

# Disciplina: Eletricidade

## Aula 06 Leis de Kirchhoff (Parte 02)

---

**Curso:** Engenharia Mecânica  
**Professor:** Paulo Cesar da Silva  
**E-mail:** paulocesar@ifsul.edu.br

Passo Fundo  
2024

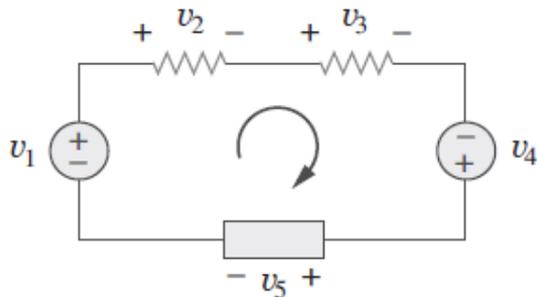


INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
SUL-RIO-GRANDENSE

# Lei de Kirchhoff para Tensão (LKT)

## Leis de Kirchhoff

- **Leis de Kirchhoff**
- **Lei de Kirchhoff para tensão (LKT):** Para ilustrar a LKT, considere o circuito da Figura 2.19. O sinal em cada tensão é a polaridade do terminal encontrado primeiro à medida que percorremos o laço, partindo de qualquer ramo e percorrendo o laço no sentido horário ou anti-horário, conforme mostrado; então, as tensões seriam  $-v_1$ ,  $+v_2$ ,  $+v_3$ ,  $-v_4$  e  $+v_5$ , nessa ordem.



$$-v_1 + v_2 + v_3 - v_4 + v_5 = 0$$

$$v_2 + v_3 + v_5 = v_1 + v_4$$

- **A soma das quedas de tensão é igual à soma das elevações de tensão.**

Figura 2.19 Circuito com um único laço ilustrando a LKT.

## Leis de Kirchhoff

- Determine as correntes  $I_1$  a  $I_4$  e a tensão  $v_0$  no circuito da Figura 3.52.
- **Como resolver?**
- **Análise de Malha? Sistema com 5 x 5**

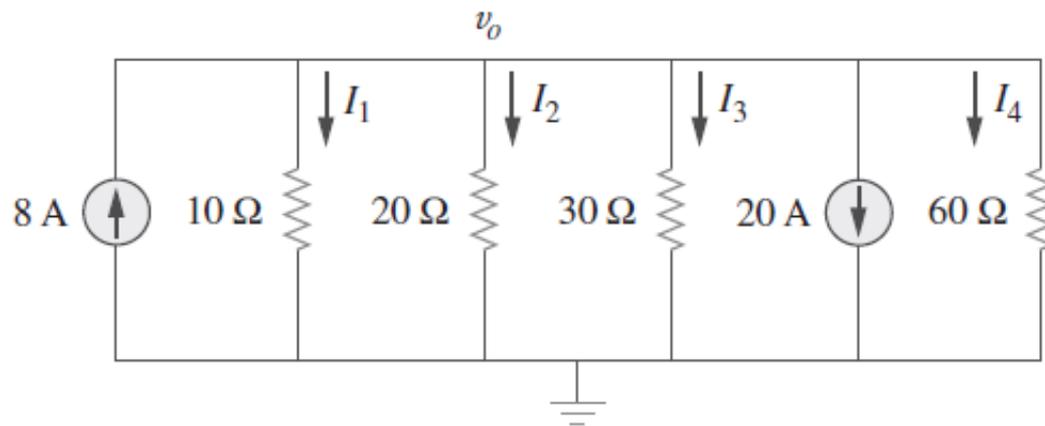
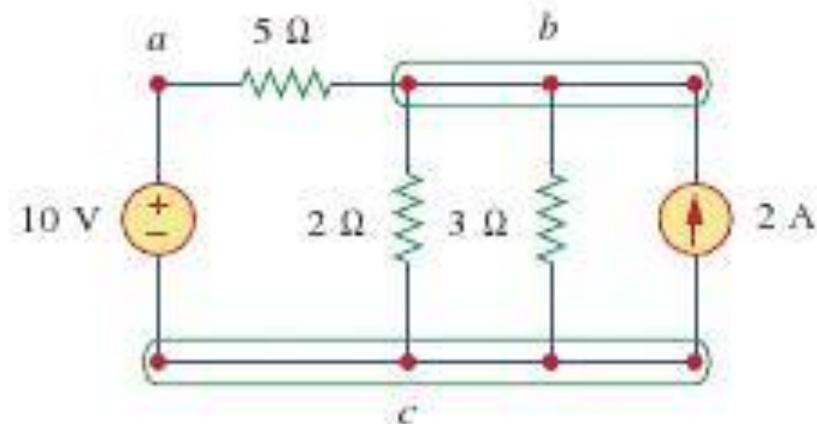
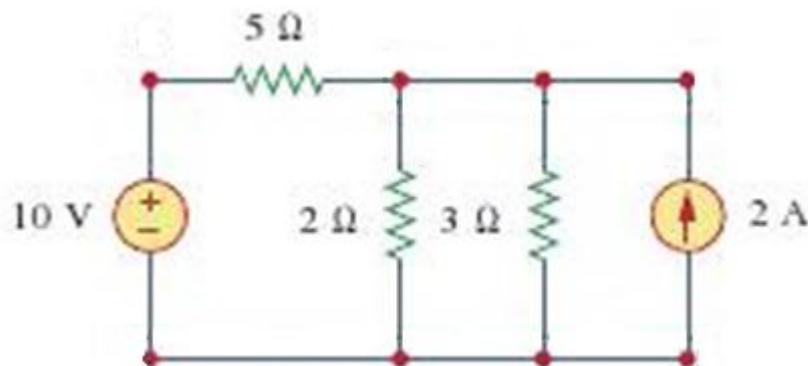


Figura 3.52 Esquema para o Problema 3.3.

# Revisão – Conceitos Elétricos

## Revisão – Conceitos Elétricos

- **Nó:** ponto do circuito em que dois ou mais terminais estão ligados, podendo ser terminais de quaisquer elementos do circuito.
- **Ramo:** é o caminho entre dois nós, sendo que ao longo do ramo, a corrente elétrica é a mesma.
- **Malha:** caminho fechado seguido sobre ramos.



# Lei de Kirchhoff para Corrente (LKC)

## Leis de Kirchhoff

- **Leis de Kirchhoff**
- A **Lei de Kirchhoff para corrente (LKC)** diz que a soma algébrica das correntes que entram em um nó é zero.

$$\sum_{n=1}^N i_n = 0$$

- Onde:
- $N$ : é o número de ramos conectados ao nó;
- $i_n$ : é a *enésima* corrente que entra (ou sai) do nó.

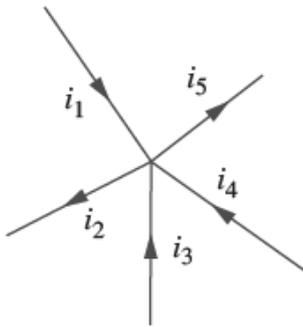
## Leis de Kirchhoff

- **Leis de Kirchhoff**
- **Lei de Kirchhoff para corrente (LKC):** Considere a Figura 2.16. Aplicando a LKC, temos

$$i_1 + (-i_2) + i_3 + i_4 + (-i_5) = 0$$

- uma vez que as correntes  $i_1$ ,  $i_3$  e  $i_4$  estão entrando no nó, enquanto as correntes  $i_2$  e  $i_5$  estão saindo. Rearranjando os termos, obtemos

$$i_1 + i_3 + i_4 = i_2 + i_5$$

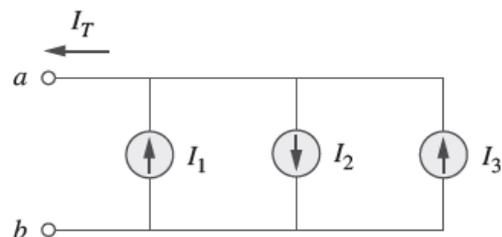


- **A soma das correntes que entram em um nó é igual à soma das correntes que saem desse nó.**

Figura 2.16 Correntes em um nó ilustrando a LKC.

## Leis de Kirchhoff

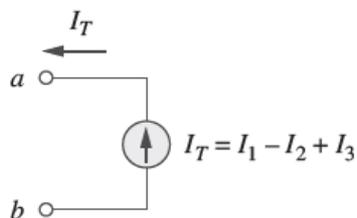
- **Leis de Kirchhoff**
- **Lei de Kirchhoff para corrente (LKC):** Uma aplicação simples da LKC é a associação de fontes de corrente em paralelo.
- A corrente resultante é a soma algébrica das correntes fornecidas pelas fontes individuais.



(a)

$$I_T + I_2 = I_1 + I_3$$

$$I_T = I_1 - I_2 + I_3$$



(b)

**Figura 2.18** Fontes de corrente em paralelo: (a) circuito original; (b) circuito equivalente.

# Análise Nodal

## Análise Nodal

- Determine as correntes  $I_1$  a  $I_4$  e a tensão  $v_o$  no circuito da Figura 3.52.

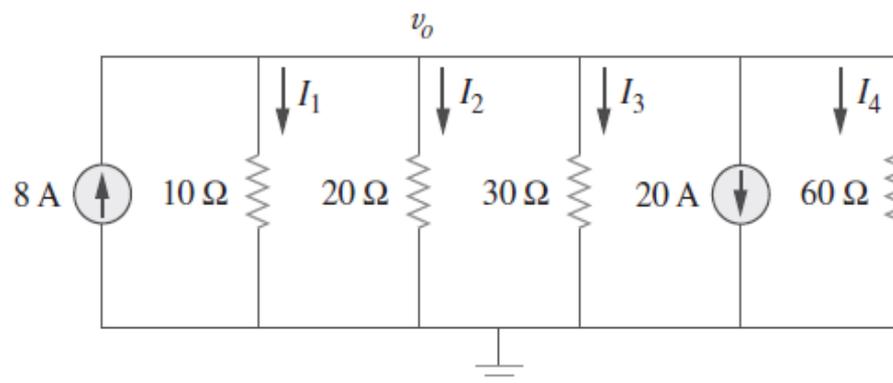


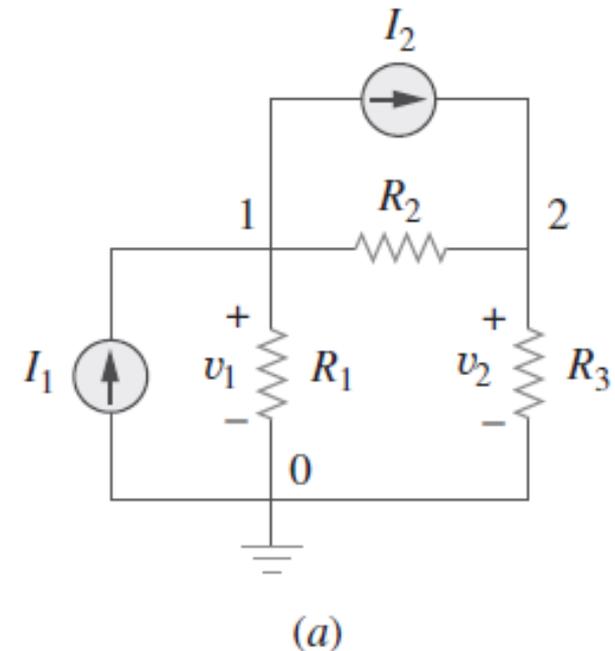
Figura 3.52 Esquema para o Problema 3.3.

## Análise Nodal

- **Análise Nodal**
- A análise nodal fornece um procedimento genérico para análise de circuitos usando tensões nodais como variáveis de circuitos.
- Optar por tensões nodais em vez de tensões de elementos como essas variáveis é conveniente e reduz o número de equações que se deve resolver simultaneamente.

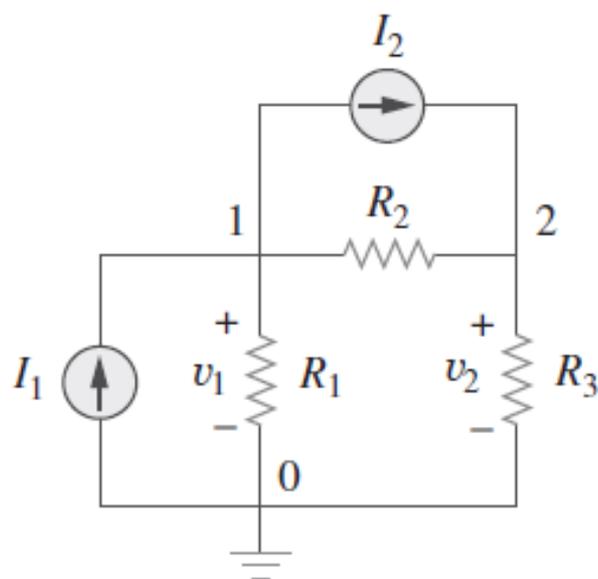
## Análise Nodal

- **Análise Nodal**
- Na **análise nodal**, estamos interessados em encontrar as **tensões nos nós**. Dado um circuito com  $n$  nós, a análise envolve as três etapas a seguir:
- **Etapas para determinar tensões nodais:**
  - 1) Selecione um nó como referência. Atribua tensões  $v_1, v_2, \dots, v_{n-1}$  aos  $n - 1$  nós restantes. As tensões são medidas em relação ao nó de referência.
  - 2) Aplique a LKC a cada um dos  $n - 1$  nós que não são de referência. Use a lei de Ohm para expressar as correntes nos ramos em termos de tensões nodais.
  - 3) Resolva as equações simultâneas resultantes para obter as tensões nodais desconhecidas.



## Análise Nodal

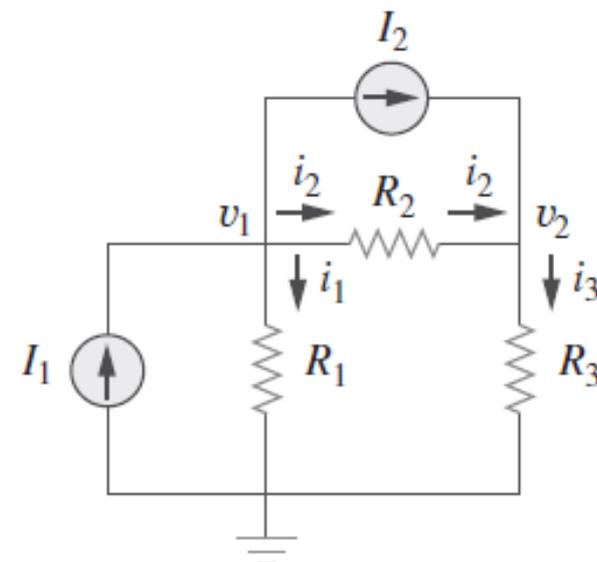
- Análise Nodal



(a)

$$I_1 = I_2 + i_1 + i_2$$

$$I_2 + i_2 = i_3$$



(b)

Figura 3.2 Circuito típico para análise nodal.

## Análise Nodal

- **Análise Nodal**
- Podemos expressar a corrente como,

$$i = \frac{v_{maior} - v_{menor}}{R}$$

- Sabendo disso, obtemos o seguinte da Figura 3.2b:

$$i_1 = \frac{v_1 - 0}{R_1}$$

$$i_2 = \frac{v_1 - v_2}{R_2}$$

$$i_3 = \frac{v_2 - 0}{R_3}$$

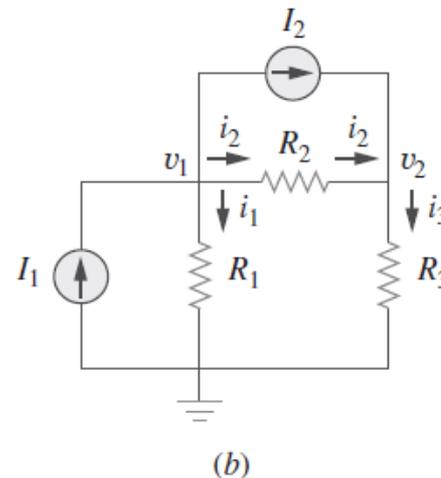


Figura 3.2 Circuito típico para análise nodal.

## Análise Nodal

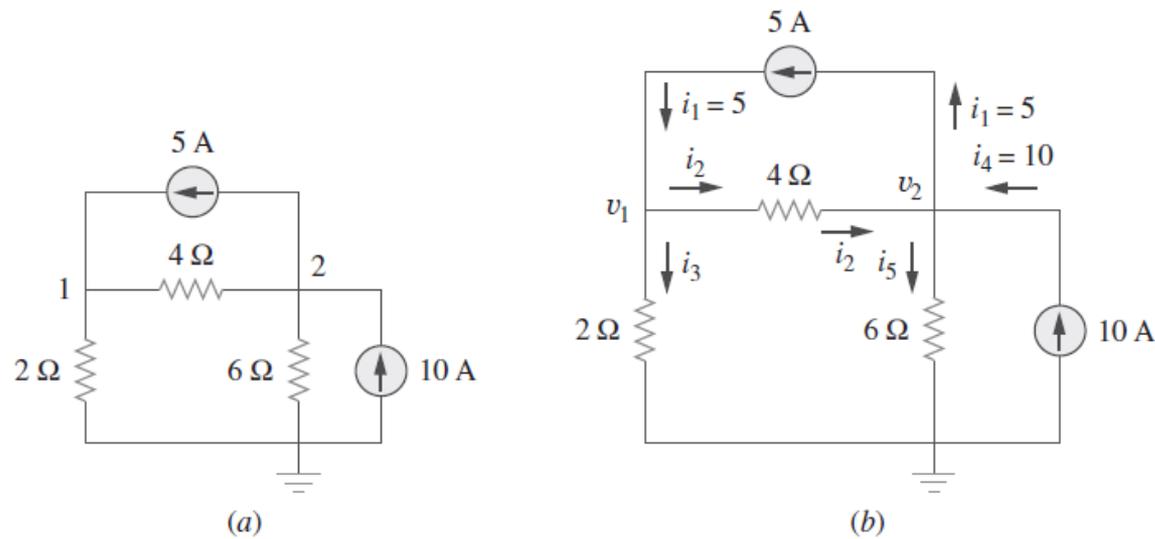
- **Análise Nodal**
- Realizando as manipulações algébricas convenientes, temos:

$$\begin{array}{l}
 i_1 = \frac{v_1 - 0}{R_1} \\
 i_2 = \frac{v_1 - v_2}{R_2} \\
 i_3 = \frac{v_2 - 0}{R_3}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \longrightarrow \\
 \longrightarrow \\
 \longrightarrow
 \end{array}
 I_1 = I_2 + i_1 + i_2 \longrightarrow I_1 = I_2 + \frac{v_1}{R_1} + \frac{v_1 - v_2}{R_2}$$

$$\begin{array}{l}
 I_2 + i_2 = i_3 \longrightarrow I_2 + \frac{v_1 - v_2}{R_2} = \frac{v_2}{R_3}
 \end{array}$$

## Análise Nodal

- **Análise Nodal**
- **Exemplo 3.1:** Calcule as tensões nodais no circuito mostrado na Figura 3.3a.



**Figura 3.3** Esquema para o Exemplo 3.1: (a) circuito original; (b) circuito para análise.

## Análise Nodal

- **Exemplo 3.1:**
- No nó 1, aplicando a LKC e a lei de Ohm, obtemos

$$i_1 = i_2 + i_3 \qquad 5 = \frac{v_1 - v_2}{4} + \frac{v_1 - 0}{2}$$

- Multiplicando por 4 cada termo da última equação, obtemos

$$20 = v_1 - v_2 + 2v_1 \longrightarrow 3v_1 - v_2 = 20$$

- No nó 2 fazemos o mesmo e obtemos

$$i_2 + i_4 = i_1 + i_5 \longrightarrow \frac{v_1 - v_2}{4} + 10 = 5 + \frac{v_2 - 0}{6}$$

- Multiplicando cada termo por 12, resulta em

$$3v_1 - 3v_2 + 120 = 60 + 2v_2 \longrightarrow -3v_1 + 5v_2 = 60$$

$$v_1 = 13,33V \qquad v_2 = 20V$$

## Análise Nodal

- **Problema Prático 3.1:** Obtenha as tensões nodais no circuito da Figura 3.4.
- **Resposta:**  $v_1 = -6V$  ,  $v_2 = -42V$

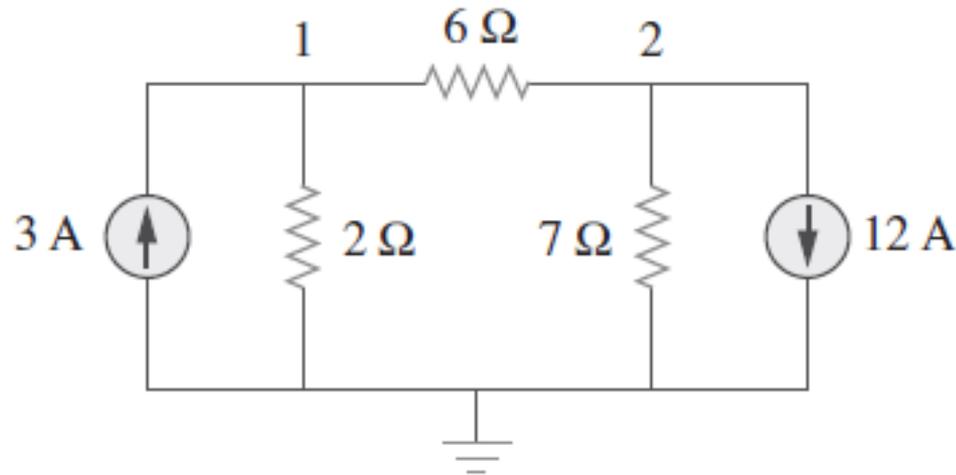
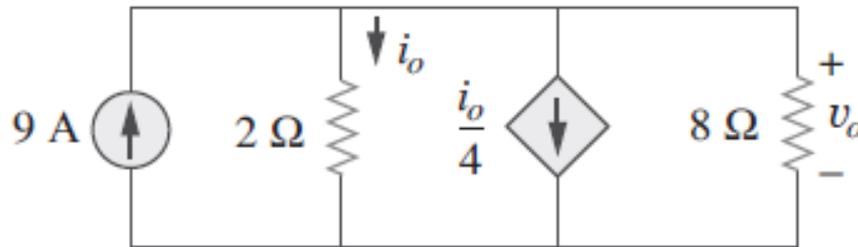


Figura 3.4 Esquema para o Problema prático 3.1.

## Análise Nodal

- **Problema Prático 3.2:** Determine  $v_o$  e  $i_o$  no circuito da Figura abaixo.
- **Resposta:** 12V, 6A



# Disciplina: Eletricidade

## Aula 06 Leis de Kirchhoff

---

**Curso:** Engenharia Mecânica  
**Professor:** Paulo Cesar da Silva  
**E-mail:** paulocesar@ifsul.edu.br

Passo Fundo  
2024



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
SUL-RIO-GRANDENSE