I_2

$$V_2 = E = R_2 \cdot I_2$$

$$40 = 20 \cdot I_2$$

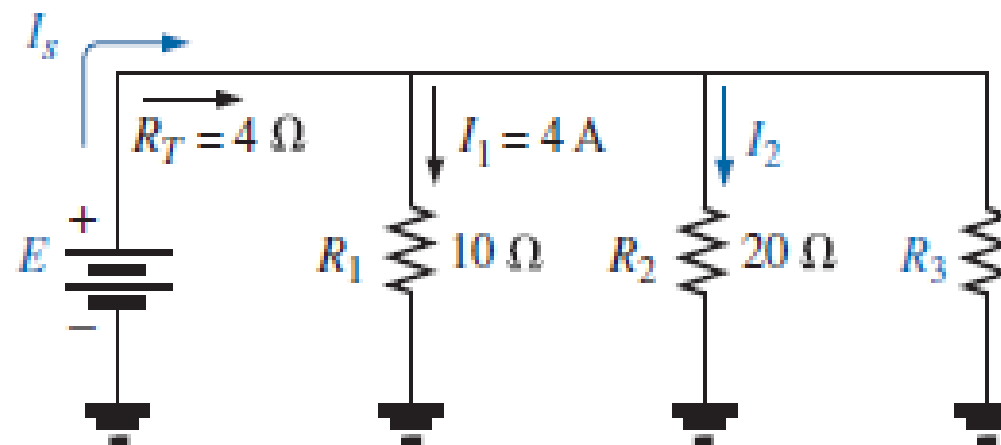
$$I_2 = 2 \text{ A}$$



Circuitos Paralelos

Exercício: Dadas as informações fornecidas pelo circuito abaixo:

- Determine R_3 (**10 Ω**)
- Descubra a tensão aplicada E (**40 V**)
- Descubra a corrente fornecida pela corrente I_s (**10 A**)
- Descubra I_2 (**2 A**)



Circuitos CC Paralelos

Distribuição de Potência

Distribuição de Potência

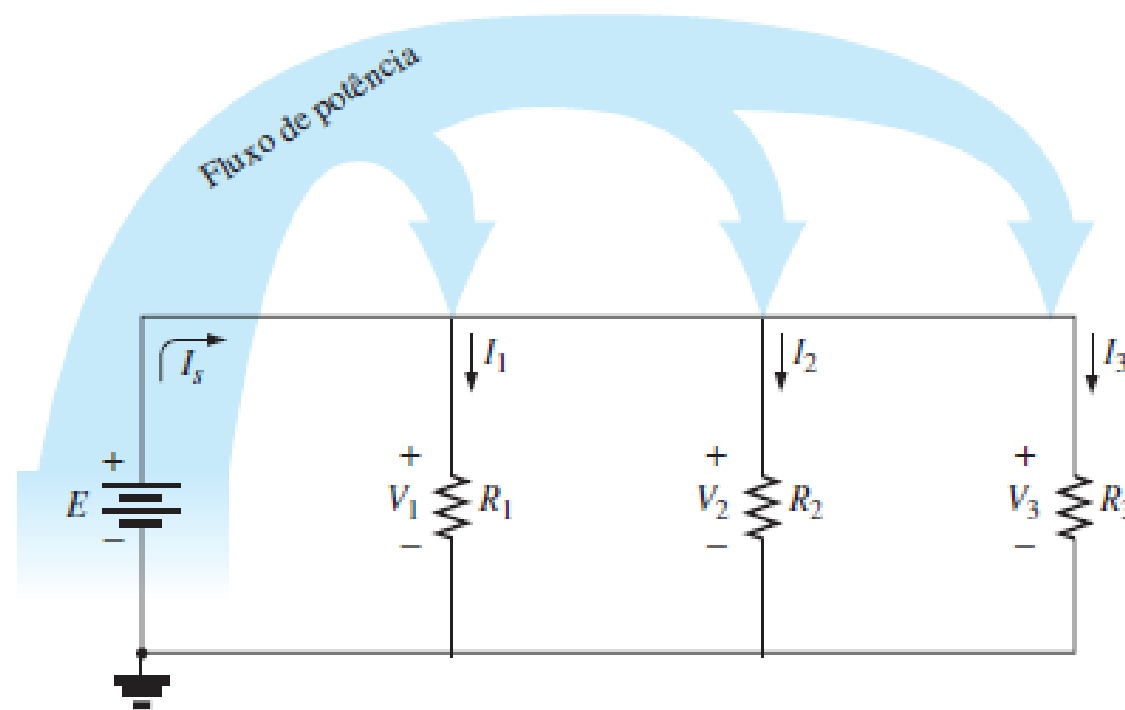
Em qualquer sistema elétrico, a potência aplicada será igual à potência dissipada ou absorvida, ou seja, a potência aplicada pela fonte CC deve ser igual àquela dissipada pelos elementos resistivos

Matematicamente:

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

e:

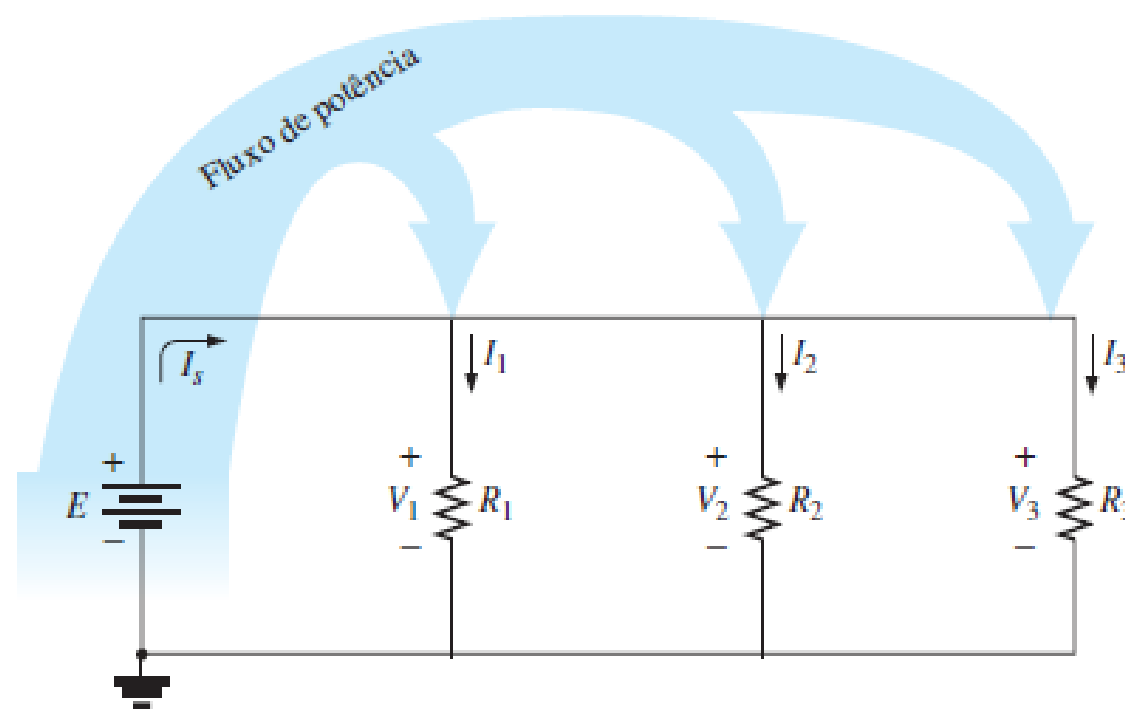
$$P_E = E \cdot I_S$$



Distribuição de Potência

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

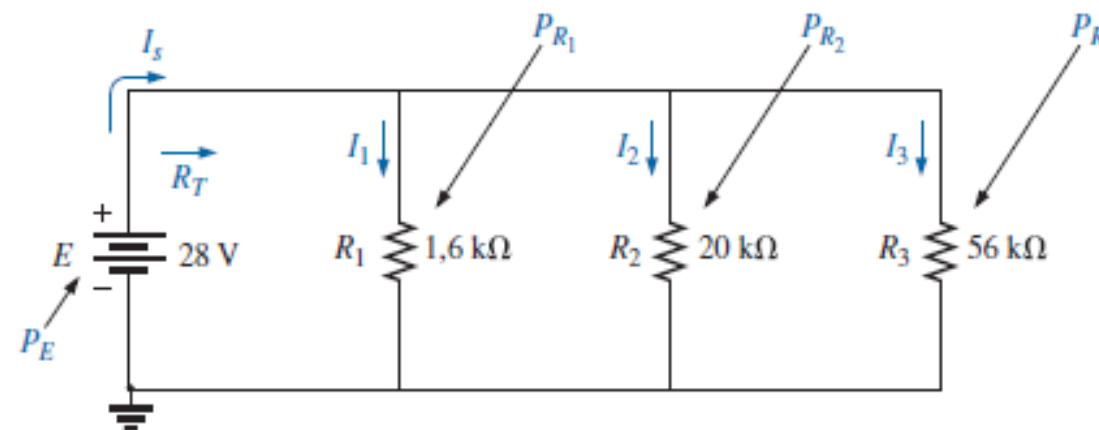
- $P = V \cdot I$
- $P = I^2 \cdot R$
- $P = V^2/R$



Distribuição de Potência

Exercício: Para o circuito em paralelo abaixo

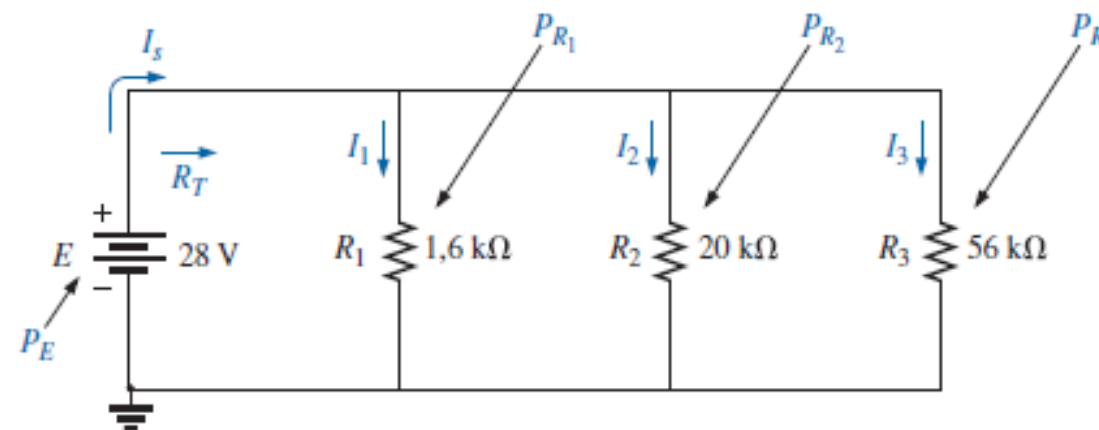
- Determine a resistência total R_T
- Descubra a corrente fornecida pela fonte e a corrente através de cada resistor
- Calcule a potência fornecida pela fonte
- Determine a potência absorvida por cada resistor em paralelo
- Comente se a potência total fornecida se iguala à potência total dissipada.



Distribuição de Potência

Exercício: Para o circuito em paralelo abaixo

- Determine a resistência total R_T
- Descubra a corrente fornecida pela fonte e a corrente através de cada resistor
- Calcule a potência fornecida pela fonte
- Determine a potência absorvida por cada resistor em paralelo
- Comente se a potência total fornecida se iguala à potência total dissipada.



$$1/R_T = 1/1,6 \text{ k}\Omega + 1/20 \text{ k}\Omega + 1/56 \text{ k}\Omega$$

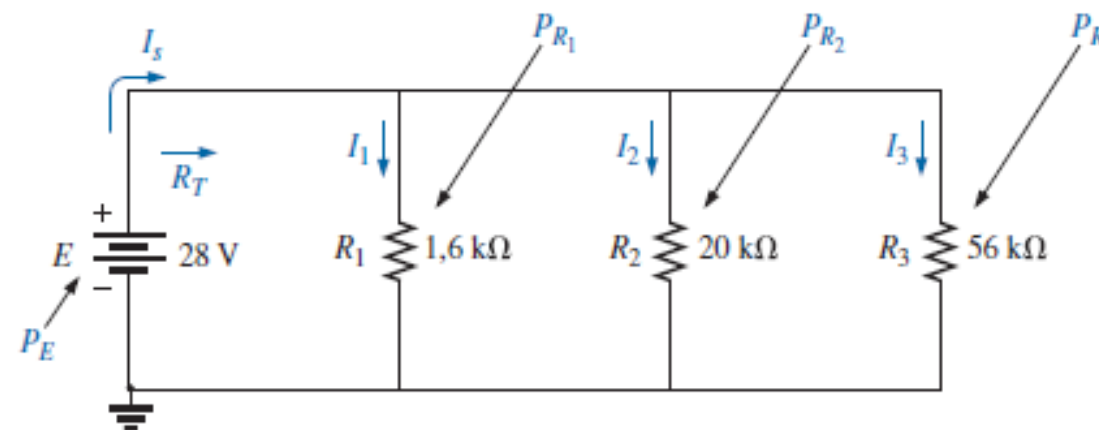
$$R_T = 1,44 \text{ k}\Omega$$

$$I_S = E / R_T = 28 / 1,44 \text{ k}\Omega = 19,44 \text{ mA}$$

Distribuição de Potência

Exercício: Para o circuito em paralelo abaixo

- Determine a resistência total R_T (**1,44 k Ω**)
- Descubra a corrente fornecida pela fonte e a corrente através de cada resistor (**19,44 mA, 17,5 mA, 1,4 mA, 500 μ A**)
- Calcule a potência fornecida pela fonte
- Determine a potência absorvida por cada resistor em paralelo
- Comente se a potência total fornecida se iguala à potência total dissipada.

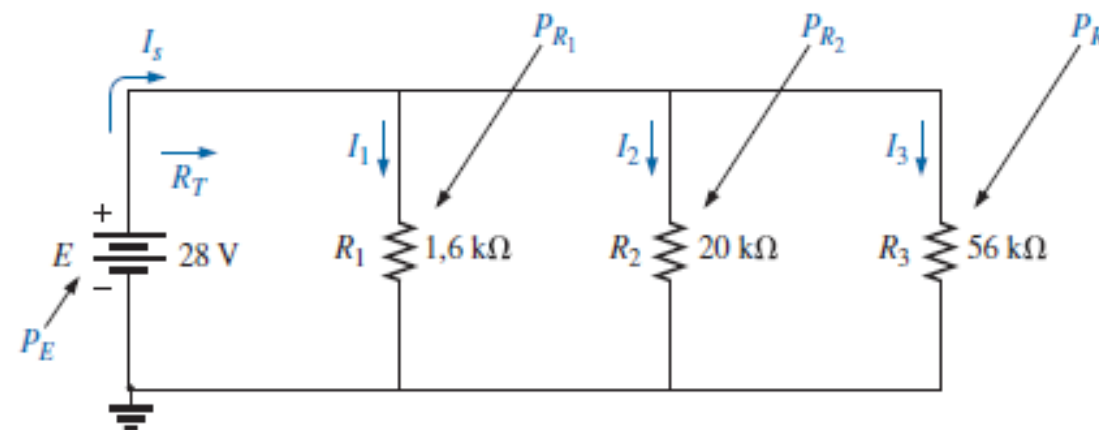


$$P_E = E \cdot I_S = 28 \cdot 19,44\text{m} = 544,32 \text{ mW}$$

Distribuição de Potência

Exercício: Para o circuito em paralelo abaixo

- Determine a resistência total R_T (**1,44 k Ω**)
- Descubra a corrente fornecida pela fonte e a corrente através de cada resistor (**19,44 mA, 17,5 mA, 1,4 mA, 500 μ A**)
- Calcule a potência fornecida pela fonte (**544,32 mW**)
- Determine a potência absorvida por cada resistor em paralelo
- Comente se a potência total fornecida se iguala à potência total dissipada.



$$P_1 = E \cdot I_1 = 28 \cdot 17,5\text{m} = 490 \text{ mW}$$

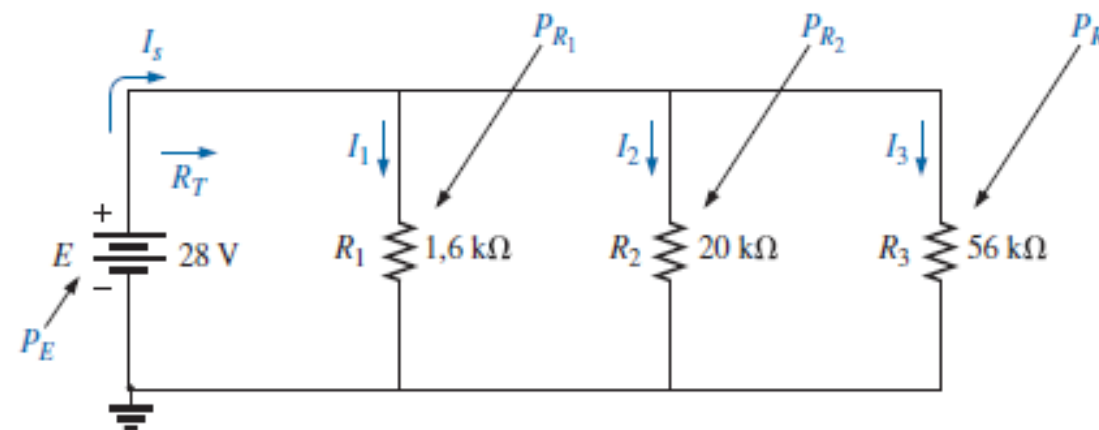
$$P_2 = E \cdot I_2 = 28 \cdot 1,4\text{m} = 39,2 \text{ mW}$$

$$P_3 = E \cdot I_3 = 28 \cdot 0,5\text{m} = 14 \text{ mW}$$

Distribuição de Potência

Exercício: Para o circuito em paralelo abaixo

- Determine a resistência total R_T (**1,44 k Ω**)
- Descubra a corrente fornecida pela fonte e a corrente através de cada resistor (**19,44 mA, 17,5 mA, 1,4 mA, 500 μ A**)
- Calcule a potência fornecida pela fonte (**544,32 mW**)
- Determine a potência absorvida por cada resistor em paralelo (**490 mW, 39,2 mW e 14 mW**)
- Comente se a potência total fornecida se iguala à potência total dissipada.



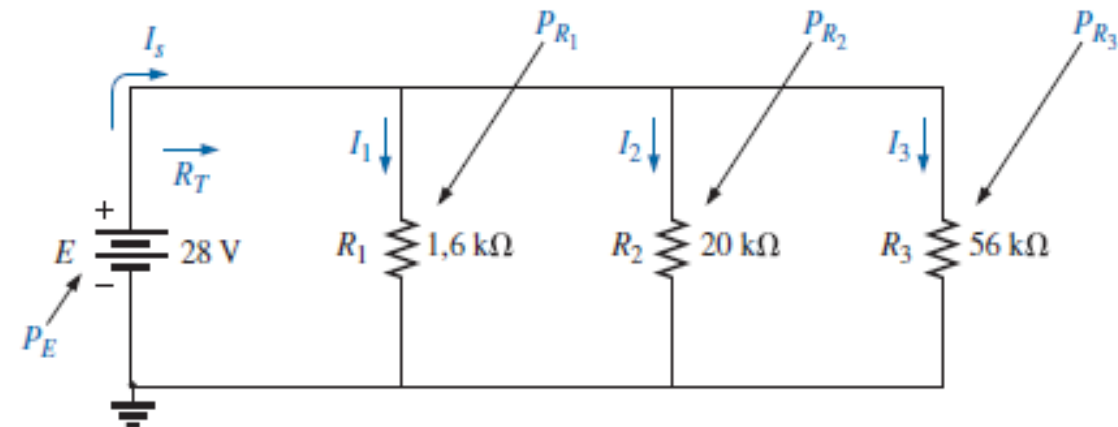
$$P_E = P_1 + P_2 + P_3 = 490 \text{ m} + 39,2 \text{ m} + 14 \text{ m}$$

$$P_E = 543,2 \text{ mW}$$

Distribuição de Potência

Exercício: Para o circuito em paralelo abaixo

- Determine a resistência total R_T (**1,44 k Ω**)
- Descubra a corrente fornecida pela fonte e a corrente através de cada resistor (**19,44 mA, 17,5 mA, 1,4 mA, 500 μ A**)
- Calcule a potência fornecida pela fonte (**544,32 mW**)
- Determine a potência absorvida por cada resistor em paralelo (**490 mW, 39,2 mW e 14 mW**)
- Comente se a potência total fornecida se iguala à potência total dissipada (**543,2 mW**)



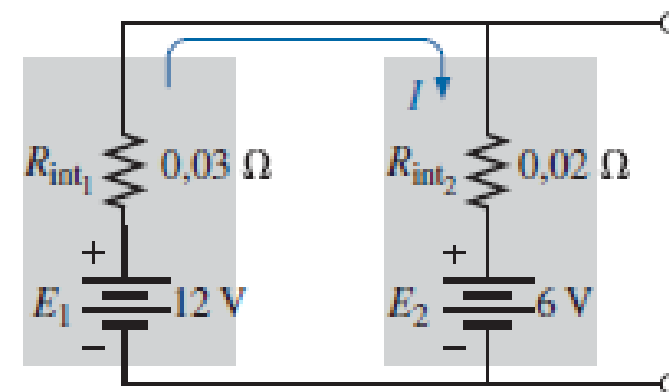
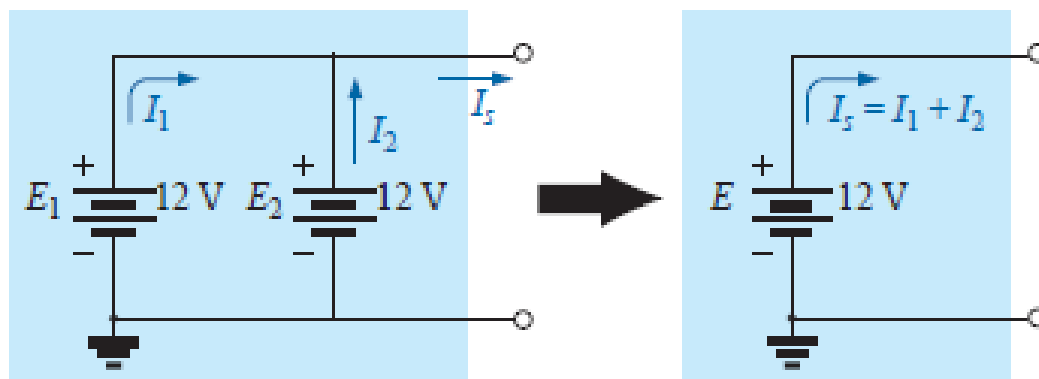
Circuitos CC Paralelos

Associação Paralela de Fontes

Associação Paralela de Fontes

Devido ao fato de a tensão ser a mesma através de elementos em paralelo, fontes de tensão podem ser colocadas em paralelo somente se elas tiverem a mesma tensão

Se por alguma razão duas baterias de diferentes tensões forem colocadas em paralelo, ambas se tornarão ineficientes ou serão danificadas.

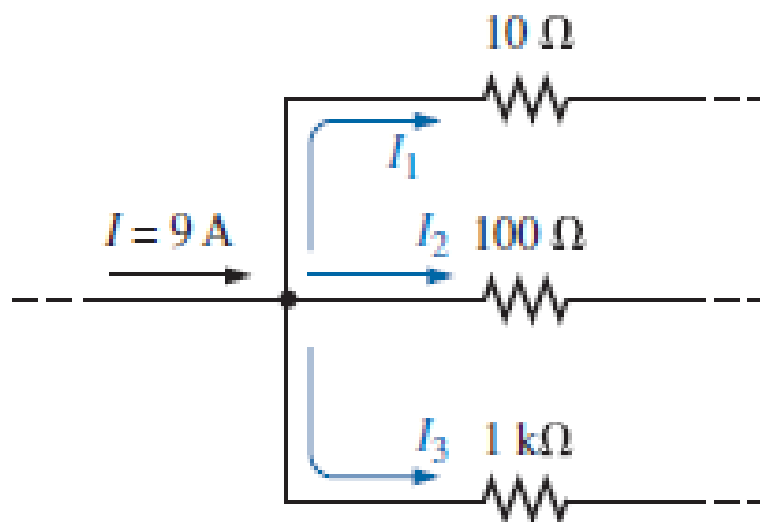


Circuitos CC Paralelos

Divisão de Corrente

Divisão de Corrente

A corrente através de elementos resistivos em série vai se dividir sempre buscando o caminho de menor resistência, sendo inversamente proporcional ao valor de cada resistência



Divisão de Corrente

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

$$1/R_T = 1/R_1 + 1/R_2$$

$$I_S = E / R_T$$

Aplicando a Lei de Ohm em cada resistor:

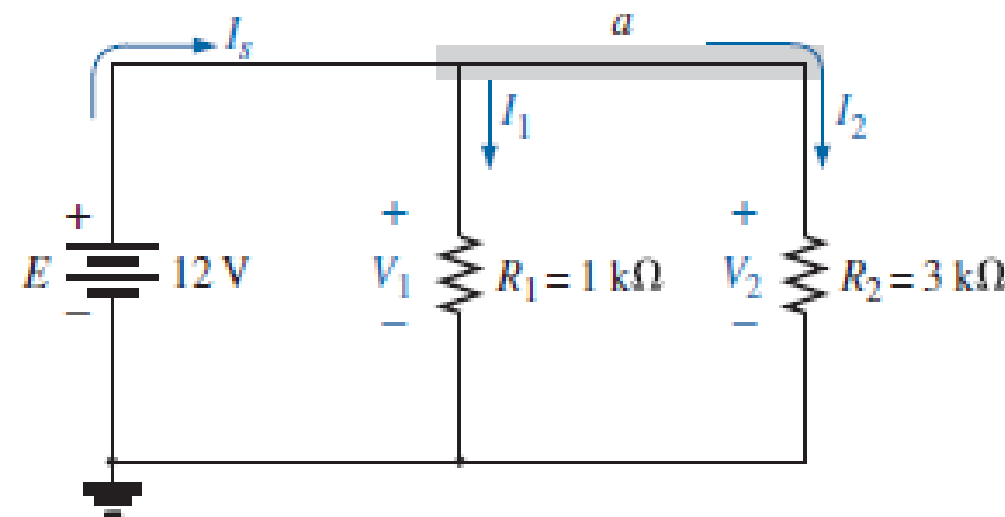
$$E = R_1 \cdot I_1 = R_2 \cdot I_2$$

$$I_S = R_1 \cdot I_1 / R_T$$

$$I_1 = \frac{R_T}{R_1} \cdot I_S$$

Generalizando:

$$I_x = \frac{R_T}{R_x} \cdot I_S$$



Divisão de Corrente

Para o caso de dois resistores:

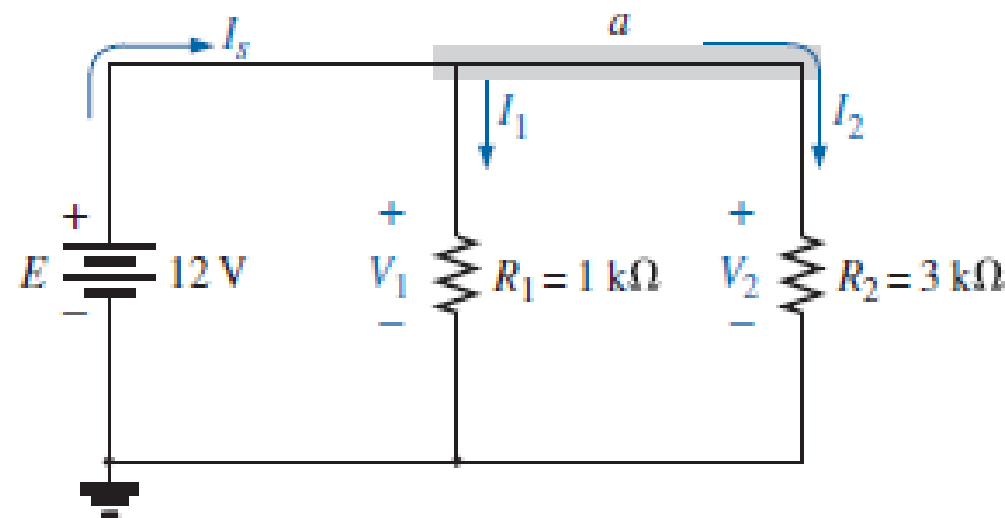
$$R_T = R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$$

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_s$$

$$I_1 = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} \cdot I_s$$

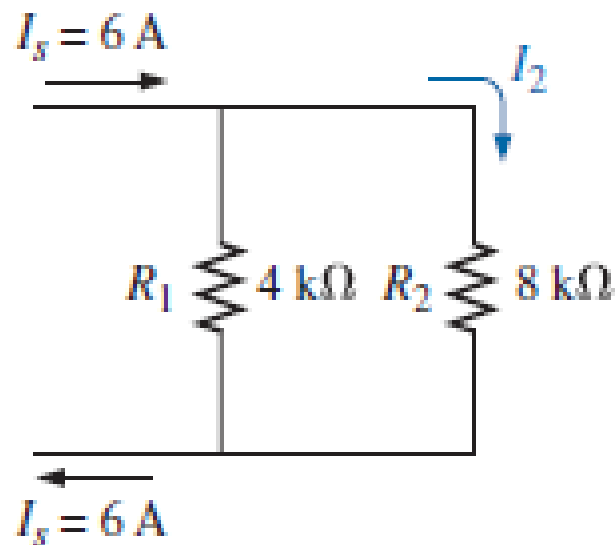
De forma análoga:

$$I_2 = \frac{R_1}{(R_1 + R_2)} \cdot I_s$$



Divisão de Corrente

Exercício: Calcule a corrente I_2 utilizando o método de divisor de corrente.



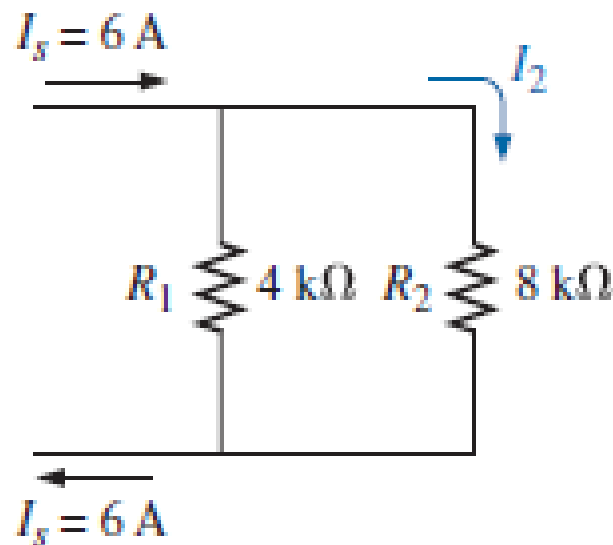
Divisão de Corrente

Exercício: Calcule a corrente I_2 utilizando o método de divisor de corrente

$$I_2 = R_1 / (R_1 + R_2) \cdot I_s$$

$$I_2 = 4 \text{ k} / (4 \text{ k} + 8 \text{ k}) \cdot 6$$

$$I_2 = 2 \text{ A}$$



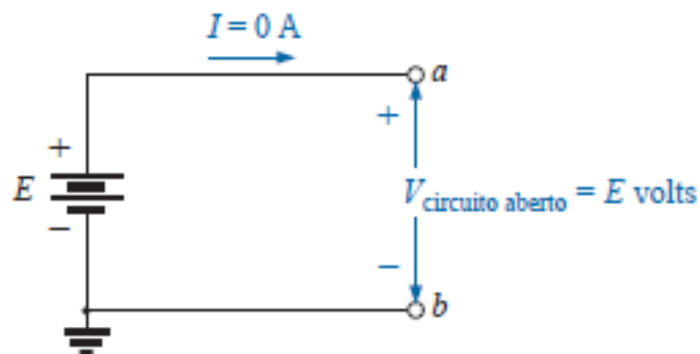
Circuitos CC Paralelos

Circuito Aberto e Curto Circuito

Circuito Aberto

Um circuito aberto consiste simplesmente em dois terminais isolados sem qualquer conexão entre si

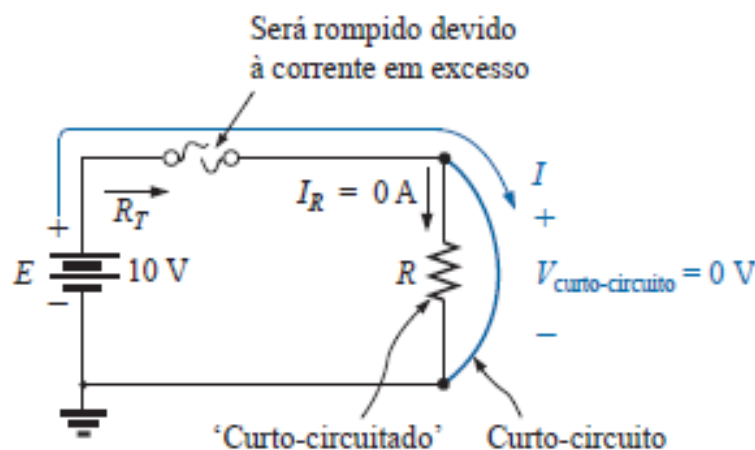
Como não existe um caminho fechado para a condução, a corrente associada a um circuito aberto é sempre nula, mas há tensão nos terminais



Curto Circuito

Um curto-circuito é uma conexão direta de resistência muito baixa entre dois terminais de um circuito

A corrente através do curto circuito pode ser de qualquer valor, mas a tensão através do curto-circuito é sempre 0 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.