

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

# Circuitos Elétricos I

## - TE313

Mariana Yaeda Artuso

# Agenda

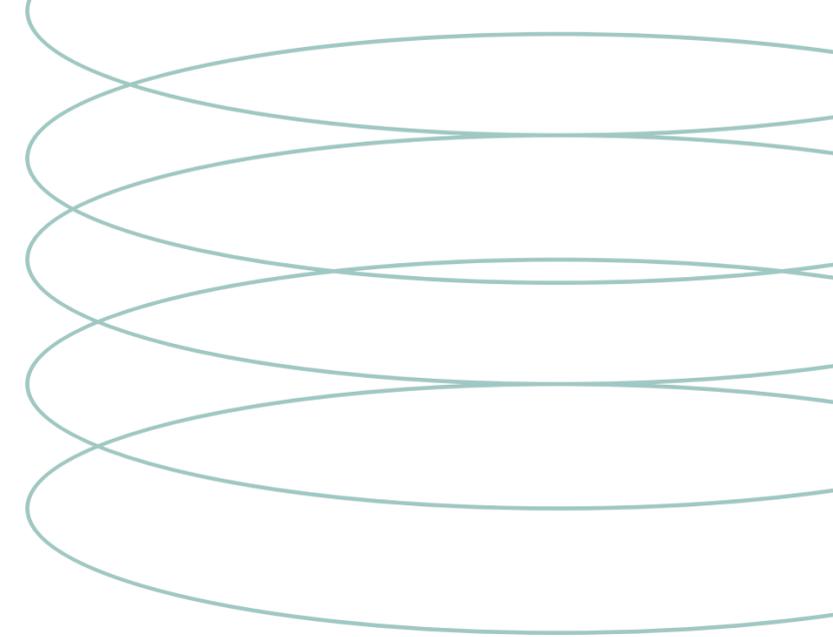
- Princípio da superposição
- Fontes ideais e reais
- Transformação de fontes



# Princípio da superposição

“O princípio da superposição afirma que a tensão (ou a corrente) em um elemento em um circuito linear é a soma algébrica da soma das tensões (ou das correntes) naquele elemento em virtude da atuação isolada de cada uma das fontes independentes.”

- O princípio da superposição ajuda a analisar um circuito linear com mais de uma fonte independente calculando, separadamente, a contribuição de cada fonte.
- Consideramos uma fonte independente por vez enquanto todas as demais fontes independentes estão desligadas.
  - Fonte de tensão curto-circuito
  - Fonte de corrente por circuito aberto
- As fontes dependentes são deixadas intactas, pois elas são controladas por variáveis de circuito.



# Etapas para a aplicação do princípio da superposição:

1. Desative todas as fontes independentes, exceto uma delas. Encontre a saída (tensão ou corrente) em razão dessa fonte ativa usando análise nodal ou das malhas.
  2. Repita a etapa 1 para cada uma das demais fontes independentes.
  3. Encontre a contribuição total somando algebricamente todas as contribuições em razão das fontes independentes.
- Trata-se de uma análise trabalhosa, porém ajuda a reduzir um circuito complexo a circuitos mais simples.
  - Somente para circuitos lineares.

# Exemplo 1:

Use o teorema da superposição para encontrar  $v$  no circuito:

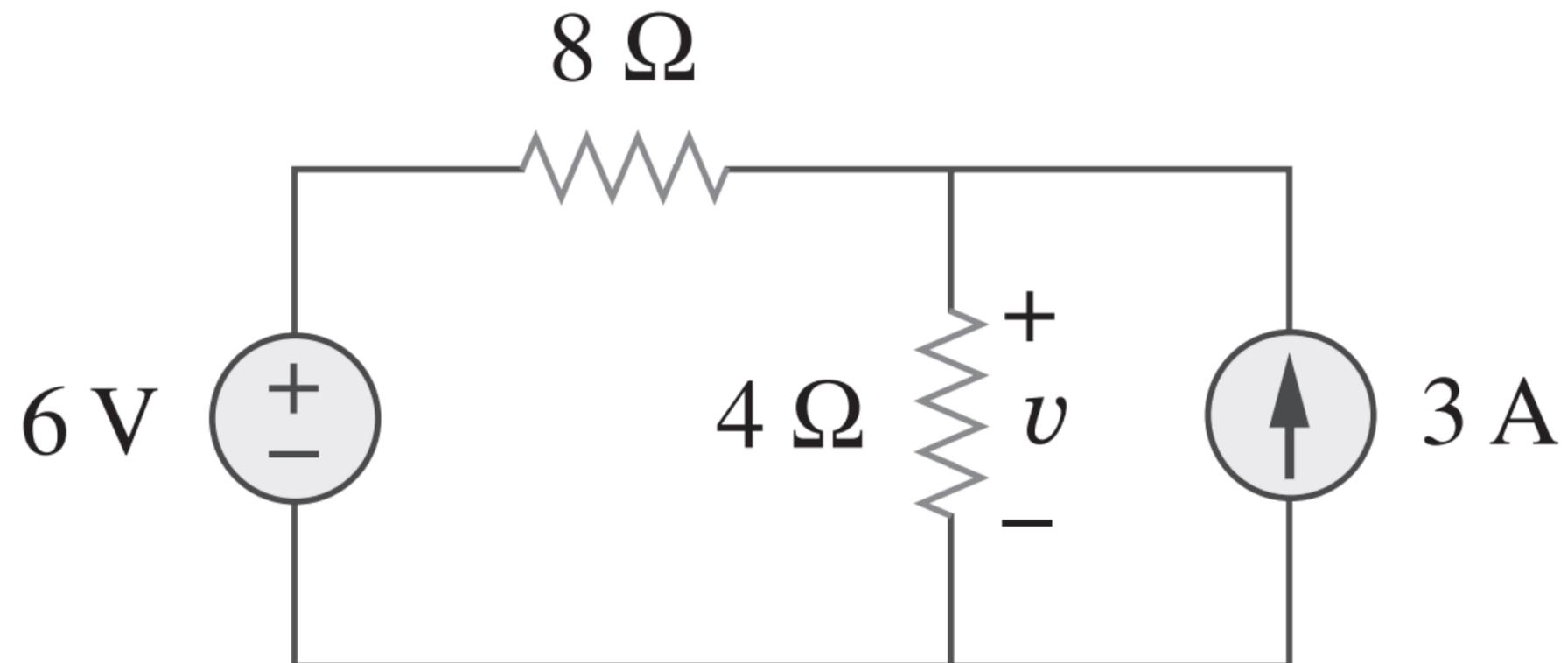


Figura 1 - Circuito com 2 fontes independentes

## Exemplo 2:

Determine  $i_o$  no circuito da usando superposição.

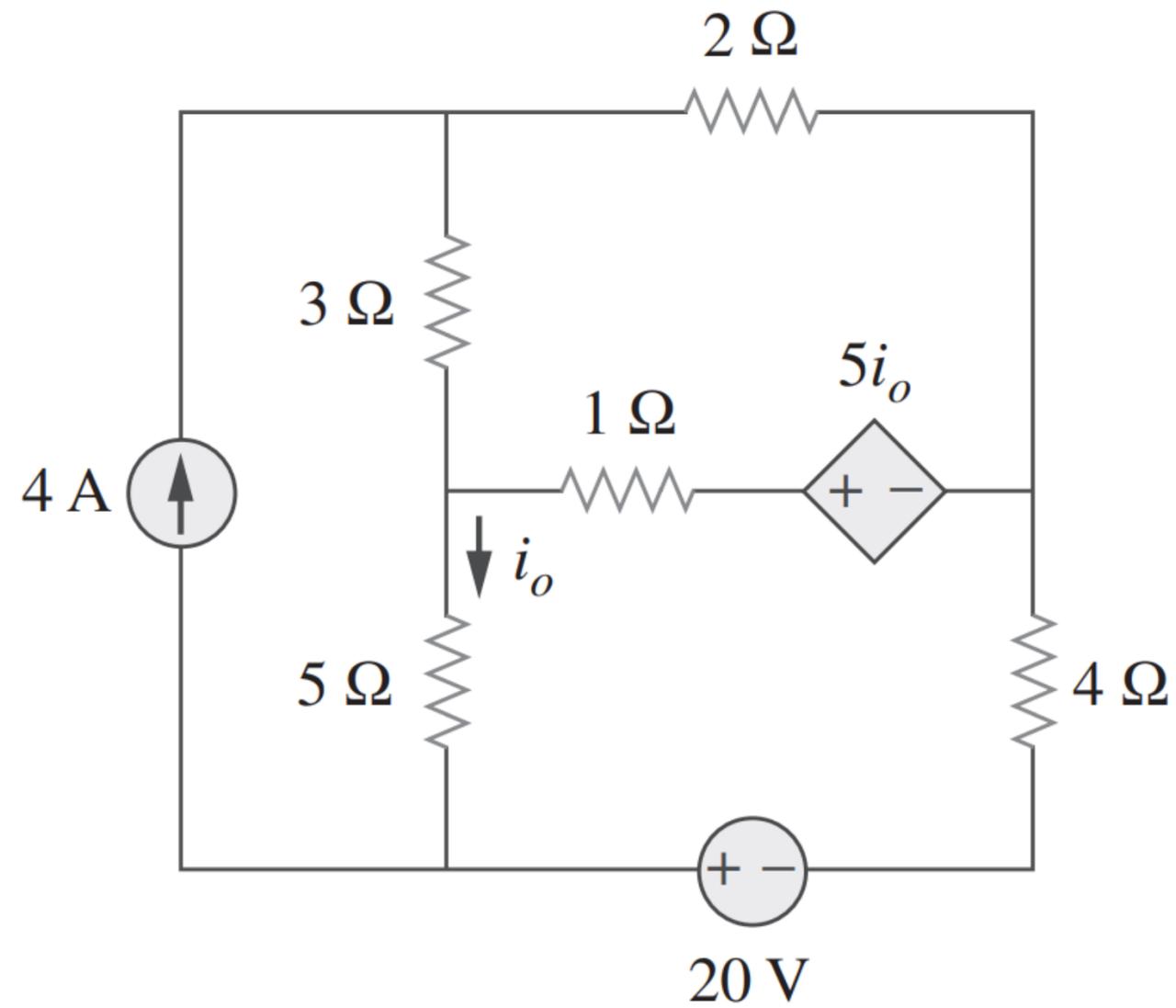


Figura 2 - Circuito com 2 fontes independentes e 1 controlada

# Fontes ideais

“Fontes de tensão e de corrente ideais são fontes que fornecem os valores determinados de tensão ou de corrente independentemente da carga à qual forem ligadas.”

- As fontes de tensão ideais possuem  $R_{in} = 0$
- As fontes de corrente ideais possuem  $R_{in} = \infty$

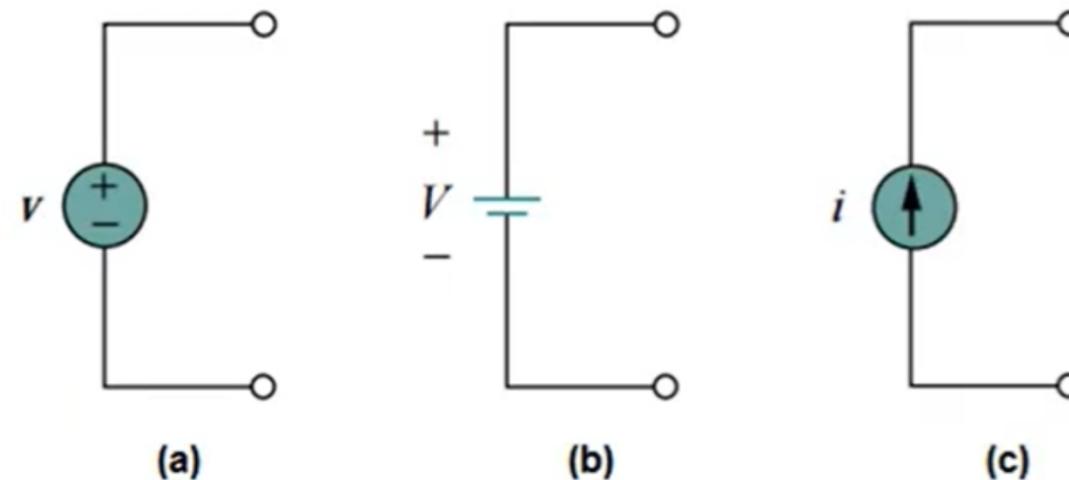


Figura 3 - (a) e (b) Fonte de tensão independente, (c) fonte de corrente independente

“Uma fonte dependente (ou controlada) ideal é um elemento ativo no qual a grandeza fornecida é controlada por outra tensão ou corrente do circuito.”

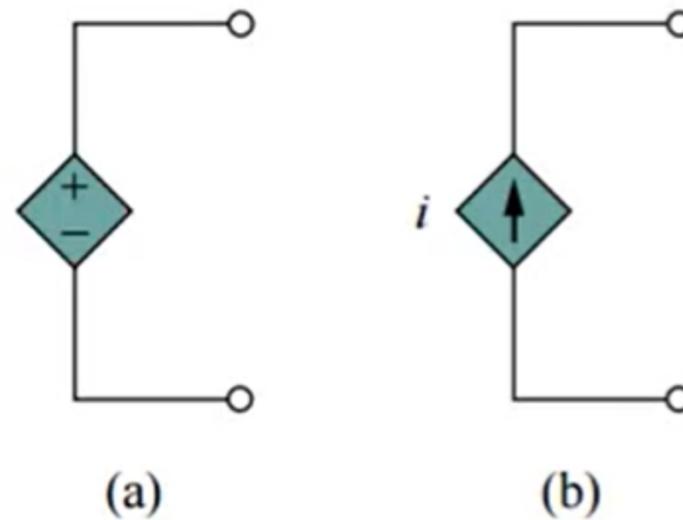
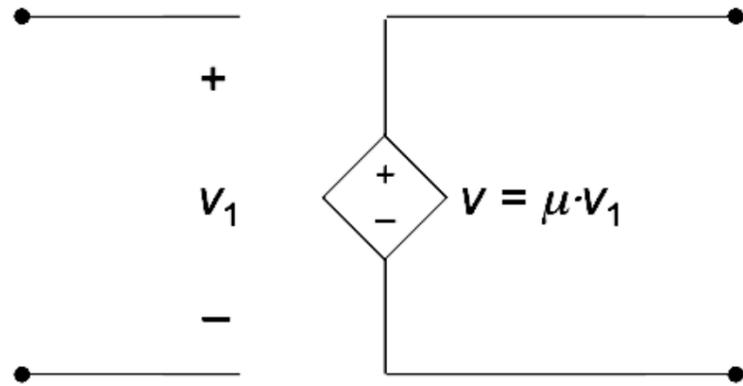


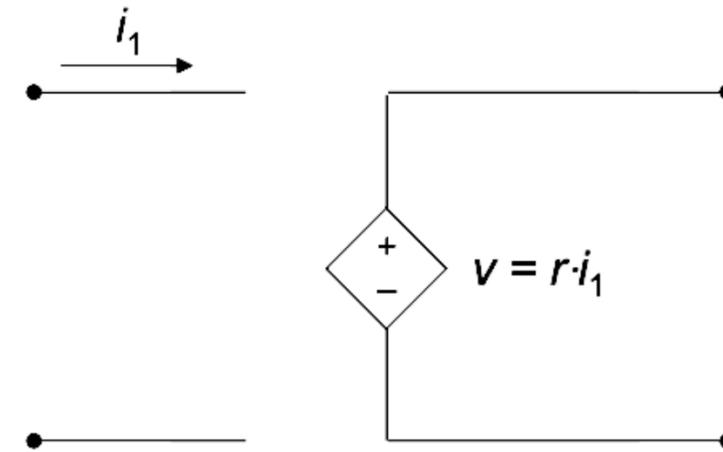
Figura 4 - (a) Fonte de tensão dependente, (b) fonte de corrente dependente

Fontes dependentes são normalmente designadas por símbolos com forma de losango.

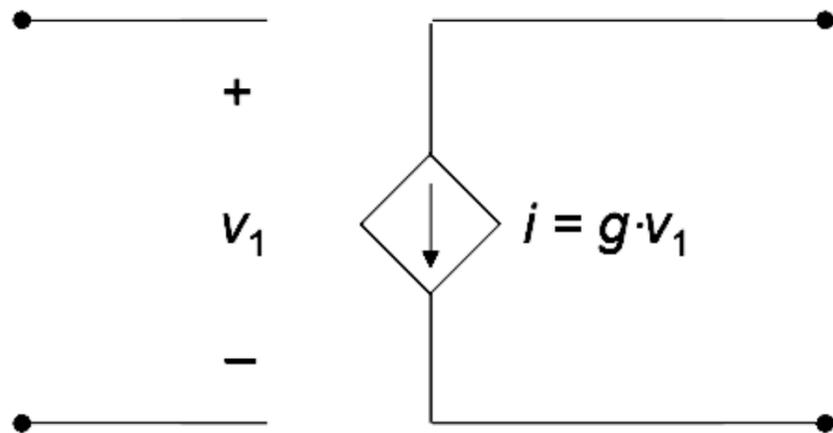
Existem 4 possibilidades de fontes controladas:



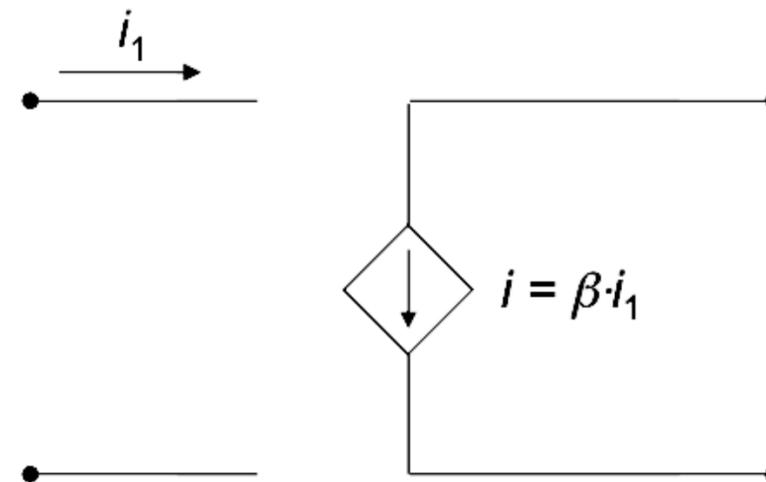
Fonte de tensão controlada por tensão



Fonte de tensão controlada por corrente



Fonte de corrente controlada por tensão



Fonte de corrente controlada por corrente

# Fontes reais

“As fontes de corrente e de tensão reais não são ideais em virtude das suas resistências internas ou resistências de fonte  $R_s$  e  $R_p$ , elas se tornam ideais à medida que  $R_s \rightarrow 0$  e  $R_p \rightarrow \infty$ .”

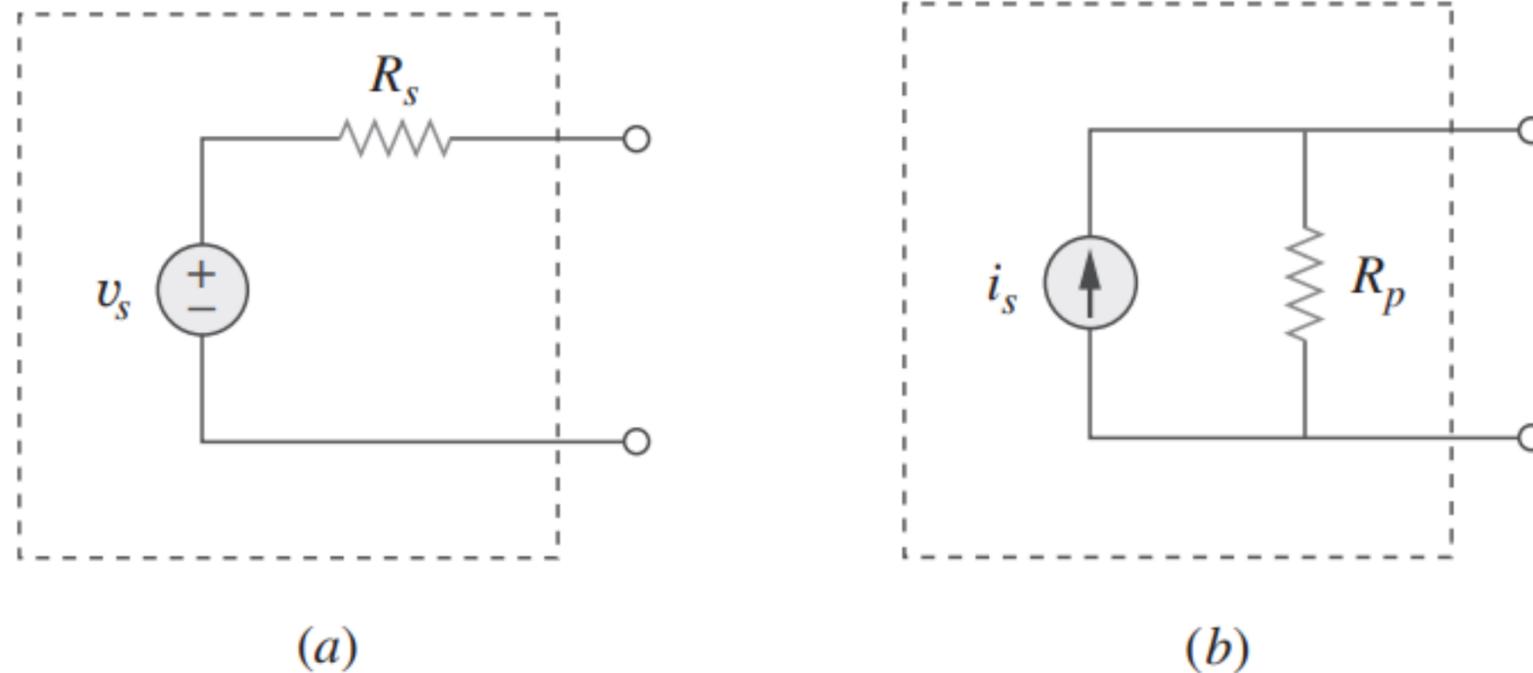


Figura 5 - (a) Fonte de tensão real, (b) fonte de corrente real

- A tensão na carga será constante se a resistência interna  $R_s$  da fonte for zero ou, pelo menos,  $R_s \ll R_L$ . Quer dizer, quanto menor for  $R_s$  em relação a  $R_L$ , a fonte de tensão está mais próxima de ser uma fonte ideal.

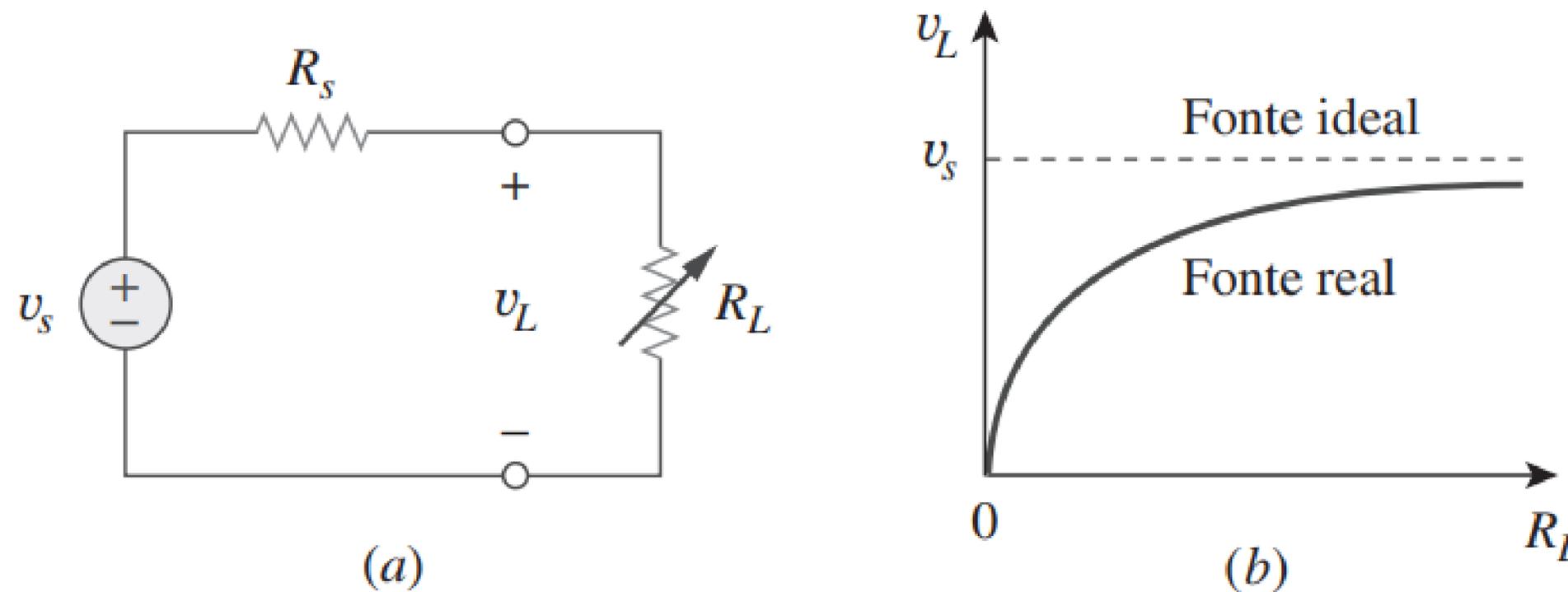


Figura 6 - (a) Fonte de tensão real conectada a uma carga  $R_L$ ; (b) A tensão de carga se reduz à medida que  $R_L$  diminui.

- Percebemos uma queda na corrente devido à carga (efeito de carga), e a corrente de carga é constante (fonte de corrente ideal) quando a resistência interna é muito alta (isto é,  $R_p \rightarrow \infty$  ou, pelo menos,  $R_p \gg R_L$ ).

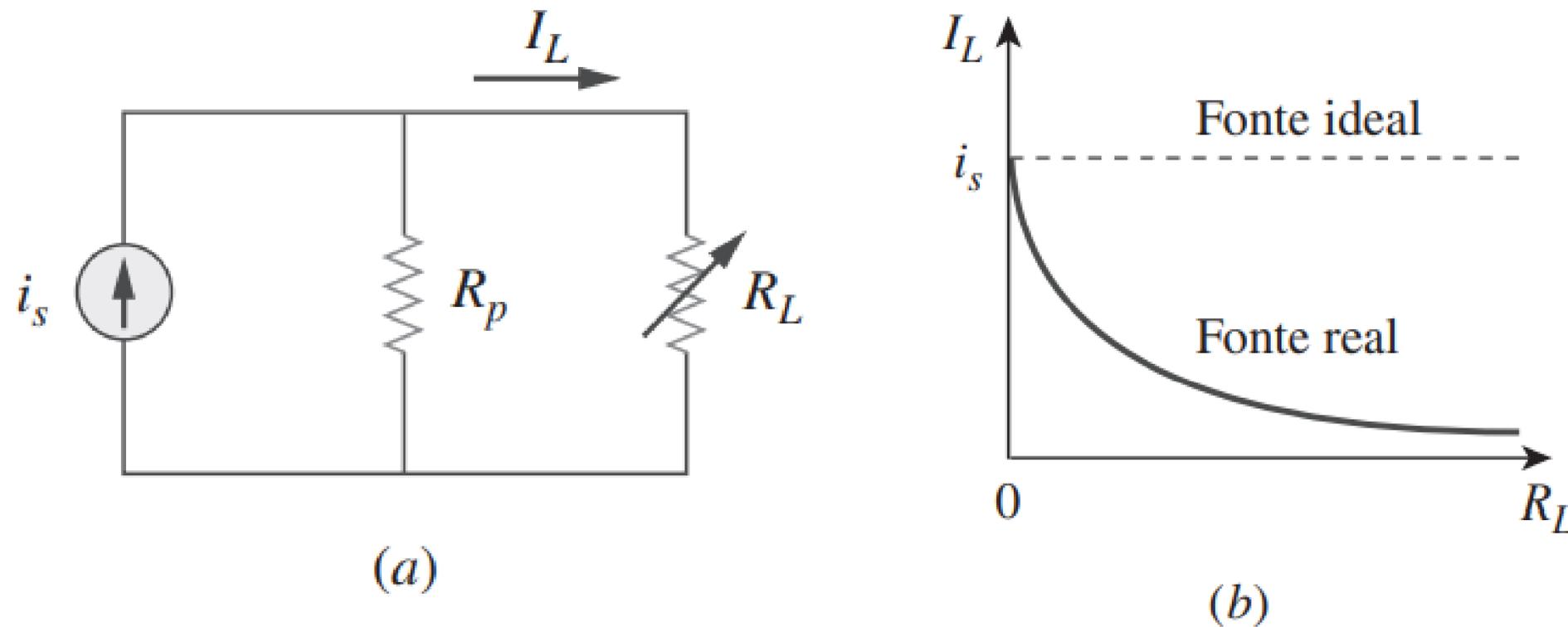


Figura 7 - (a) Fonte de tensão real conectada a uma carga  $R_L$ ; (b) A tensão de carga se reduz à medida que  $R_L$  diminui.

# Transformação de fontes

- Simplificar o circuito.
- Conceito da equivalência ➡ Curvas características v-i são idênticas à do circuito original.
- Substituir uma fonte de tensão em série com um resistor por uma fonte de corrente em paralelo com um resistor, ou vice-versa.

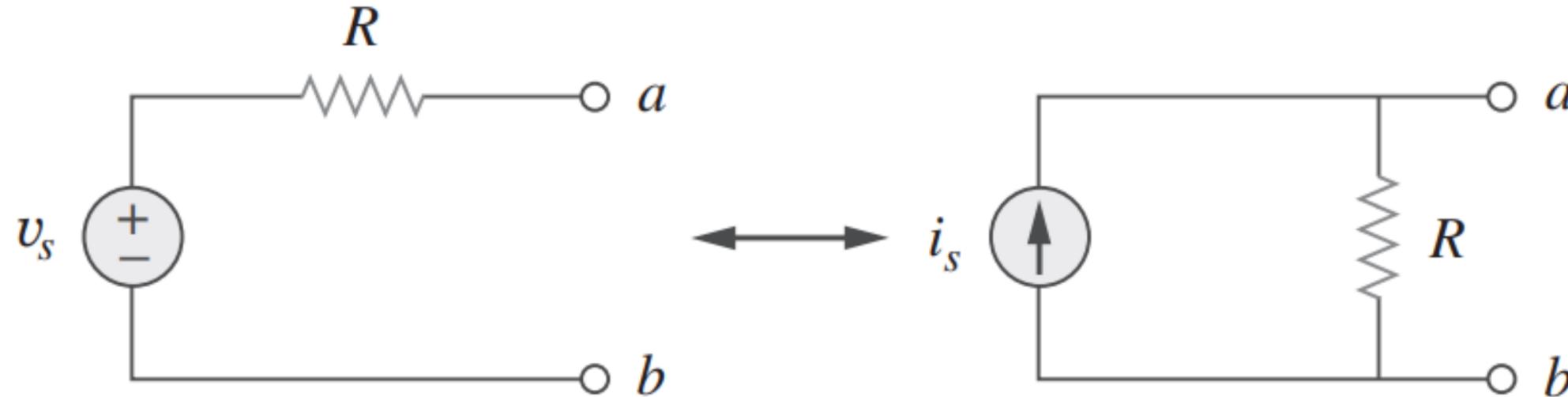


Figura 8 - Transformação de fontes independentes.

- Deve-se manter a relação:

$$v_s = i_s R \quad \text{ou} \quad i_s = \frac{v_s}{R}$$

- A transformação de fontes também se aplica a fontes dependentes, desde que tratemos adequadamente a variável dependente

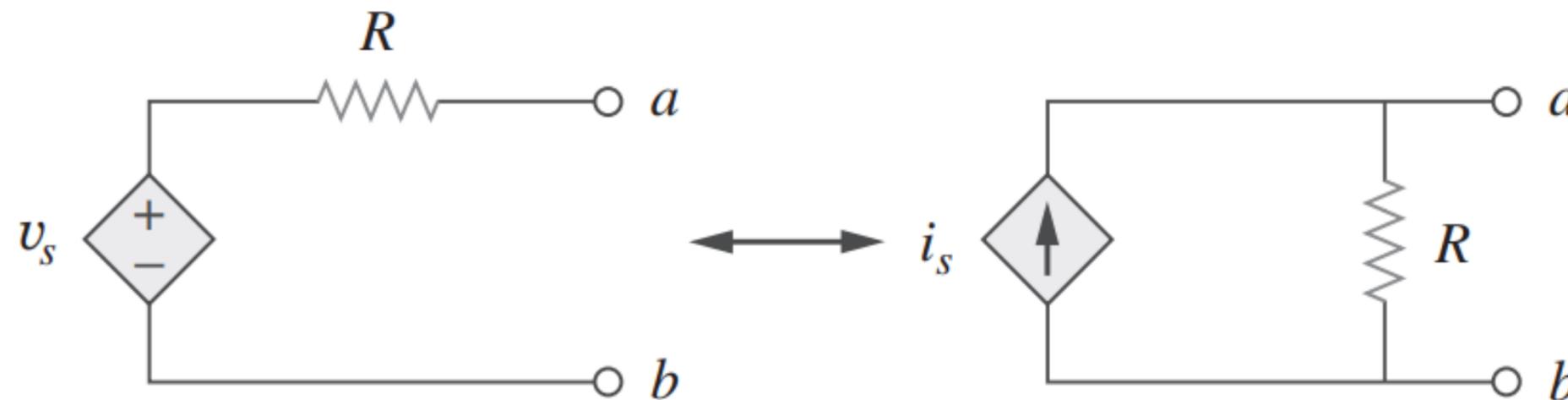


Figura 9 - Transformação de fontes dependentes.

## Exemplo 3:

- Use transformação de fontes para determinar  $v_o$  no circuito

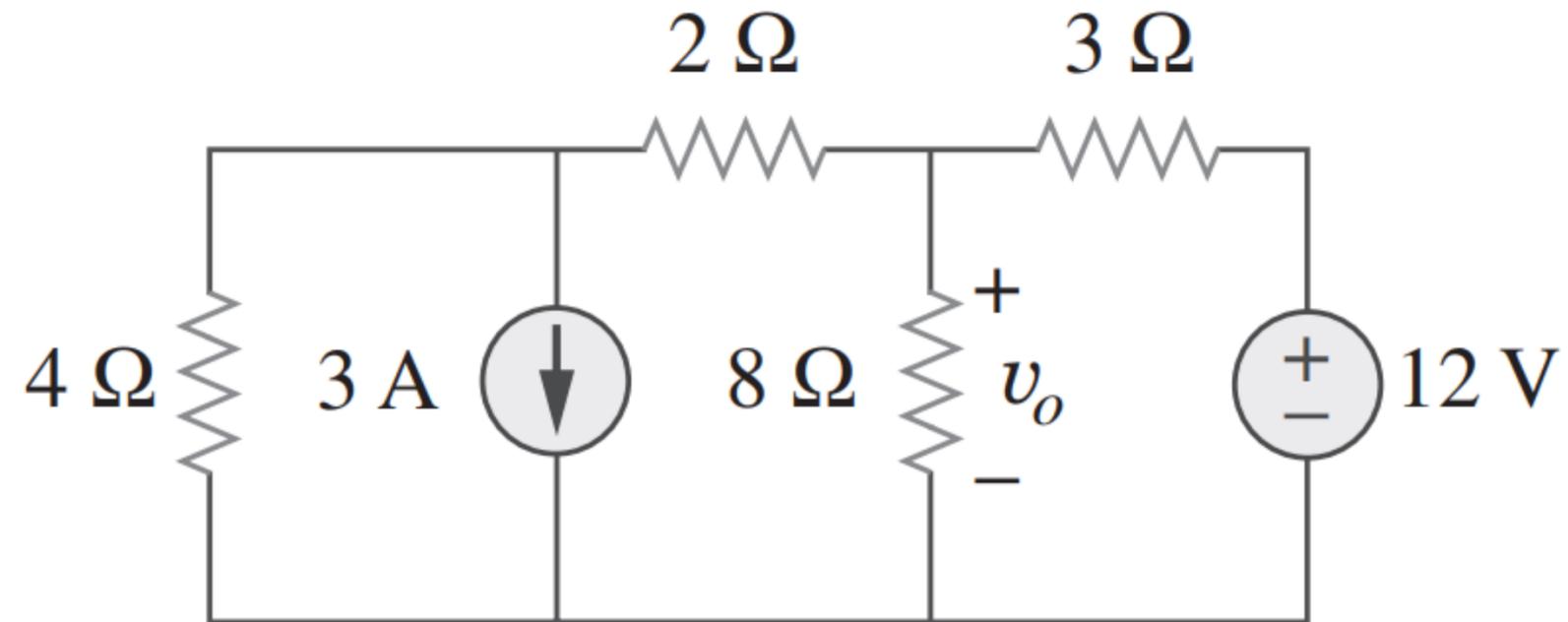


Figura 10 - Esquema para o Exemplo 3.