

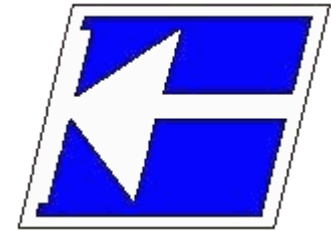
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina



Departamento Acadêmico de Eletrônica

CST em Eletrônica Industrial

Circuitos Elétricos I

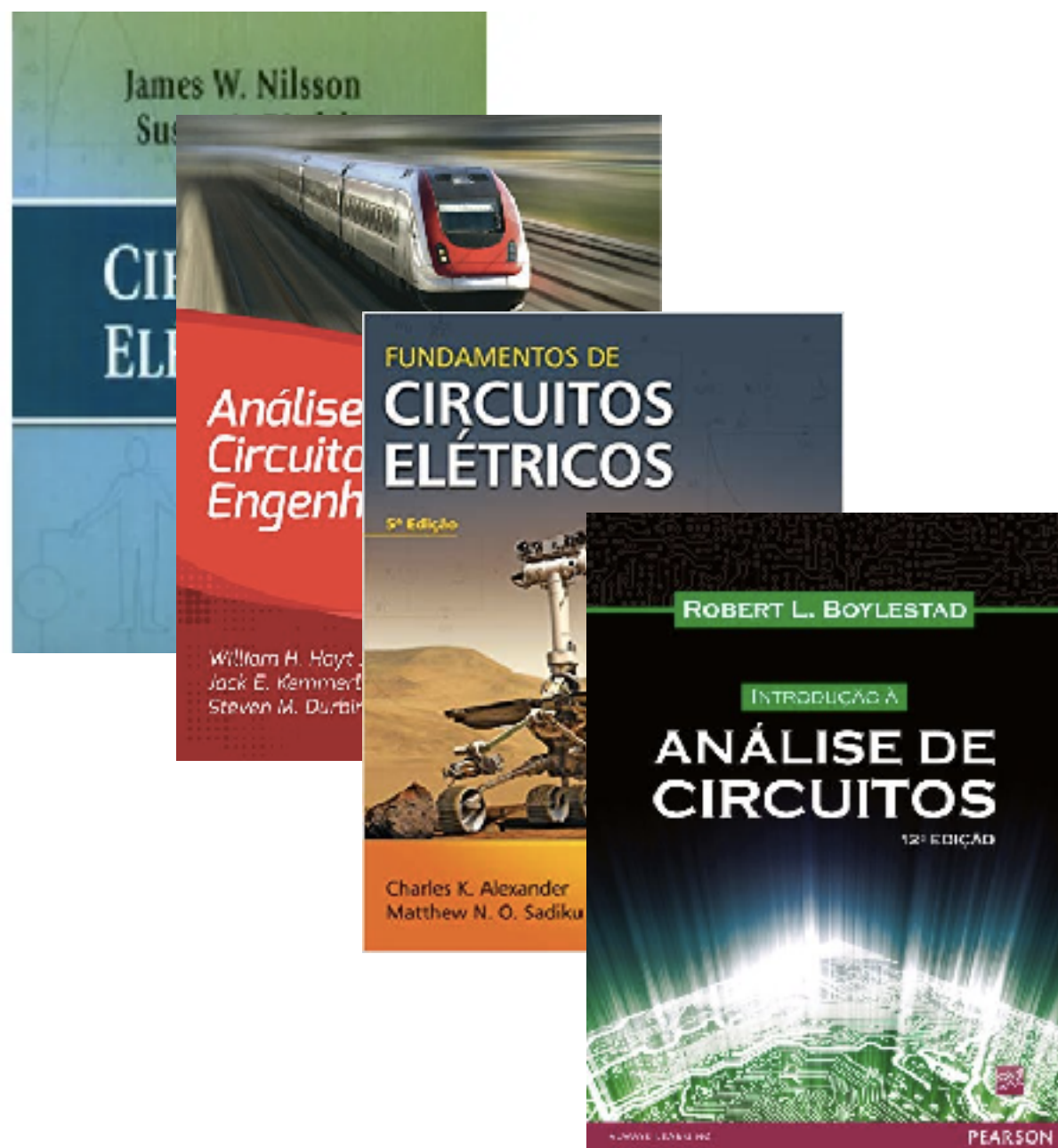


Circuitos em Série-Paralelo

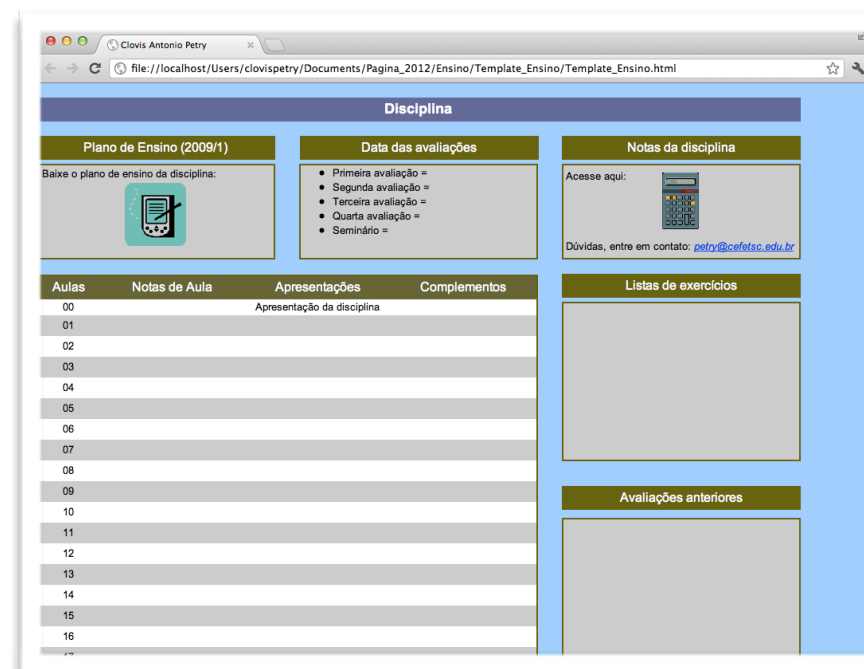
Prof. Clovis Antonio Petry.

Florianópolis, maio de 2020.

Biografia para Esta Aula



www.ProfessorPetry.com.br



Nesta Aula

Introdução

Circuitos em série-paralelo (misto)

Método da redução e retorno

Método do diagrama de blocos

Exemplos descritivos

Circuitos em cascata

Fonte com divisor de tensão

Conexão de uma carga a um potenciômetro

Introdução

Objetivos de estudar circuitos em série-paralelo:

- Aprender a respeito das características singulares das configurações em série-paralelo e como solucionar problemas que envolvam tensão, corrente ou potência de qualquer elemento individual ou de qualquer combinação de elementos.
- Familiarizar-se com a fonte com divisor de tensão e com as condições necessárias para usá-la efetivamente.
- Aprender a usar um potenciômetro para controlar a tensão através de uma dada carga.
- Uma configuração em série-paralelo é aquela que é formada por uma combinação de elementos em série-paralelo.
- Uma configuração complexa é aquela em que nenhum dos elementos está em série ou em paralelo.

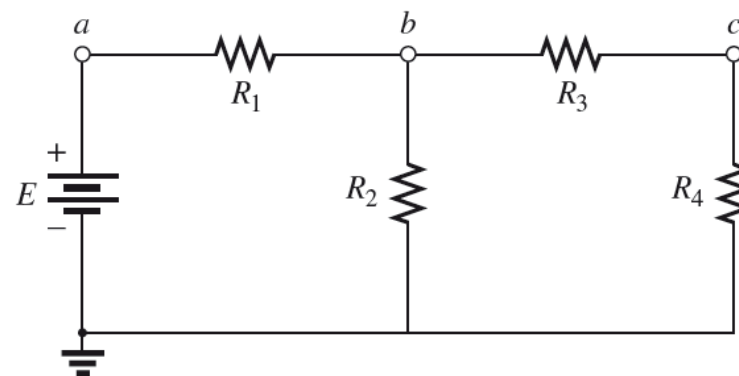


Figura 7.1 Circuito CC em série-paralelo.

Circuitos em Série-Paralelo

Circuito misto.

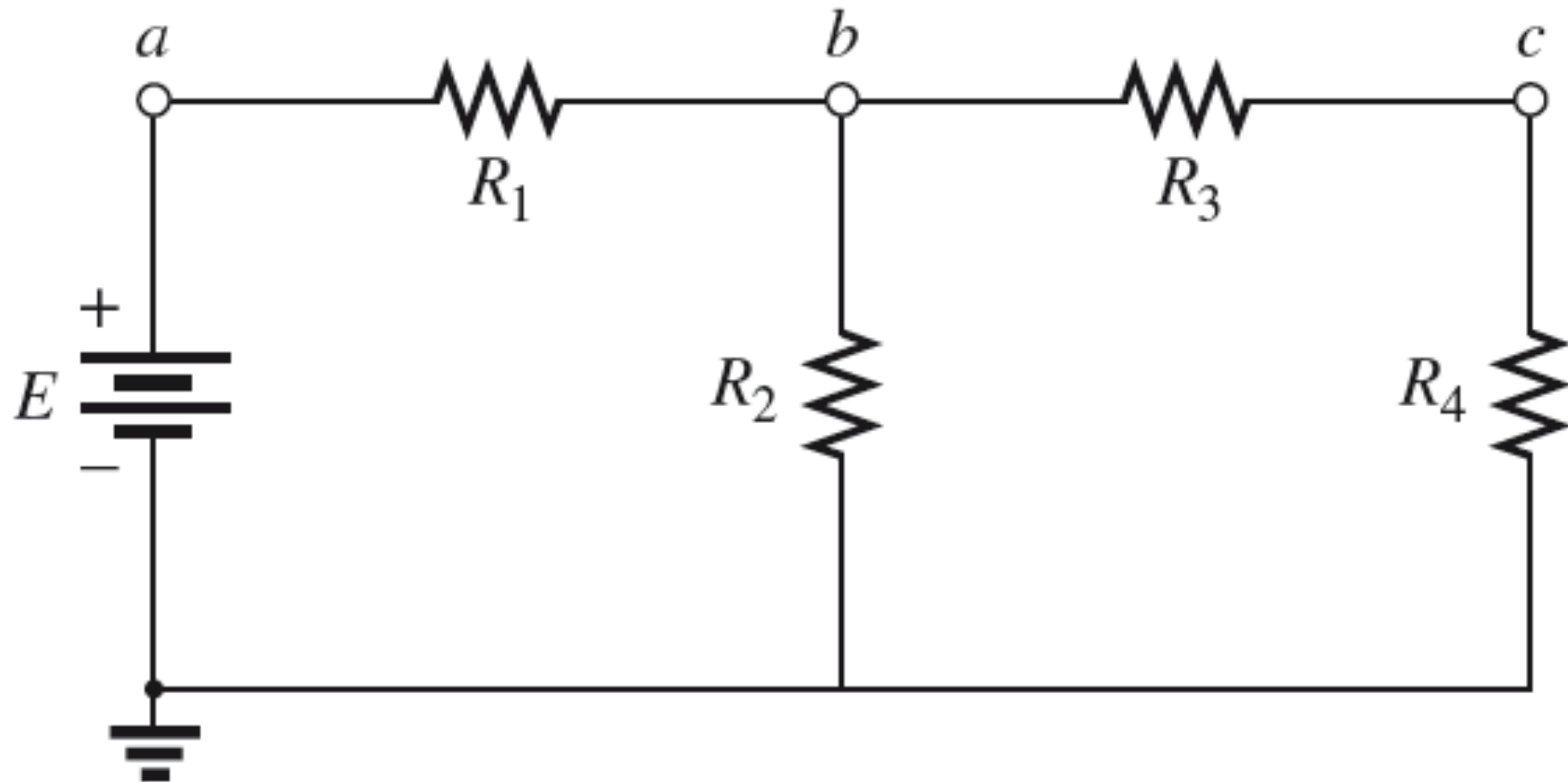


Figura 7.1 Circuito CC em série-paralelo.

Método de Redução e Retorno

Simplificação e obtenção de circuitos equivalentes.

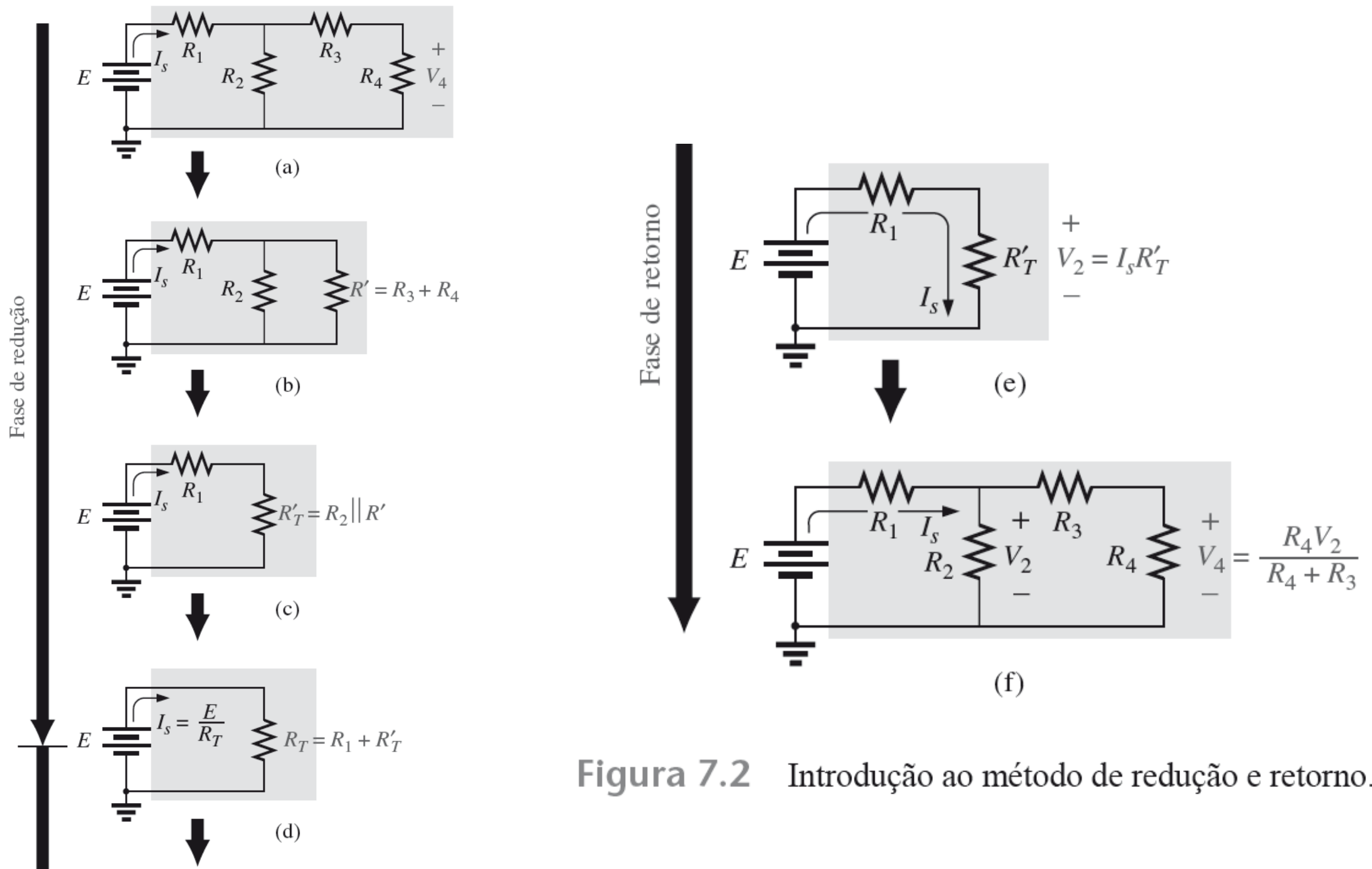


Figura 7.2 Introdução ao método de redução e retorno.

Método de Redução e Retorno

Simplificação e obtenção de circuitos equivalentes.

$$R' = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{12k \cdot 6k}{12k + 6k} = 4k\Omega$$

$$R_T = R_1 + R' = 2k + 4k = 6k\Omega$$

$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{54}{6k} = 9mA$$

$$I_1 = I_s = 9mA$$

$$I_3 = I_1 \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 9m \cdot \frac{12k}{12k + 6k} = 6mA$$

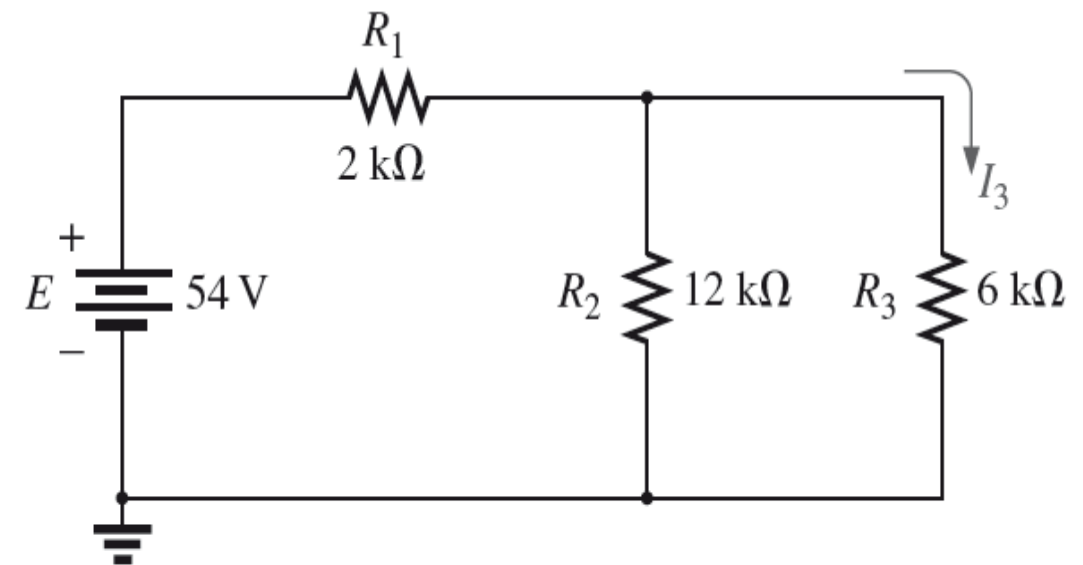


Figura 7.3 Circuito em série-paralelo para o Exemplo 7.1.

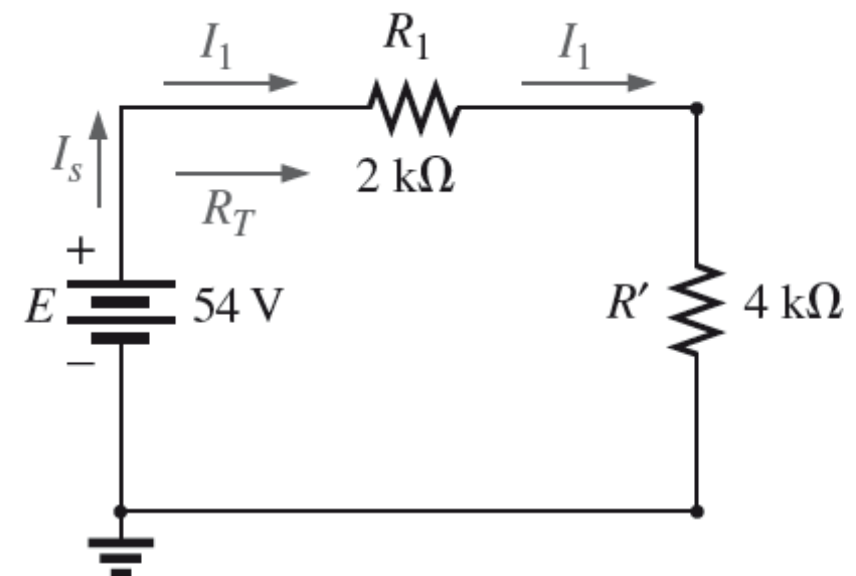


Figura 7.4 Substituição da resistência equivalente paralela para os resistores R_2 e R_3 na Figura 7.3.

Método de Redução e Retorno

Simplificação e obtenção de circuitos equivalentes.

$$R' = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{18k \cdot 2k}{18k + 2k} = 1,8k\Omega$$

$$R'' = R_1 + R' = 6,8k + 1,8k = 8,6k\Omega$$

$$R_T = \frac{R'' \cdot R_4}{R'' + R_4} = \frac{8,6k \cdot 8,2k}{8,6k + 8,2k} = 4,2k\Omega$$

$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{12}{4,2k} = 2,86mA$$

$$I_4 = I_s \cdot \frac{R''}{R'' + R_4} = 2,86m \cdot \frac{8,6k}{8,6k + 8,2k} = 1,46mA$$

$$V_2 = E \cdot \frac{R'}{R_1 + R'} = 12 \cdot \frac{1,8k}{6,8k + 1,8k} = 2,51V$$

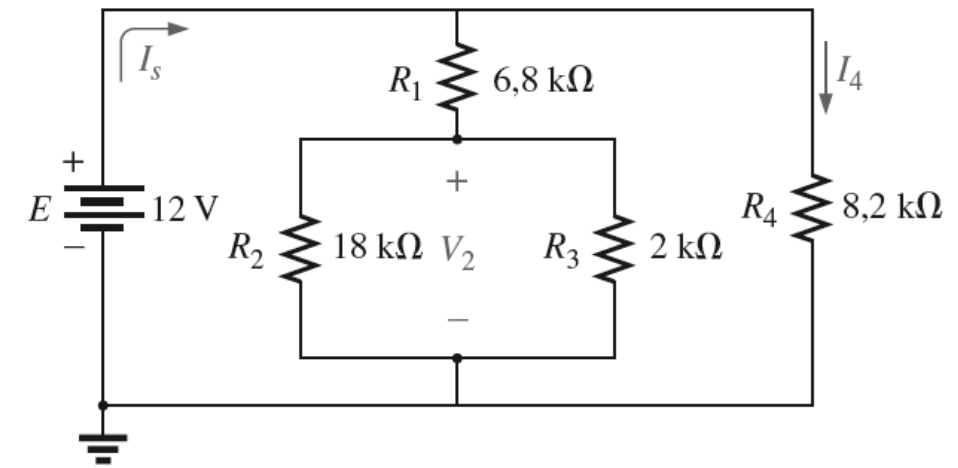


Figura 7.5 Circuito em série-paralelo para o Exemplo 7.2.

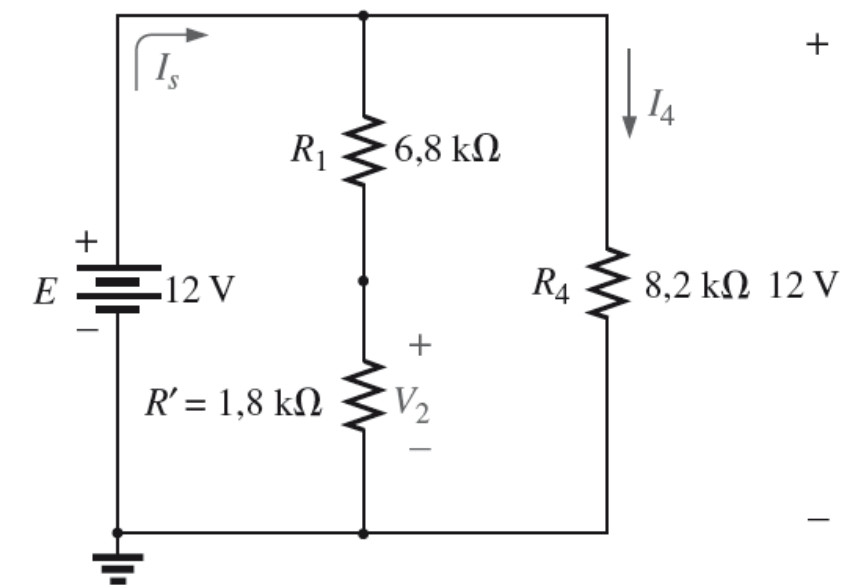


Figura 7.6 Representação esquemática do circuito na Figura 7.5 após a substituição da resistência equivalente R' pela combinação em paralelo de R_2 e R_3 .

Método de Redução e Retorno

Simplificação e obtenção de circuitos equivalentes.

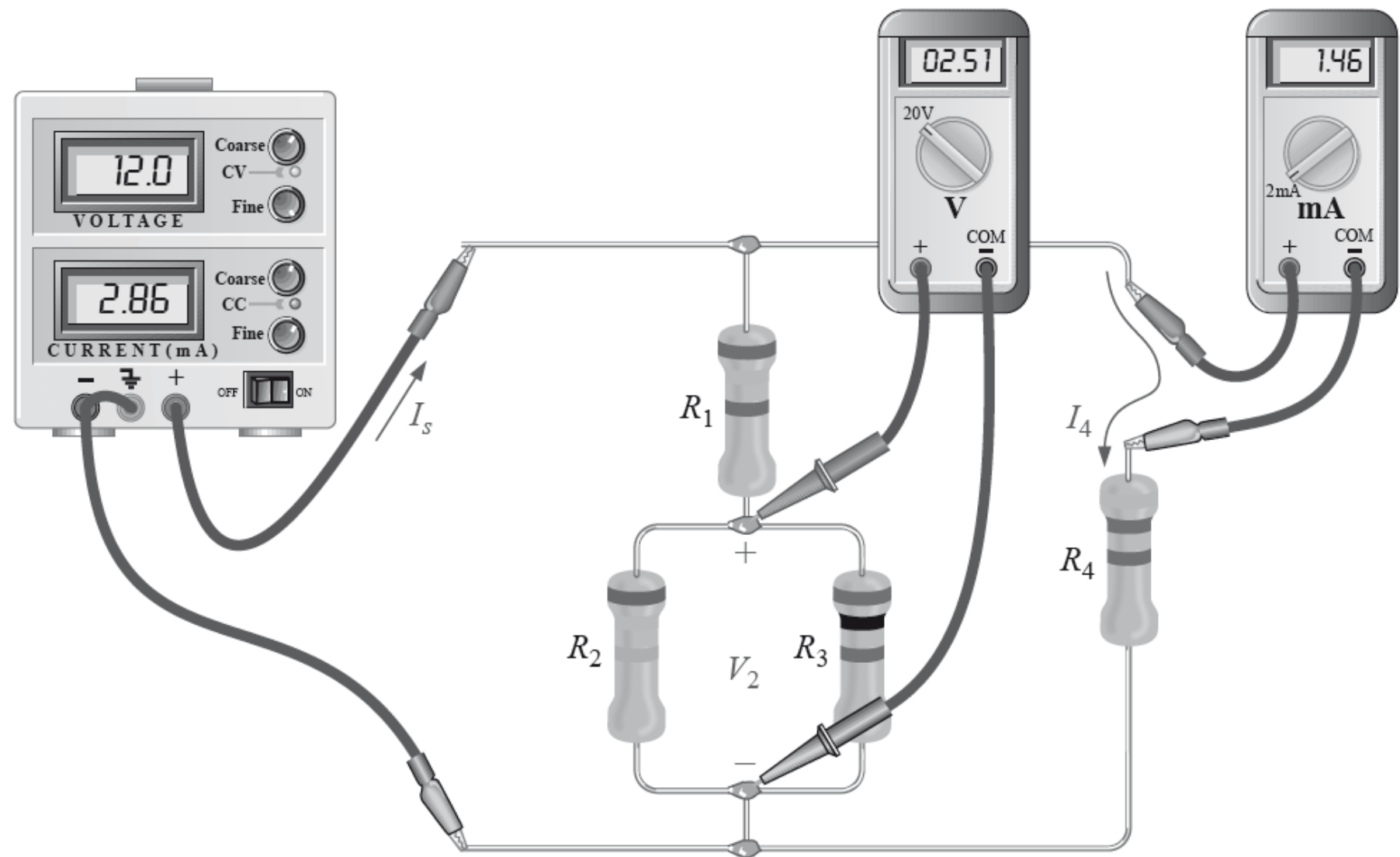


Figura 7.7 Inserção de um amperímetro e de um voltmímetro para medir I_4 e V_2 , respectivamente.

Método do Diagrama de Blocos

Agrupamento dos elementos do circuito:

- Assim que o agrupamento de elementos revelar o método mais direto, você poderá examinar o impacto dos componentes individuais em cada grupo.
- Esse agrupamento de elementos é chamado de método do diagrama em blocos.

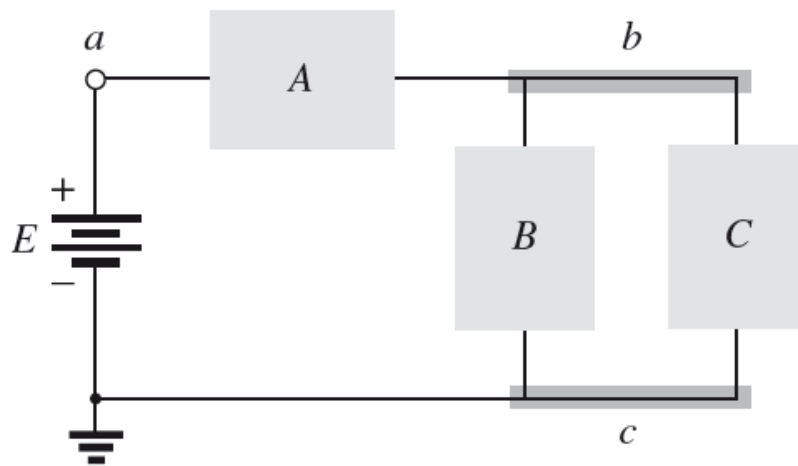


Figura 7.8 Introdução ao método do diagrama em blocos.

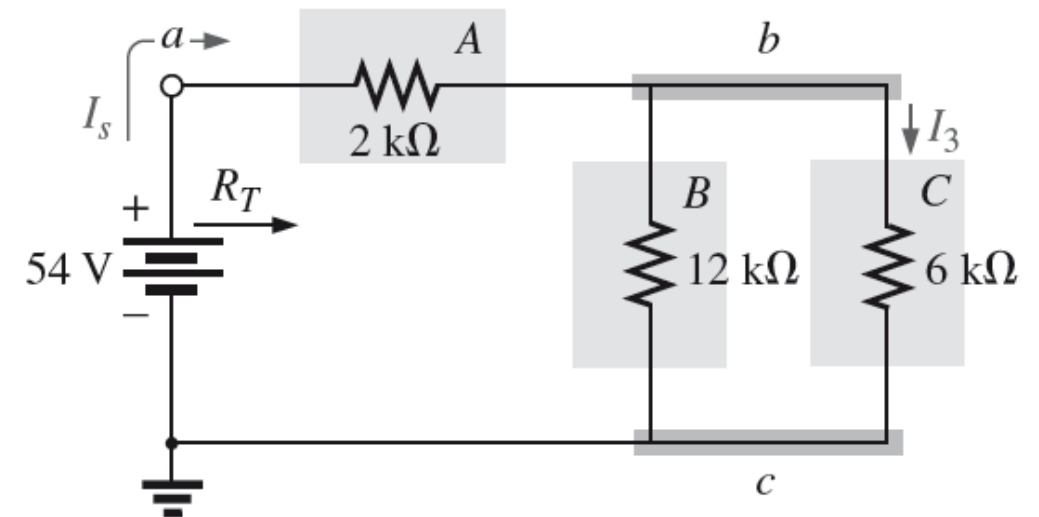


Figura 7.9 Formato do diagrama em blocos da Figura 7.3.

Método do Diagrama de Blocos

Agrupamento dos elementos do circuito.

$$R_A = R_1 = 4\Omega$$

$$R_B = R_2 // R_3 = 4 // 4 = 2\Omega$$

$$R_C = R_4 + R_5 = 0,5 + 1,5 = 2\Omega$$

$$R_D = R_B // R_C = 2 // 2 = 1\Omega$$

$$R_T = R_A + R_D = 4 + 1 = 5\Omega$$

$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{10}{5} = 2A \quad I_A = I_s = 2A$$

$$I_B = I_C = \frac{I_s}{2} = \frac{2}{2} = 1A$$

$$V_B = V_C = E \cdot \frac{R_D}{R_1 + R_D} = 10 \cdot \frac{1}{4 + 1} = 2V$$

Fonte: Capítulo 7- Circuitos em série-paralelo do livro Análise de Circuitos de Robert L. Boylestad, Pearson, 2012.

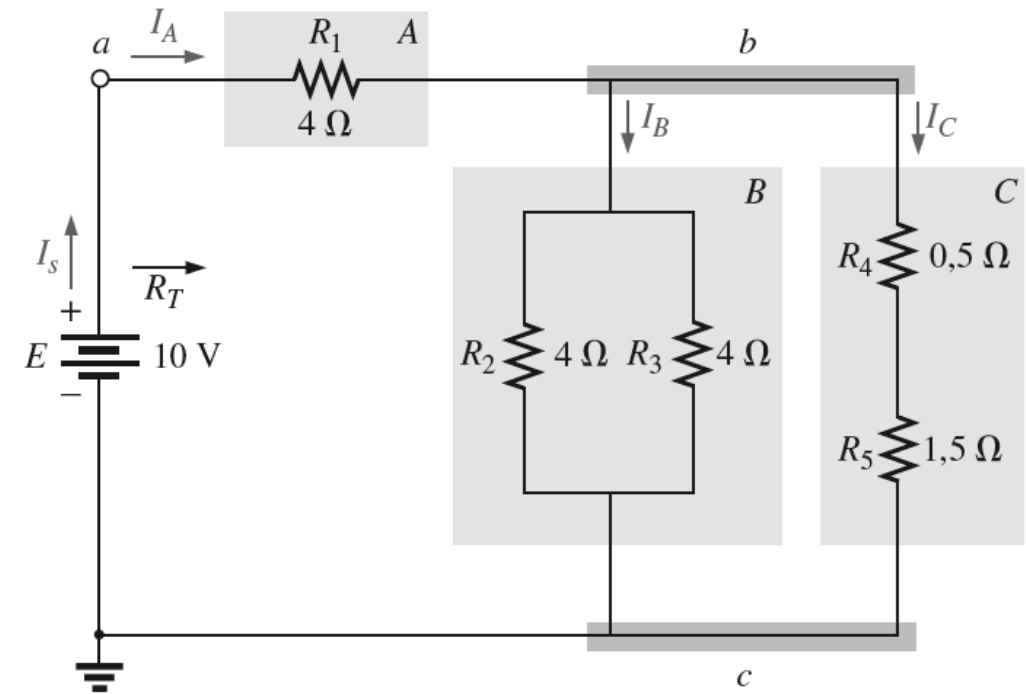


Figura 7.10 Exemplo 7.3.

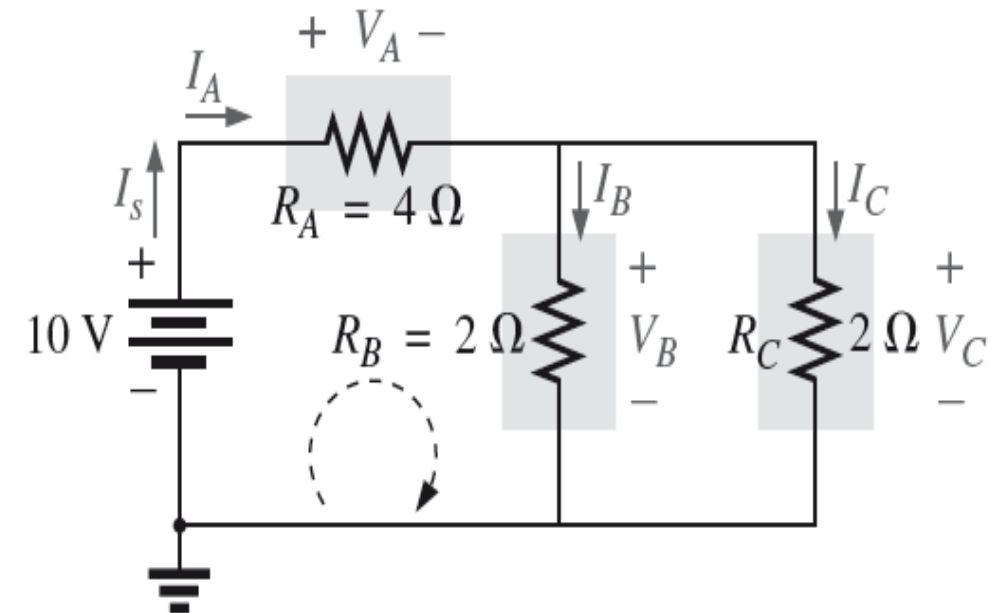


Figura 7.11 Equivalente reduzido da Figura 7.10.

Método do Diagrama de Blocos

Agrupamento dos elementos do circuito.

$$R_A = R_1 // R_2 = 9 // 6 = 3,6\Omega$$

$$R_B = R_3 + R_4 // R_5 = 4 + 6 // 3 = 6\Omega$$

$$R_C = R_6 = 3\Omega$$

$$R_T = R_A + R_B // R_C = 3,6 + 6 // 3 = 5,6\Omega$$

$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{16,8}{5,6} = 3A \quad I_A = I_s = 3A$$

$$I_B = I_s \cdot \frac{R_C}{R_B + R_C} = 3 \cdot \frac{3}{6 + 3} = 1A$$

$$I_C = I_s \cdot \frac{R_B}{R_B + R_C} = 3 \cdot \frac{6}{6 + 3} = 2A$$

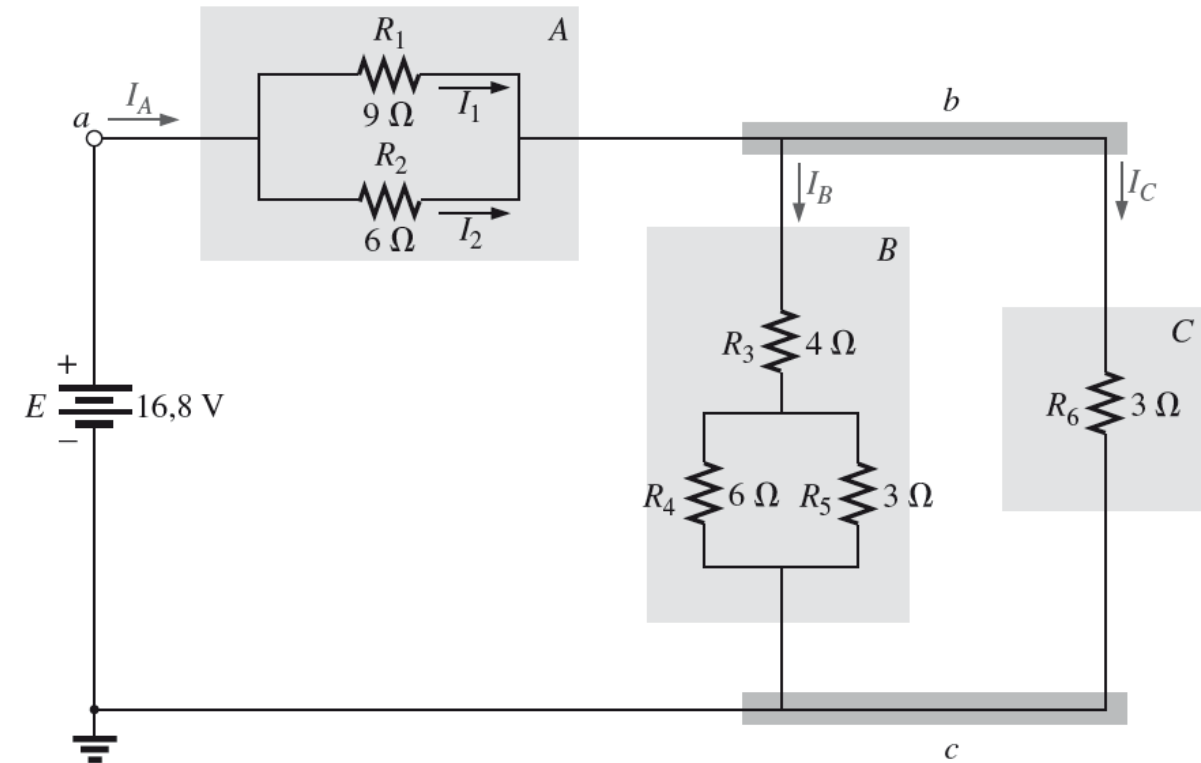


Figura 7.12 Exemplo 7.4.

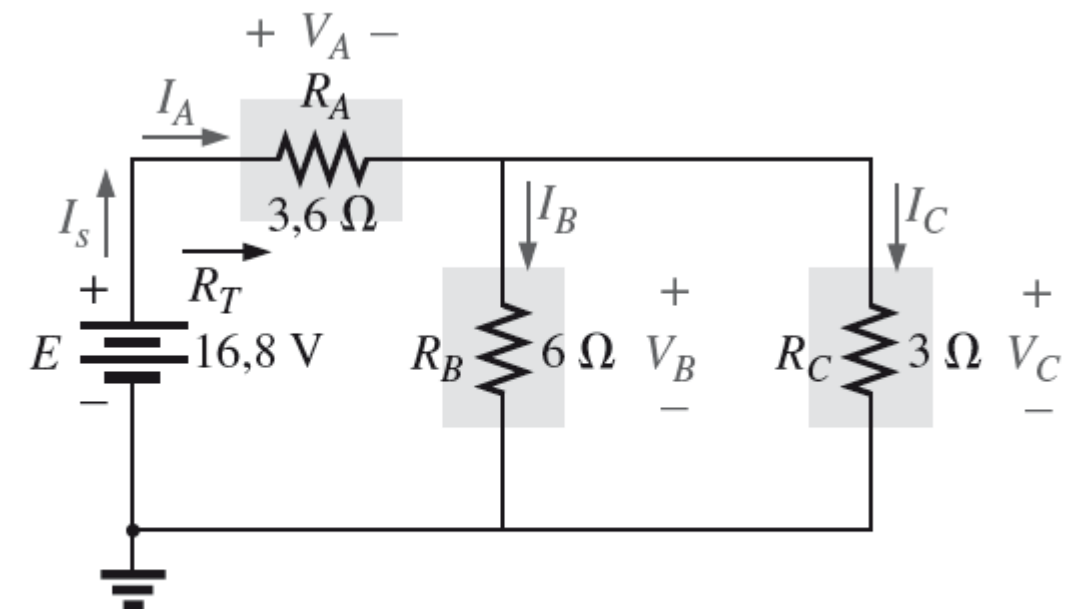


Figura 7.13 Equivalente reduzido da Figura 7.12.

Exemplos Descritivos

Agrupamento dos elementos do circuito.

$$R_A = R_1 + R_2 // R_3 = 4 + 3 // 6 = 6\Omega$$

$$R_B = R_4 = 8\Omega$$

$$R_T = R_A // R_B = 6 // 8 = 3,43\Omega$$

$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{12}{3,43} = 3,5A$$

$$I_4 = I_B = I_s \cdot \frac{R_A}{R_A + R_B} = 3,5 \cdot \frac{6}{6 + 8} = 1,5A$$

$$V_2 = E \cdot \frac{R_2 // R_3}{R_1 + R_2 // R_3} = 12 \cdot \frac{2}{4 + 2} = 4V$$

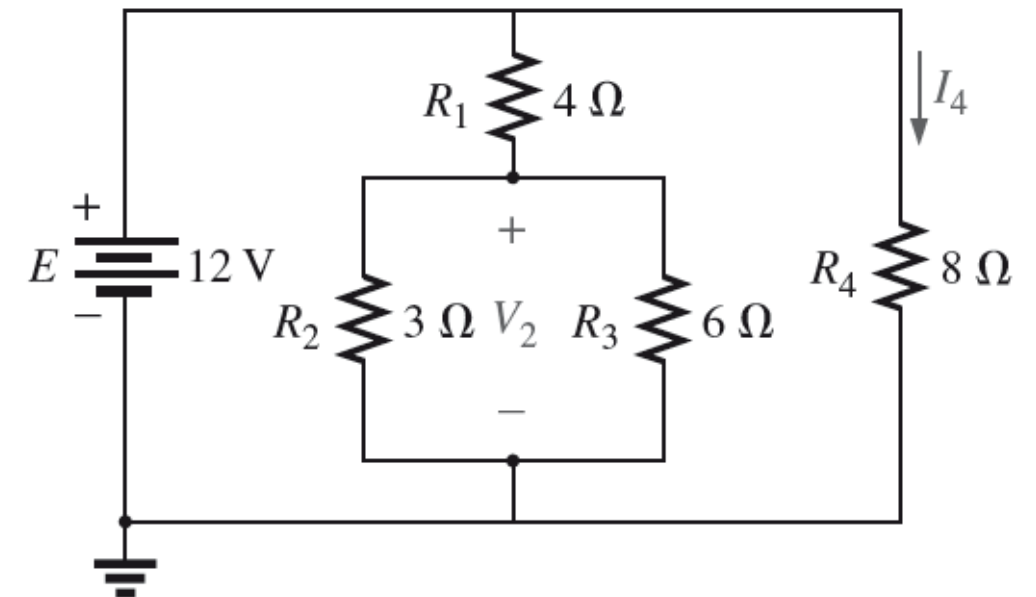


Figura 7.14 Exemplo 7.5.

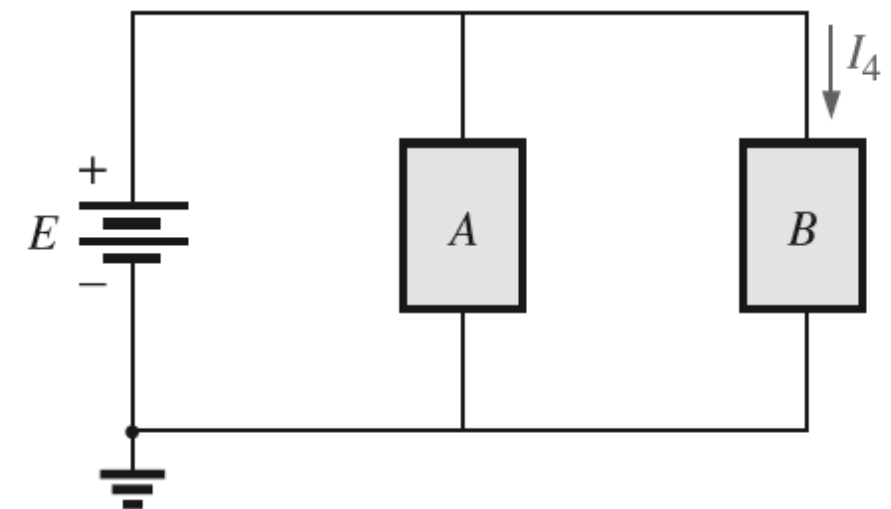


Figura 7.15 Diagrama de blocos da Figura 7.14.

Exemplos Descritivos

Agrupamento dos elementos do circuito.

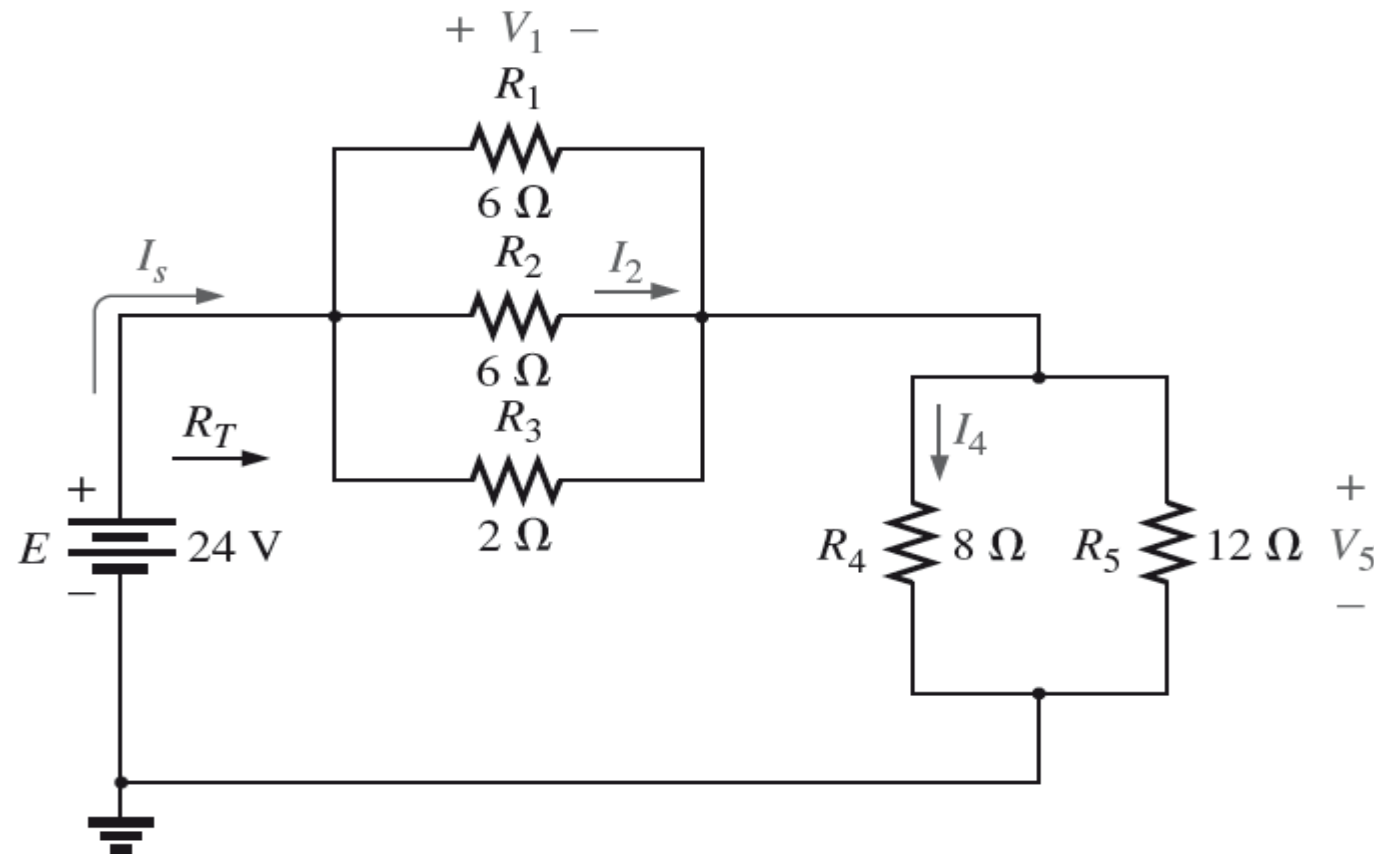


Figura 7.17 Exemplo 7.6.

Resolução detalhada em
sala de aula.

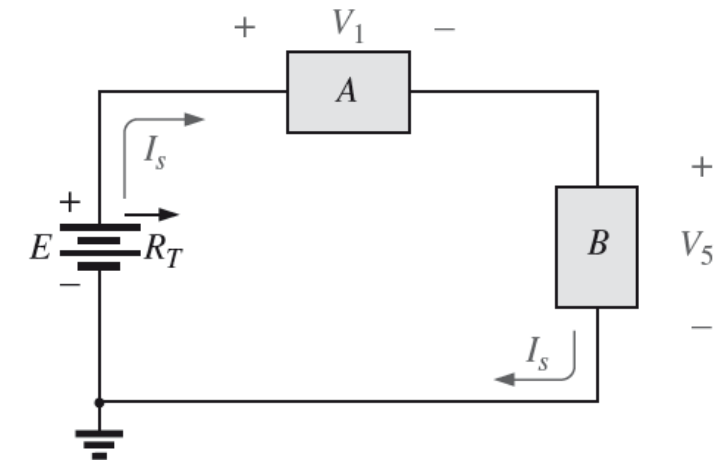


Figura 7.18 Diagrama de blocos para o circuito da Figura 7.17.

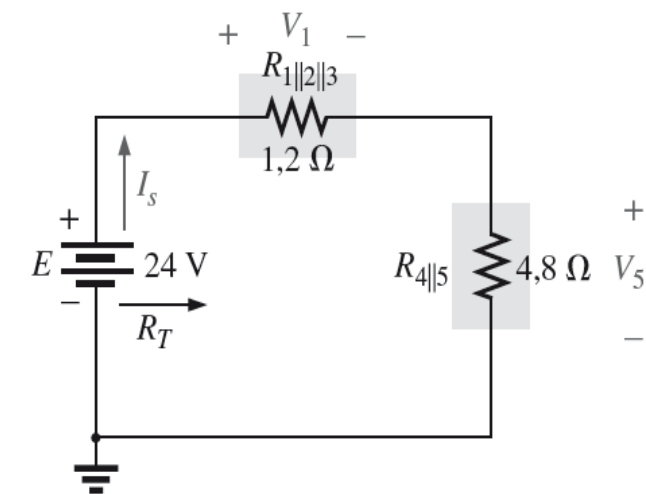


Figura 7.19 Forma reduzida do circuito da Figura 7.17.

Exemplos Descritivos

Agrupamento dos elementos do circuito.

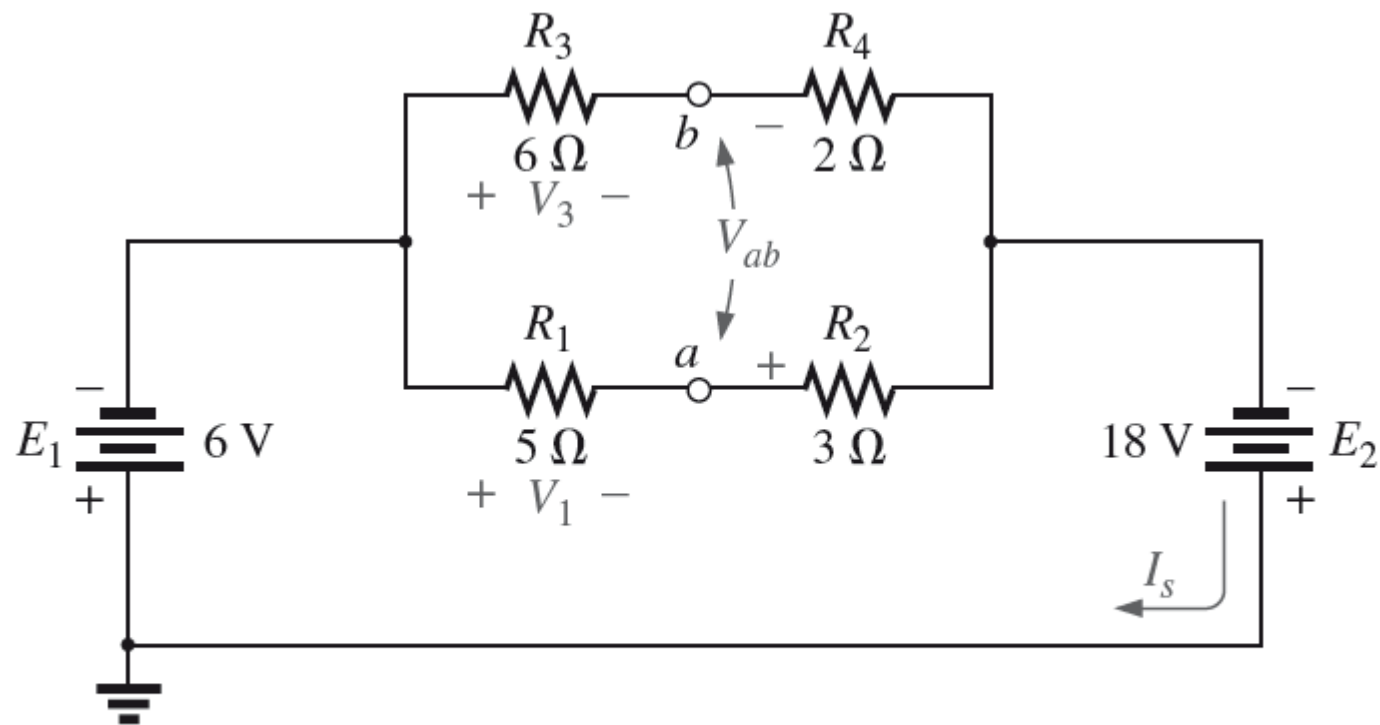


Figura 7.20 Exemplo 7.7.

Resolução detalhada em sala de aula.

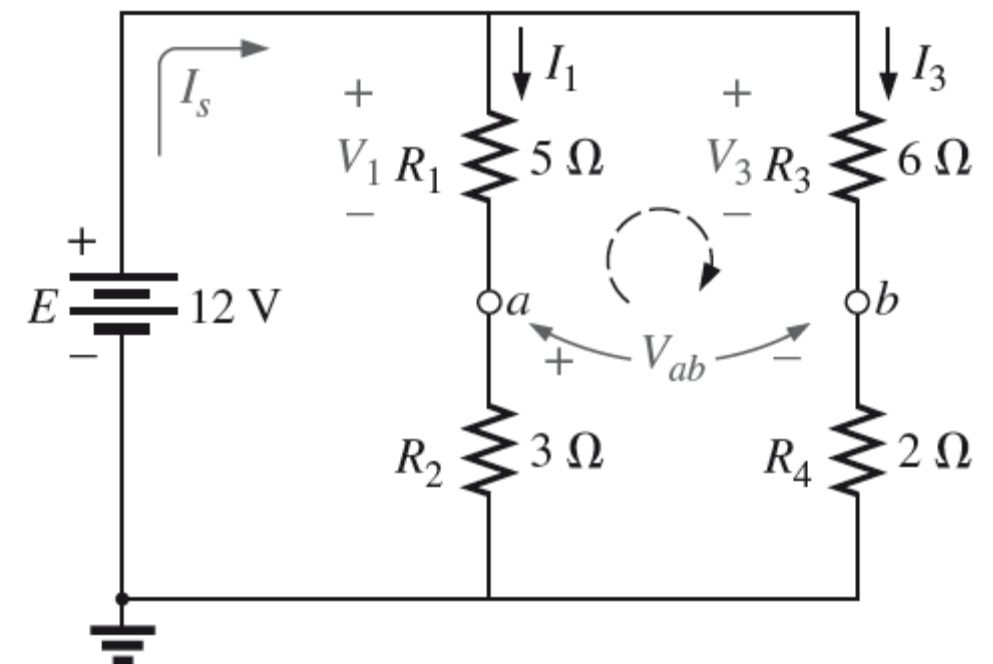
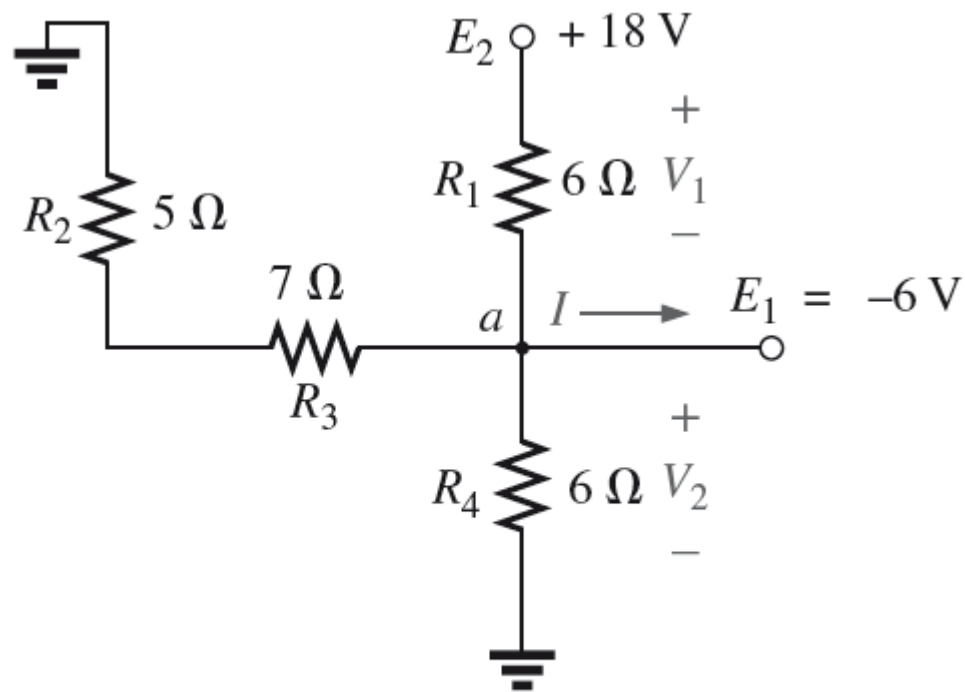


Figura 7.21 Circuito da Figura 7.20 redesenhado.

Exemplos Descritivos



Resolução detalhada em sala de aula.

Figura 7.22 Exemplo 7.8.

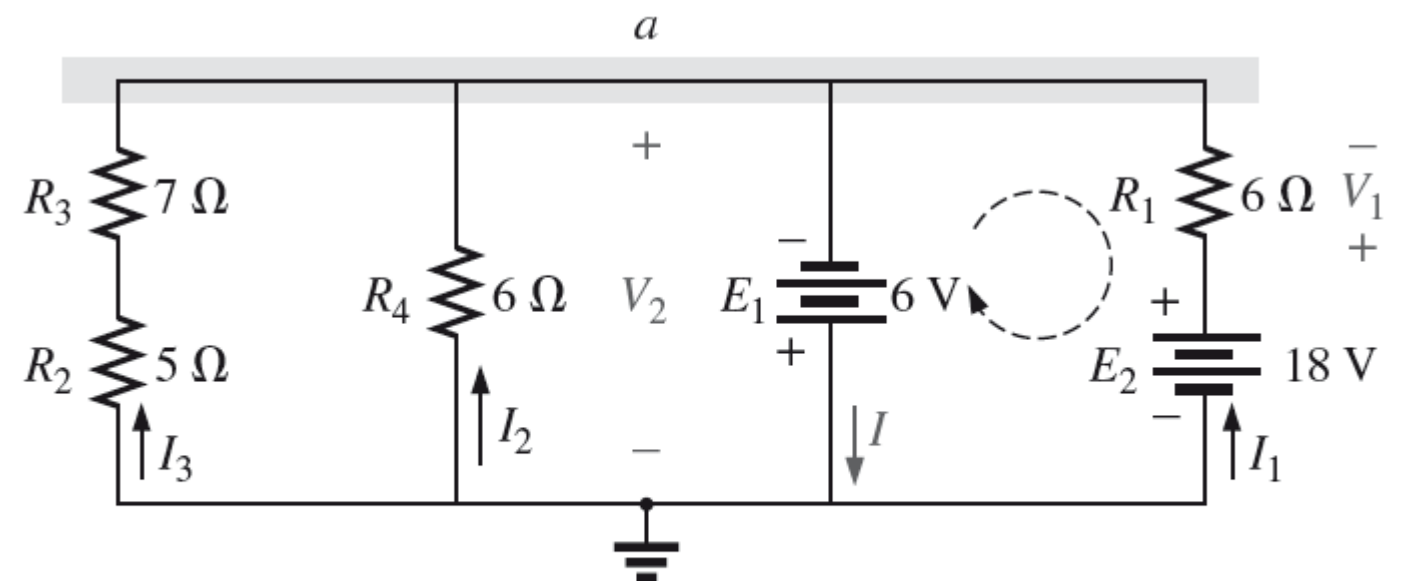


Figura 7.23 Circuito da Figura 7.22 redesenhado.

Exemplos Descritivos

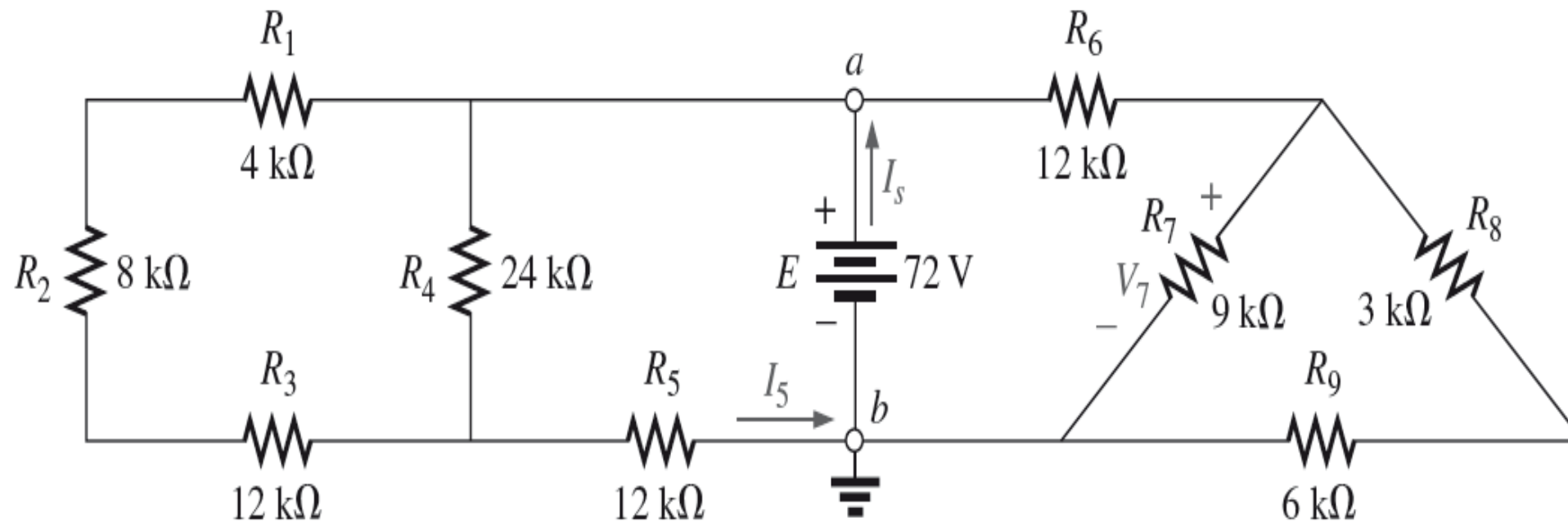


Figura 7.26 Exemplo 7.10.

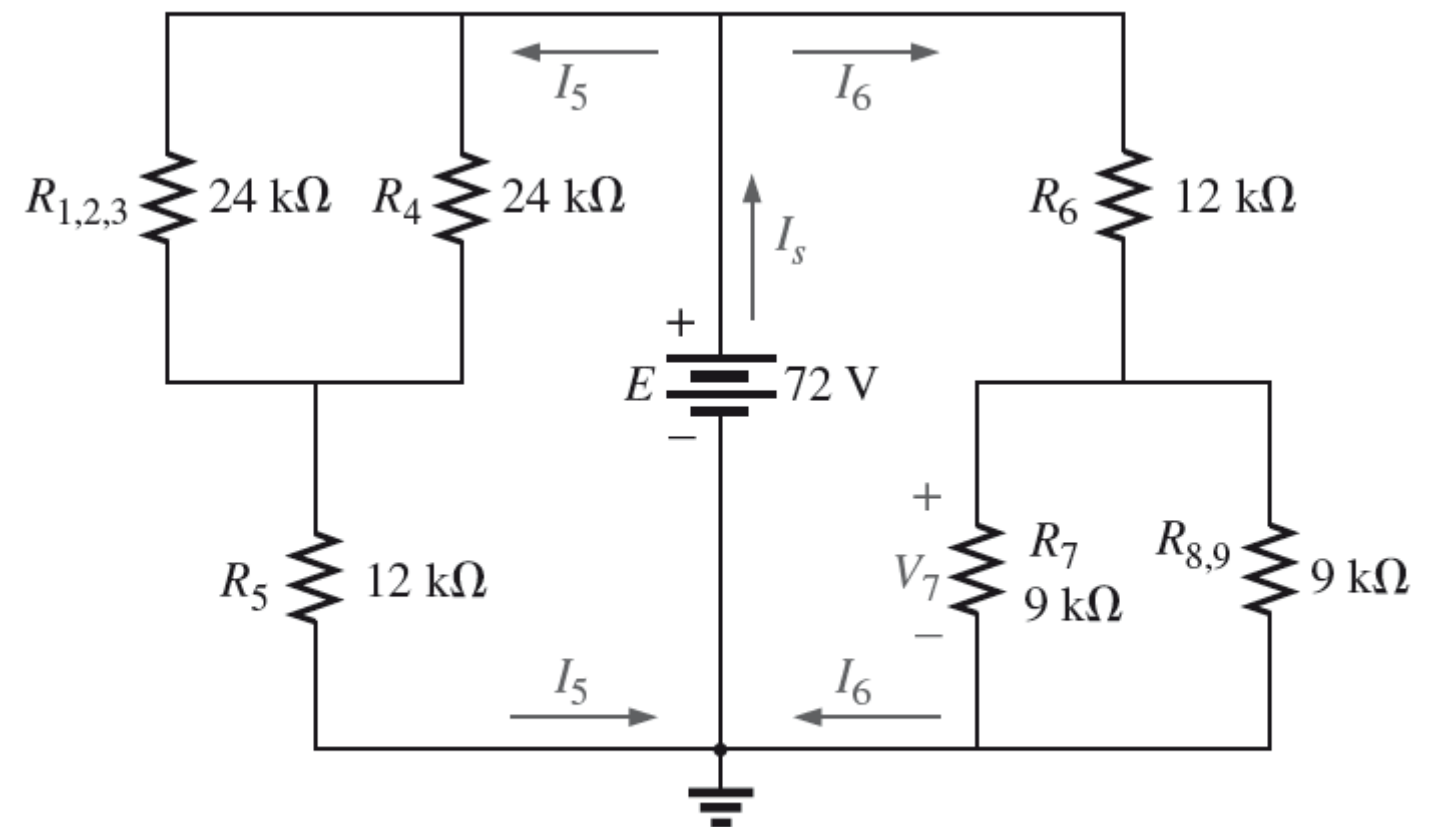


Figura 7.27 Circuito da Figura 7.26 redesenhado.

Fonte: Capítulo 7- Circuitos em série-paralelo do livro *Análise de Circuitos* de Robert L. Boylestad, Pearson, 2012.

Resolução detalhada em
sala de aula.

Exemplos Descritivos

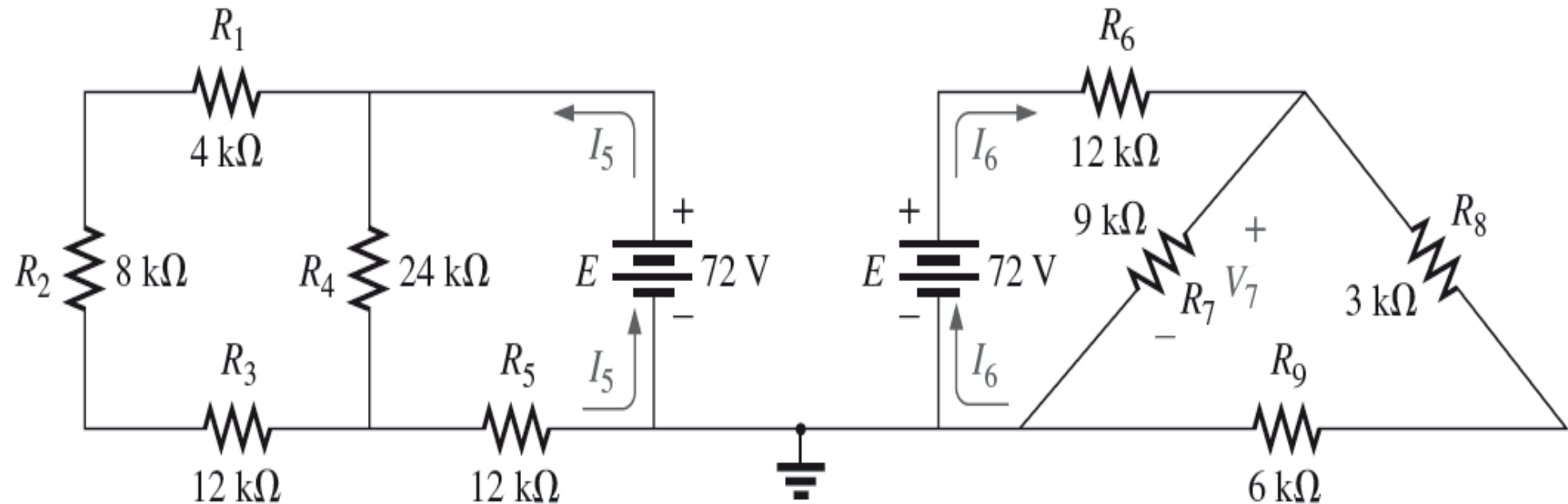


Figura 7.28 Uma abordagem alternativa para o Exemplo 7.10.

Resolução detalhada em
sala de aula.

Exemplos Descritivos

Resolução detalhada em sala de aula.

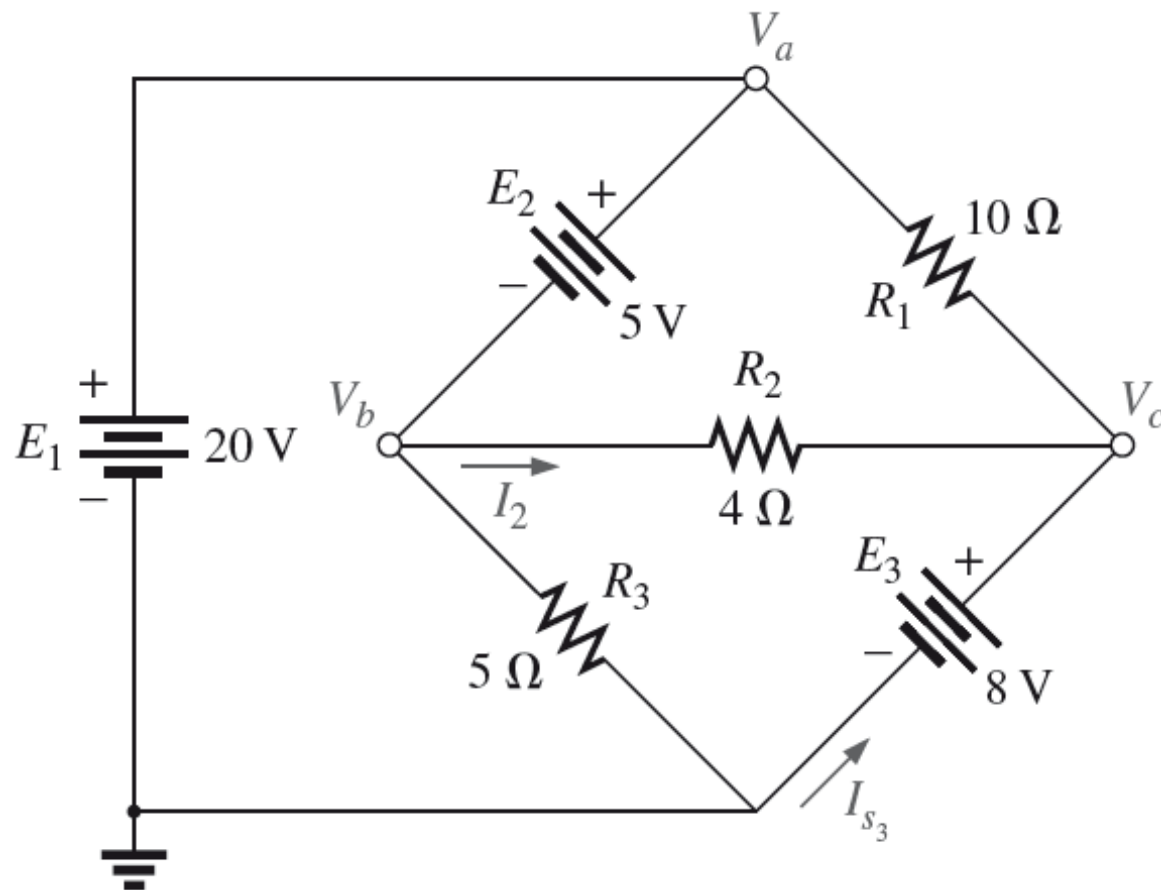


Figura 7.29 Exemplo 7.11.

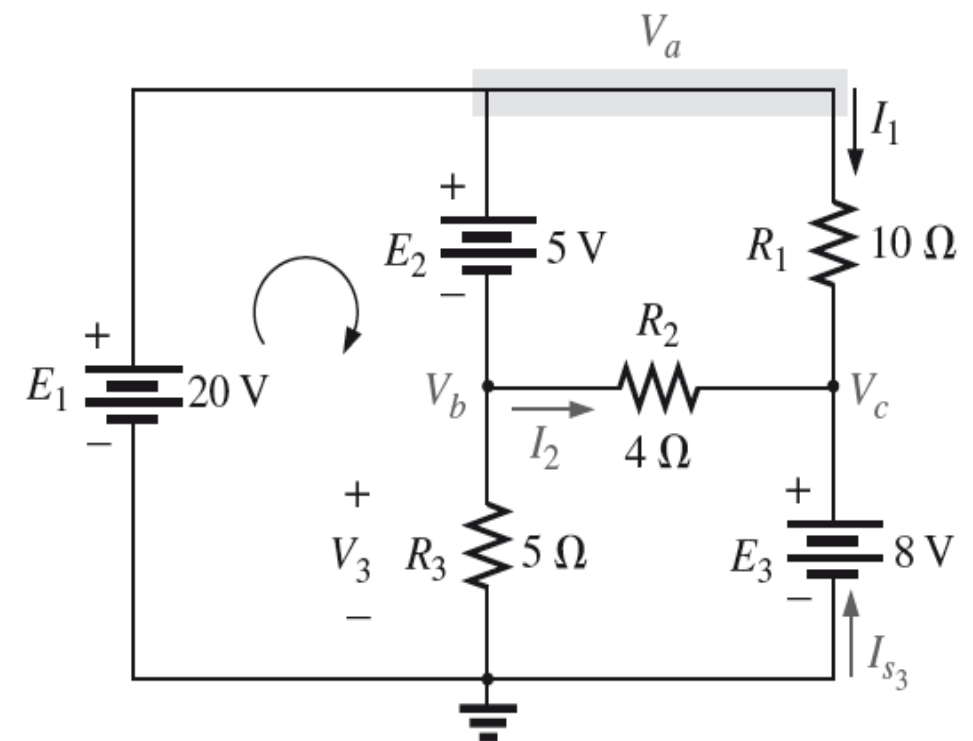


Figura 7.30 Circuito na Figura 7.29 redesenhado para definir o caminho para as incógnitas desejadas de forma mais adequada.

Exemplos Descritivos

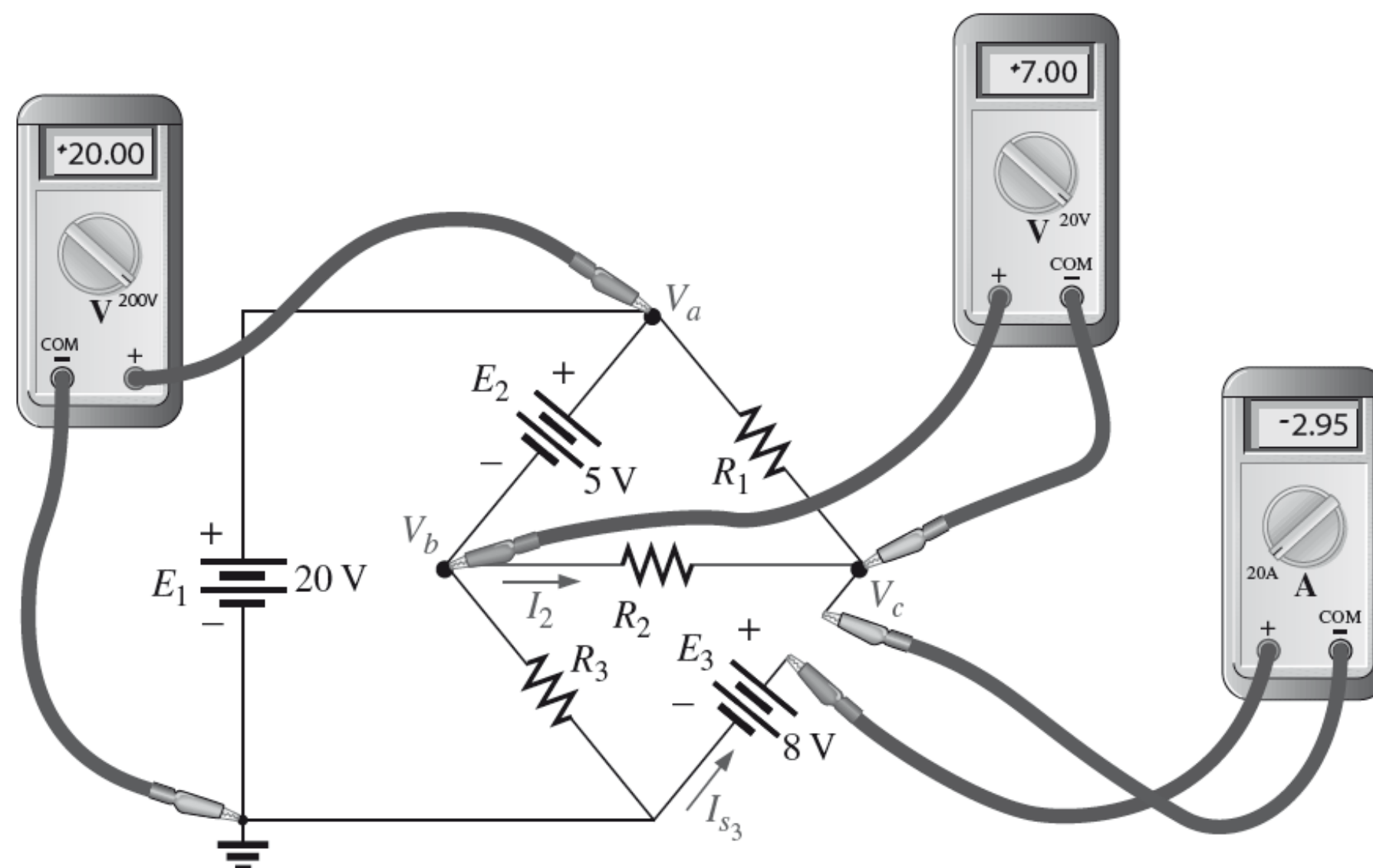


Figura 7.31 Circuito complexo para o Exemplo 7.11.

Circuitos em Cascata

Circuito em cascata:

- Um circuito em cascata de três seções é mostrado abaixo.
- A razão para o uso dessa terminologia se torna óbvia ao se observar sua estrutura repetitiva.
- Basicamente, duas abordagens são usadas para resolver os problemas associados a circuitos desse tipo.

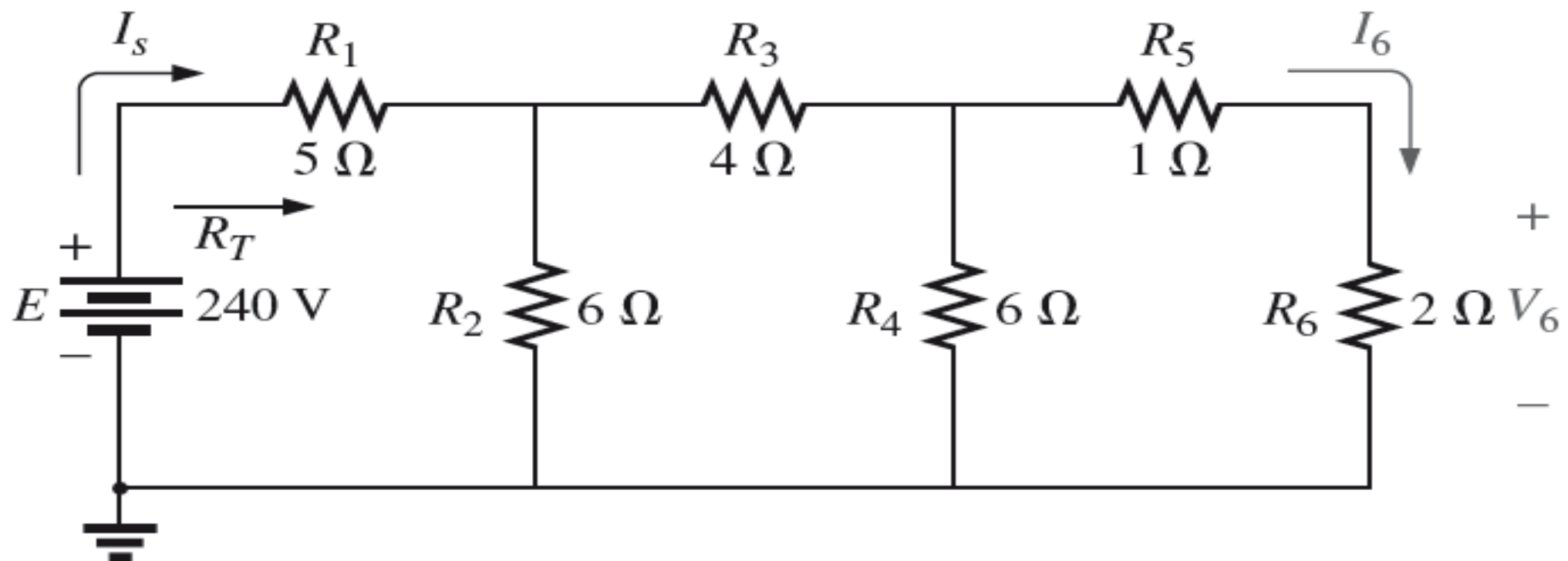


Figura 7.32 Circuito em cascata.

Circuitos em Cascata

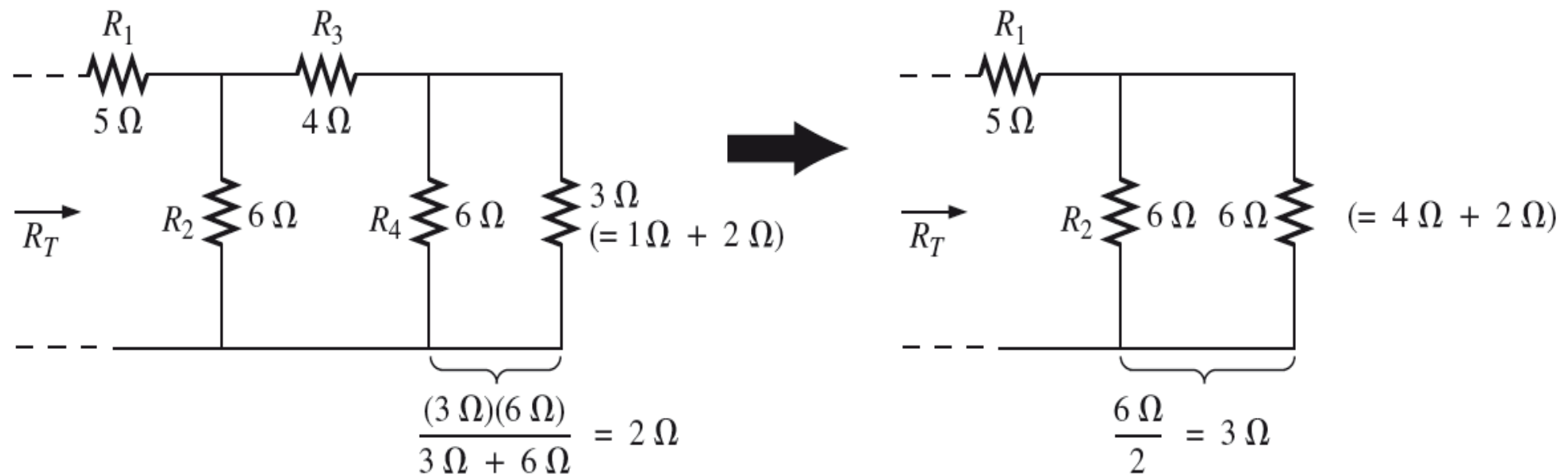


Figura 7.33 Retorno à fonte para determinar R_T para o circuito na Figura 7.32.

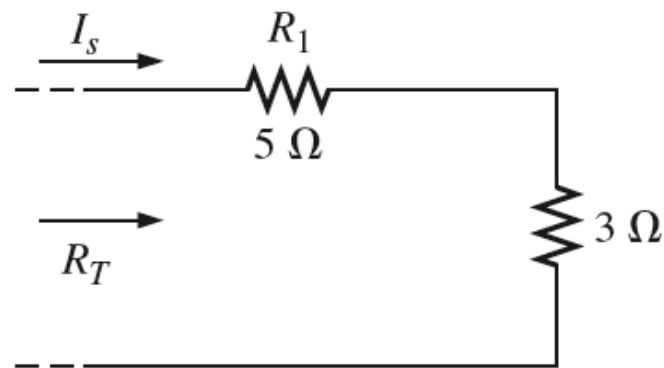


Figura 7.34 Cálculo de R_T e I_s .

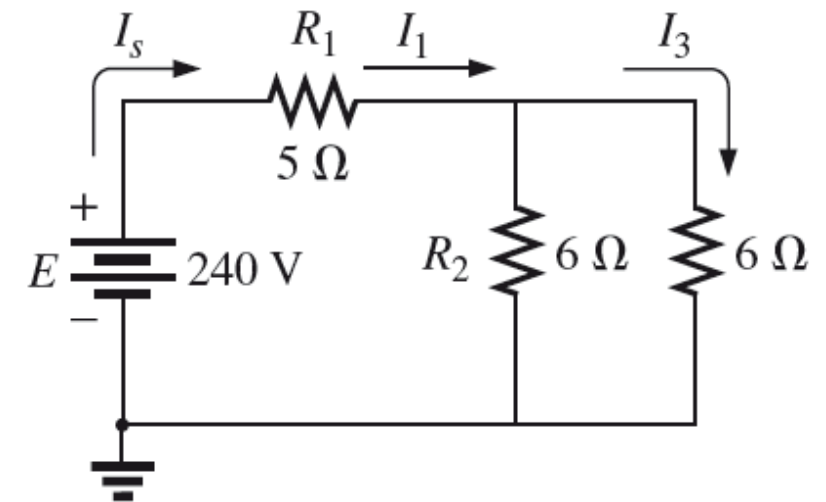


Figura 7.35 Retorno a I_6 .

Circuitos em Cascata

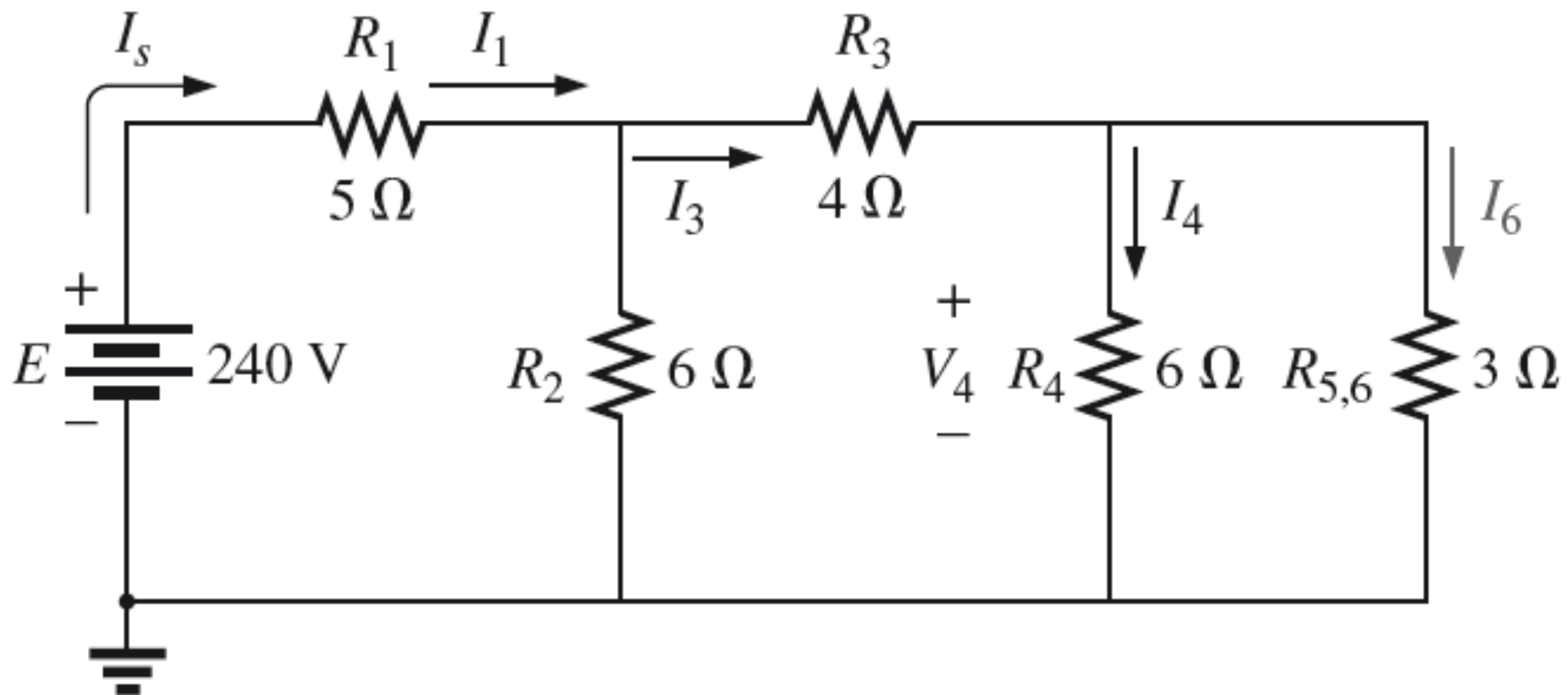


Figura 7.36 Cálculo de I_6 .

Circuitos em Cascata

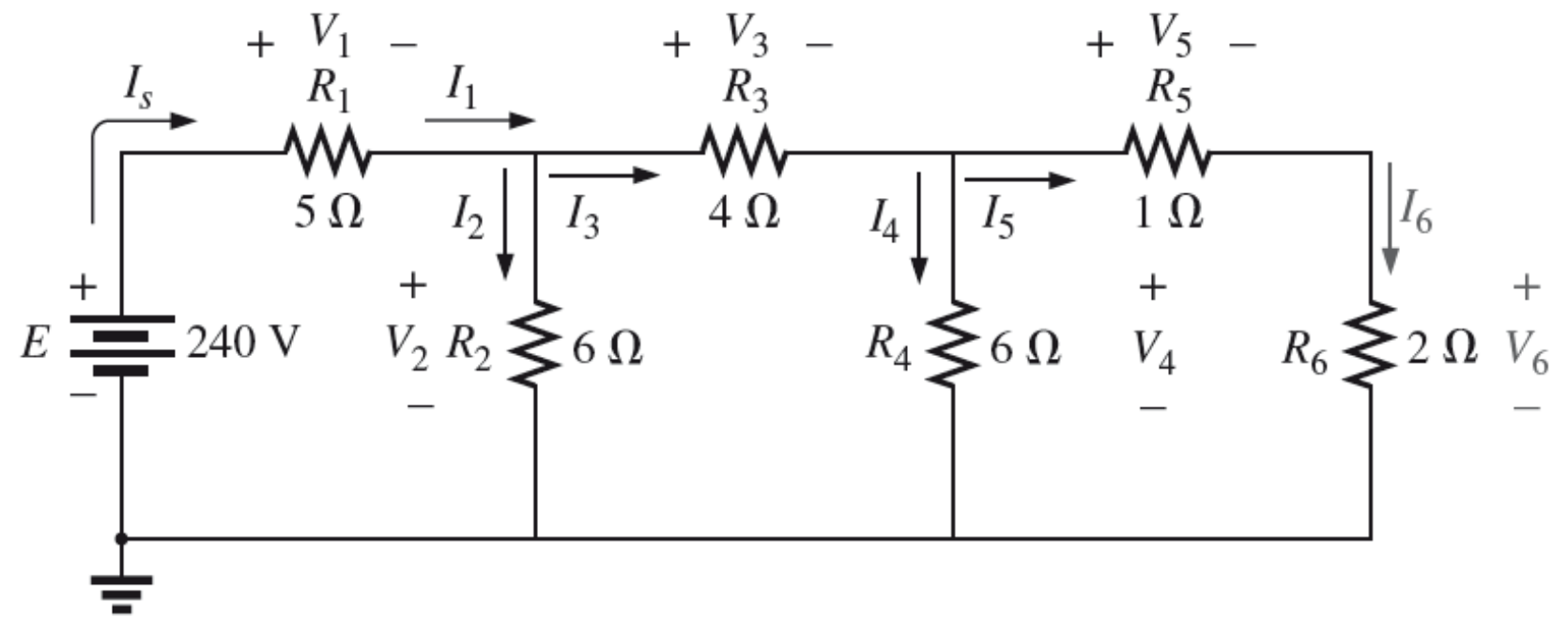


Figura 7.37 Abordagem alternativa para o circuito em cascata.

Fonte com Divisor de Tensão

Fonte com divisor de tensão (sem e com carga):

- Quando o termo carga é usado para descrever a fonte com divisor de tensão, ele se refere à aplicação de um elemento, um circuito ou um sistema a uma fonte que drena a corrente desta.
- Em outras palavras, o carregamento de um sistema é o processo de introduzir elementos que drenarão a corrente do sistema. Quanto mais pesada a corrente, maior o efeito de carga.
- Através de um circuito divisor de tensão como o que aparece na figura abaixo, uma série de tensões terminais diferentes pode ser disponibilizada por uma única fonte.
- Em geral, para que uma fonte com divisor de tensão seja efetiva, as cargas resistivas aplicadas devem ser significativamente maiores do que os resistores que aparecem no circuito com divisor de tensão.

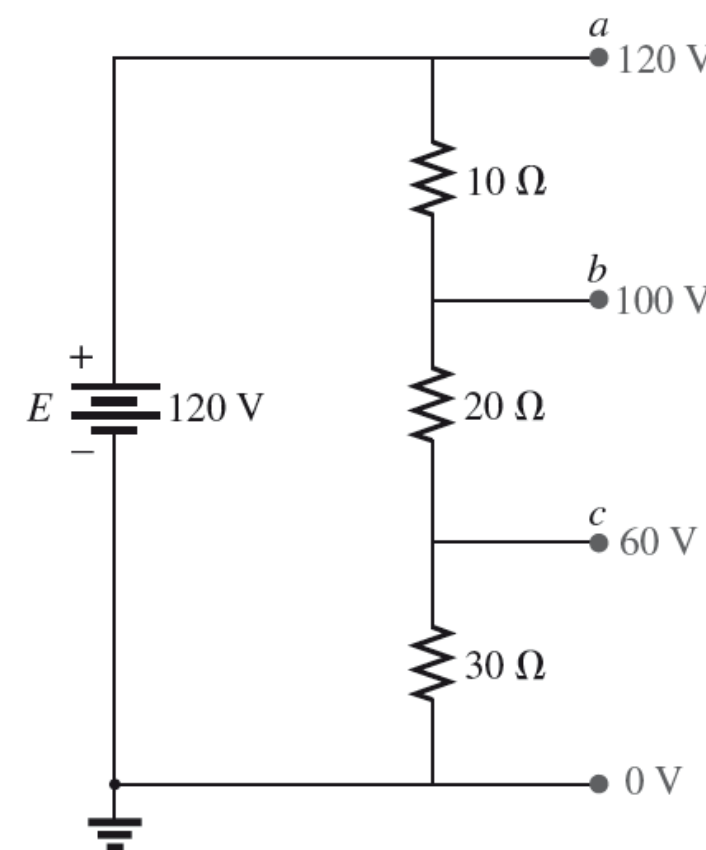


Figura 7.38 Fonte com divisor de tensão.

Fonte com Divisor de Tensão

Fonte com divisor de tensão

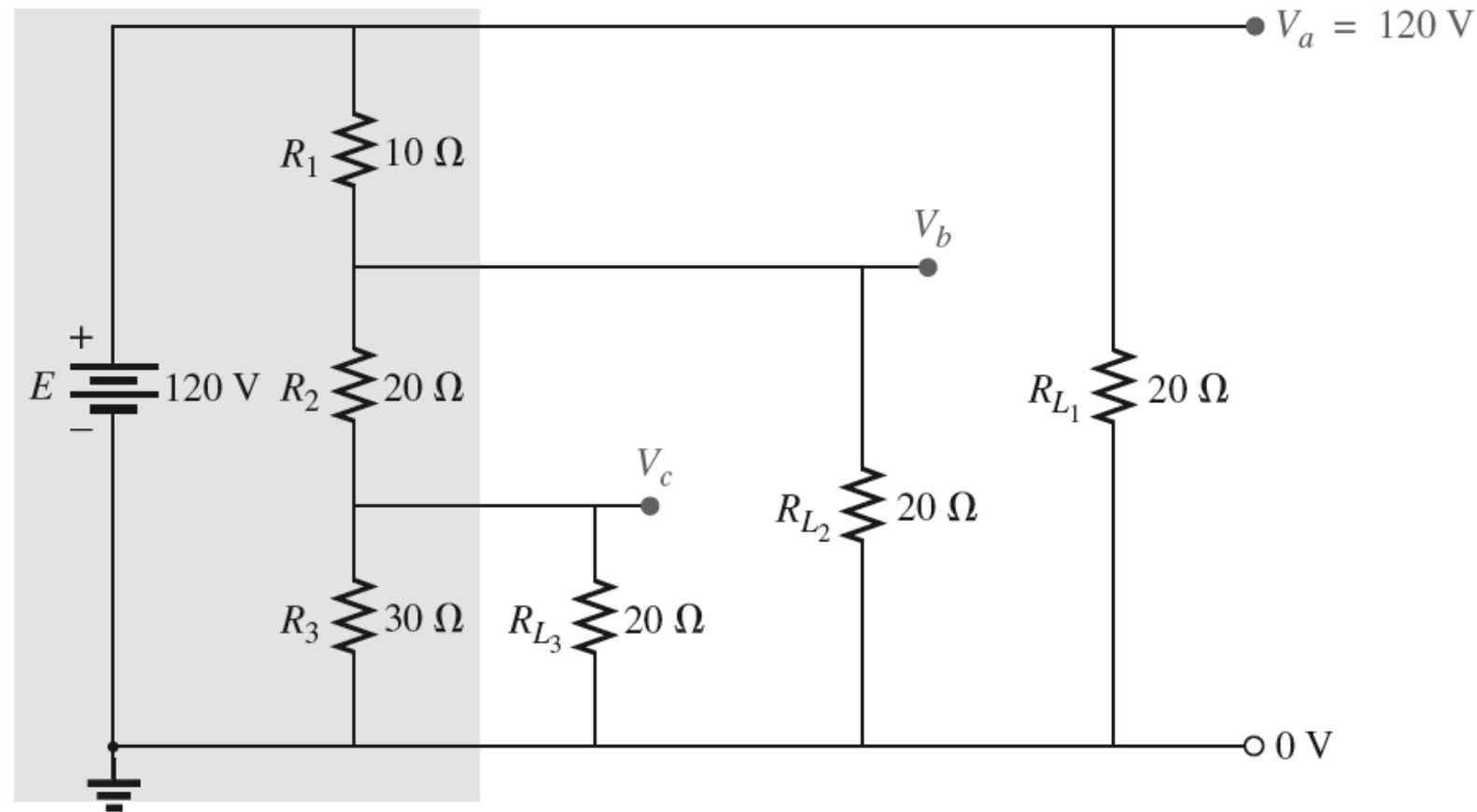


Figura 7.39 Fonte com divisor de tensão com cargas iguais ao valor médio dos elementos resistivos que formam a fonte.

Fonte com Divisor de Tensão

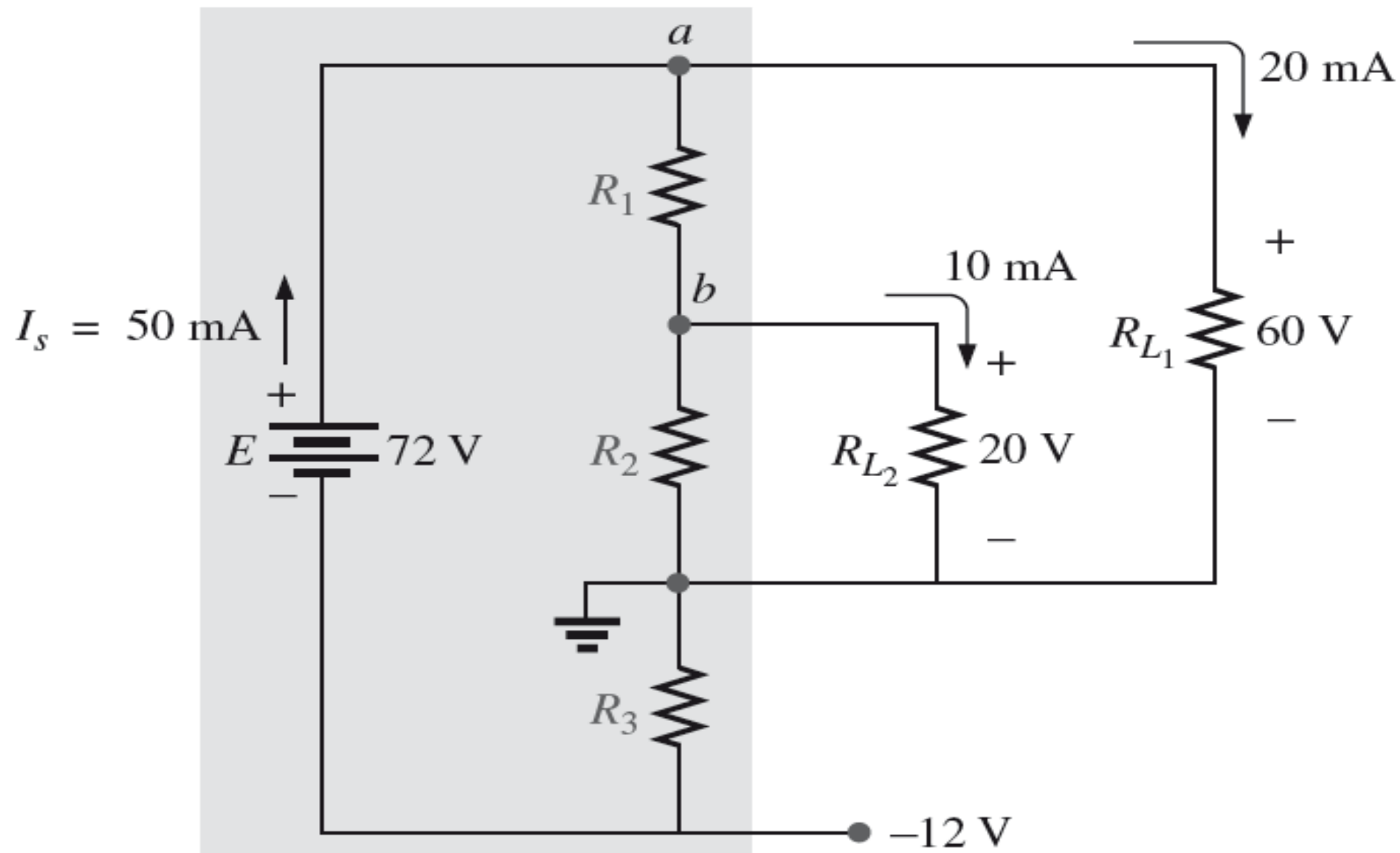


Figura 7.40 Fonte com divisor de tensão para o Exemplo 7.12.

Fonte com Divisor de Tensão

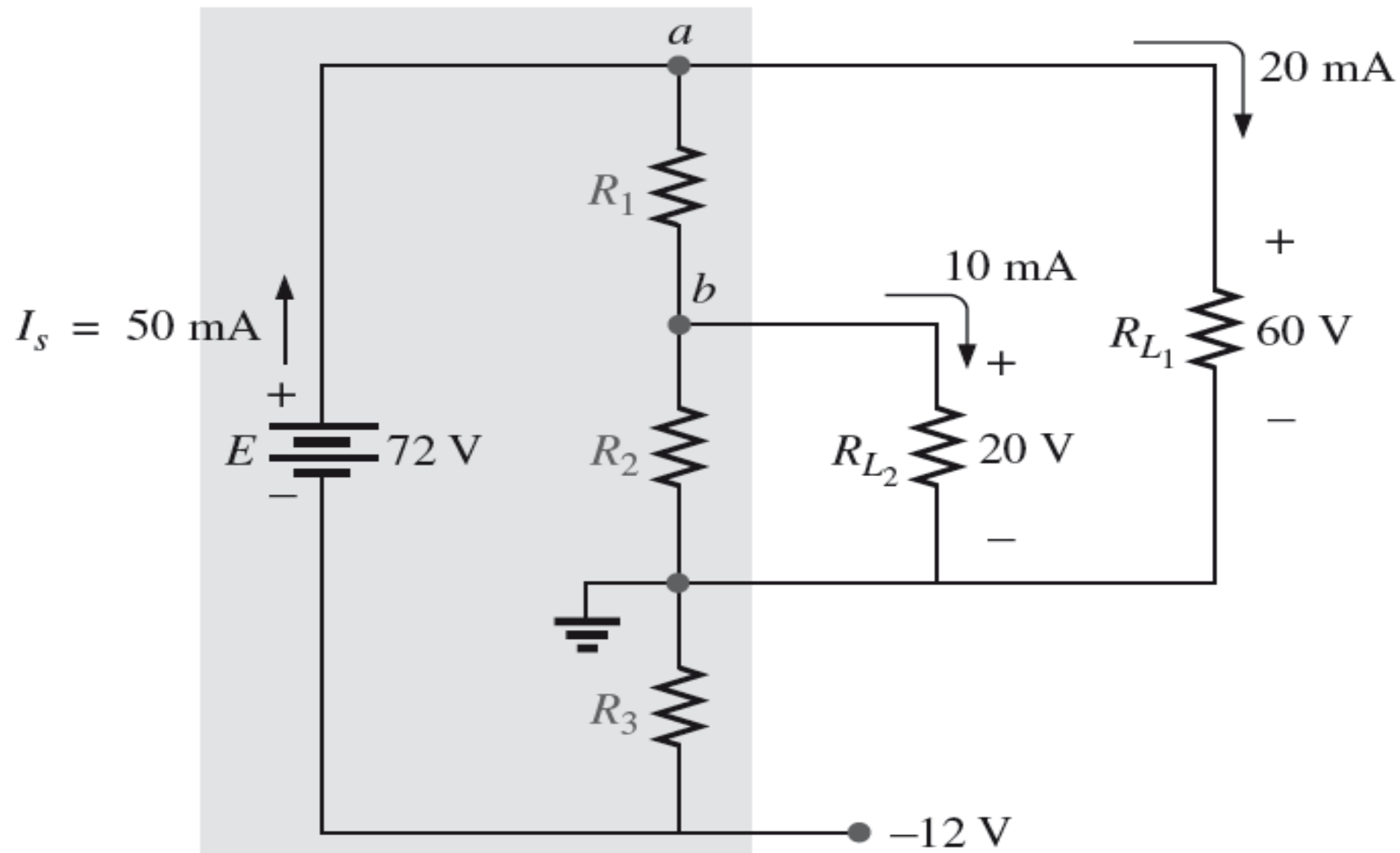


Figura 7.40 Fonte com divisor de tensão para o Exemplo 7.12.

Conexão de uma Carga a um Potenciômetro

Circuitos com resistores variáveis (potenciômetros):

- No caso de um potenciômetro sem carga, como o da figura abaixo, a tensão de saída é determinada pela regra dos divisores de tensão, com R_T representando a resistência total do potenciômetro.

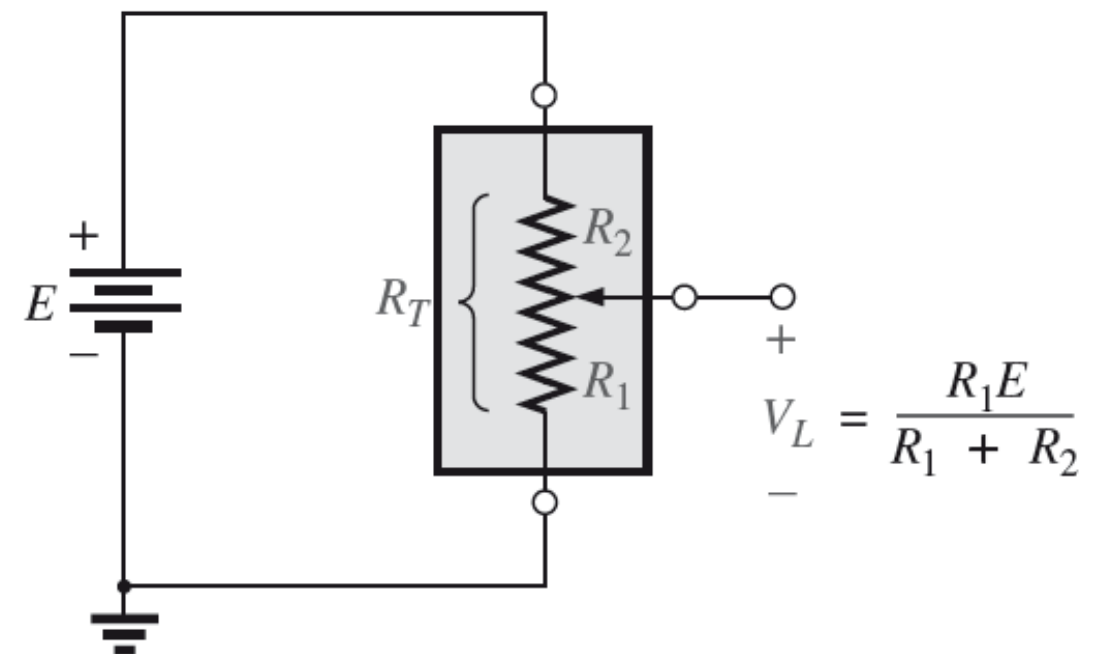
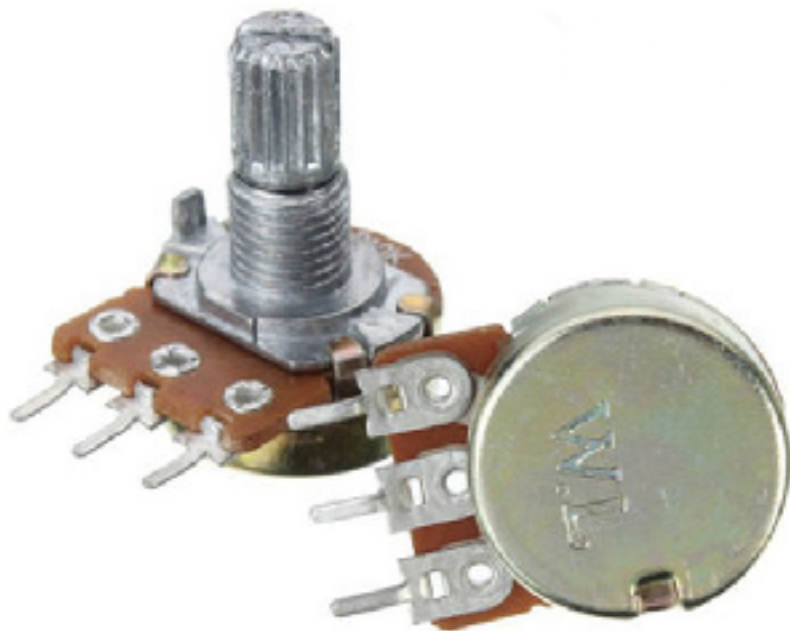


Figura 7.41 Potenciômetro sem carga.

$$V_L = \frac{R'E}{R' + R_2} \text{ com } R' = R_1 \parallel R_L$$

Conexão de uma Carga a um Potenciômetro

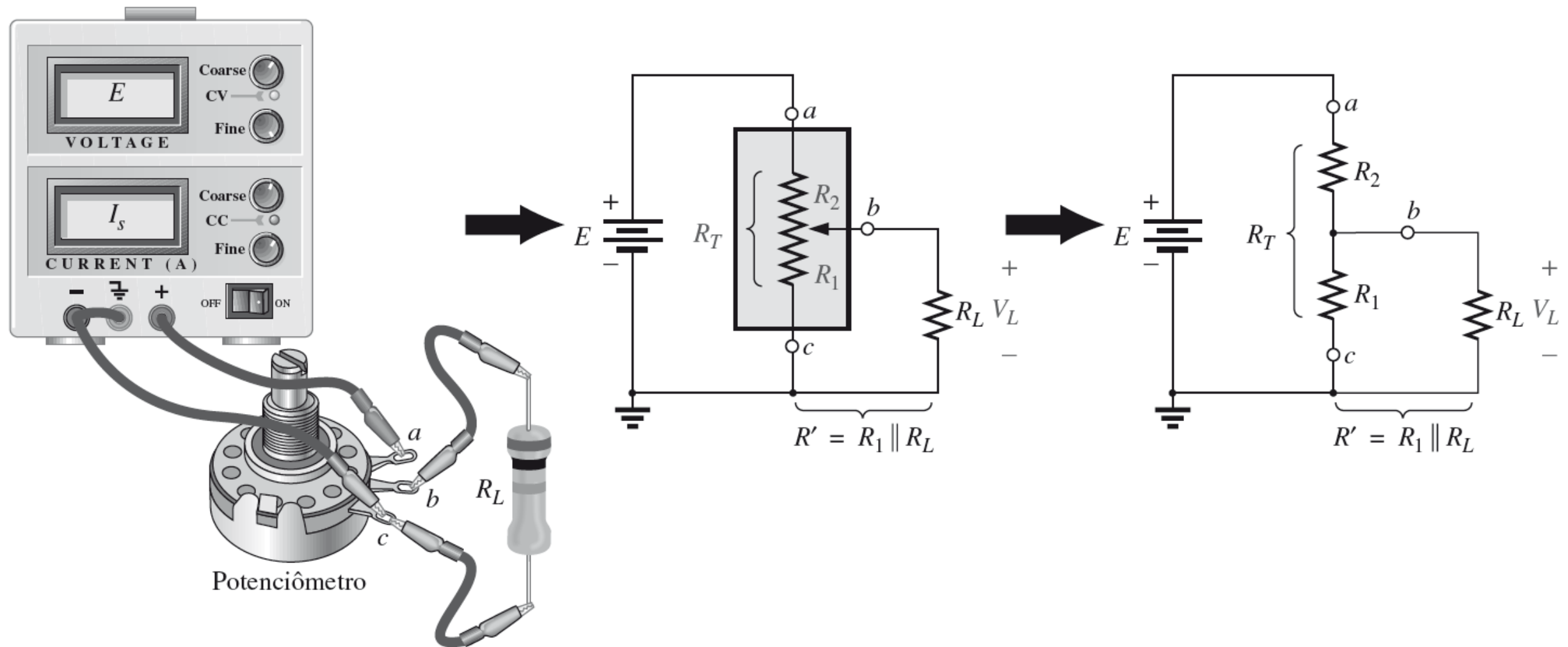


Figura 7.42 Potenciômetro com carga.

Conexão de uma Carga a um Potenciômetro

Circuitos com resistores variáveis (potenciômetros):

- Em geral, ao conectar uma carga a um potenciômetro, certifique-se de que a resistência da carga exceda em muito a resistência terminal máxima do potenciômetro, caso um bom controle da tensão de saída seja desejado.

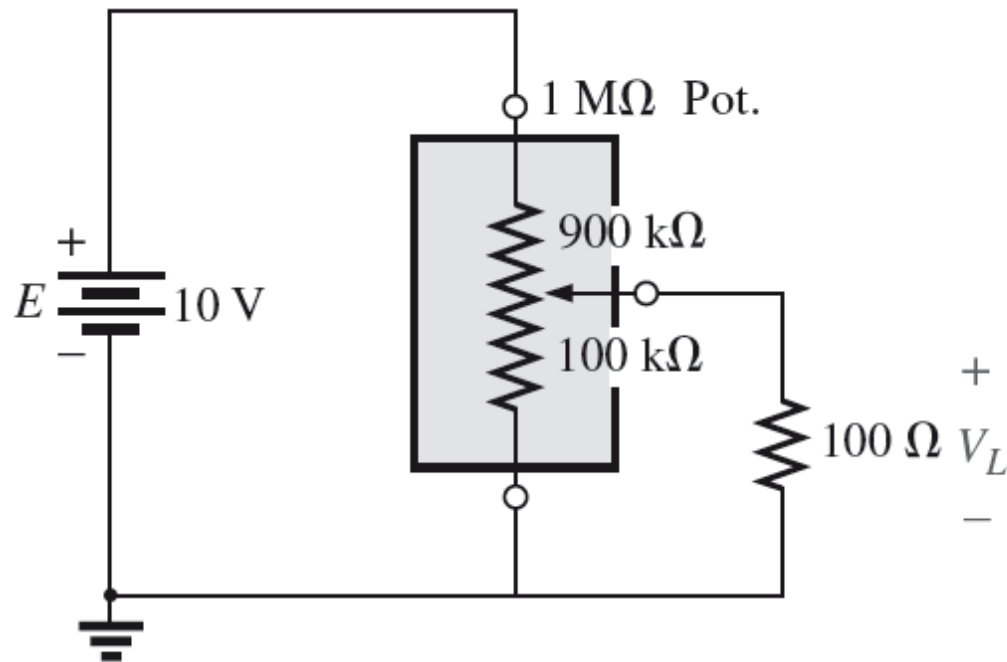


Figura 7.43 Potenciômetro carregado com $R_L \ll R_T$.

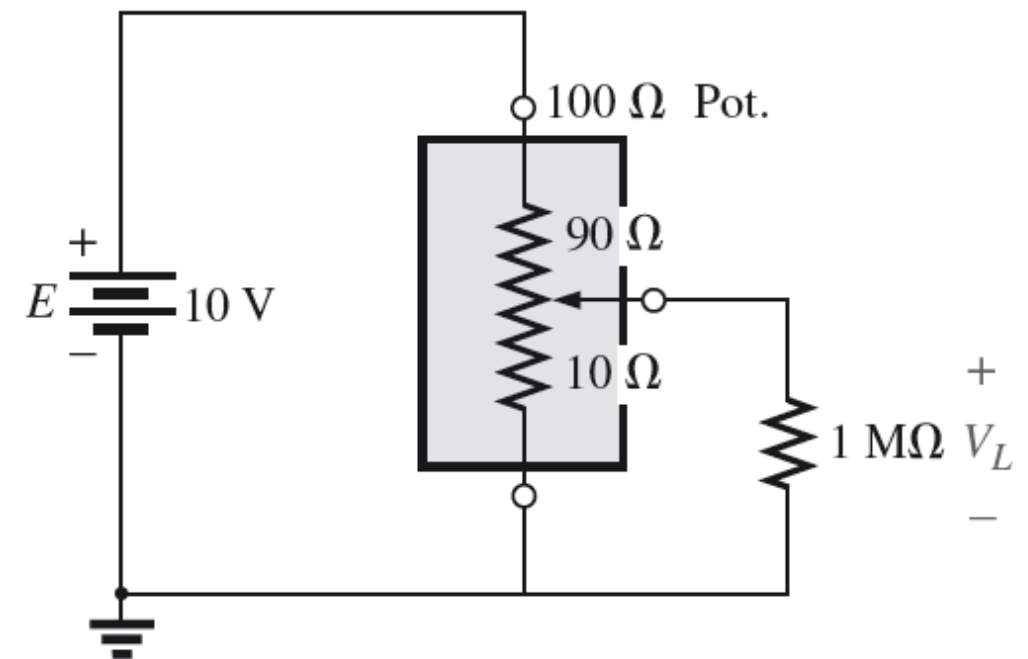


Figura 7.44 Potenciômetro carregado com $R_L \gg R_T$.

Conexão de uma Carga a um Potenciômetro

Resolução detalhada em sala de aula.

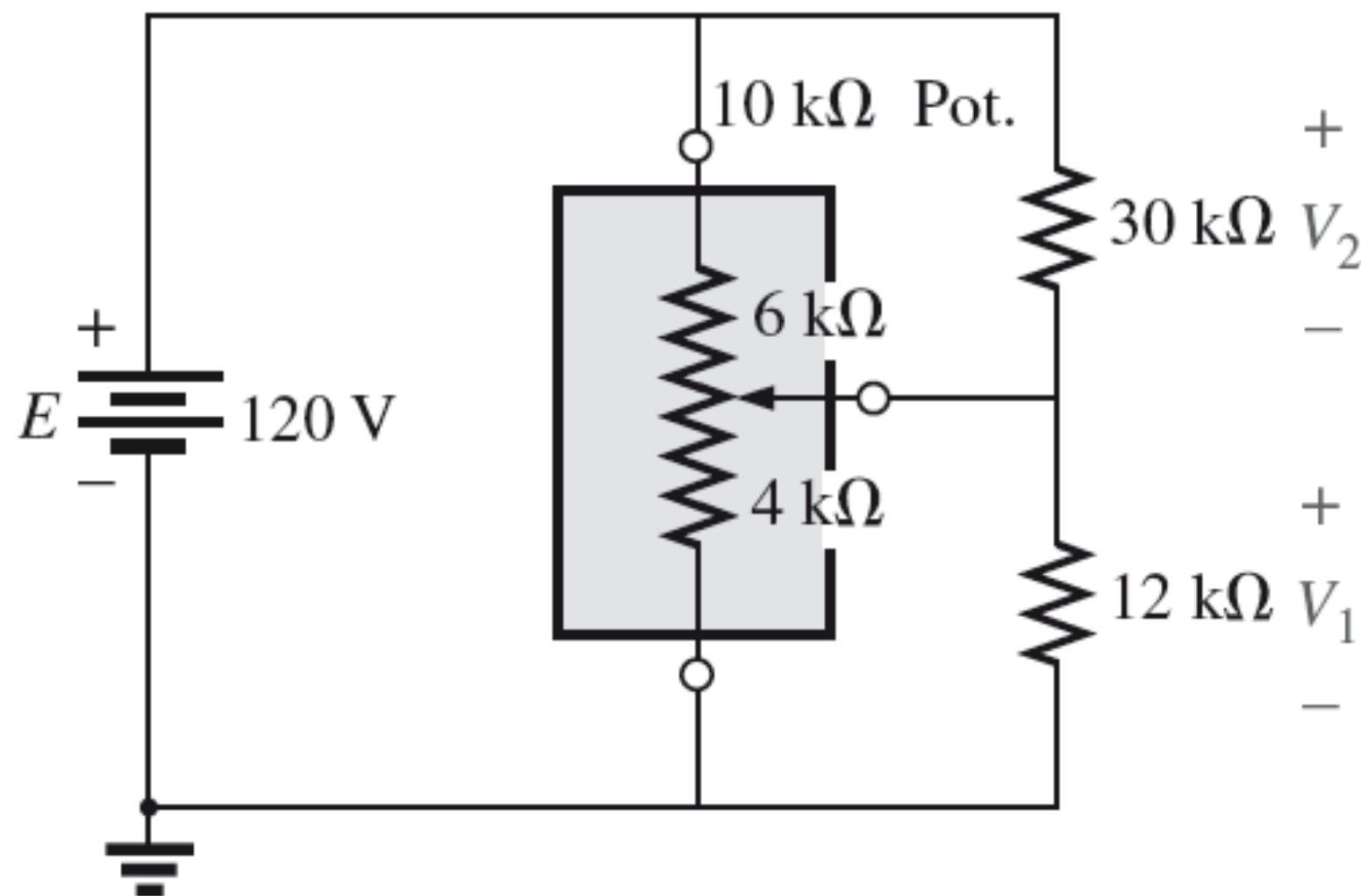
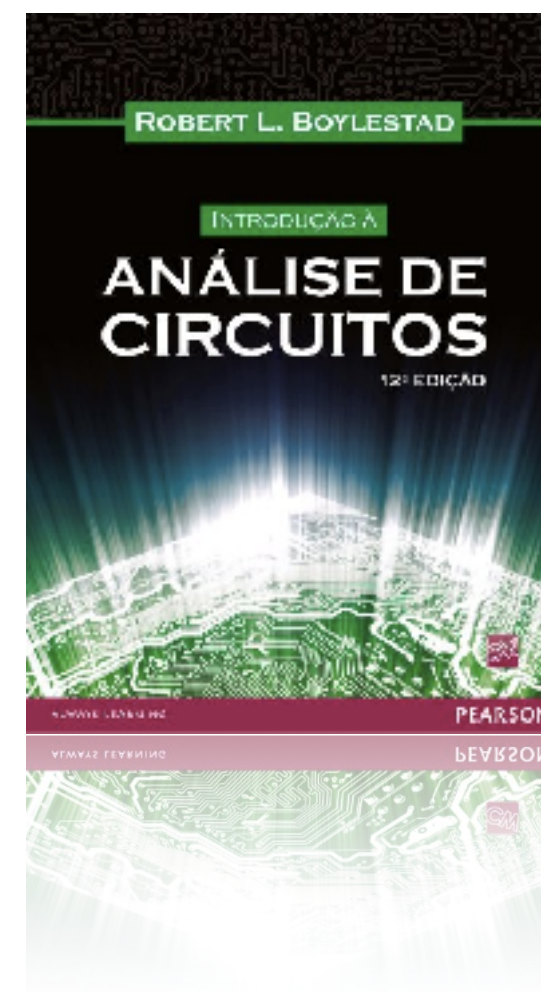
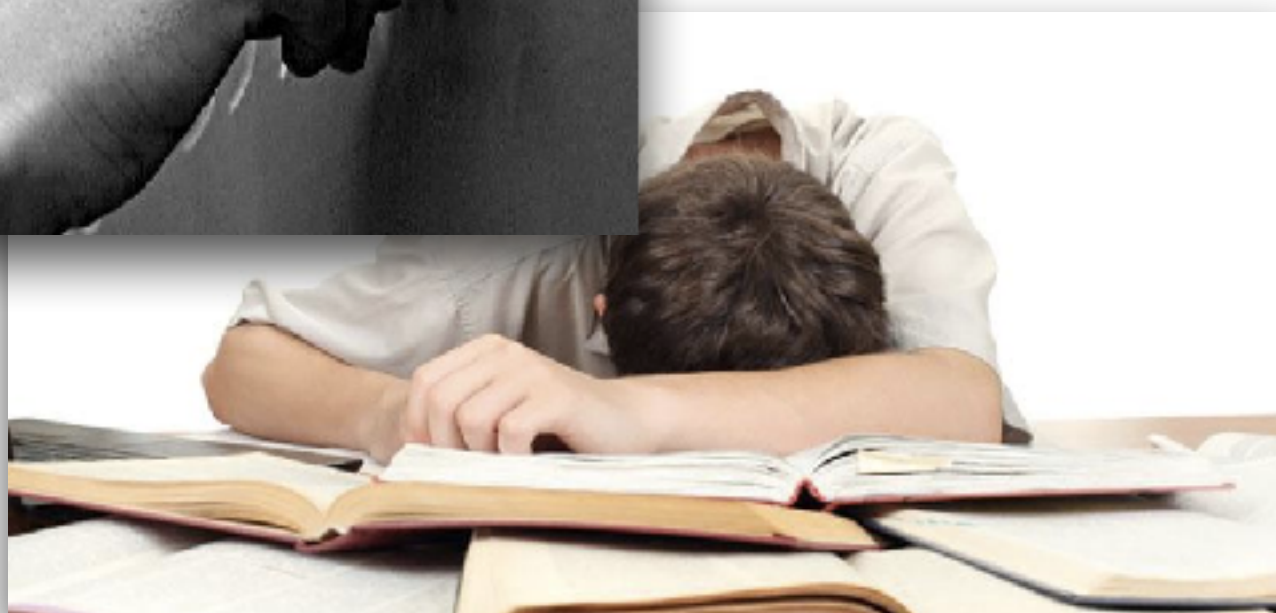
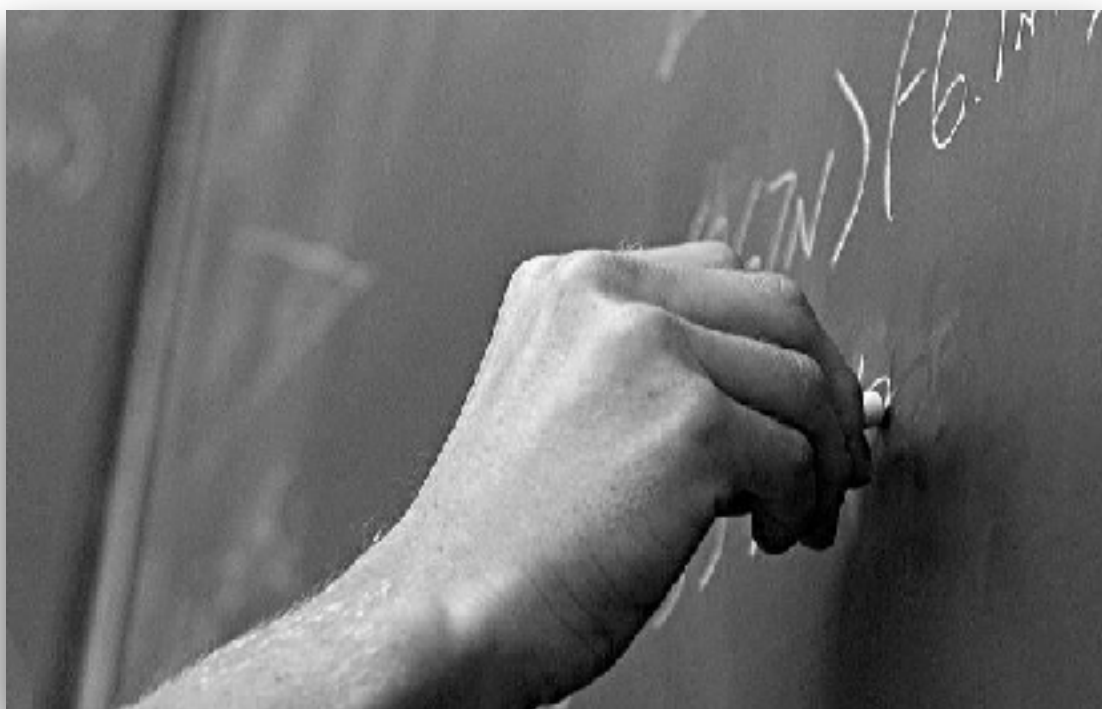


Figura 7.45 Exemplo 7.13.

Demonstrações

Exemplos:

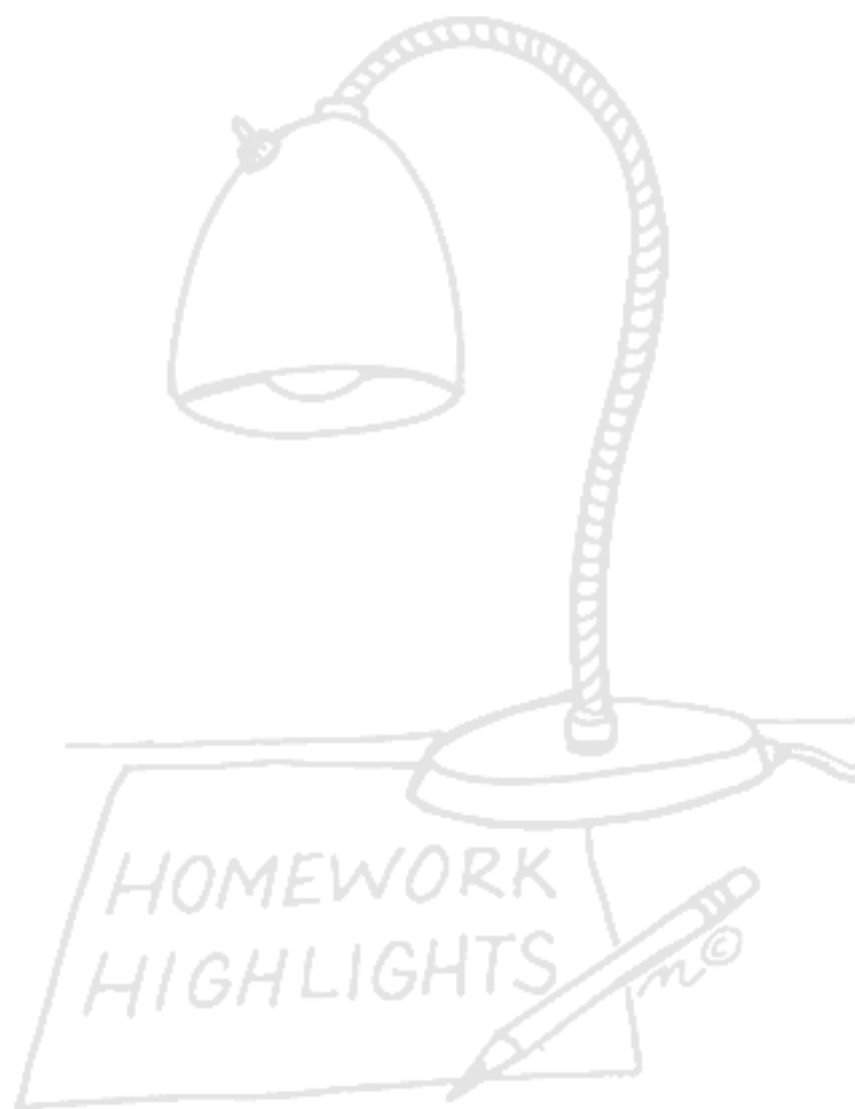
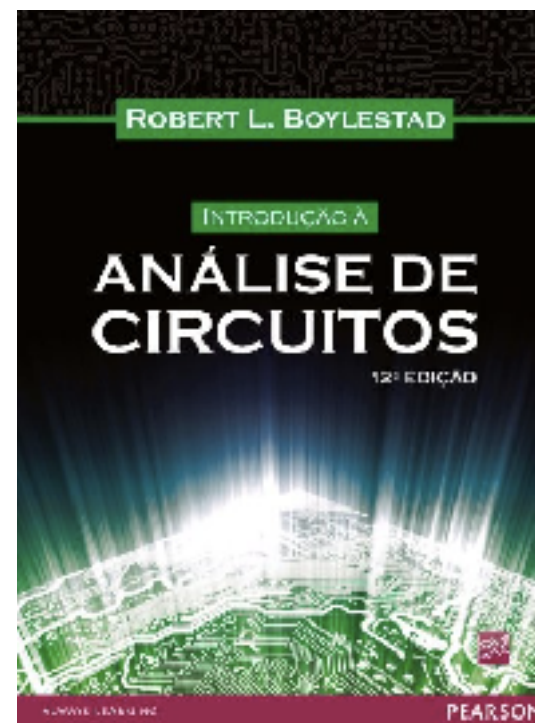
- Exemplos e problemas do capítulo 7 - Circuitos em série-paralelo do livro *Análise de Circuitos* de Robert L. Boylestad, Pearson, 2012.



Tarefas

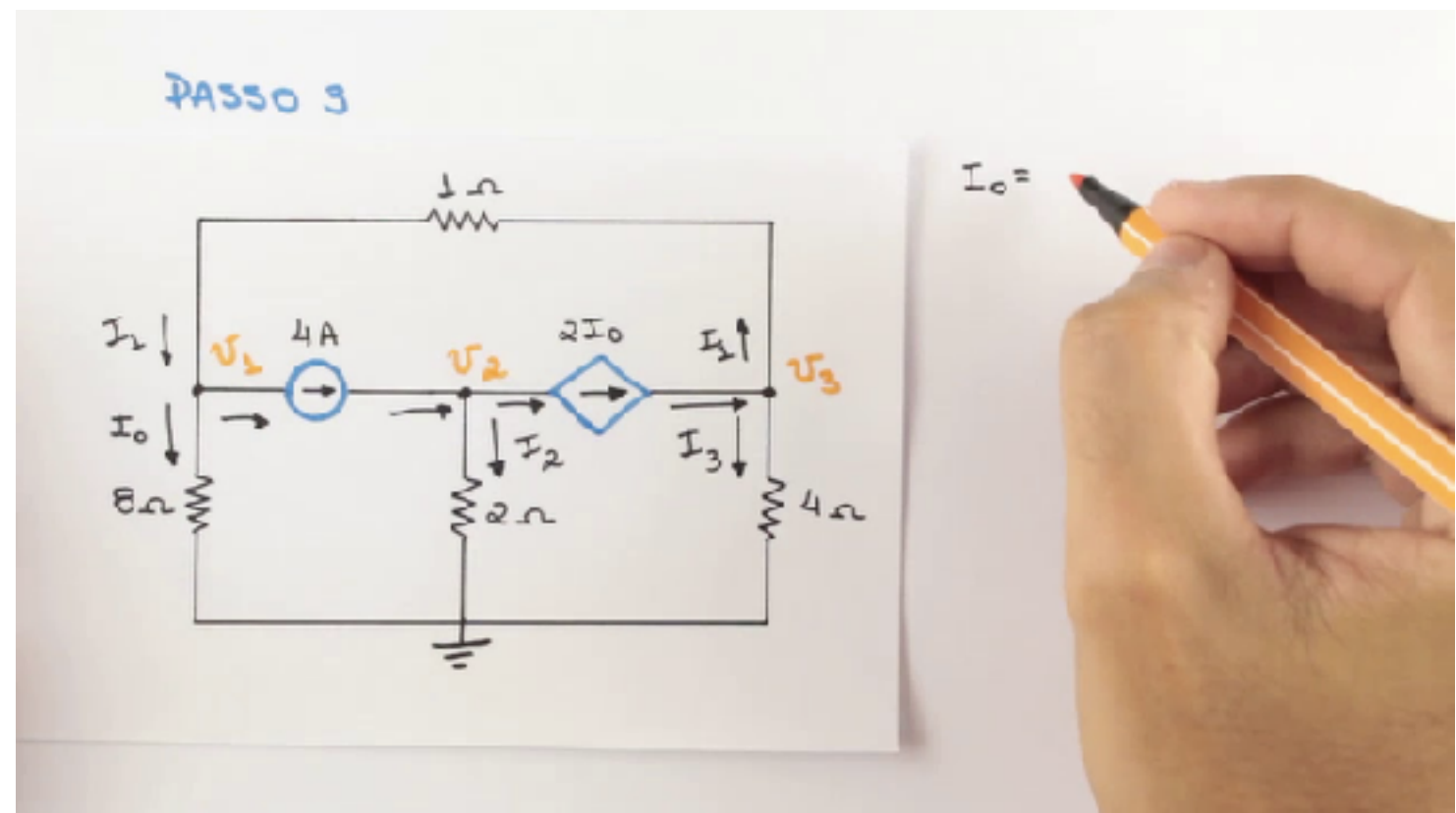
Durante e após a aula:

- Ler o capítulo 7 - Circuitos em série-paralelo do livro Análise de Circuitos de Robert L. Boylestad, Pearson, 2012.



Próxima Aula

Métodos de análise de circuitos.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=07oFCPZEDvo>