



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

# TE313 - Circuitos Elétricos I



Mestranda: Jamilly Barbara Nunes

# TÓPICOS

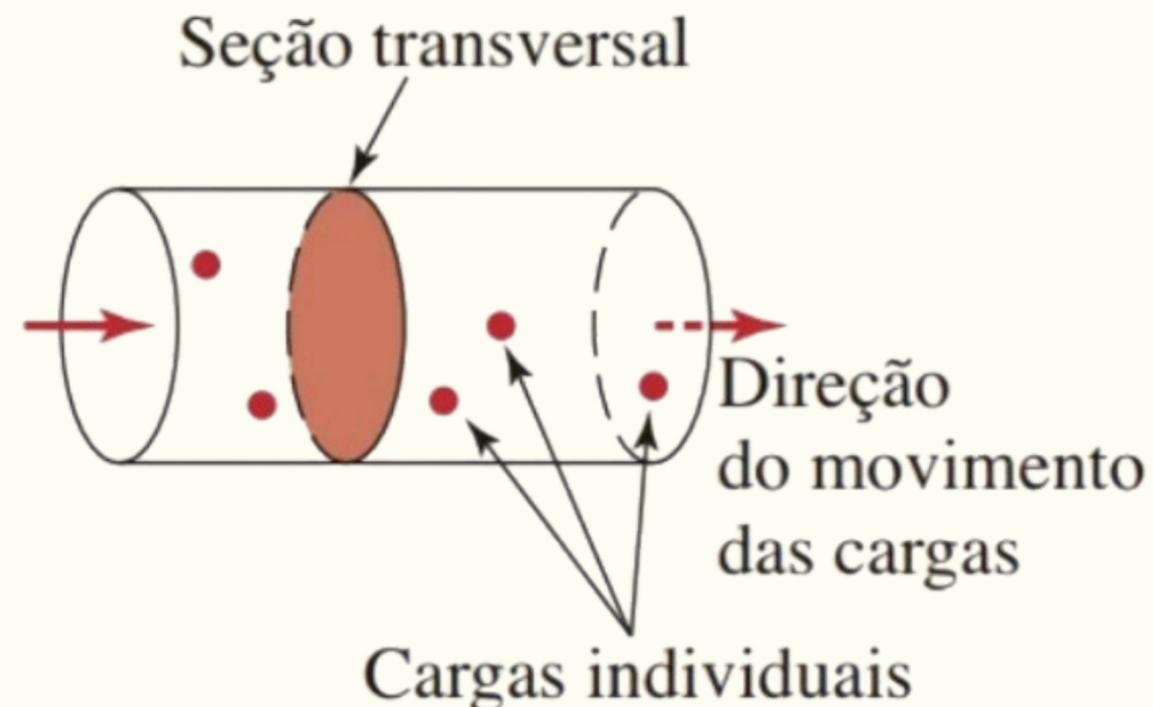
- Potência fornecida e absorvida
- Conservação de energia
- Máxima transferência de potência

# Potência Absorvida e Fornecida

- Potência é o trabalho em função da variação do tempo.

$$p \triangleq \frac{dw}{dt}$$

- Onde  $p$  é a potência em watts (W),  $w$  é a energia em joules (J) e  $t$  é o tempo em segundos (s)



- Figura 01 - Movimento de cargas em um condutor.

- A tensão  $V_{ab}$  entre dois pontos a e b em um circuito elétrico é a energia (ou trabalho) necessária para deslocar uma carga unitária de a para b:

$$V_{ab} \triangleq \frac{dw}{dq}$$

- Corrente elétrica é o fluxo de carga por unidade de tempo, medido em ampéres (A).

$$i \triangleq \frac{dq}{dt}$$

- Pelas definições de tensão e corrente encontra-se a potência Instantanea

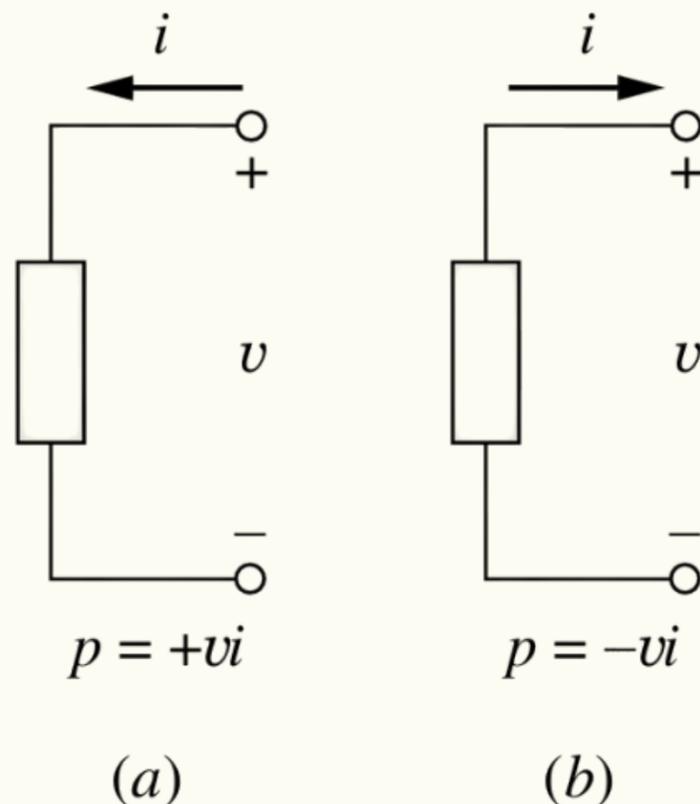
$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = vi$$

$$p = vi$$

- Potência também pode ser definida como a variação da energia (liberada ou absorvida) em função da variação do tempo

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

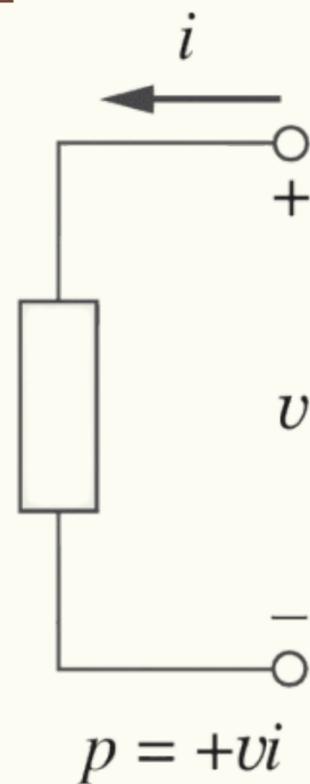
- A convenção de sinal passivo é realizada quando a corrente entra pelo terminal positivo de um elemento e  $p = +vi$ . Se a corrente entra pelo terminal negativo,  $p = -vi$ .



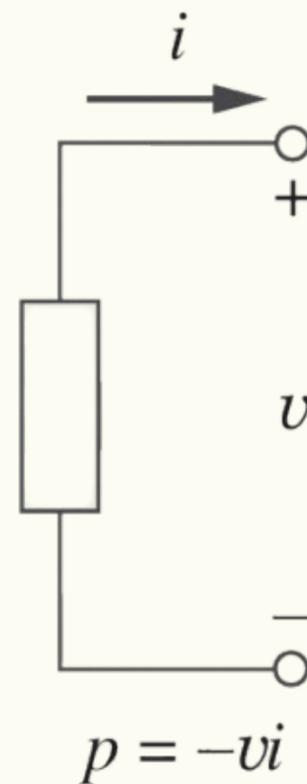
- Figura 02 - Polaridades referenciais para potência usando a convenção do sinal passivo: (a) absorção de potência; (b) fornecimento de potência.

# Potência Absorvida e Fornecida

- A potência de um elemento pode ser definida de duas formas:
  - Potência fornecida é quando o elemento fornece a potência para o circuito e assim  $P < 0$
  - Potência absorvida é quando o elemento absorve potência do circuito e temos  $P > 0$
  - Elementos que fornecem potência para o circuito são chamados de elementos ativos
  - Elementos que consomem potência no circuito são chamados de elementos passivos



(a)



(b)

# Elementos Ativos

- Fornecem energia para o circuito.
- Exemplos: Baterias, geradores, amplificadores operacionais, fontes independentes de tensão ou corrente, fontes controladas de tensão ou corrente.

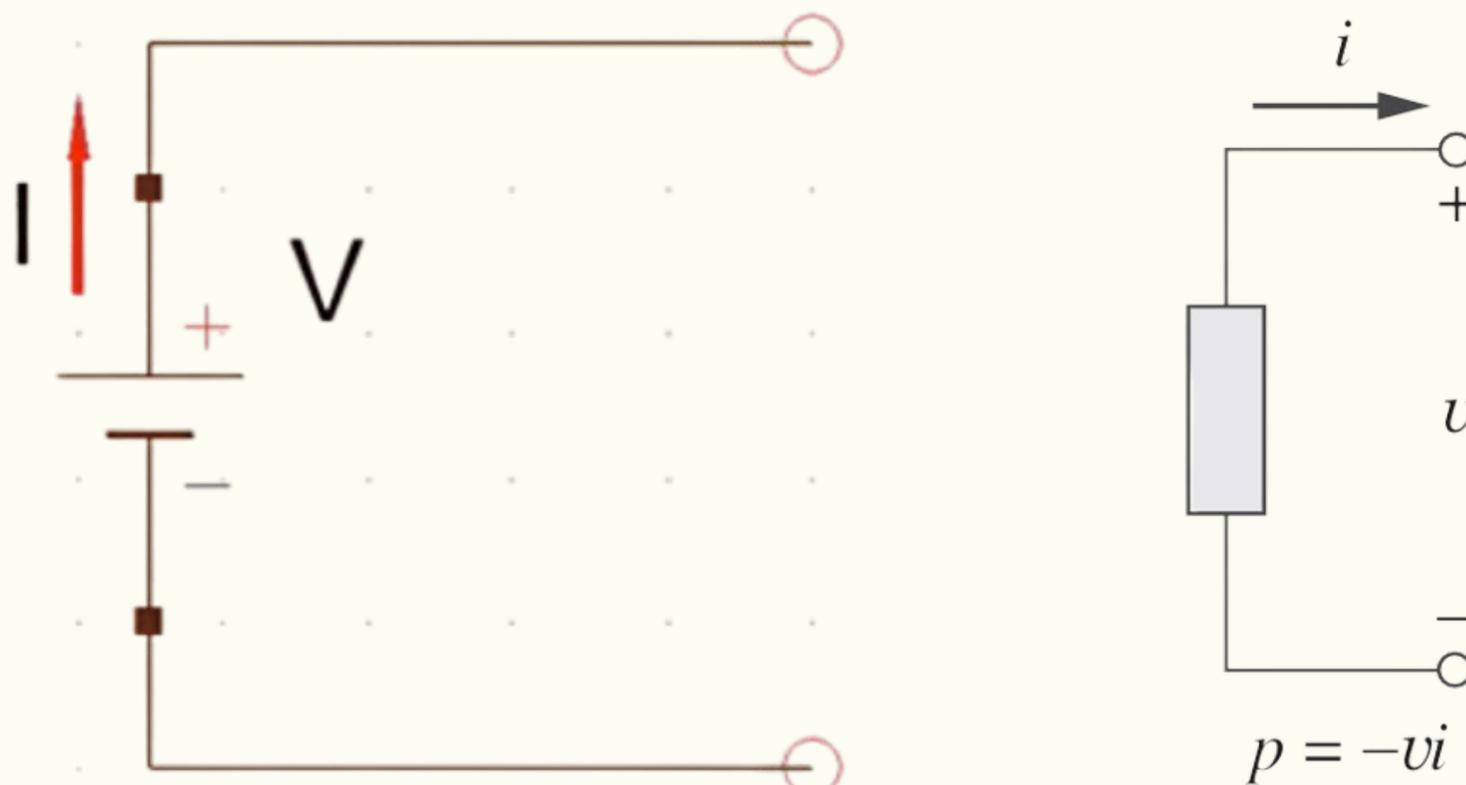
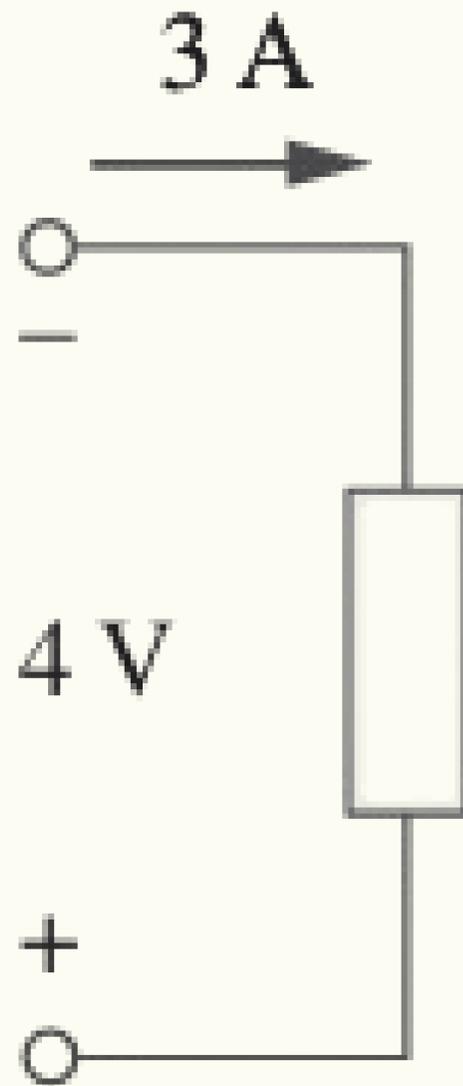


Figura 03 - Convenção de sinal de um elemento ativo.

# Exemplo de elementos ativos

- Caso com fornecimento de potência.



$$p = -vi$$

$v = +4 \text{ V}$  (em baixo é +, em cima é -)

Corrente de  $3 \text{ A}$  entra pelo terminal **negativo**

Aqui é **convenção ativa**, então:

$$p = -v \times i = -4 \times 3 = -12 \text{ W}$$

# Elementos Passivos

- Absorvem energia do circuito.
- Exemplos: Resistores, capacitores, indutores, uma bateria sendo carregada.

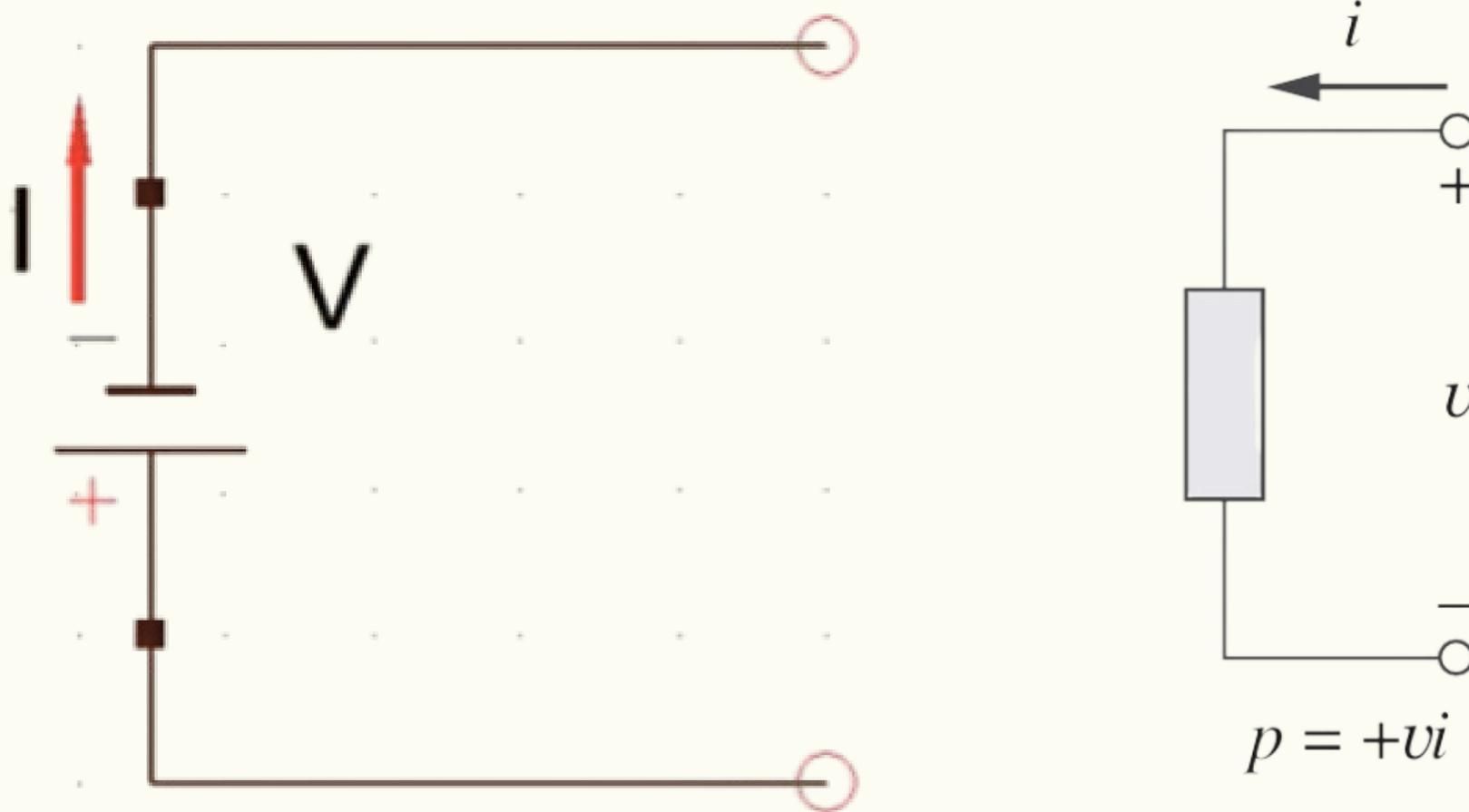
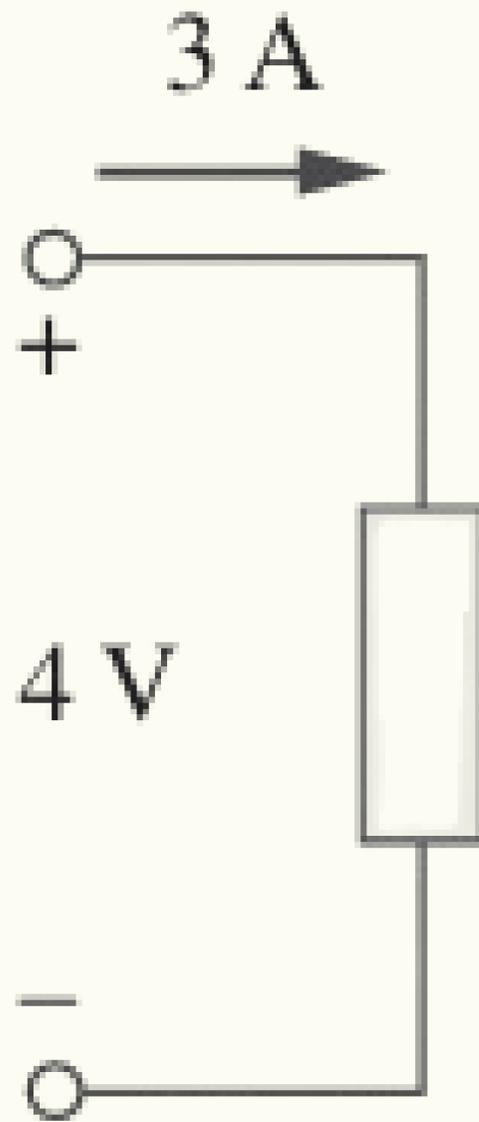


Figura 04 - Convenção de sinal de um elemento passivo.

# Exemplo de elementos passivos

- Caso com fornecimento de potência.



$$p = vi$$

$v = +4 \text{ V}$  (em cima é +, embaixo é -)

Corrente de  $3 \text{ A}$  entra pelo terminal positivo

Pela convenção passiva,

$$p = v \times i = 4 \times 3 = +12 \text{ W}$$

# Conservação de Energia

- Lei da conservação de energia:
  - A energia total (mecânica e não mecânica) de um sistema isolado (que não troca matéria ou energia com o exterior) mantém-se constante.

$$w = \int_{t_0}^t p \, dt = \int_{t_0}^t v i \, dt$$

- A soma algébrica da potência em um circuito elétrico em qualquer instante de tempo deve ser zero:

+Potência absorvida = -Potência fornecida

$$\sum p = 0$$

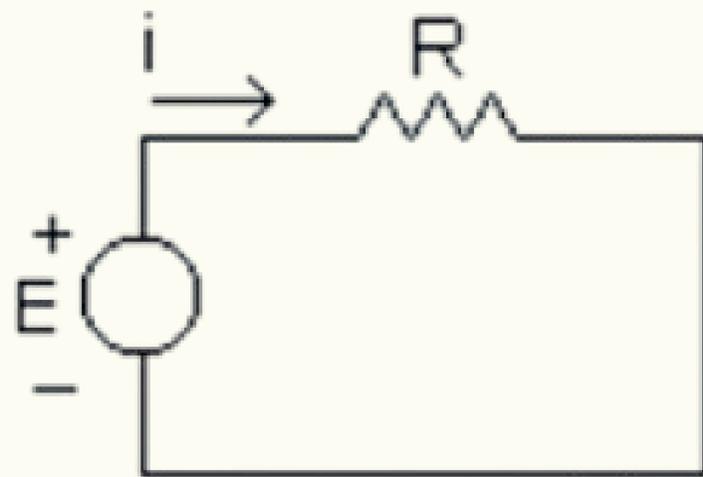
# Conservação de Energia

- A Lei de Joule é um exemplo particular do princípio da conservação da energia:

- W: Trabalho ou energia térmica dissipada
- R: Resistência elétrica do condutor
- I: Corrente elétrica que percorre o condutor
- t: Tempo

$$W = I^2 \times R \times \Delta t$$

- Exemplo:
- Energia aparece no resistor R como energia térmica.
- Carga deslocada através da fonte E.
- Carga deslocada na fonte terá realizado trabalho (W).
- Trabalho realizado pela fonte deverá ser igual a energia térmica.



$$E = W$$

$$P \times \Delta t = I^2 \times R \times \Delta t$$

# Máxima transferência de potência

- Em diversas situações práticas, um circuito é projetado para fornecer potência a uma carga.
- Maximizar transferência de potência para a carga para garantir alto rendimento.
- Deve-se ter conhecimento das perdas internas do circuito.
- O circuito equivalente de Thévenin é útil para descobrir a potência máxima que um circuito linear pode liberar a uma carga.

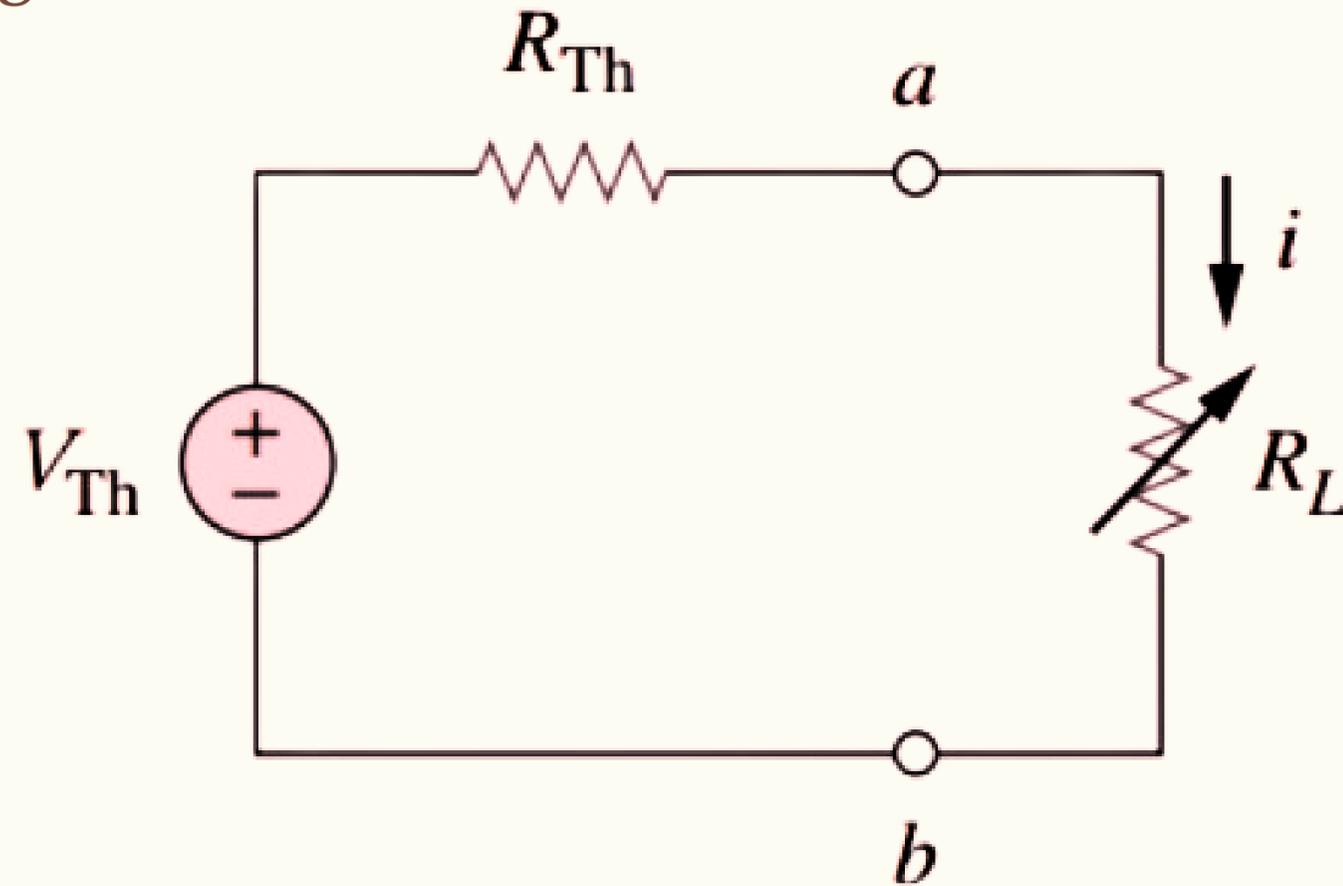


Figura 05 - Circuito utilizado para máxima transferência de potência.

# Máxima transferência de potência

- Sendo:

$$p = i^2 R_L \qquad I_L = \frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_L}$$

- Substituindo:

$$p = i^2 R_L = \left( \frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_L} \right)^2 R_L$$

- A potência máxima é obtida quando a derivada em relação a  $R_L$  é 0.

$$\frac{dP}{dR_L} = 0$$

# Máxima transferência de potência

- Diferenciando: 
$$\frac{dp}{dR_L} = V_{Th}^2 \left[ \frac{(R_{Th} + R_L)^2 - 2R_L(R_{Th} + R_L)}{(R_{Th} + R_L)^4} \right]$$
$$= V_{Th}^2 \left[ \frac{(R_{Th} + R_L - 2R_L)}{(R_{Th} + R_L)^3} \right] = 0$$

- O que implica em:

$$0 = (R_{Th} + R_L - 2R_L) = (R_{Th} - R_L)$$

- Que leva a:

$$R_L = R_{Th}$$

- A potência máxima é transferida a uma carga quando a resistência de carga for igual à resistência de Thévenin quando vista da carga ( $R_L = R_{Th}$ ).

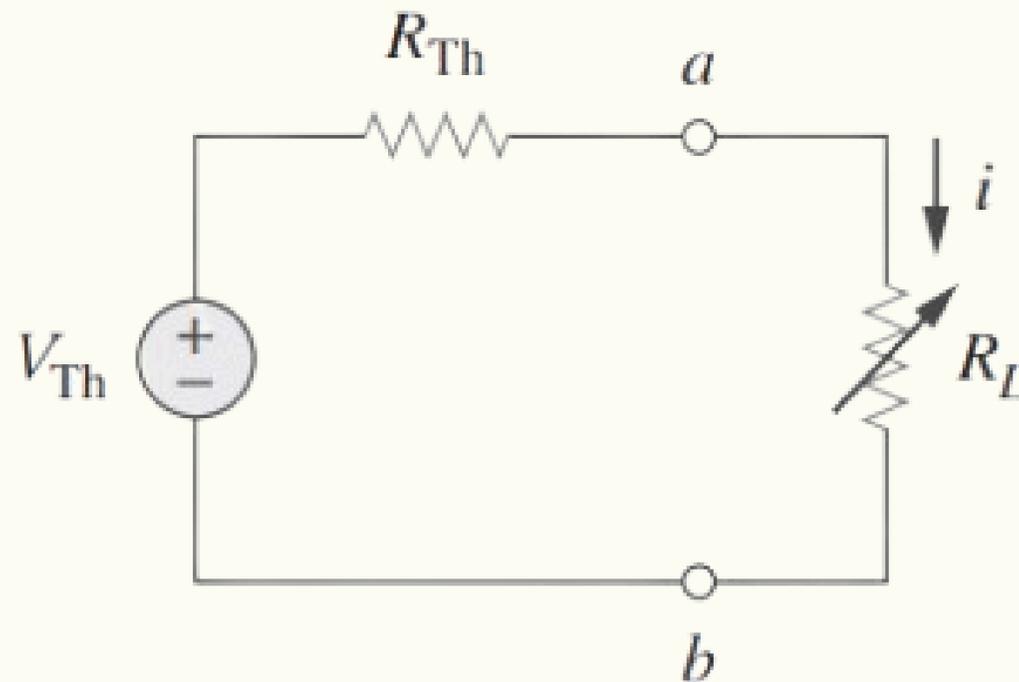
# Máxima transferência de potência

- Sendo  $R_L = R_{Th}$ , substituindo em:

$$p = i^2 R_L = \left( \frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_L} \right)^2 R_L$$

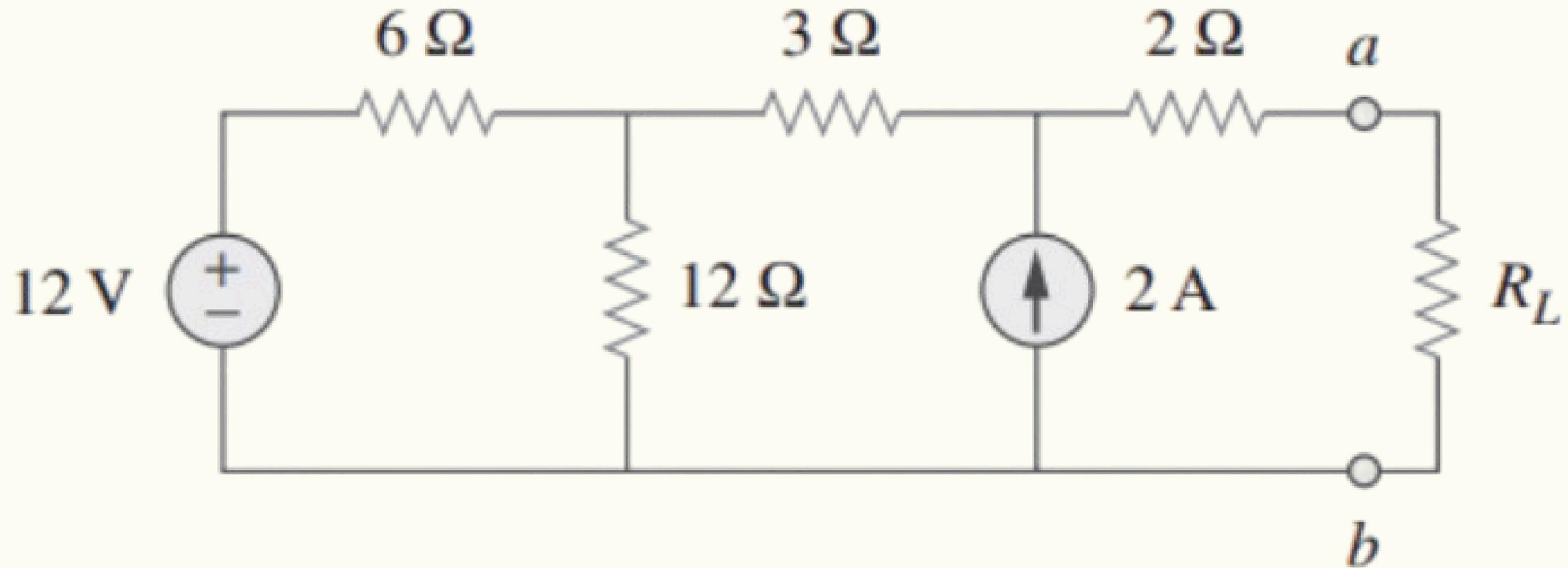
- Chega-se a potência máxima transferida:

$$P_{\max} = \frac{V_{Th}^2}{4R_{Th}}$$



# Exemplo

- Determine o valor de  $R_L$  para a máxima transferência de potência no circuito. Determine a potência máxima.



# OBRIGADA PELA ATENÇÃO

Contato

 [jamilly.nunes@ufpr.com](mailto:jamilly.nunes@ufpr.com)