

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

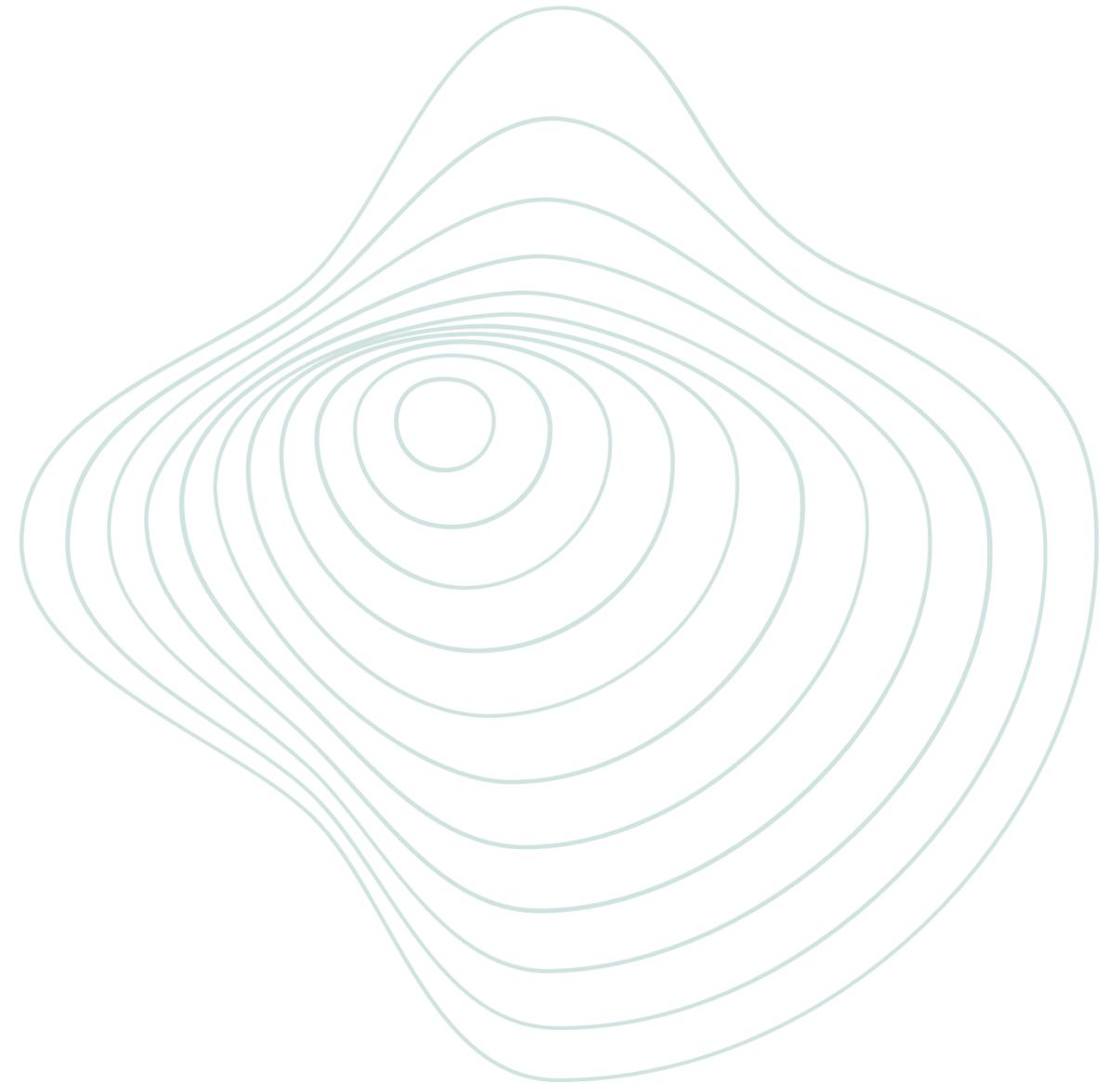
Circuitos Elétricos I

- TE313

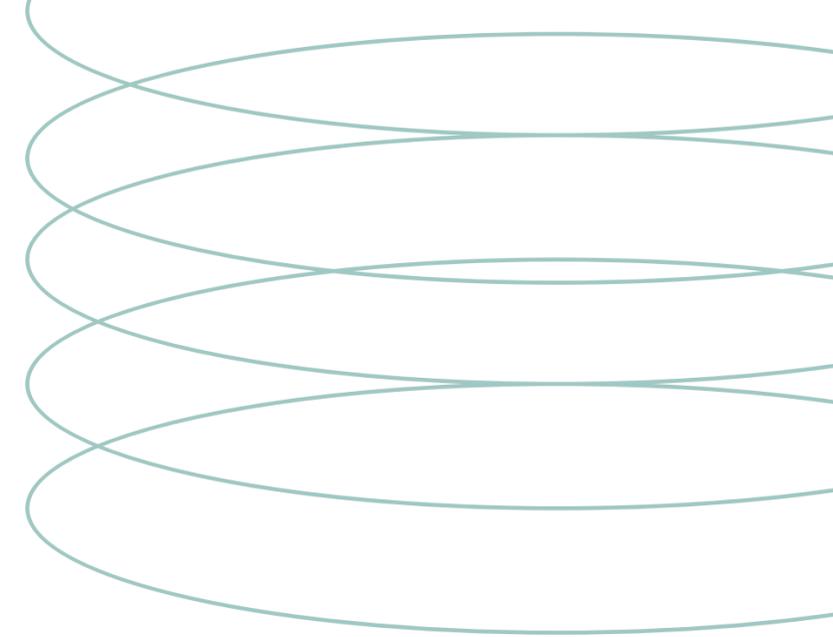
Mariana Yaeda Artuso

Agenda

- 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)

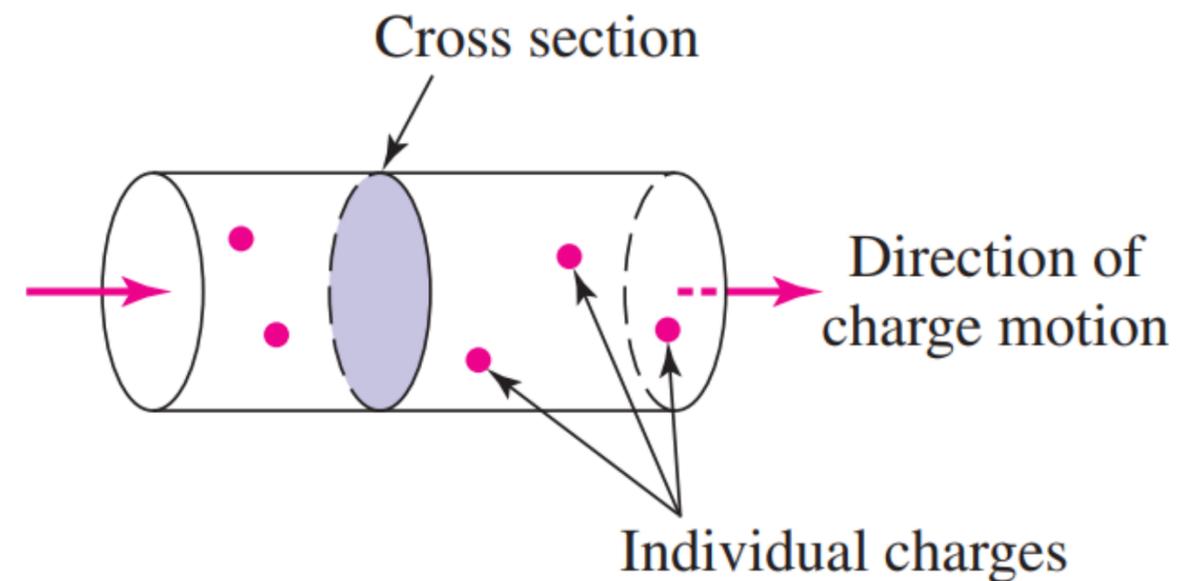


Fig. 1 - Movimento de cargas em um condutor

- 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

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

- 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, $p = -vi$.

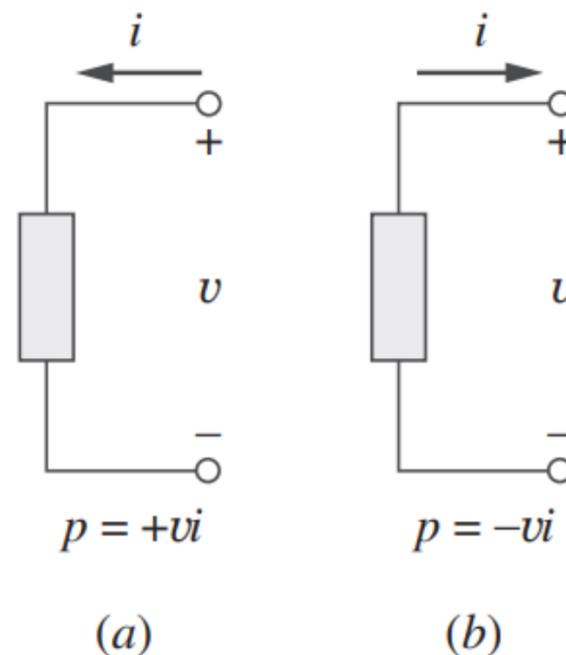
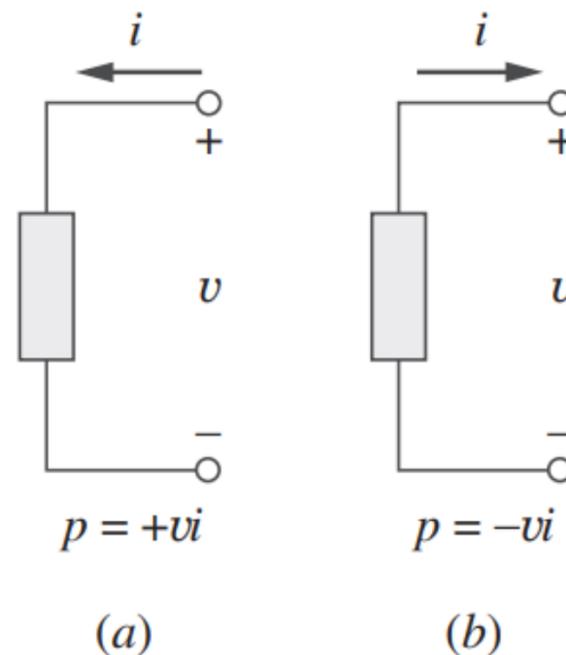


Fig. 2 - Polaridades referenciais para potência usando a convenção do sinal passivo: (a) absorção de potência; (b) fornecimento de potência.

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 $P > 0$
- Os elementos que fornecem potência para o circuito são chamados de elementos ativos
- Elementos que consomem potência no circuito são chamados de elementos passivos



Elementos ativos

Fornecem energia para o circuito. Exemplos:

- Baterias, geradores, amplificadores operacionais, fontes independentes de tensão ou corrente, fontes controladas de tensão ou corrente.

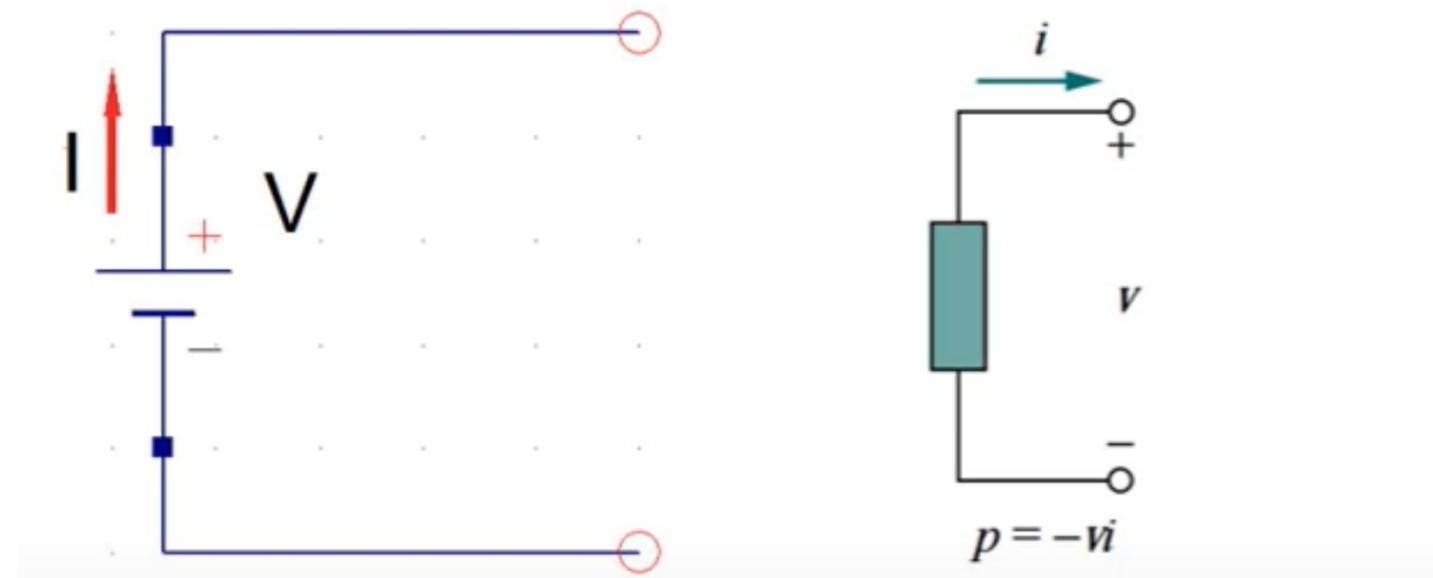
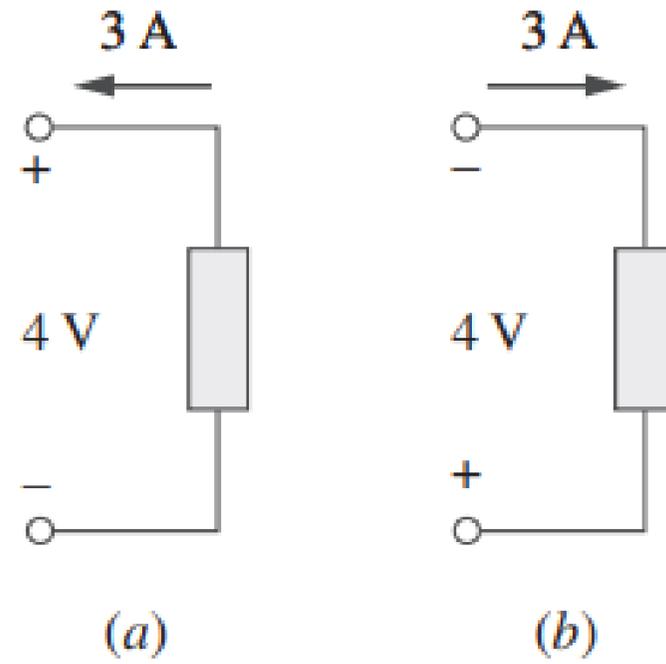


Fig. 3 - Convenção de sinal de um elemento ativo

- A potência será negativa

- Exemplo de elementos ativos



a) $P = V \times I = 4 \times (-3) = -12 \text{ W}$

b) $P = 4 \times (-3) = -12 \text{ W}$

Elementos passivos

Absorvem energia do circuito. Exemplos:

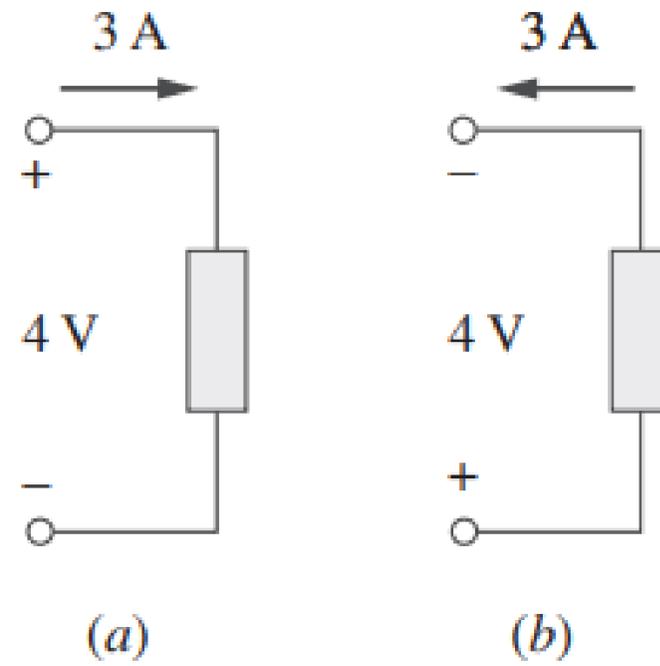
- Resistores, capacitores, indutores, uma bateria sendo carregada



Fig. 4 - Convenção de sinal de um elemento passivo

- A potência será positiva

- Exemplo de elementos passivos



a) $P = V \times I = 4 \times 3 = 12 \text{ W}$

b) $P = 4 \times 3 = 12 \text{ W}$

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.

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

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

$$\sum p = 0$$

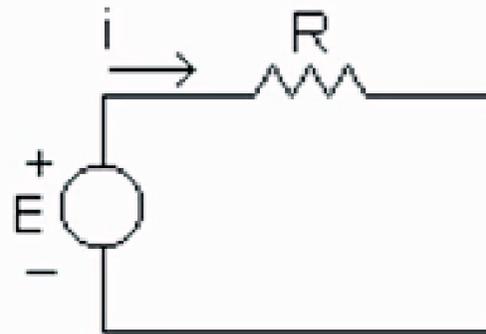
+Potência absorvida = -Potência fornecida

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

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

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

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.

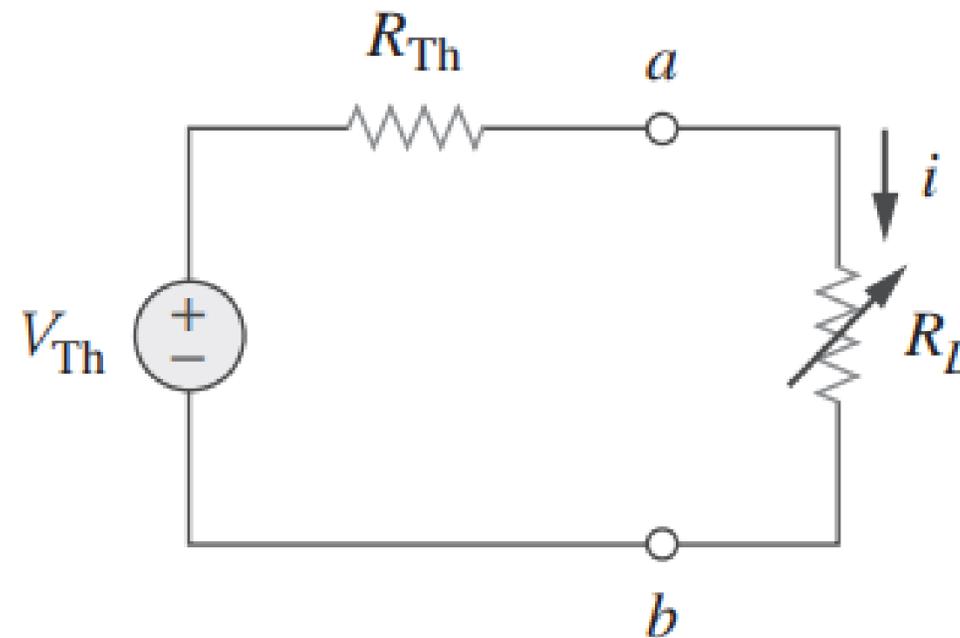


Fig. 5 - Circuito utilizado para máxima transferência de potência

- Sendo:

$$p = i^2 R_L$$

$$I_L = \frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_L}$$

- 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

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

- Diferenciando:

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

- O que implica em:

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

- Que leva a:

$$R_L = R_{Th}$$

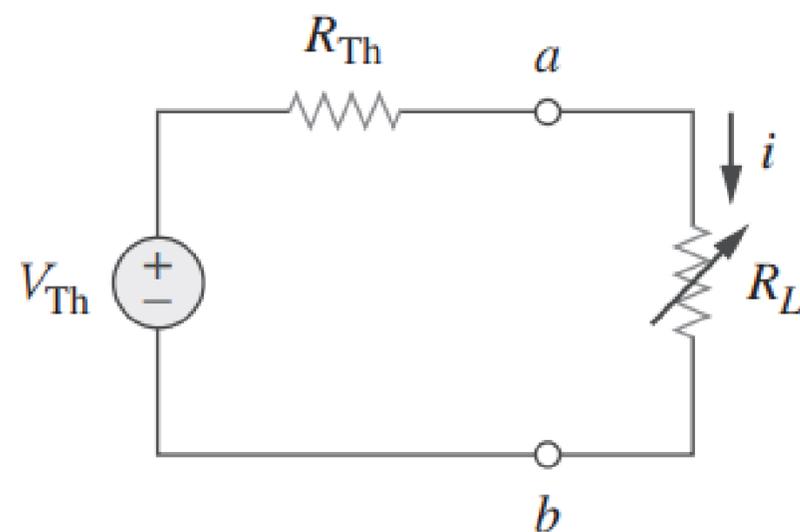
A potência máxima é transferida a uma carga quando a resistência de carga for igual à resistência de Thévenin quando vista da carga ($R_L = R_{Th}$).

- 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.

