

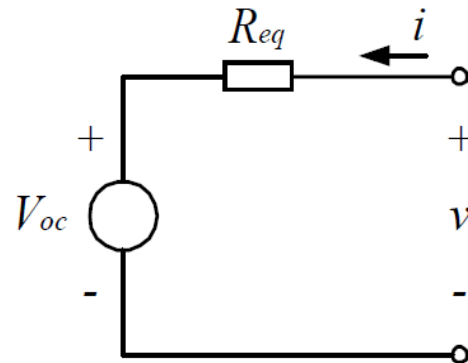
# Aula de Eletrônica

## Teorema de Thévenin

Prof. Dr. Ricardo Luiz Barros de Freitas

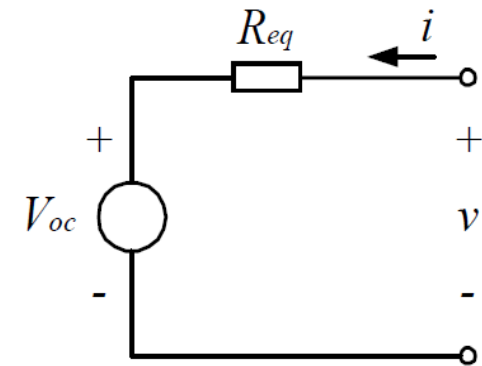
# Teorema de Thévenin

- Um circuito que contém fontes independentes é dito ser um circuito ativo.
- Um circuito ativo que contém resistências, ou resistências e fontes controladas, tem como equivalente um circuito composto por uma simples fonte mais uma simples resistência.
- **O Teorema de Thévenin estabelece que:**
- Qualquer circuito ativo, possuindo apenas um par de terminais, pode ser substituído por uma fonte de tensão equivalente em série com um ramo passivo.



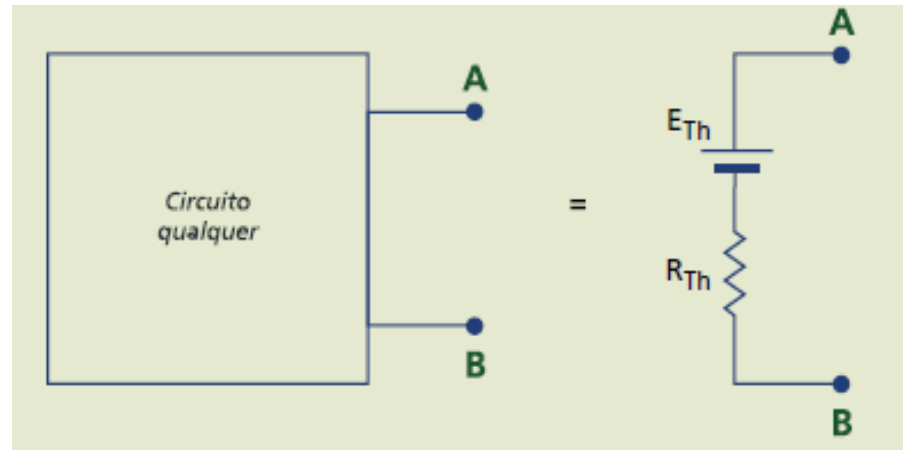
# Teorema de Thévenin

- A fonte de tensão é a tensão medida nos terminais quando nada está ligado externamente ao circuito.
- Em outras palavras, é a tensão de circuito aberto.
- O ramo passivo é o circuito suposto em repouso, no qual todas as fontes independentes são consideradas mortas.
- Matar as fontes significa substituir todas as fontes de tensão independentes por um curto circuito, e todas as fontes de corrente independentes por um circuito aberto.
- As fontes controladas não podem ser mortas.



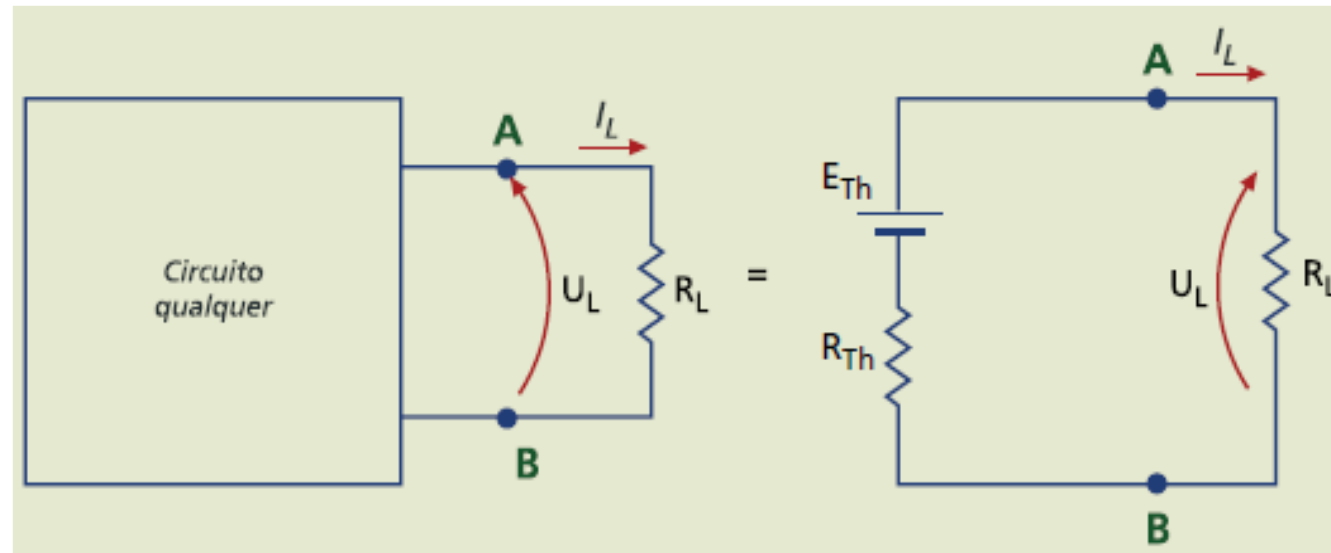
# Teorema de Thévenin

- Escolhidos dois pontos em um circuito elétrico qualquer, os efeitos do circuito sobre eles podem ser representados por um gerador de tensão, com sua respectiva resistência interna, chamado gerador equivalente de Thévenin



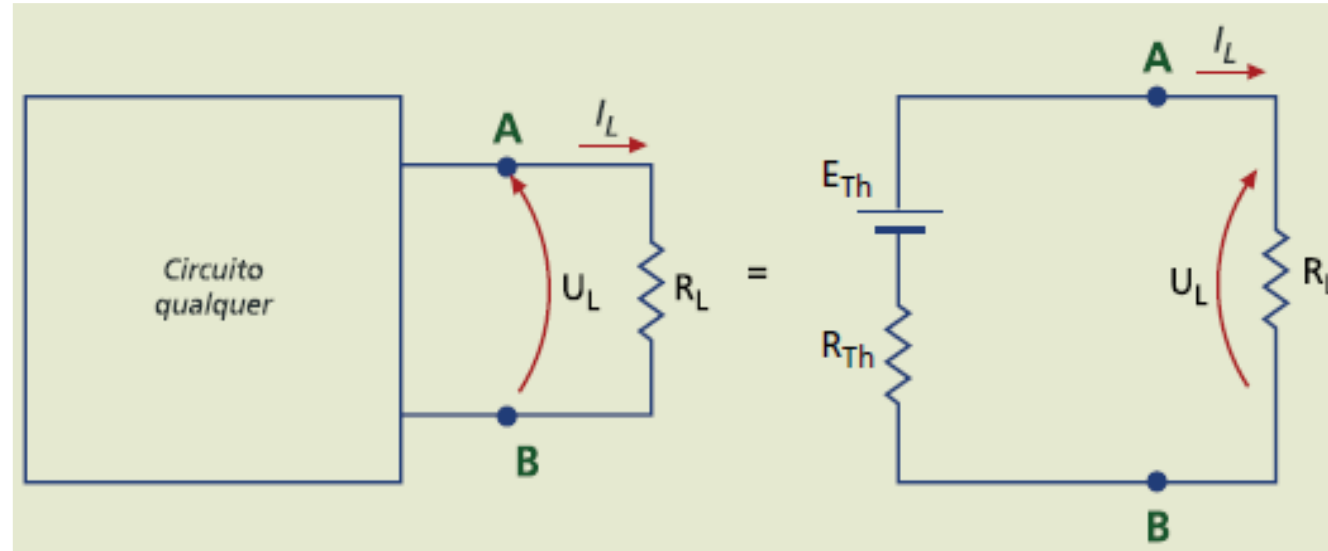
# Teorema de Thévenin

- Quanto aos efeitos produzidos, vamos considerar uma mesma carga  $R_L$  ligada a um circuito qualquer e ao gerador equivalente de Thévenin.
- Nos dois casos, a tensão e a corrente sobre essa carga serão as mesmas.



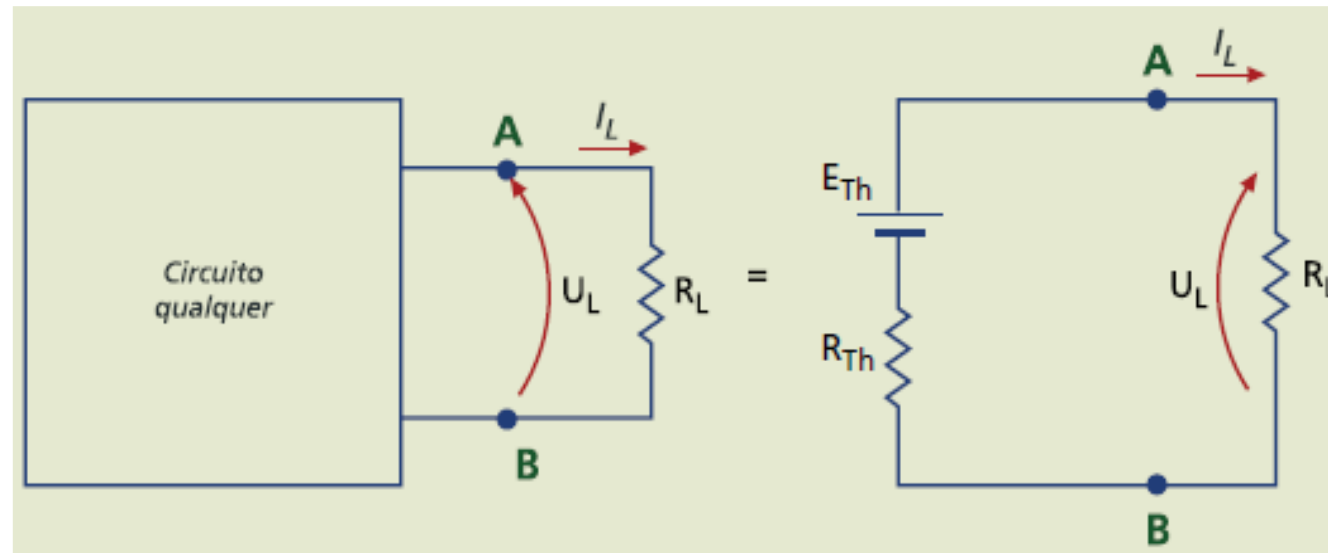
# Teorema de Thévenin

- Quanto aos efeitos produzidos, vamos considerar uma mesma carga  $R_L$  ligada a um circuito qualquer e ao gerador equivalente de Thévenin.
- Nos dois casos, a tensão e a corrente sobre essa carga serão as mesmas.



# Teorema de Thévenin

- Esse processo permite determinar a tensão em um componente do circuito, sem a necessidade de calcular outros parâmetros.
- Na prática, tal método se aplica, por exemplo, quando um componente do circuito assume valores distintos e se deseja determinar as medidas de tensão para cada um deles.



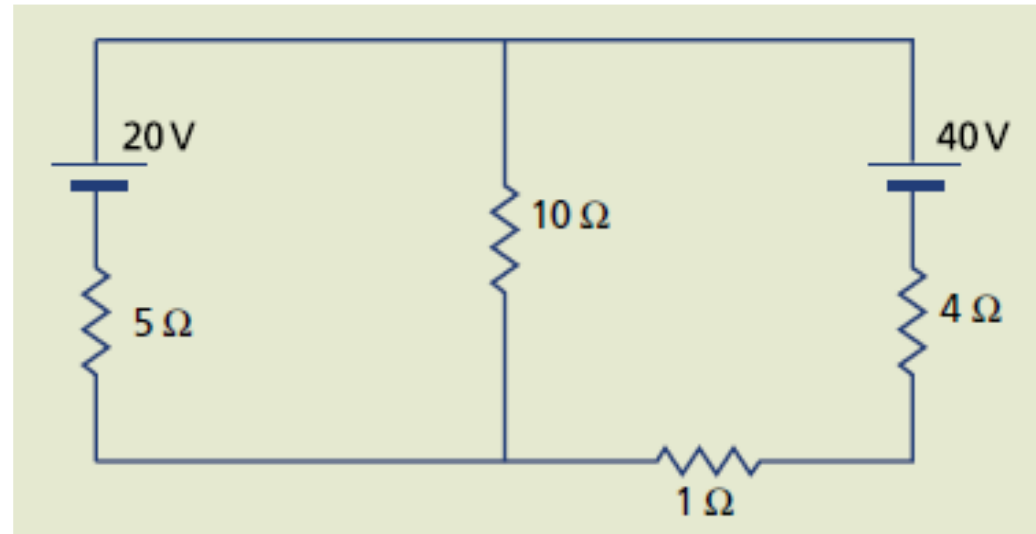
# Determinação do gerador equivalente de Thévenin

- 1. Retiram-se do circuito os componentes do ramo a ser analisado, ou seja, determinam-se os pontos A e B de estudo, deixando-os em vazio.
- 2. A tensão do gerador de Thévenin ( $E_{Th}$ ) é a tensão entre os pontos A e B em vazio (sem carga).
  - Para determinação dessa tensão, pode-se utilizar qualquer método de resolução de circuitos conhecido.
- 3. A resistência interna do gerador de Thevenin ( $R_{Th}$ ) é a resistência vista entre os pontos A e B do circuito em vazio.
  - Como já estudado, a medida da resistência elétrica não pode ser efetuada com o circuito energizado; logo, é preciso retirar os geradores do circuito, lembrando que:
    - o gerador de tensão deve ser substituído por curto-circuito;
    - o gerador de corrente deve ser substituído por circuito aberto.



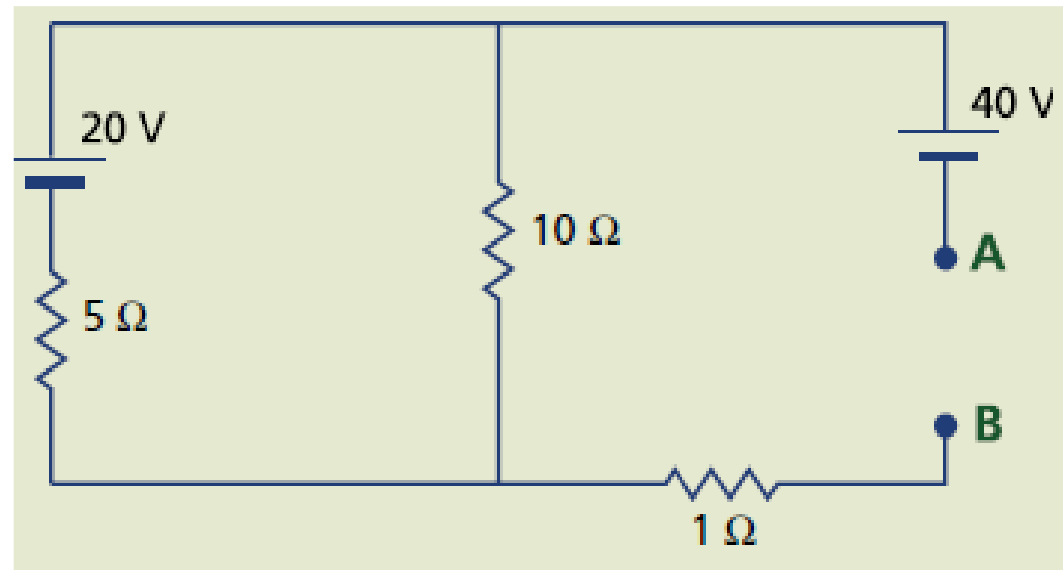
# Determinação do gerador equivalente de Thévenin

- **Exemplo:**
- Determine a corrente que percorre a resistência de  $4\ \Omega$  no circuito utilizando o teorema de Thévenin.



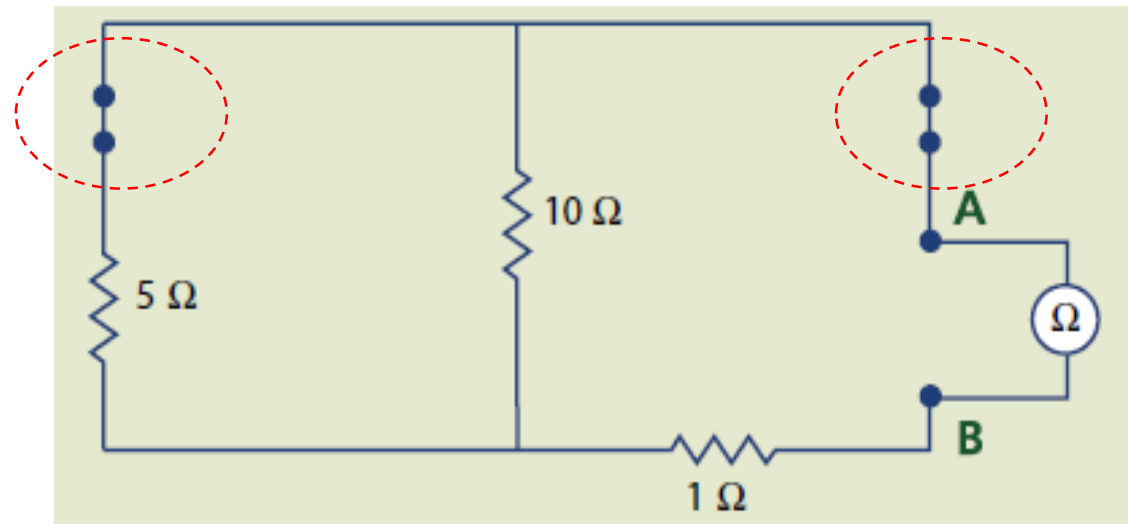
# Determinação do gerador equivalente de Thévenin

- **Solução:**
- Retirando a resistência de  $4\ \Omega$ , obtém-se o circuito:



# Determinação do gerador equivalente de Thévenin

- **Solução:**
- **Determinação de  $R_{Th}$**
- Substituem-se os geradores de tensão por curto-circuito:

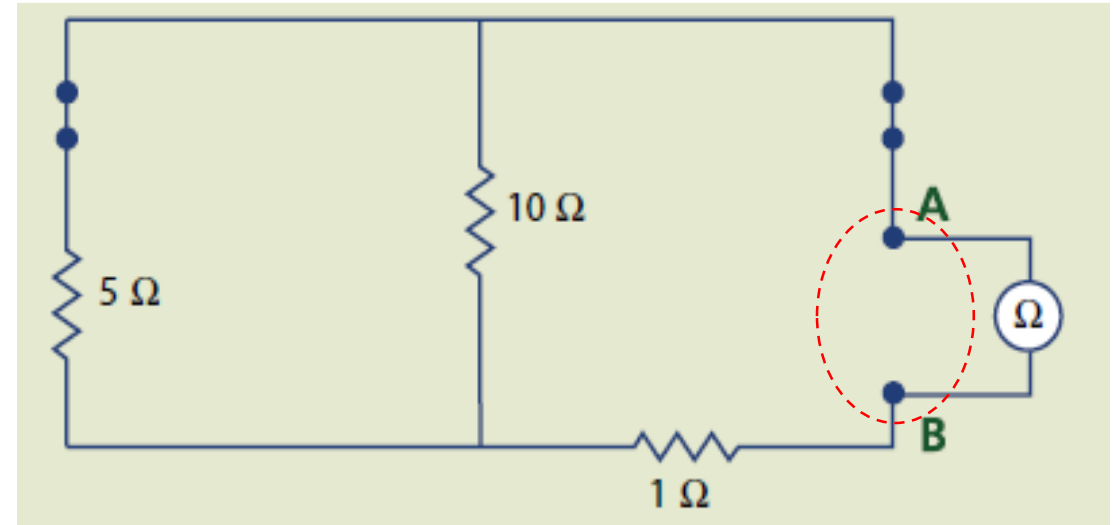


# Determinação do gerador equivalente de Thévenin

- **Solução:**
- **Determinação de  $R_{Th}$**
- Calcula a resistência vista por AB:
- Resistores de 5 e 10 em paralelo e em série com o de 1 ohm.
- Assim:

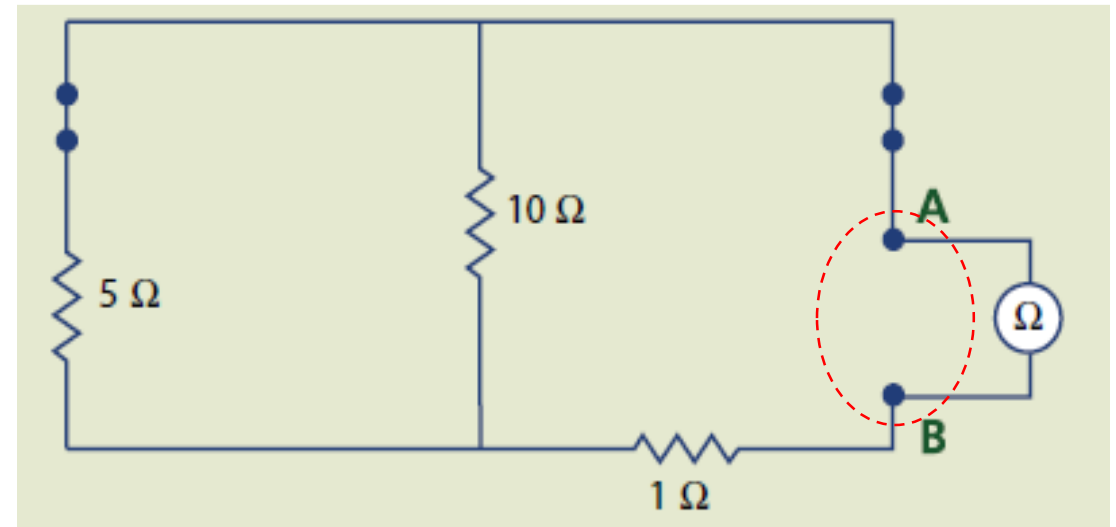
$$R_{Th} = \left( \frac{5\Omega \times 10\Omega}{5\Omega + 10\Omega} \right) + 1\Omega$$

$$R_{Th} = 4,33\Omega$$



# Determinação do gerador equivalente de Thévenin

- **Solução:**
- **Determinação de  $E_{Th}$**
- Como o circuito está aberto entre os pontos A e B, não circula corrente pela resistência de  $1\ \Omega$ ; logo, não há tensão sobre ela.
- Portanto, para efeitos de tensão, pode-se eliminar a resistência de  $1\ \Omega$

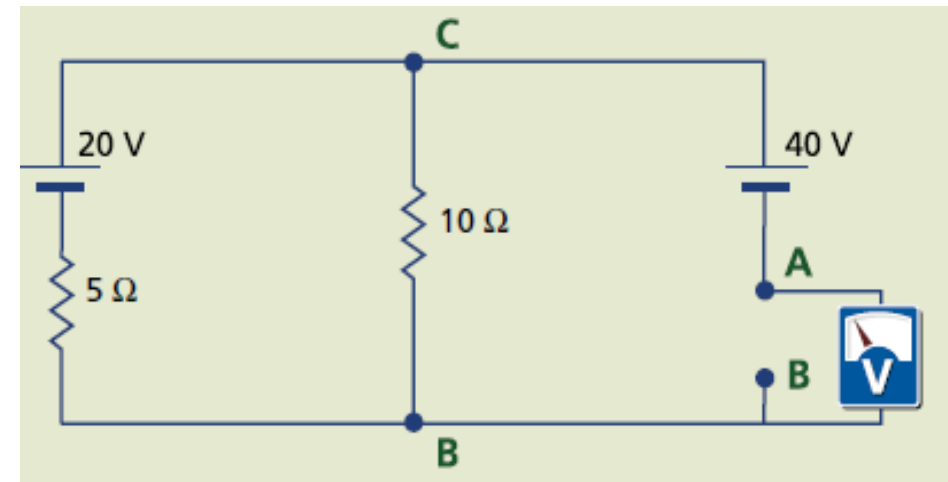


$$R_{Th} = \left( \frac{5\Omega \times 10\Omega}{5\Omega + 10\Omega} \right) + 1\Omega$$

$$R_{Th} = 4,33\Omega$$

# Determinação do gerador equivalente de Thévenin

- **Solução:**
- **Determinação de  $E_{Th}$**
- Como o circuito está aberto entre os pontos A e B, não circula corrente pela resistência de  $1\ \Omega$ ; logo, não há tensão sobre ela.
- Portanto, para efeitos de tensão, pode-se eliminar a resistência de  $1\ \Omega$

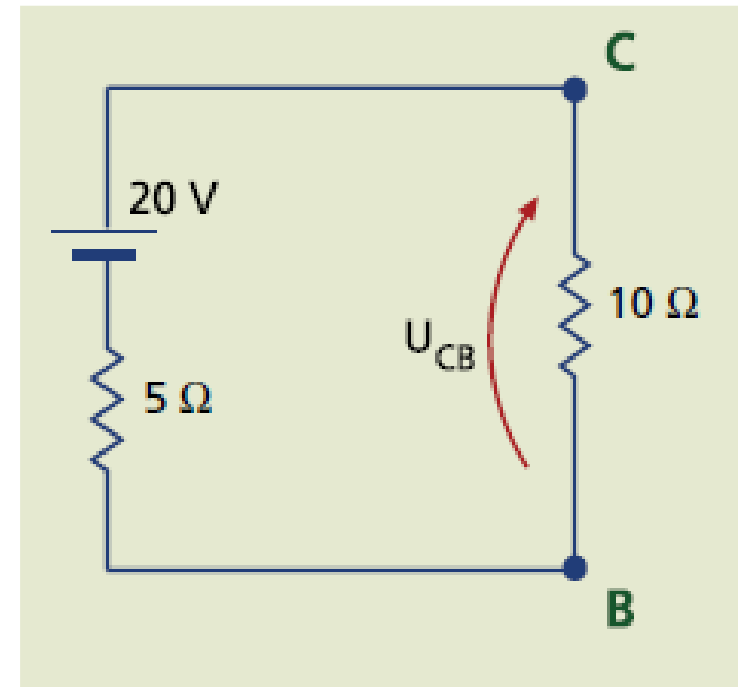
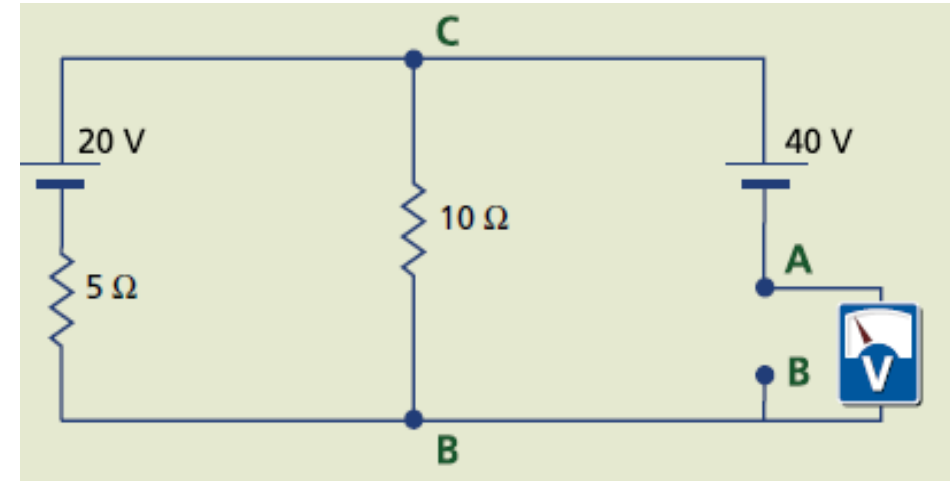


# Determinação do gerador equivalente de Thévenin

- **Solução:**
- **Determinação de E<sub>Th</sub>**
- Para facilitar a solução, deixa-se de lado, temporariamente, o gerador de 40 V e determina-se a tensão entre os pontos C e B:

$$U_{CB} = U_{R_{10}} = 20 \times \frac{10\Omega}{10\Omega + 5\Omega}$$

$$U_{CB} = 13,33V$$



# Determinação do gerador equivalente de Thévenin

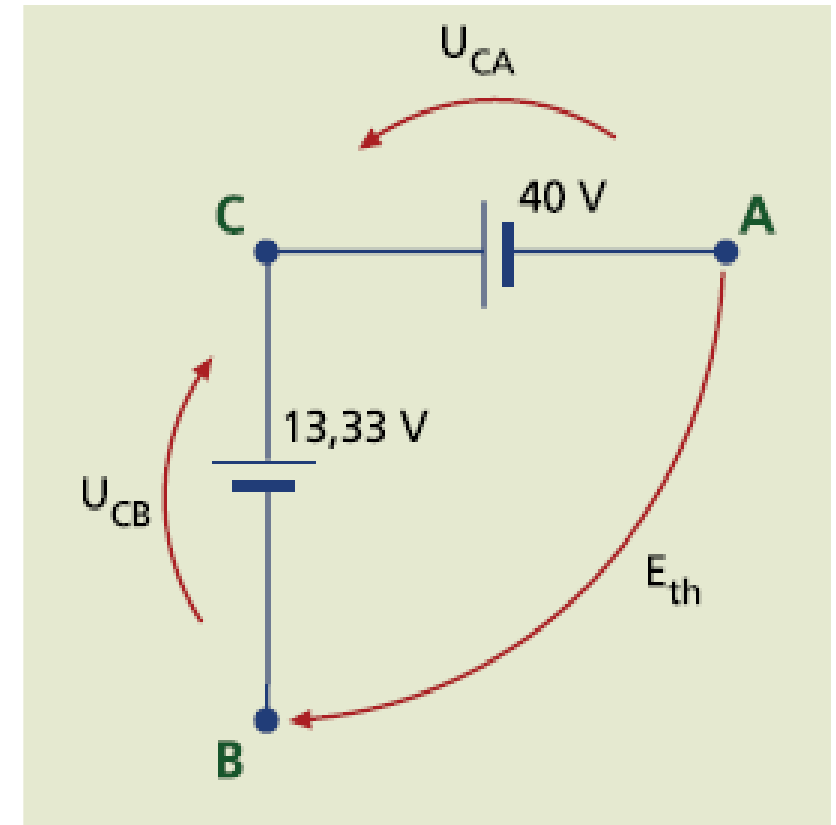
- **Solução:**

- **Determinação de  $E_{Th}$**

- A figura mostra o circuito representado apenas pelas tensões.

$$U_{AB} = 13,33V - 40V = -26,67V$$

- O negativo indica que a fonte ou gerador tem que ser colocado invertido.
- Em vez de  $U_{AB}$  será  $U_{BA}$ .
- Assim  $U_{BA} = 26,67V$





# Determinação do gerador equivalente de Thévenin

- **Solução:**

- **Determinação de  $E_{Th}$**

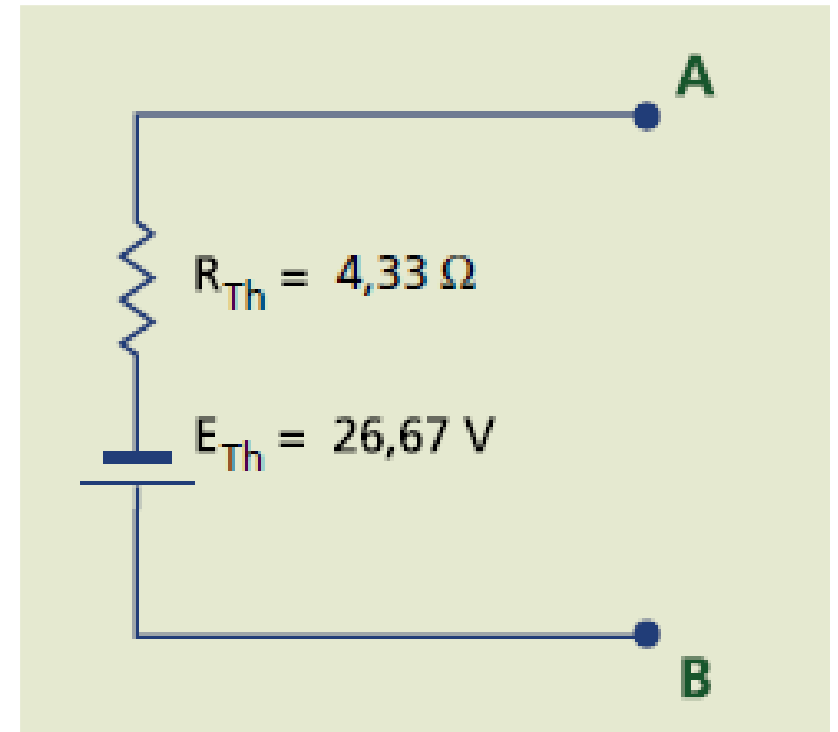
- A figura mostra o circuito representado apenas pelas tensões.

$$U_{AB} = 13,33V - 40V = -26,67V$$

- O negativo indica que a fonte ou gerador tem que ser colocado invertido.

- Em vez de  $U_{AB}$  será  $U_{BA}$ .

- Assim  $U_{BA} = 26,67V$



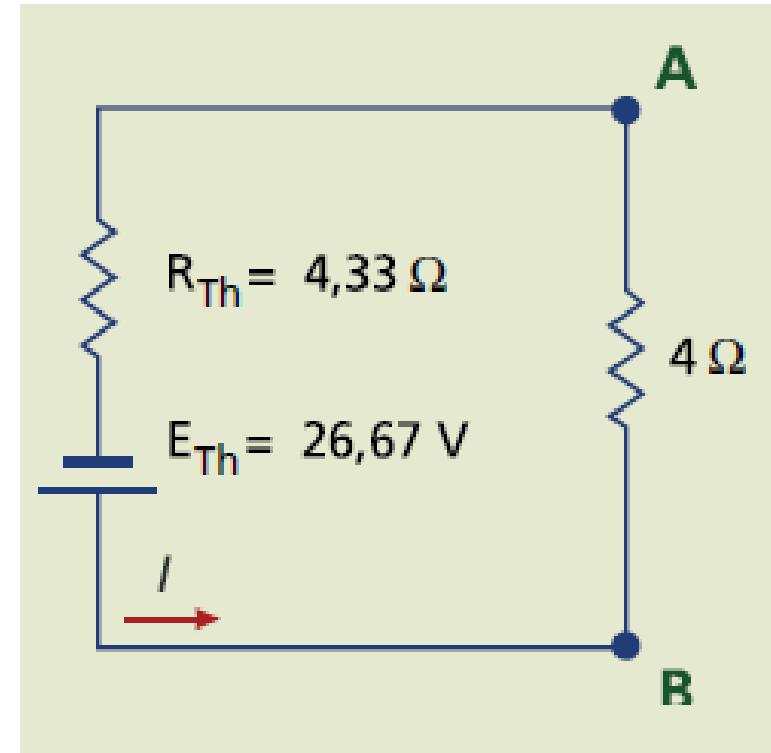
# Determinação do gerador equivalente de Thévenin

- **Solução:**

- Recolocando no circuito a resistência de  $4\ \Omega$ , pode-se calcular a corrente que a atravessa:

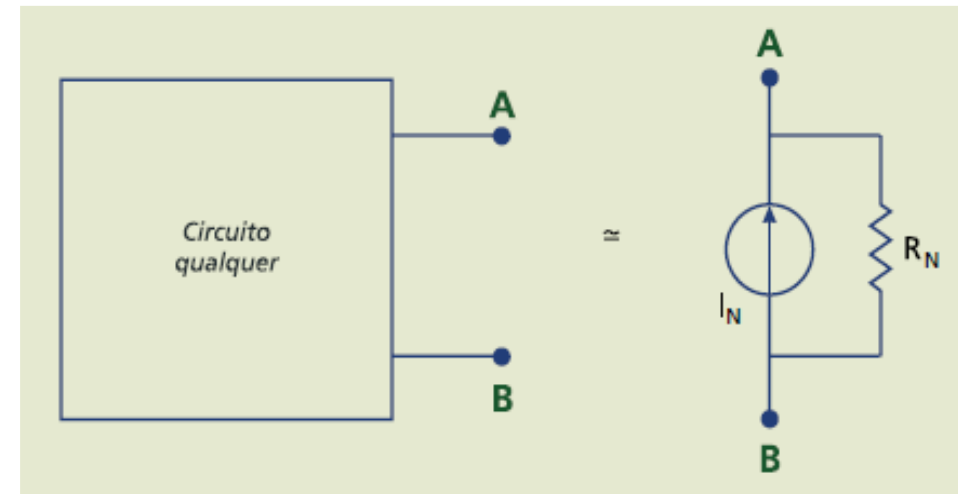
$$I = \frac{U_{Th}}{R_{Th} + 4\Omega} = \frac{26,67}{4,33 + 4}$$

$$I = 3,20\text{ A}$$



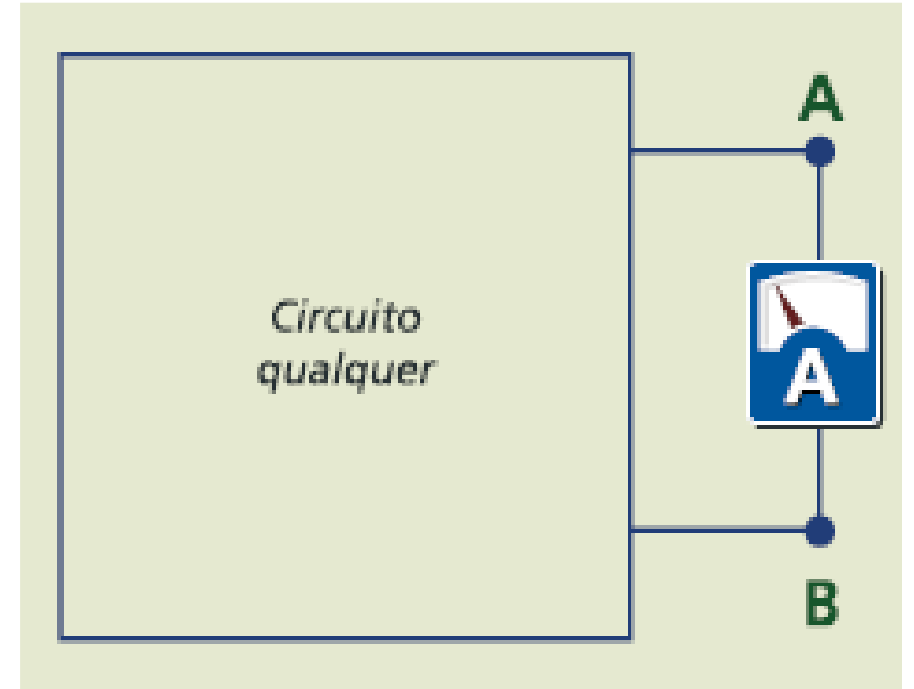
# Teorema de Norton

- O teorema de Norton tem por objetivo a simplificação de circuitos, tal como o de Thévenin, mas difere deste por se destinar à medida da corrente em determinado ramo do circuito.
- Escolhidos dois pontos de um circuito elétrico qualquer, os efeitos do circuito sobre esses dois pontos (em vazio, sem carga) podem ser representados por um gerador de corrente, com uma resistência em paralelo, chamado gerador equivalente de Norton



# Teorema de Norton

- Da mesma forma que no gerador de Thévenin, escolhem-se dois pontos A e B entre os quais se pretende determinar a corrente.
- Nesse caso, é como se ambos os pontos fossem colocados em curto-circuito por um amperímetro:



# Teorema de Norton

- A resistência do gerador de Norton é a mesma do gerador de Thévenin.
- Logo, pela dualidade entre os geradores de tensão e corrente, temos:
- $R_{Th} = R_N$
- $E_{Th} = R_N \cdot I_N$
- O uso de geradores de corrente não é muito comum.
- Sugere-se a utilização da dualidade entre os geradores e consequente solução por Thévenin e depois nova conversão por dualidade para o gerador de corrente de Norton.

