

Leis de Kirchhoff

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

Leis de Kirchhoff

Lei de Kirchhoff das Tensões

Lei de Kirchhoff das Tensões

A lei a ser descrita nesta seção é uma das mais importantes nesse campo. Ela se aplica não apenas a circuitos CC, mas também a qualquer tipo de sinal — seja ele CA, digital, entre outros.

Essa lei é amplamente aplicável, e pode ser muito útil na busca de soluções de circuitos que às vezes nos deixam perdidos sem saber que direção tomar em uma investigação.

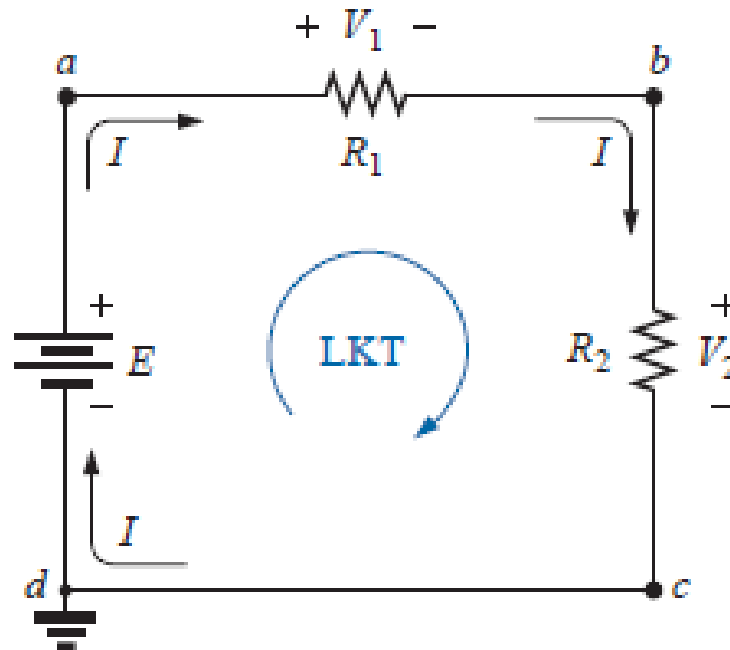
Ela é uma pedra fundamental de todo o campo e, na realidade, nunca será ultrapassada ou substituída.

Lei de Kirchhoff das Tensões

A Lei de Kirchhoff das Tensões estabelece:

A soma algébrica das elevações e quedas de potencial em torno de um caminho fechado (ou malha fechada) é zero.

$$\sum_{\odot} V = 0$$



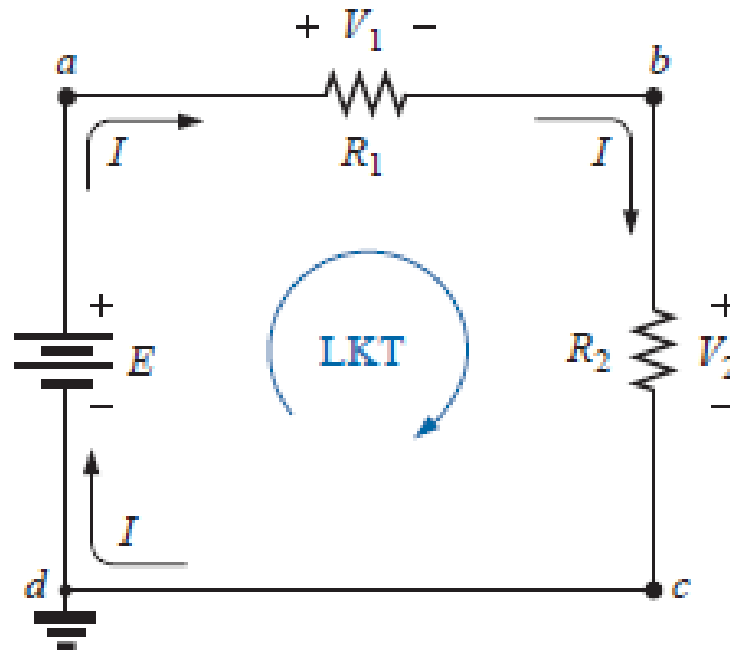
Lei de Kirchhoff das Tensões

A Lei de Kirchhoff das Tensões estabelece:

A soma algébrica das elevações e quedas de potencial em torno de um caminho fechado (ou malha fechada) é zero.

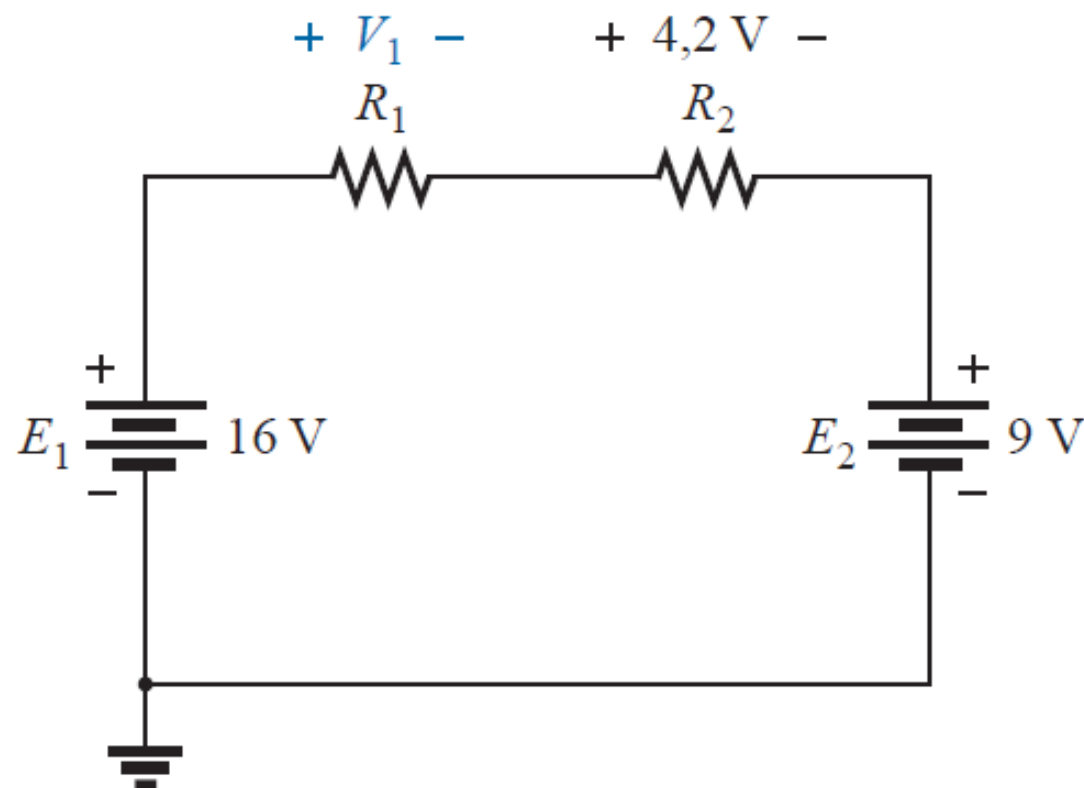
$$-E + V_1 + V_2 = 0$$

$$E = V_1 + V_2$$



Lei de Kirchhoff das Tensões

Exemplo: Determinar a tensão sobre R_1

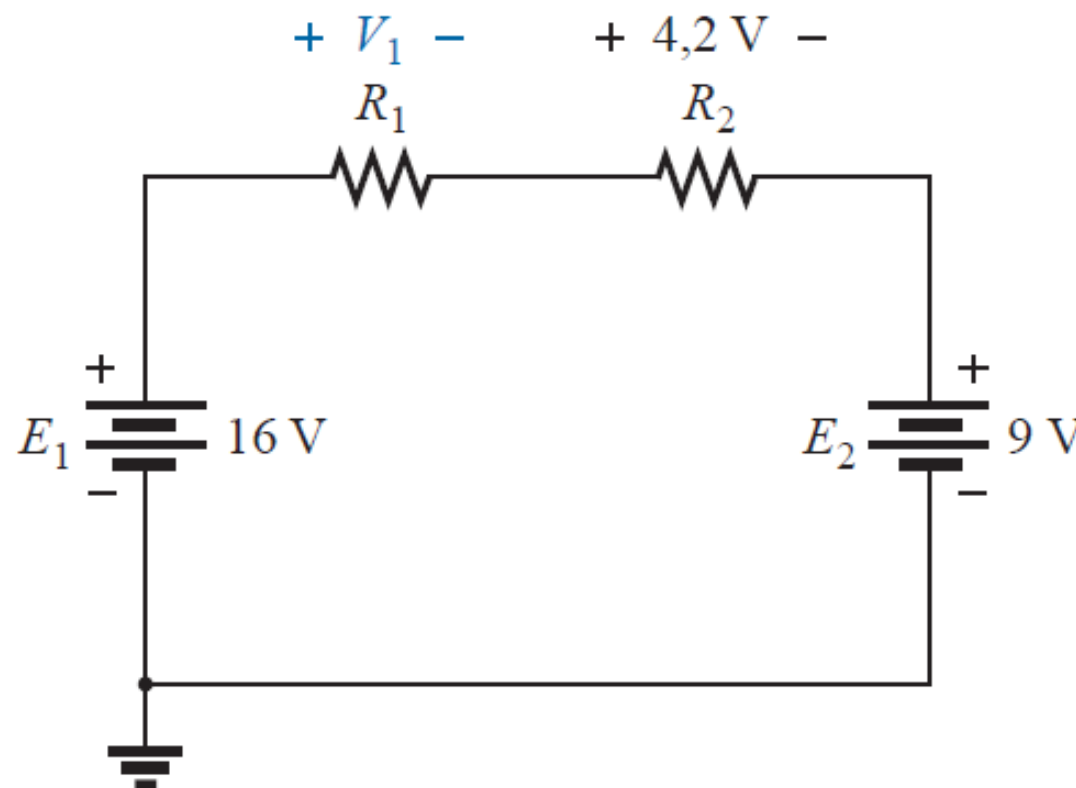


Lei de Kirchhoff das Tensões

Exemplo: Determinar a tensão sobre R_1

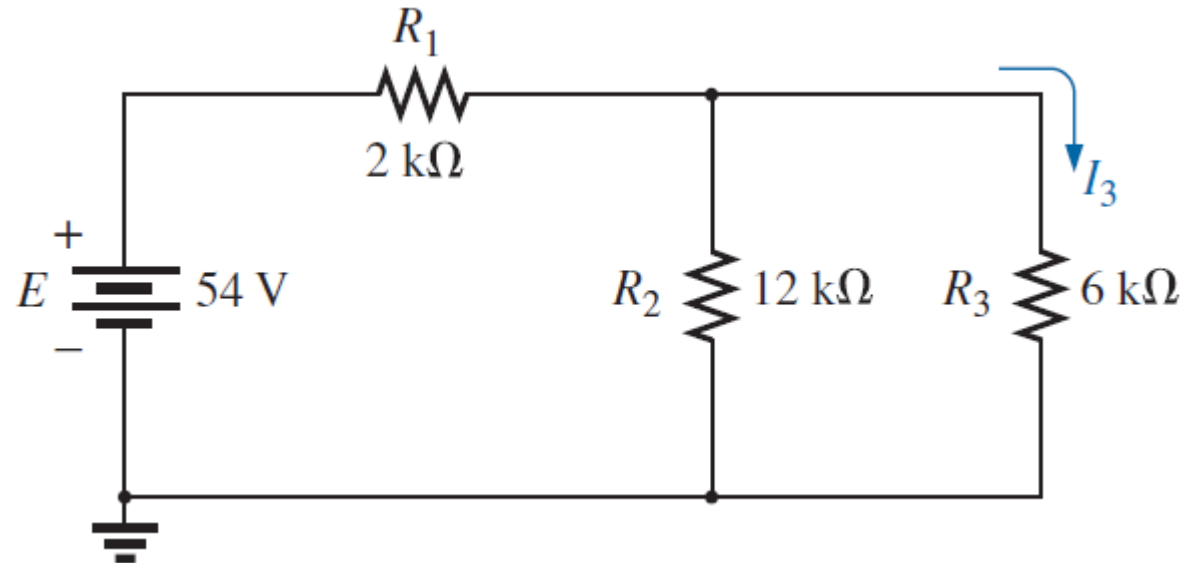
$$-16 + V_1 + 4,2 + 9 = 0$$

$$V_1 = 2,8 \text{ V}$$



Lei de Kirchhoff das Tensões

Exemplo: Determinar a corrente I_3



Lei de Kirchhoff das Tensões

Exemplo: Determinar a corrente I_3

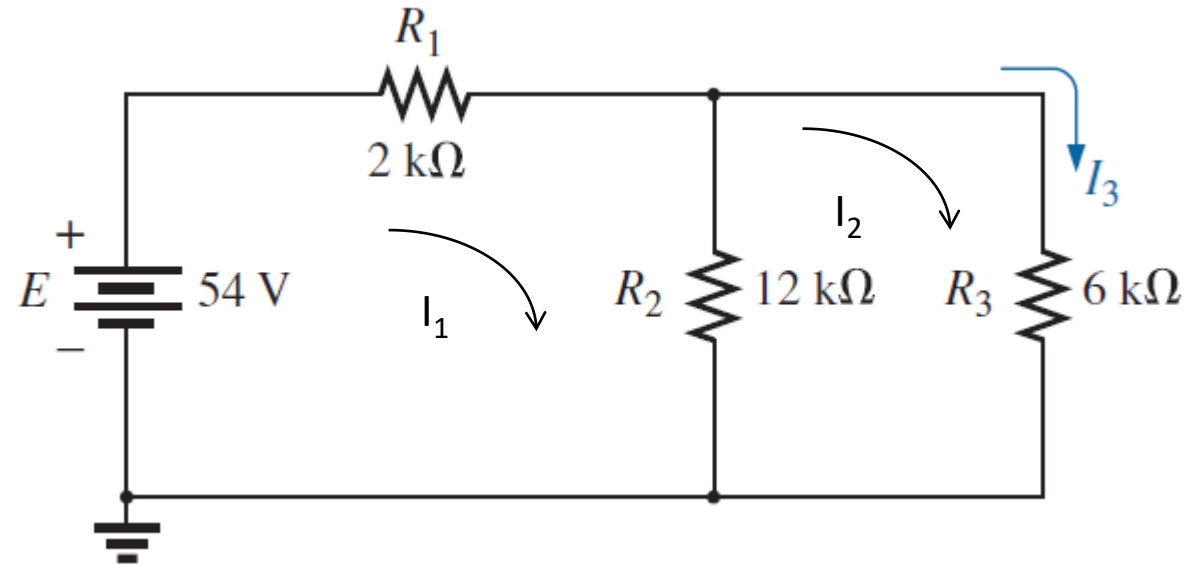
Nesse exemplo temos duas malhas

A primeira malha daremos o nome de I_1

A segunda malha daremos o nome de I_2

Por aferição, temos que $I_2 = I_3$

Como calcularemos I_3 ?



Lei de Kirchhoff das Tensões

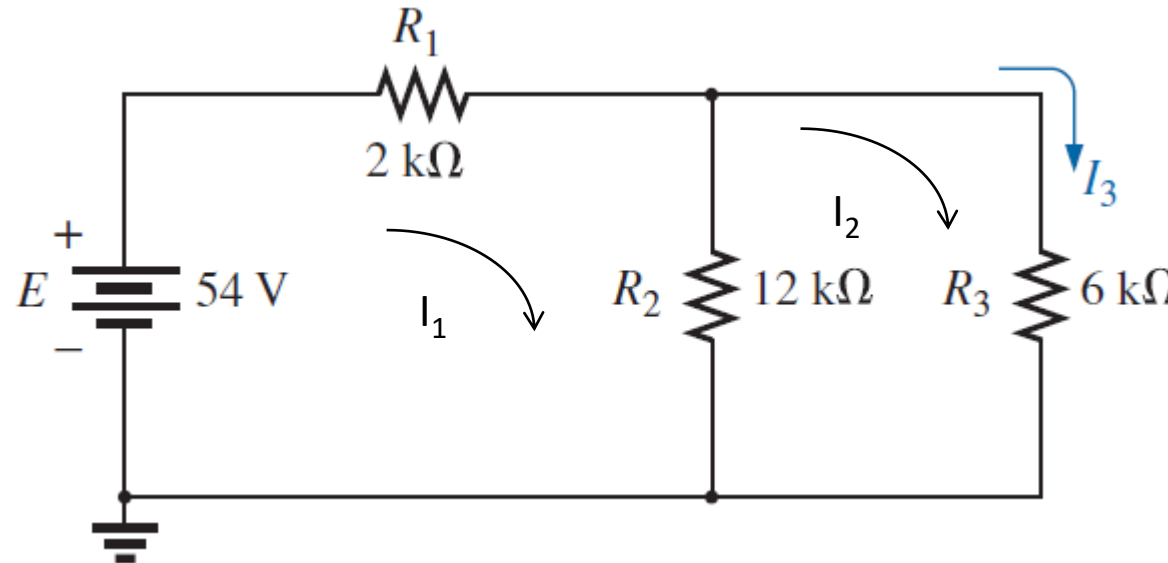
Exemplo: Determinar a corrente I_3

Malha 1:

$$-E + V_1 + V_2 = 0$$

Malha 2:

$$-V_2 + V_3 = 0$$



Lei de Kirchhoff das Tensões

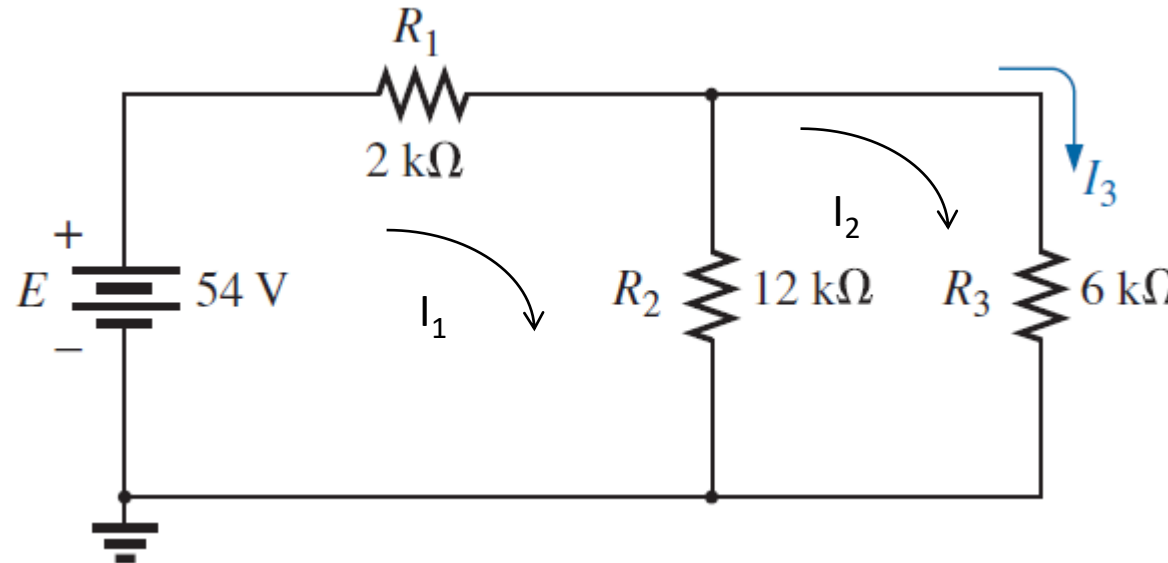
Exemplo: Determinar a corrente I_3

Malha 1:

$$-54 + 2000 I_1 + 12000 (I_1 - I_2) = 0$$

Malha 2:

$$-12000 (I_1 - I_2) + 6000 I_2 = 0$$



Lei de Kirchhoff das Tensões

Exemplo: Determinar a corrente I_3

Malha 1:

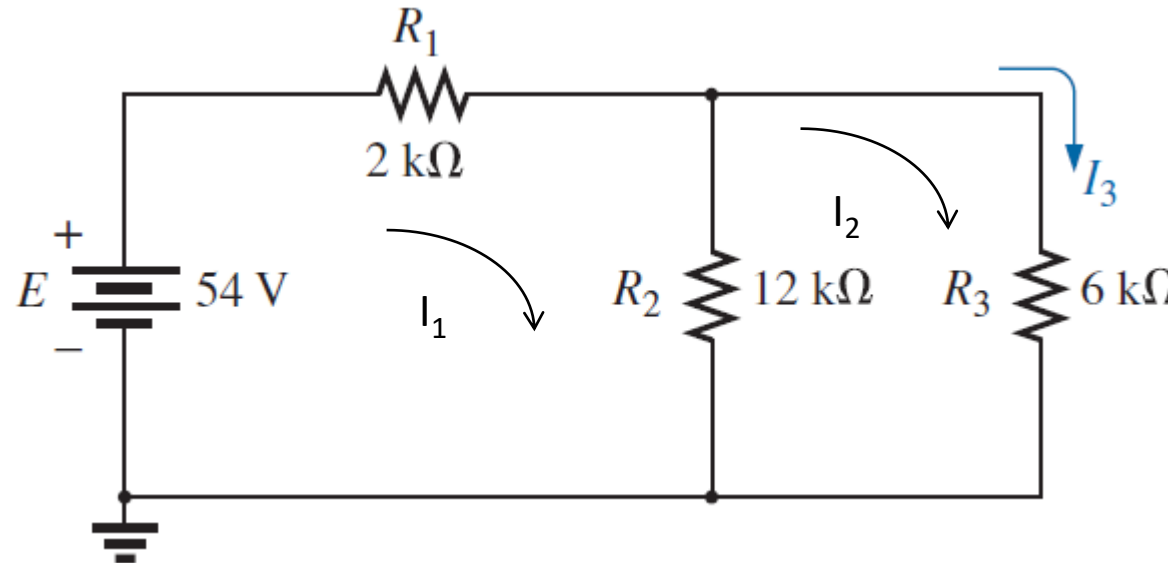
$$-54 + 2000 I_1 + 12000 (I_1 - I_2) = 0$$

$$54 = 14000 I_1 - 12000 I_2$$

Malha 2:

$$-12000 (I_1 - I_2) + 6000 I_2 = 0$$

$$-12000 I_1 + 18000 I_2 = 0$$



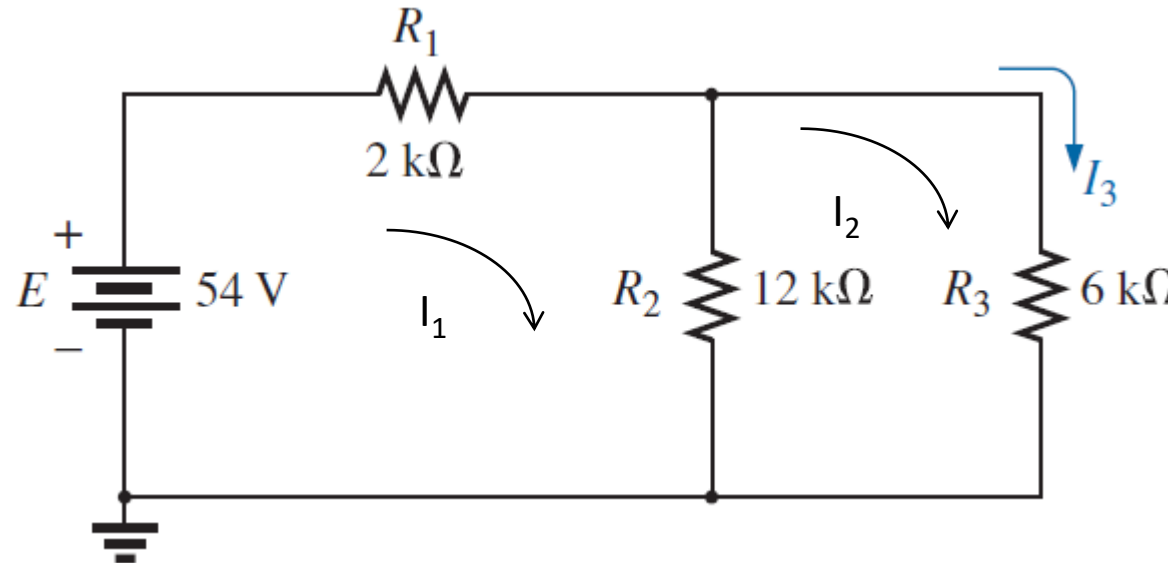
Lei de Kirchhoff das Tensões

Exemplo: Determinar a corrente I_3

O sistema de equações deve ser resolvido:

$$14000 I_1 - 12000 I_2 = 54$$

$$-12000 I_1 + 18000 I_2 = 0$$



Lei de Kirchhoff das Tensões

Exemplo: Determinar a corrente I_3

O sistema de equações deve ser resolvido:

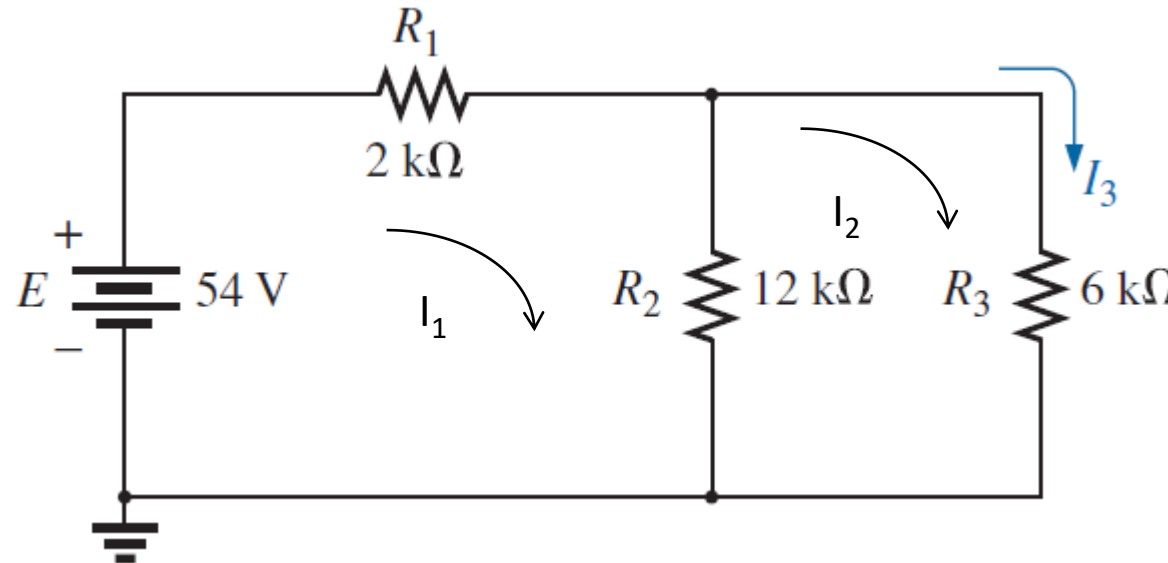
$$14000 I_1 - 12000 I_2 = 54$$

$$-12000 I_1 + 18000 I_2 = 0$$

$$I_1 = 1,5 I_2$$

Substituindo na primeira equação:

$$14000 (1,5 I_2) - 12000 I_2 = 54$$



Lei de Kirchhoff das Tensões

Exemplo: Determinar a corrente I_3

$$14000 (1,5 I_2) - 12000 I_2 = 54$$

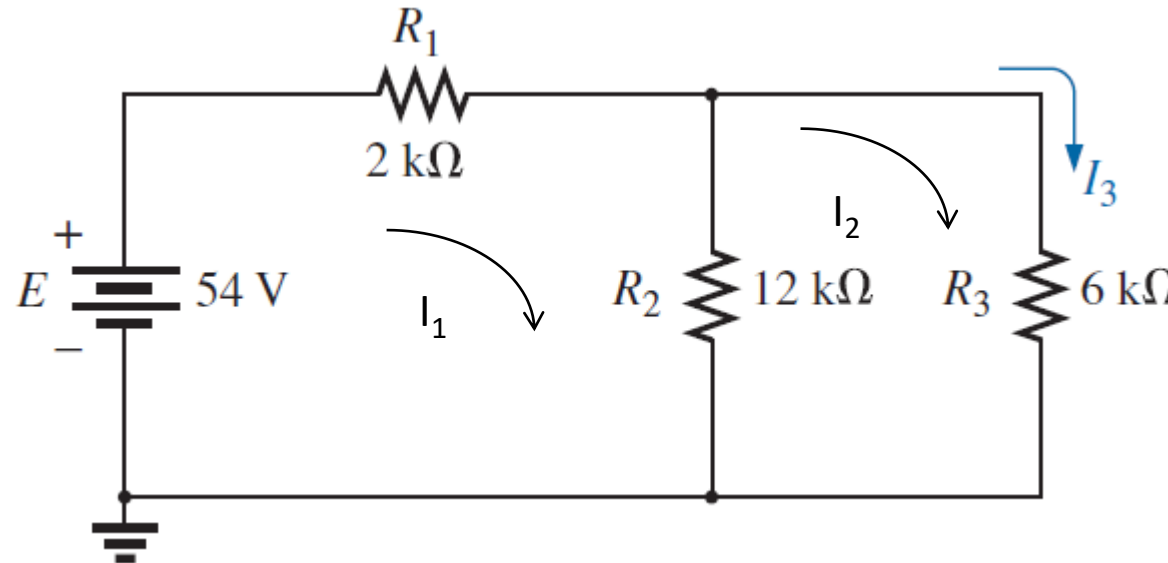
$$21000 I_2 - 12000 I_2 = 54$$

$$I_2 = 54 / 9000$$

$$I_2 = 6 \text{ mA}$$

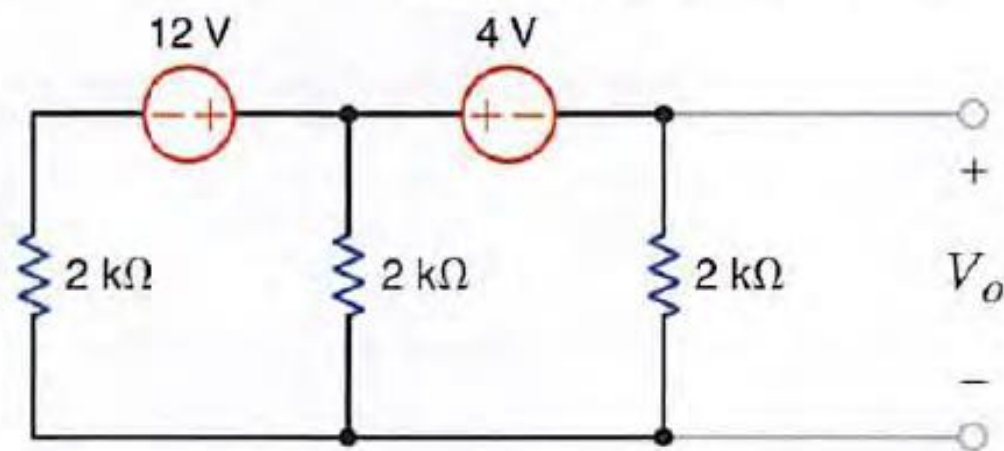
Por consequência:

$$I_1 = 1,5 I_2 = 9 \text{ mA}$$



Lei de Kirchhoff das Tensões

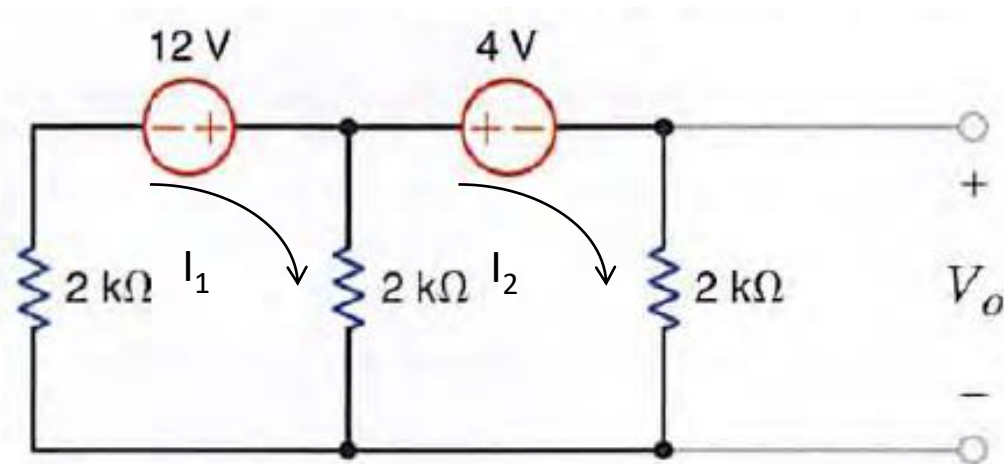
Exercício: Determinar a tensão V_o no circuito abaixo:



Lei de Kirchhoff das Tensões

Exercício: Determinar a tensão V_o no circuito abaixo:

Escrever as equações de malha e resolver o sistema de equações



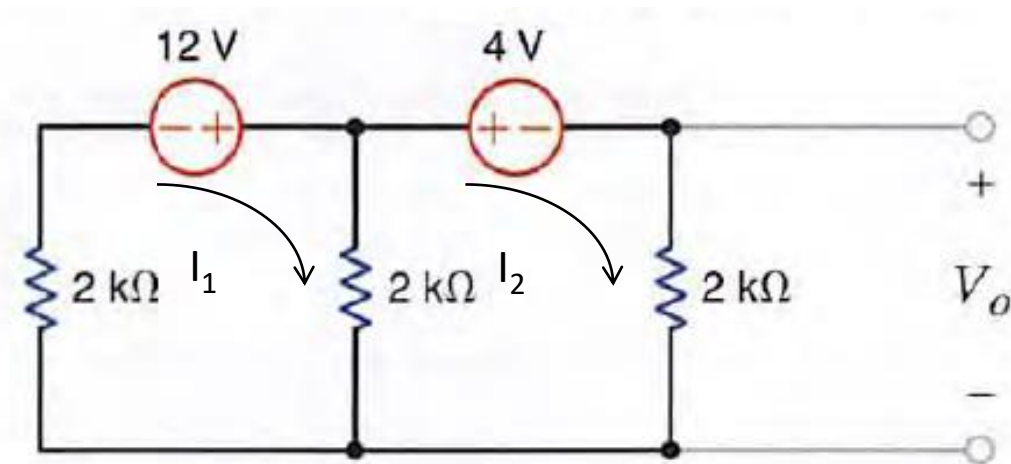
Lei de Kirchhoff das Tensões

Exercício: Determinar a tensão V_o no circuito abaixo:

Escrever as equações de malha e resolver o sistema de equações

$$I_1 = 3,33 \text{ mA}$$

$$I_2 = 0,66 \text{ mA}$$



Leis de Kirchhoff

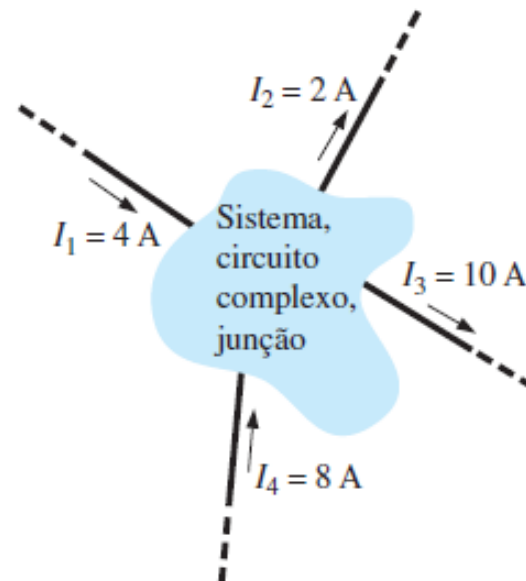
Lei de Kirchhoff das Correntes

Lei de Kirchhoff das Correntes

A Lei de Kirchhoff das Correntes estabelece:

A soma algébrica das correntes que entram e saem de uma região, sistema ou nó é igual a zero.

$$\sum I_i = \sum I_o$$

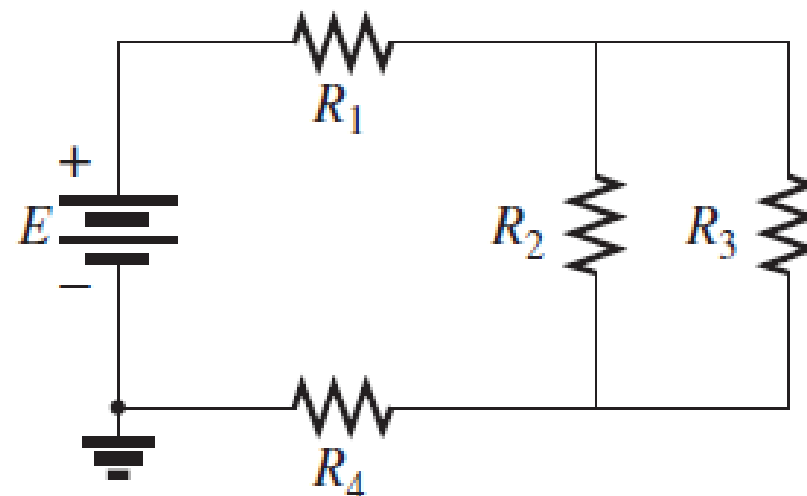


Lei de Kirchhoff das Correntes

Exemplo: Determinar a tensão sobre R_3

Considere:

- $E = 12V$
- $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 1\text{ k}\Omega$



Lei de Kirchhoff das Correntes

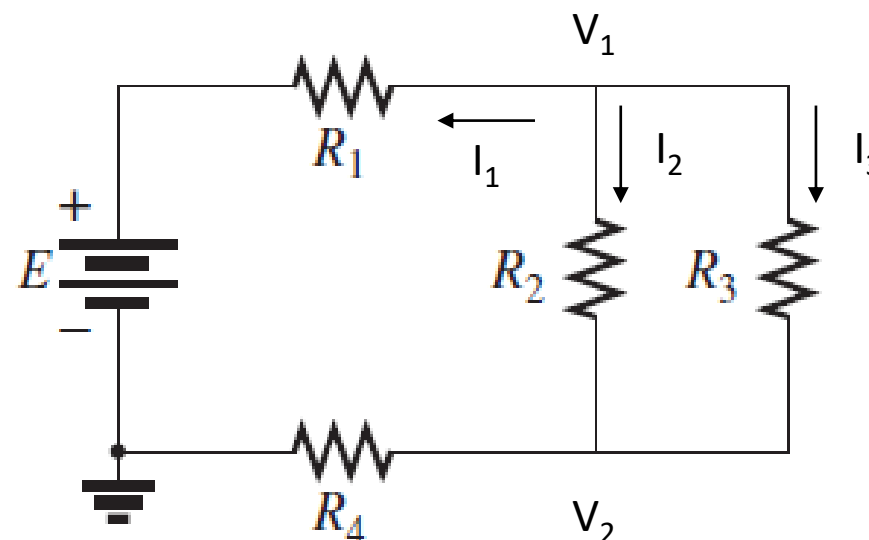
Exemplo: Determinar a tensão sobre R_3

Analisando o nó 1:

$$(V_1 - E) / R_1 + (V_1 - V_2) / R_2 + (V_1 - V_2) / R_3 = 0$$

Analisando o nó 2:

$$(V_2 - 0) / R_4 + (V_2 - V_1) / R_2 + (V_2 - V_1) / R_3 = 0$$



Lei de Kirchhoff das Correntes

Exemplo: Determinar a tensão sobre R_3

Analisando o nó 1:

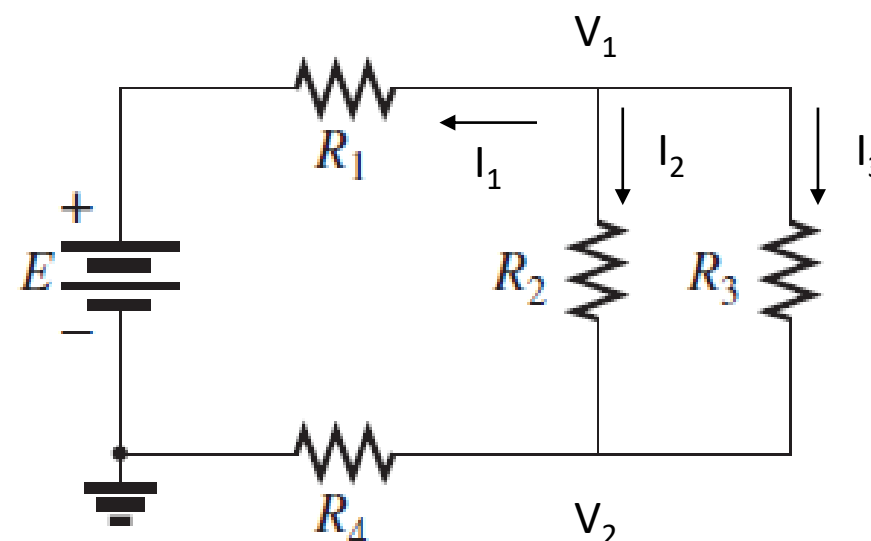
$$(V_1 - E) / R_1 + (V_1 - V_2) / R_2 + (V_1 - V_2) / R_3 = 0$$

$$(V_1 - 12) / 1000 + (V_1 - V_2) / 1000 + (V_1 - V_2) / 1000 = 0$$

Analisando o nó 2:

$$(V_2 - 0) / R_4 + (V_2 - V_1) / R_2 + (V_2 - V_1) / R_3 = 0$$

$$(V_2 - 0) / 1000 + (V_2 - V_1) / 1000 + (V_2 - V_1) / 1000 = 0$$



Lei de Kirchhoff das Correntes

Exemplo: Determinar a tensão sobre R_3

O sistema de equações a ser resolvido é:

$$3V_1 - 2V_2 = 12$$

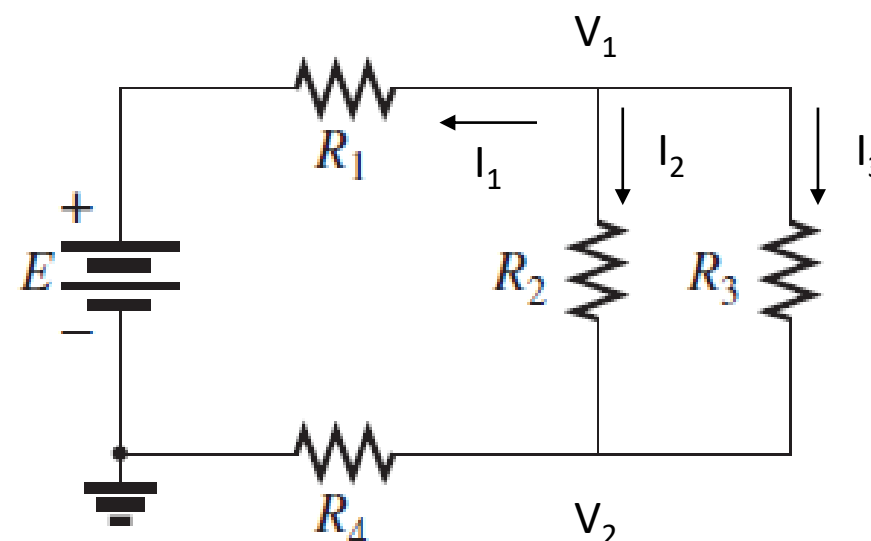
$$-2V_1 + 3V_2 = 0$$

$$V_1 = 1,5 V_2$$

Substituindo na primeira equação:

$$3(1,5 V_2) - 2 V_2 = 12$$

$$V_2 = 4,8 \text{ V}$$



Lei de Kirchhoff das Correntes

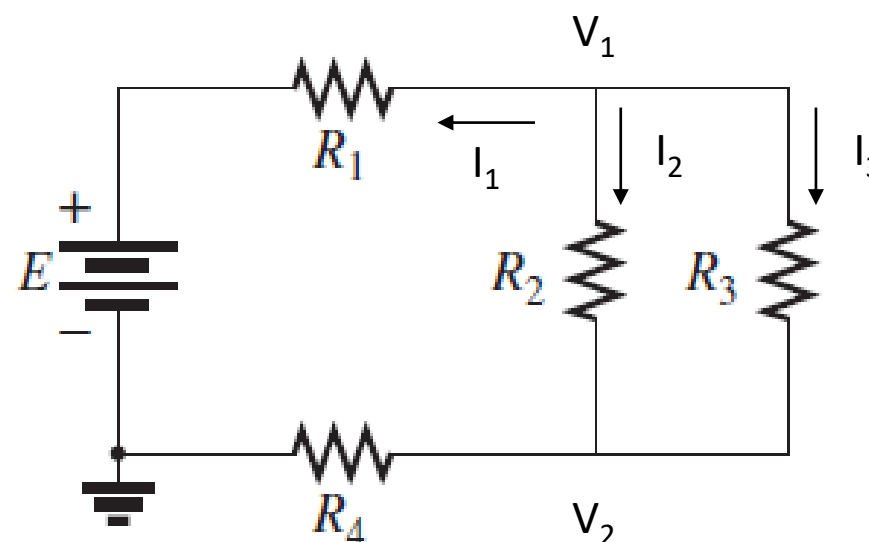
Exemplo: Determinar a tensão sobre R_3

O sistema de equações a ser resolvido é:

$$3V_1 - 2(4,8) = 12$$

$$V_1 = 7,2 \text{ V}$$

A tensão sobre R_3 ?



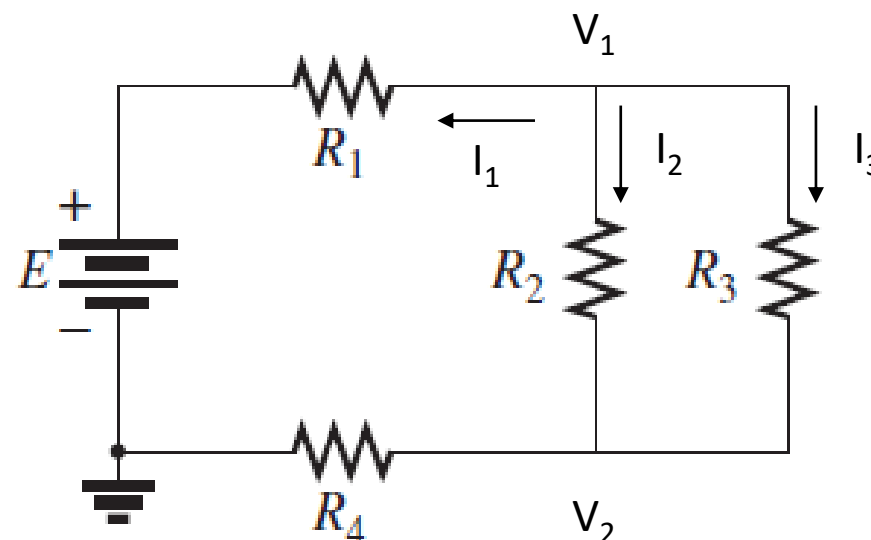
Lei de Kirchhoff das Correntes

Exemplo: Determinar a tensão sobre R_3

A tensão sobre R_3 ?

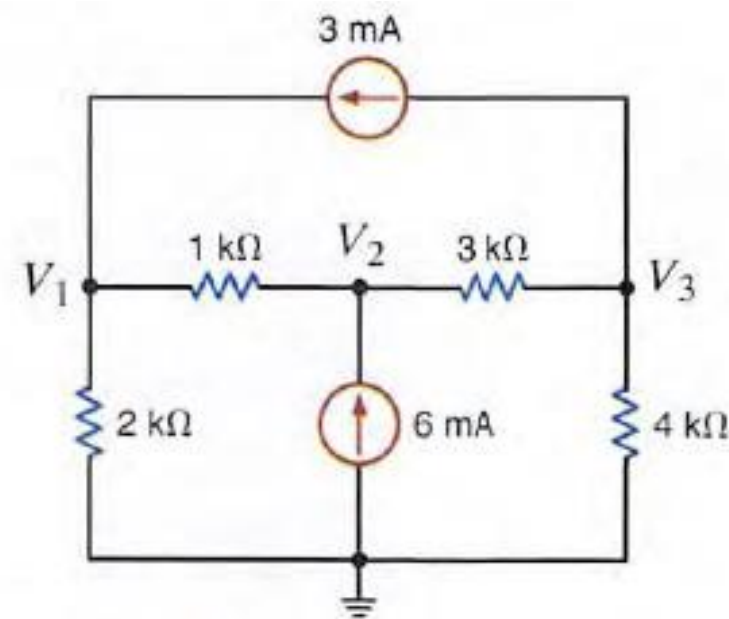
$$V_3 = V_1 - V_2$$

$$V_3 = 7,2 - 4,8 = 2,4 \text{ V}$$



Lei de Kirchhoff das Correntes

Exercício: Escrever as equações nodais de V_1 , V_2 e V_3 e resolver o sistema de equações do circuito abaixo:



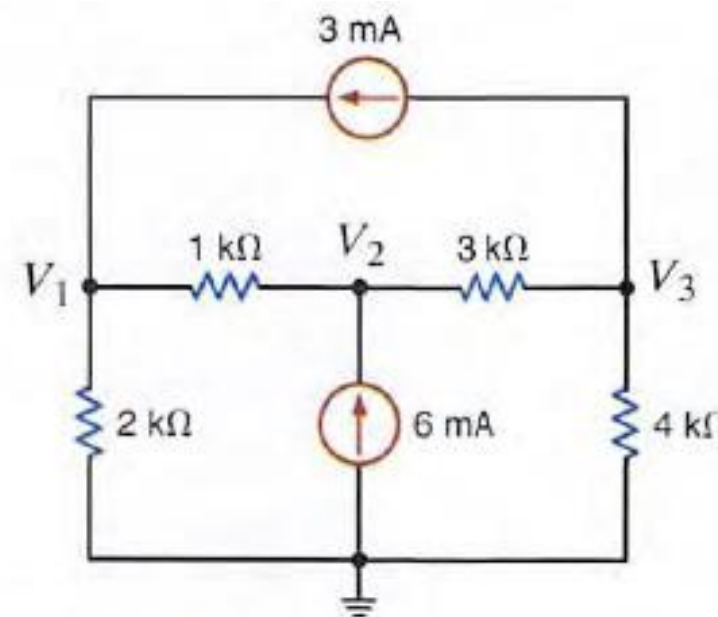
Lei de Kirchhoff das Correntes

Exercício: Escrever as equações nodais de V_1 , V_2 e V_3 e resolver o sistema de equações do circuito abaixo:

Nó 1: $(V_1 - 0) / 2000 + (V_1 - V_2) / 1000 - 3 \text{ mA} = 0$

Nó 2: $(V_2 - V_1) / 1000 + (V_2 - V_3) / 3000 - 6 \text{ mA} = 0$

Nó 3: $(V_3 - 0) / 4000 + (V_3 - V_2) / 3000 + 3 \text{ mA} = 0$



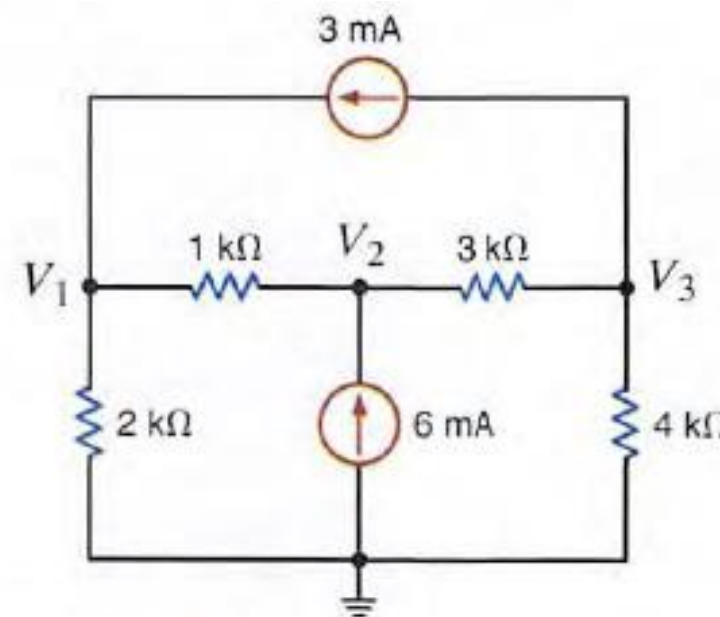
Lei de Kirchhoff das Correntes

Exercício: Escrever as equações nodais de V_1 , V_2 e V_3 e resolver o sistema de equações do circuito abaixo:

Nó 1: $3V_1 - 2V_2 = 6$

Nó 2: $-3V_1 + 4V_2 - V_3 = 18$

Nó 3: $-4V_2 + 7V_3 = -36$



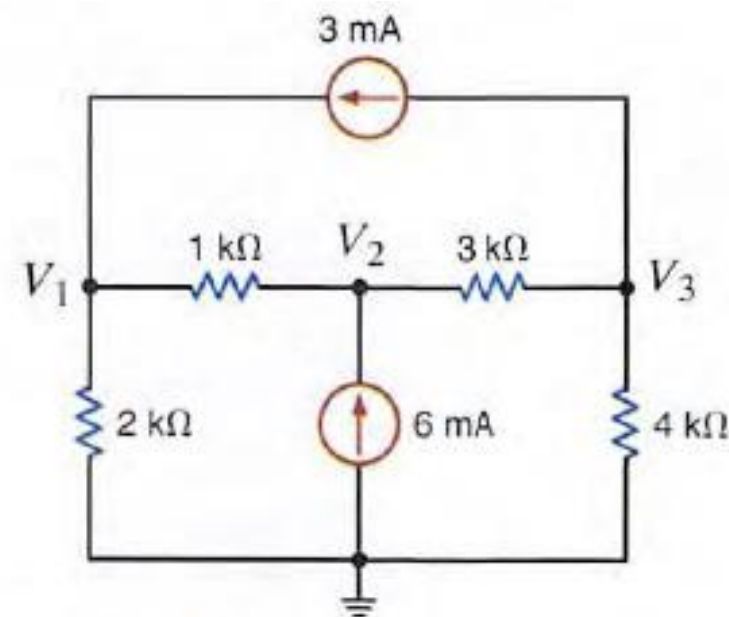
Lei de Kirchhoff das Correntes

Exercício: Escrever as equações nodais de V_1 , V_2 e V_3 e resolver o sistema de equações do circuito abaixo:

$$V_1 = 10,8 \text{ V}$$

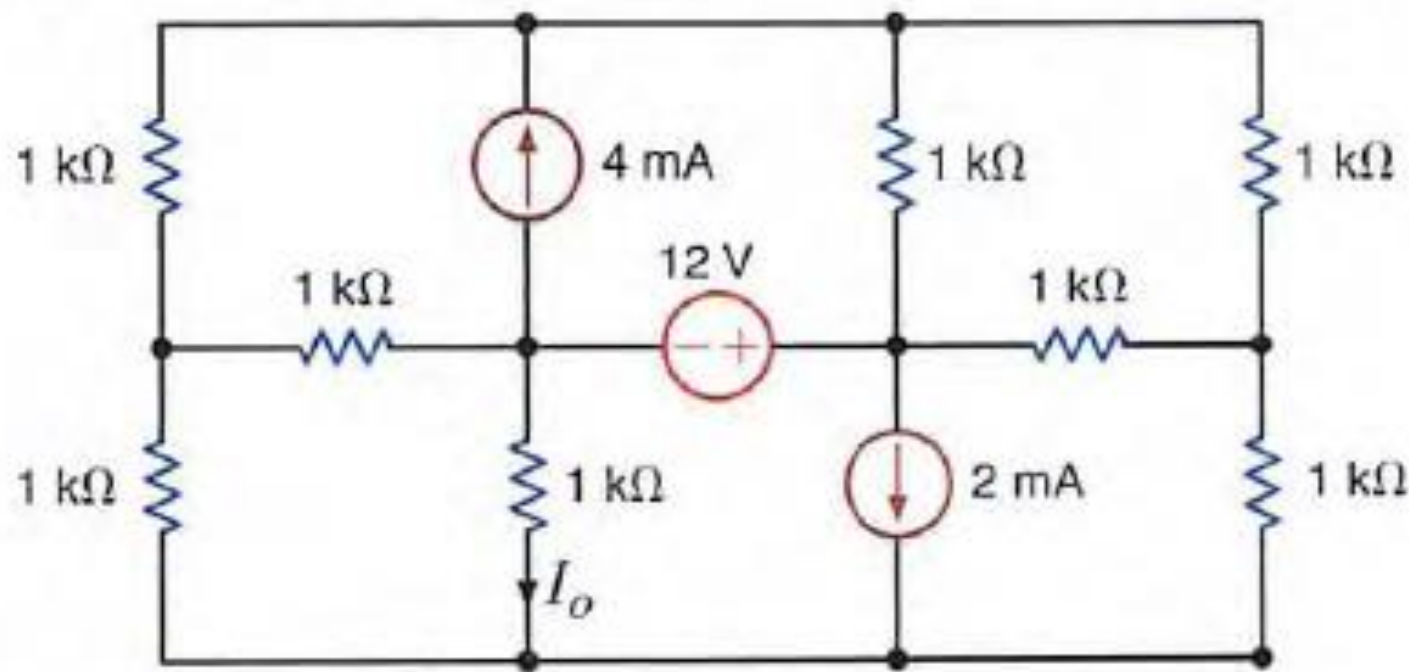
$$V_2 = 13,2 \text{ V}$$

$$V_3 = 2,4 \text{ V}$$



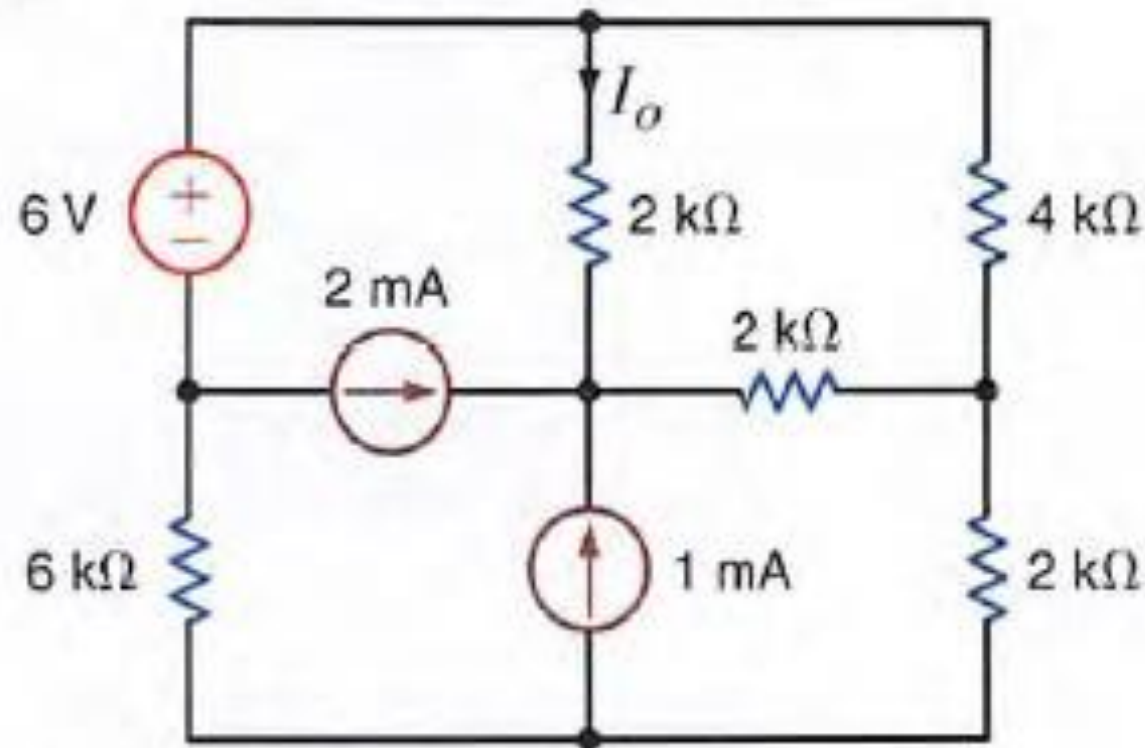
Lei de Kirchhoff das Correntes

Exercício desafio: Calcular I_o



Lei de Kirchhoff das Correntes

Exercício desafio: Calcular I_o



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.