

Aula 14

Equivalente de Thévenin Parte I

Circuitos Elétricos I

Prof. Henrique Amorim - UNIFESP - ICT

Tópico Estudados sobre análise de circuitos

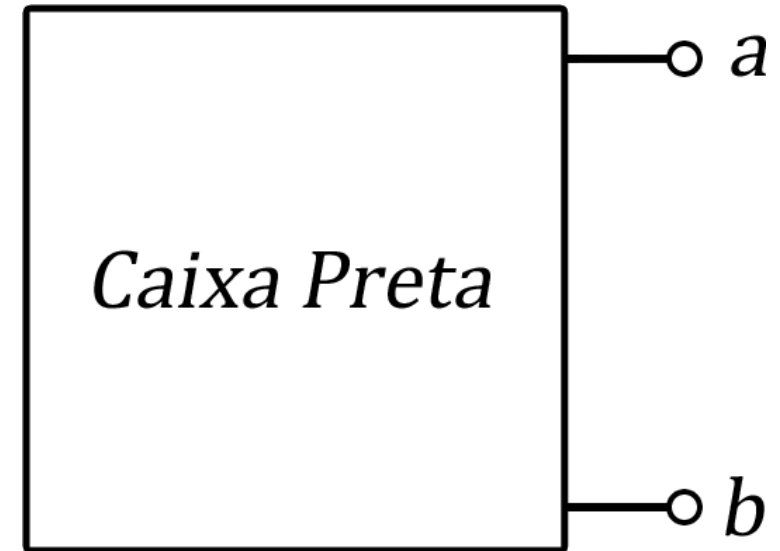
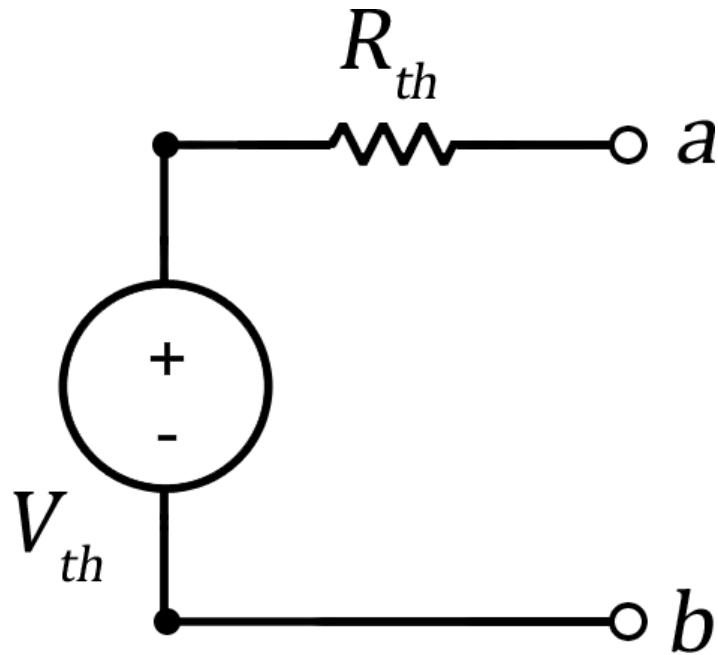
- Método das tensões dos nós
- Método das correntes de malha
- Superposição
- Conversão de fontes

Exemplos da Aula:

<http://everycircuit.com/circuit/6218399362580480>

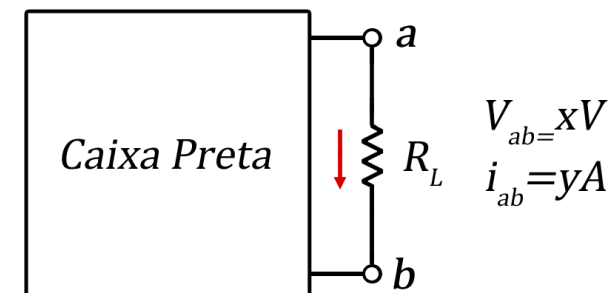
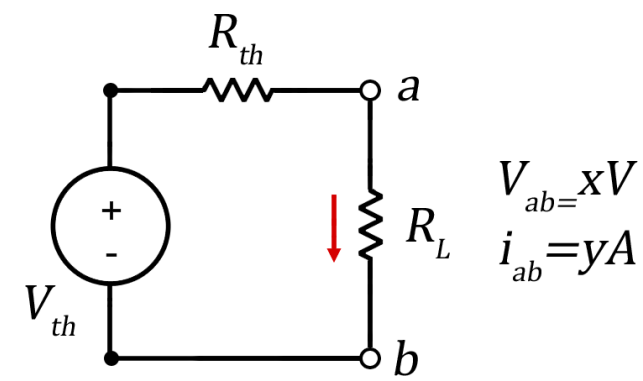
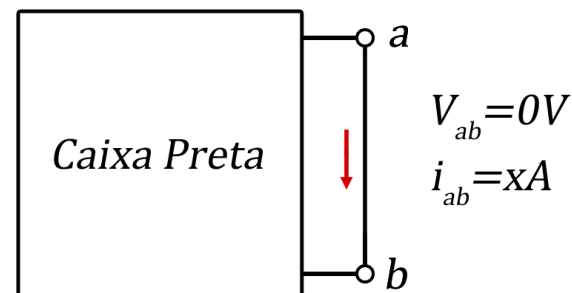
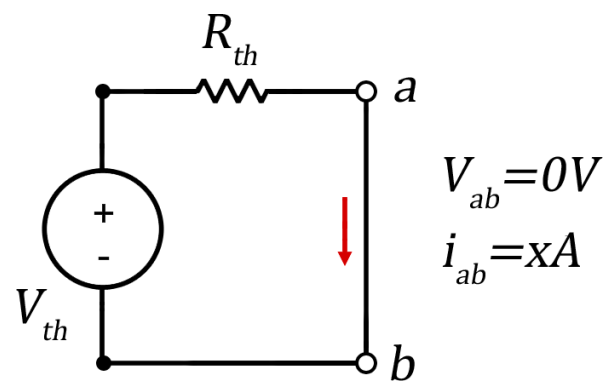
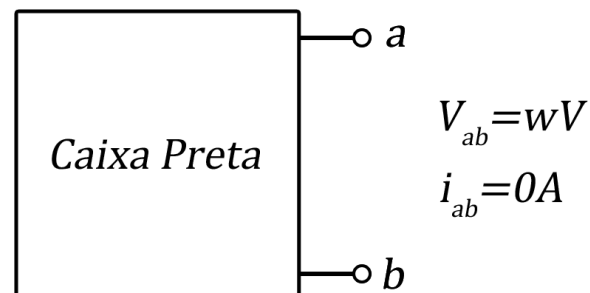
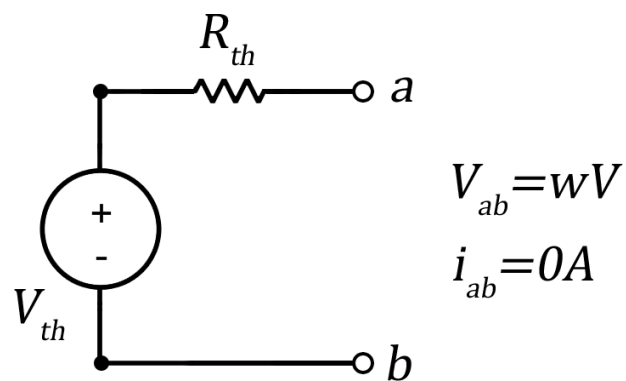
Equivalente de Thévenin

O equivalente de Thévenin (e Norton) são técnicas de simplificação para análise de terminais



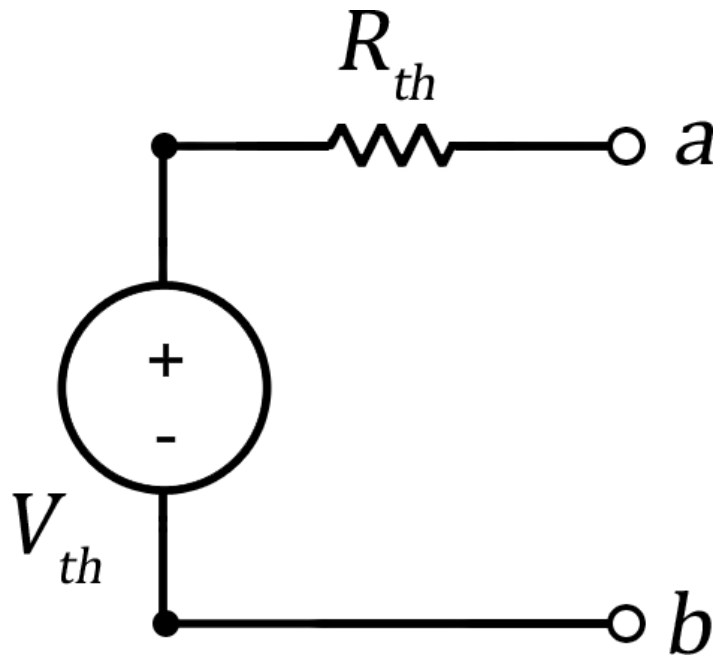
Equivalente de Thévenin

Considerando que os 2 circuitos são equivalentes em relação a dois terminais, a resposta dos circuitos devem ser as mesmas, para qualquer carga conectada a esses terminais, seja uma resistência R , um curto circuito, ou um circuito aberto.



Equivalente de Thévenin

Baseado na afirmação do slide anterior, podemos simplificar qualquer circuito resistivo em uma associação entre uma fonte de tensão e um resistor. Desde que:



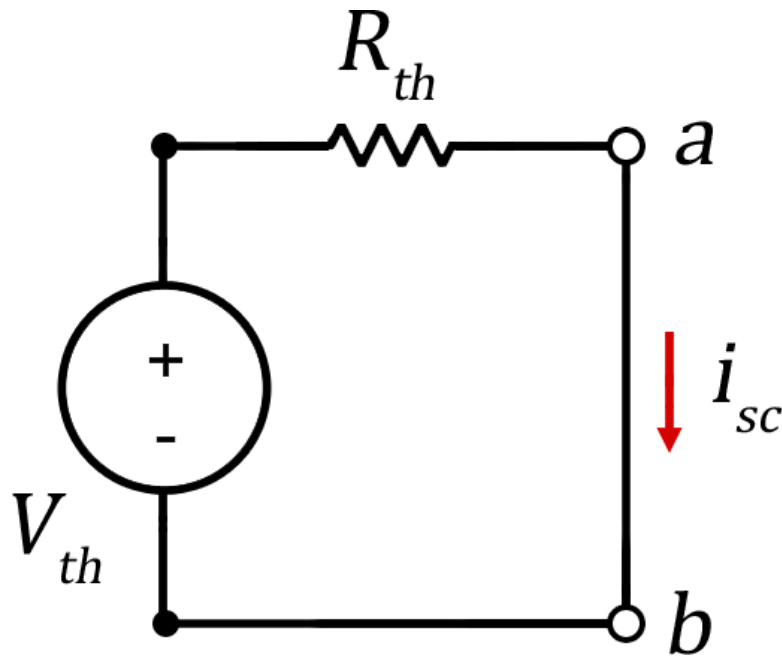
Consideração 1

Ao considerarmos o equivalente de Thévenin sem carga (circuito aberto), concluímos que a fonte de tensão (V_{th}) é igual a tensão entre os terminais a e b. Assim:

$$V_{ab} = V_{Th}$$

Equivalente de Thévenin

Baseado na afirmação do slide anterior, podemos simplificar qualquer circuito resistivo em uma associação entre uma fonte de tensão e um resistor. Desde que:



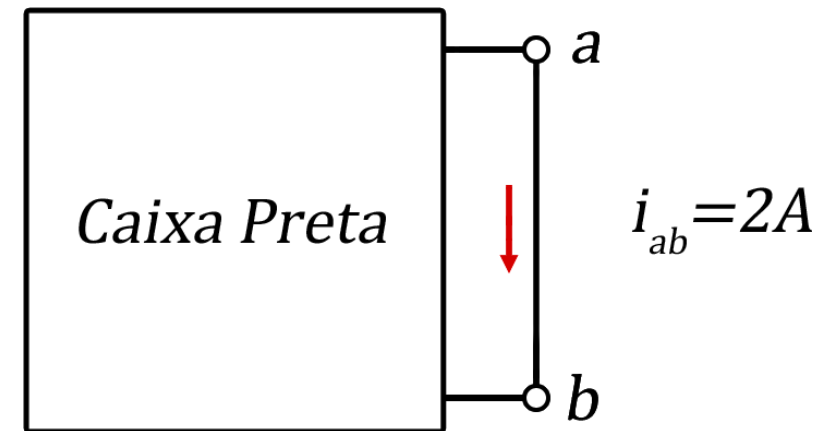
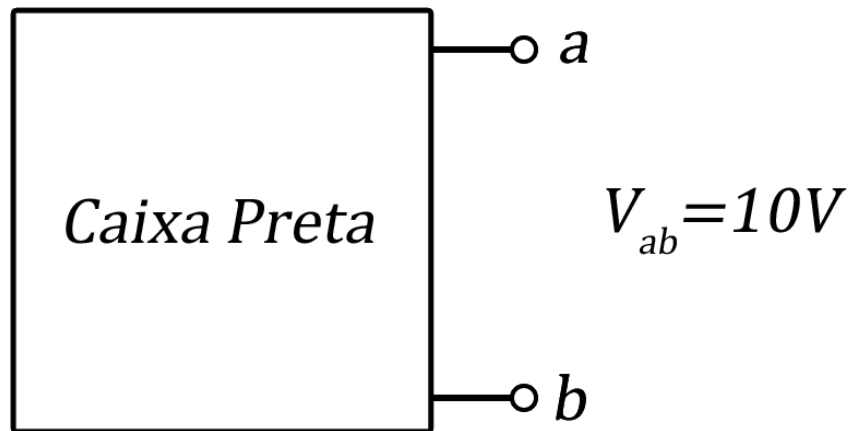
Consideração 2

Ao considerarmos um curto circuito entre os terminais a e b do equivalente de Thévenin, podemos calcular a resistência de Thévenin (R_{th}), pela relação:

$$R_{Th} = \frac{V_{Th}}{i_{sc}}$$

Equivalente de Thévenin

Exemplo: Calcule o equivalente de Thévenin do circuito abaixo, considere que duas medições foram realizadas, ambas as medições foram realizadas com equipamentos ideais.

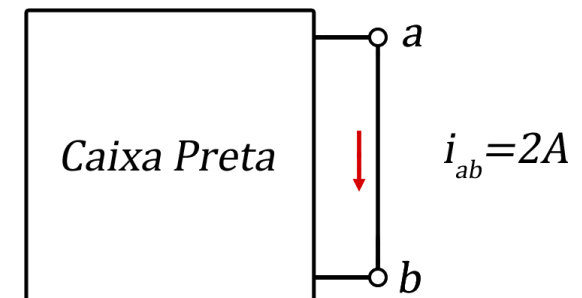
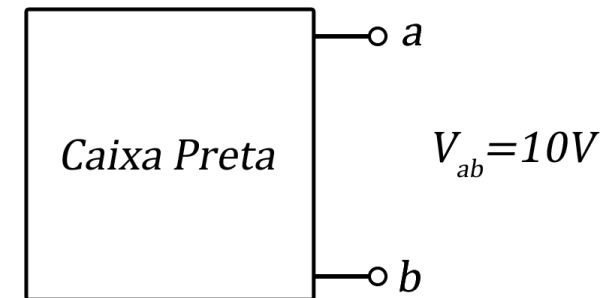
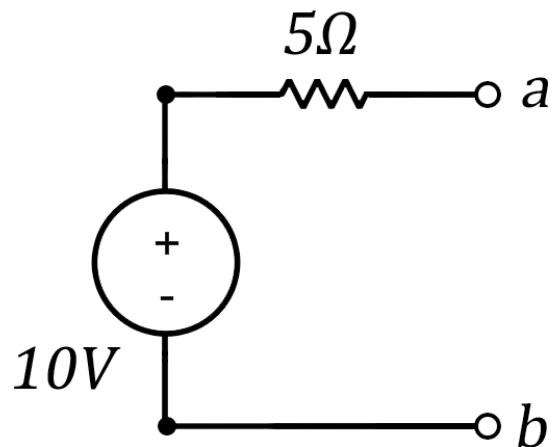


Equivalente de Thévenin

Exemplo: Calcule o equivalente de Thévenin do circuito abaixo, considere que duas medições foram realizadas, ambas as medições foram realizadas com equipamentos ideais.

$$V_{Th} = V_{ab} = 10V$$

$$R_{Th} = \frac{V_{Th}}{i_{sc}} = \frac{10}{2} = 5\Omega$$



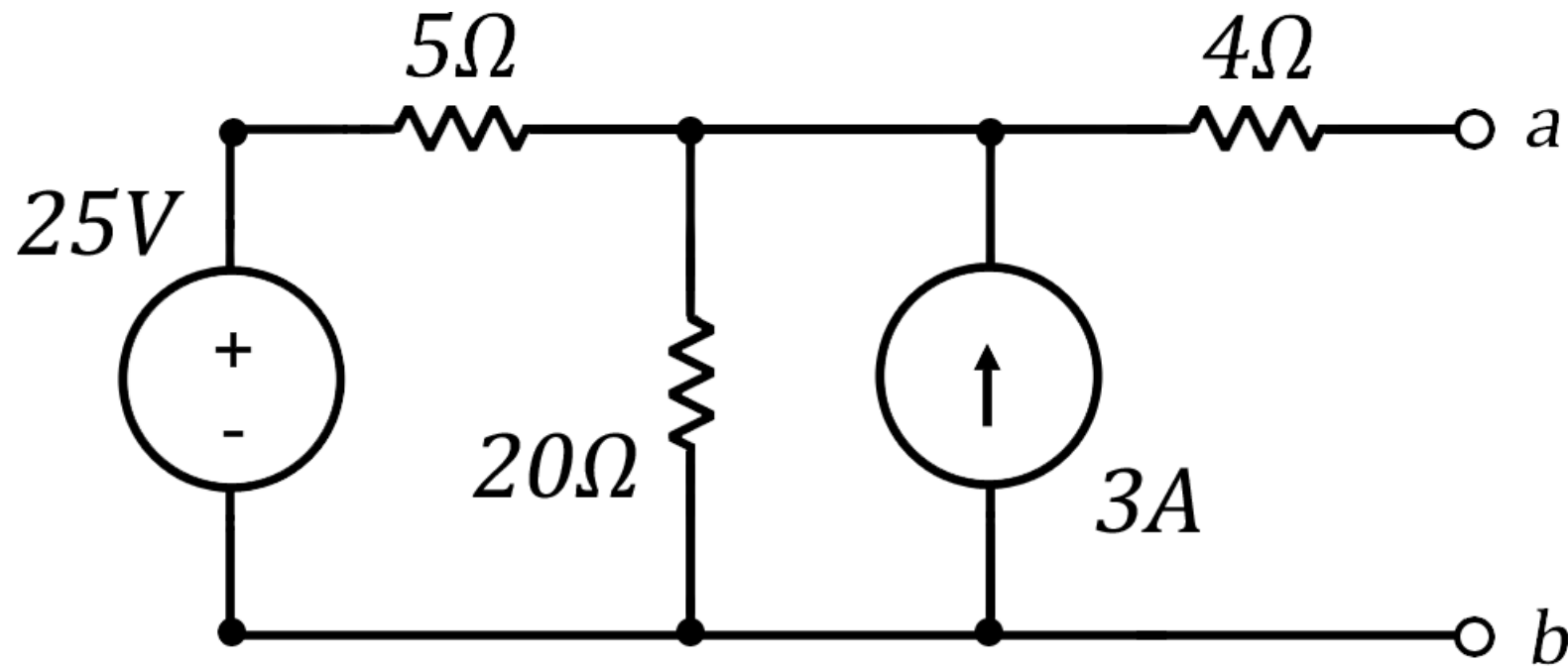
Resumo - Equivalente de Thévenin

- Equivalente de Thévenin é uma simplificação para a análise de terminais
- Consiste em uma associação em série entre uma fonte de tensão e um resistor
- Para calcular o equivalente de Thévenin, em relação a dois terminais, de um circuito qualquer é necessário:
 - Calcular a tensão, considerando os terminais abertos
 - Calcular a corrente, considerando os terminais em curto circuito

$$V_{ab} = V_{Th} \qquad R_{Th} = \frac{V_{Th}}{i_{sc}}$$

Equivalente de Thévenin

Exercício: Calcule o equivalente de Thévenin, em relação aos terminais a e b, do circuito abaixo:



Equivalente de Thévenin

Exercício: Calcule o equivalente de Thévenin, em relação aos terminais a e b, do circuito abaixo:

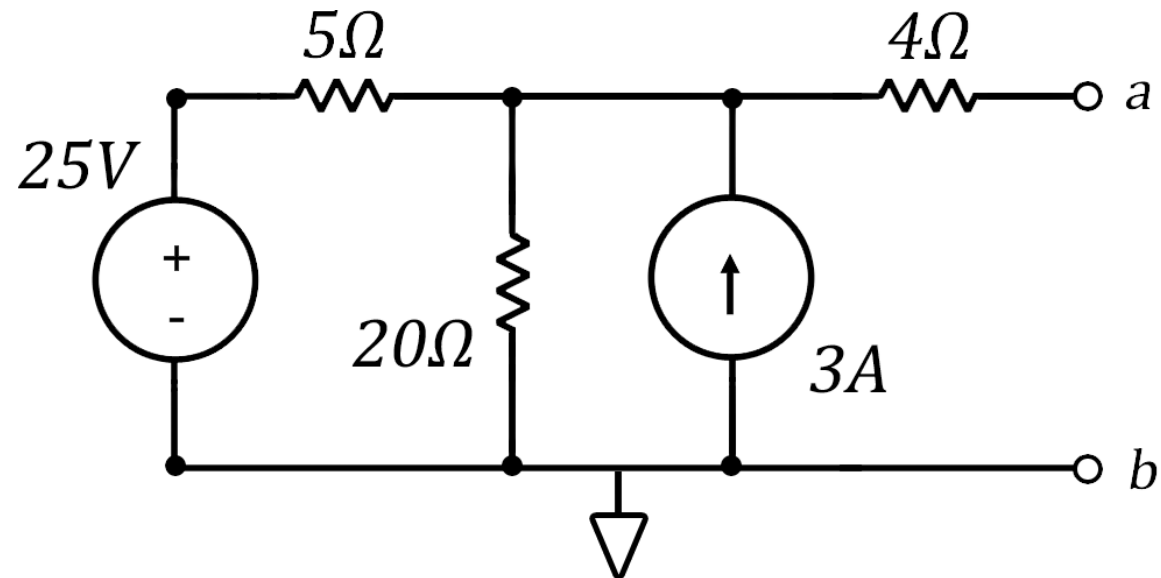
Método da tensão dos nós para calcular V_{ab}

$$\frac{V_{ab} - 25}{5} + \frac{V_{ab}}{20} - 3 = 0$$

$$V_{ab} \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{20} \right) = \frac{25}{5} + 3$$

$$V_{ab} = 32V$$

$$V_{Th} = 32V$$



Equivalente de Thévenin

Exercício: Calcule o equivalente de Thévenin, em relação aos terminais a e b, do circuito abaixo:

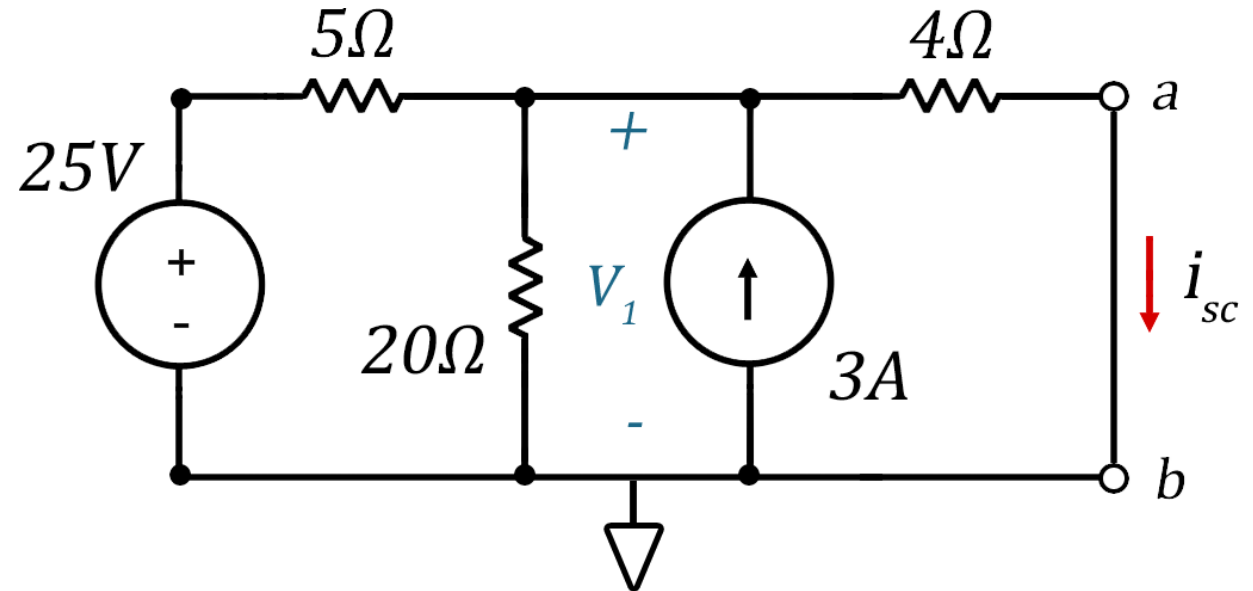
Método da tensão dos nós para calcular i_{sc}

$$\frac{V_1 - 25}{5} + \frac{V_1}{20} - 3 + \frac{V_1}{4} = 0$$

$$V_1 \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{20} + \frac{1}{4} \right) = \frac{25}{5} + 3$$

$$V_1 = 16V$$

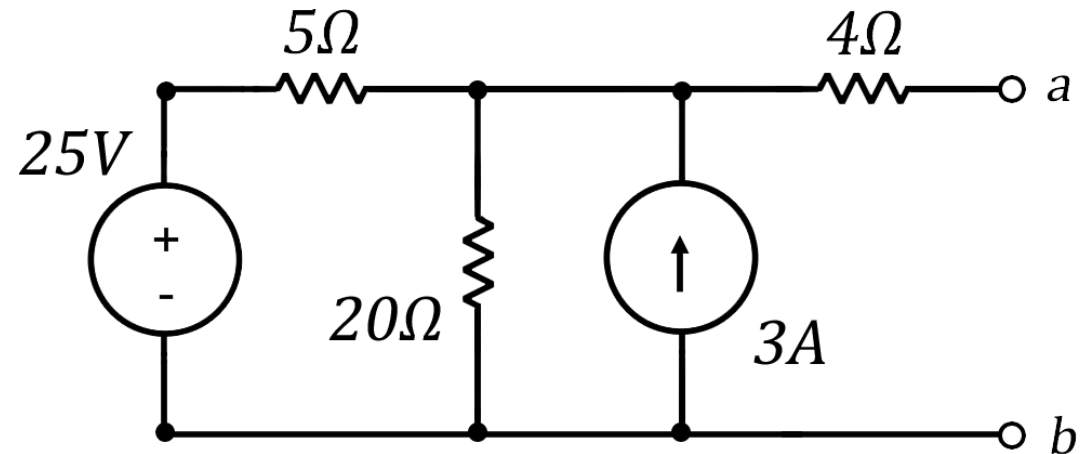
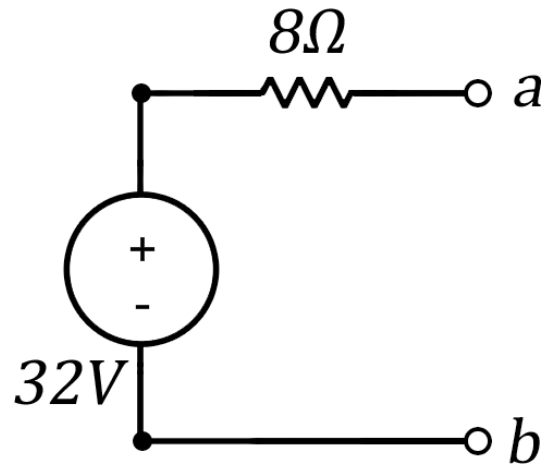
$$i_{sc} = \frac{16}{4} = 4A$$



Equivalente de Thévenin

Exercício: Calcule o equivalente de Thévenin, em relação aos terminais a e b, do circuito abaixo:

$$V_{Th} = 32V \quad R_{Th} = \frac{V_{Th}}{i_{sc}} = \frac{32}{4} = 8\Omega$$



Equivalente de Thévenin

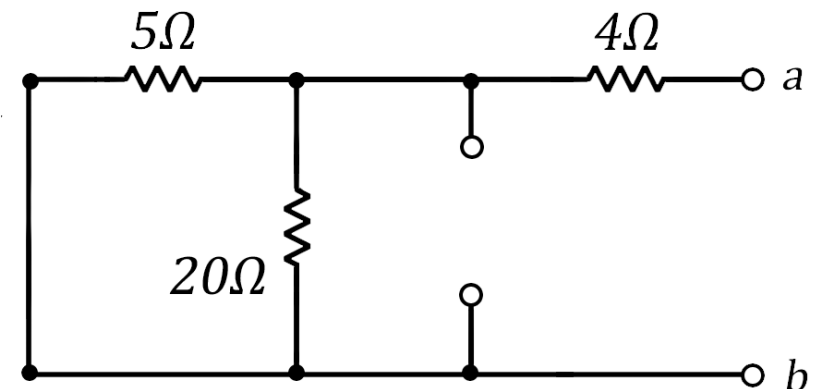
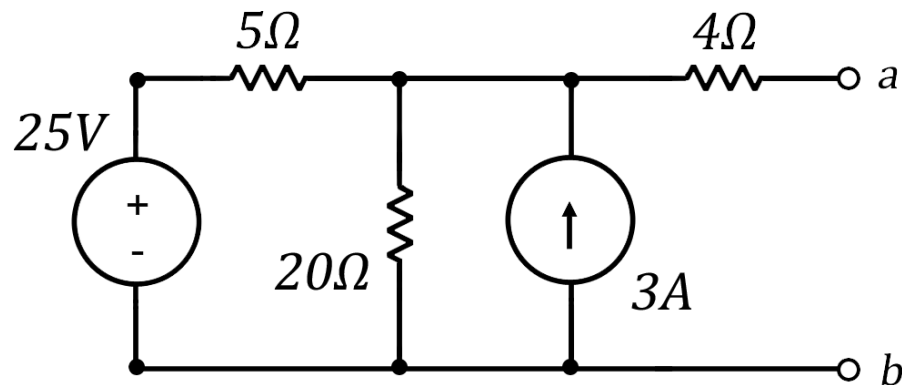
Método alternativo para calcular R_{Th}

É possível calcular R_{Th} , por meio do princípio da superposição:

Considerando que existe uma tensão V_{Th} , nos terminais ab , podemos calcular o resistor equivalente “desligando” as demais fontes.

Fonte de tensão: Curto circuito

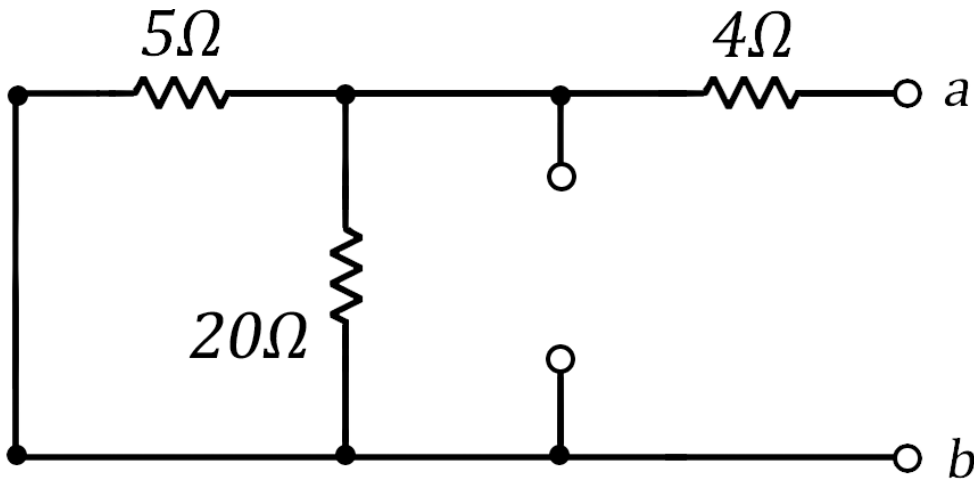
Fonte de corrente: Circuito aberto



Equivalente de Thévenin

Método alternativo para calcular R_{Th}

** Lembrando que só podemos “desligar” fontes independentes



$$R_{Th} = (5 \parallel 20) + 4$$

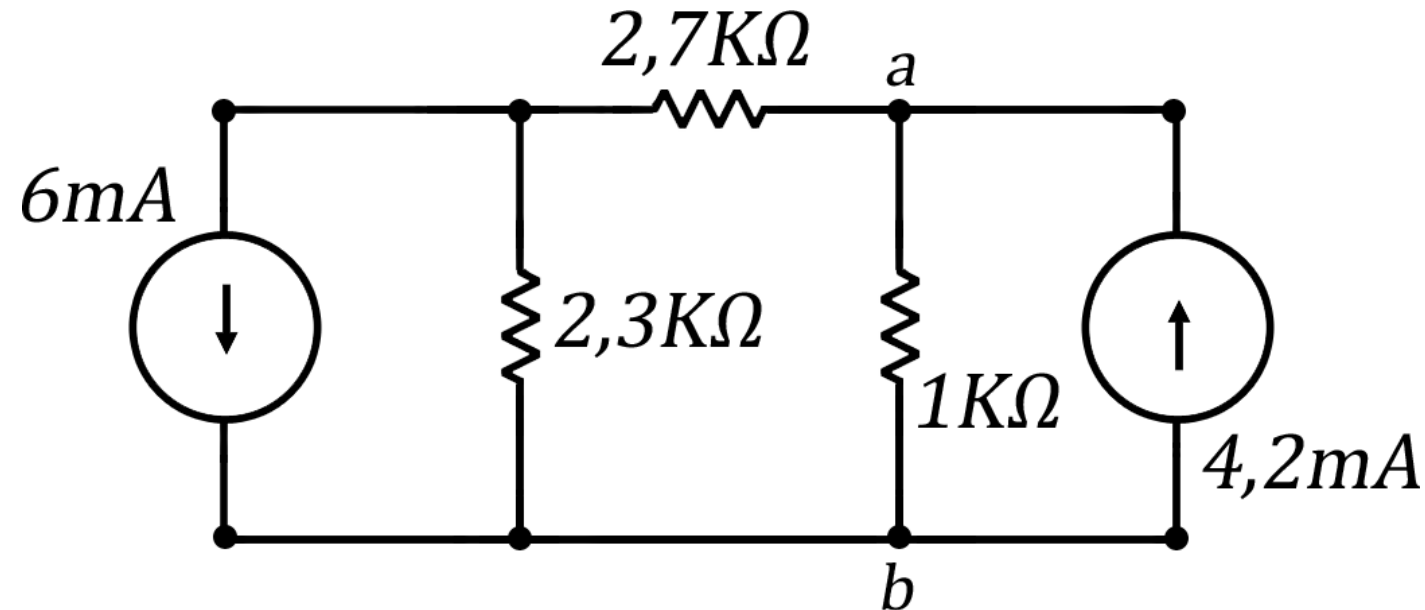
$$R_{Th} = \frac{5 \cdot 20}{5 + 20} + 4$$

$$R_{Th} = 8\Omega$$

Equivalente de Thévenin

Exercício: Calcule o Equivalente de Thévenin em relação aos terminais a e b do resistor de $1K\Omega$.

****** Quando calculamos o equivalente de Thévenin em relação a terminais onde já existe um componente conectado, devemos remover o componente e calcularmos o equivalente.



$$V_{Th} = 7,2V \quad R_{Th} = 5K\Omega$$

Equivalente de Thévenin

Exercício: Calcule o Equivalente de Thévenin em relação aos terminais a e b do resistor de $1K\Omega$.

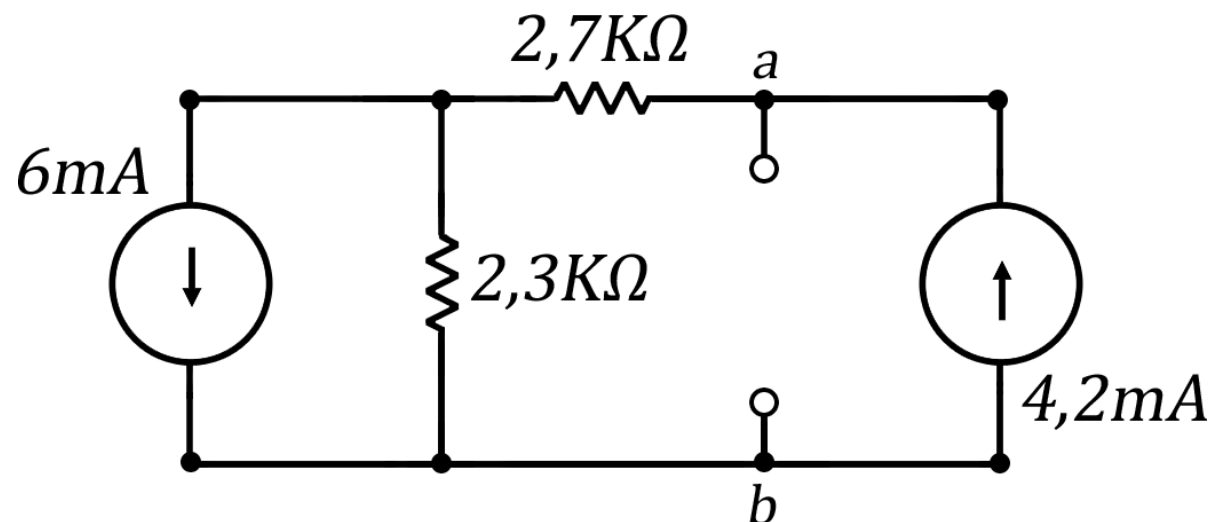
$$i_{2,3\Omega} = 6m - 4,2m = 1,8mA$$

$$v_{2,3\Omega} = 1,8m \cdot 2,3K = 4,14V$$

$$v_{2,7\Omega} = 4,2m \cdot 2,7K = 11,34V$$

$$V_{ab} = 11,34 - 4,14 = 7,2V$$

$$V_{Th} = 7,2V$$

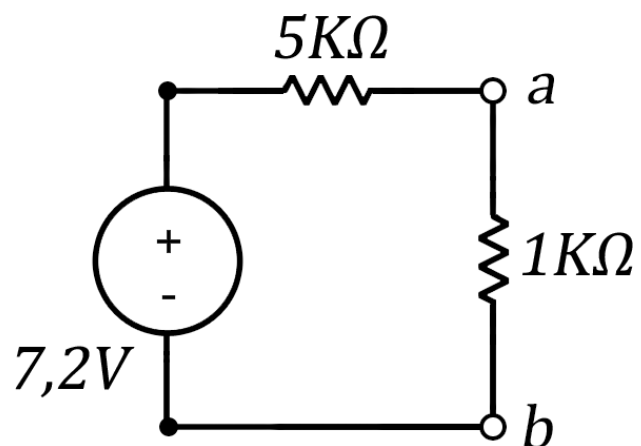
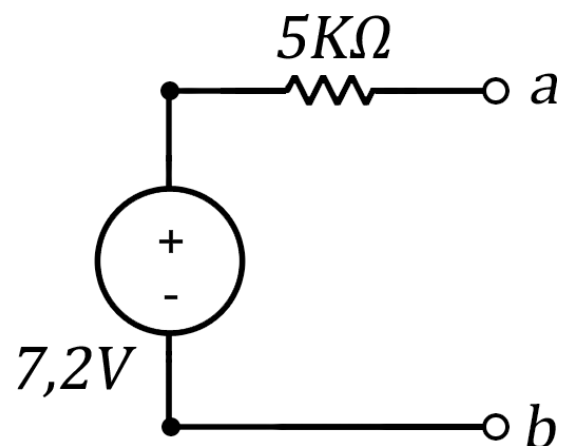


$$R_{Th} = 2,7K + 2,3K = 5K\Omega$$

Equivalente de Thévenin

Exercício: Calcule o Equivalente de Thévenin em relação aos terminais a e b do resistor de $1K\Omega$.

Uma vez que o equivalente de Thévenin é calculado, podemos conectar qualquer resistor ao terminais a e b, que a resposta será a mesma que conectar esse componente ao circuito original. Se o exercício perguntasse pela queda de tensão do resistor de $1K\Omega$, poderíamos facilmente calcular.

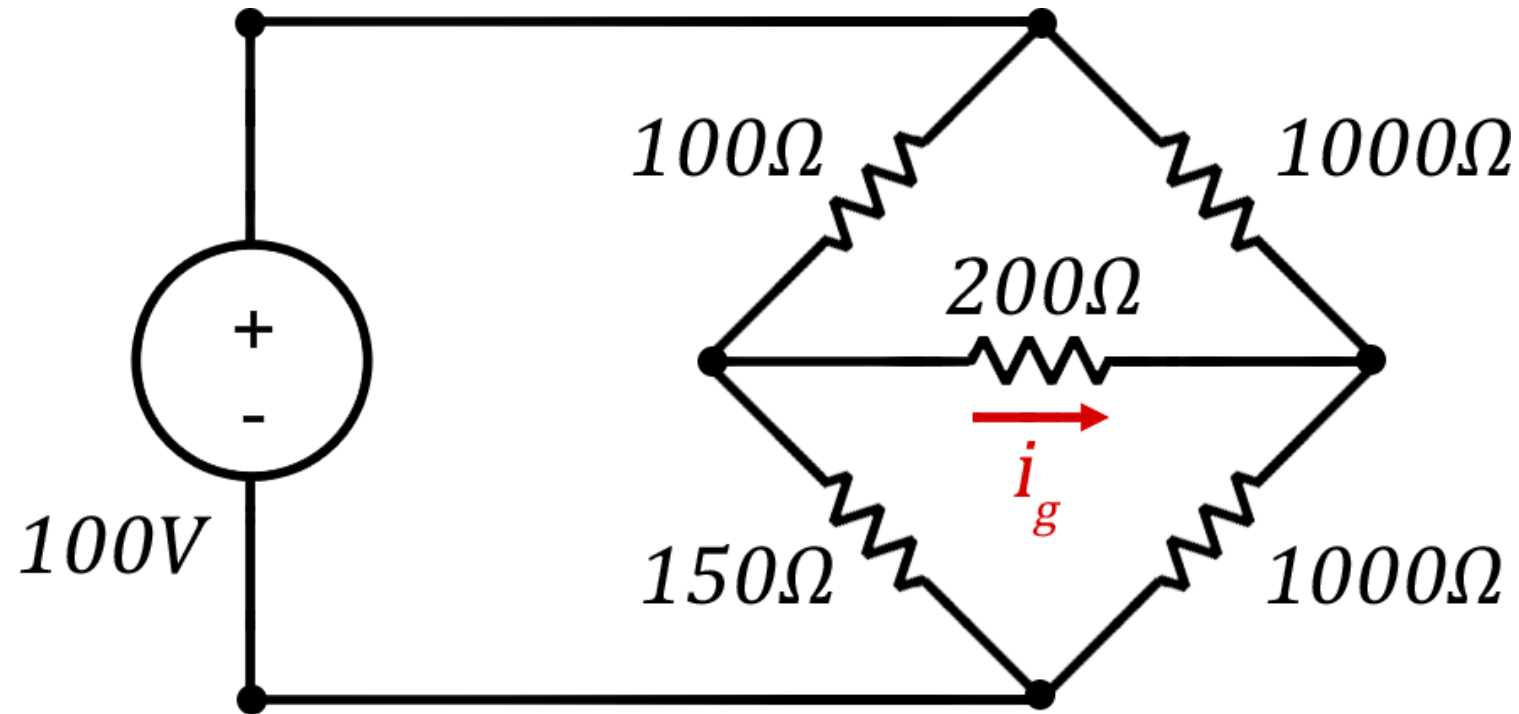


$$v_{1K\Omega} = 7,2 \cdot \frac{1K}{5K + 1K}$$

$$v_{1K\Omega} = 1,2V$$

Equivalente de Thévenin

Exercício: Utilize os conhecimentos de equivalente de Thévenin para calcular i_g .



Equivalente de Thévenin

Exercício: Utilize os conhecimentos de equivalente de Thévenin para calcular ig.

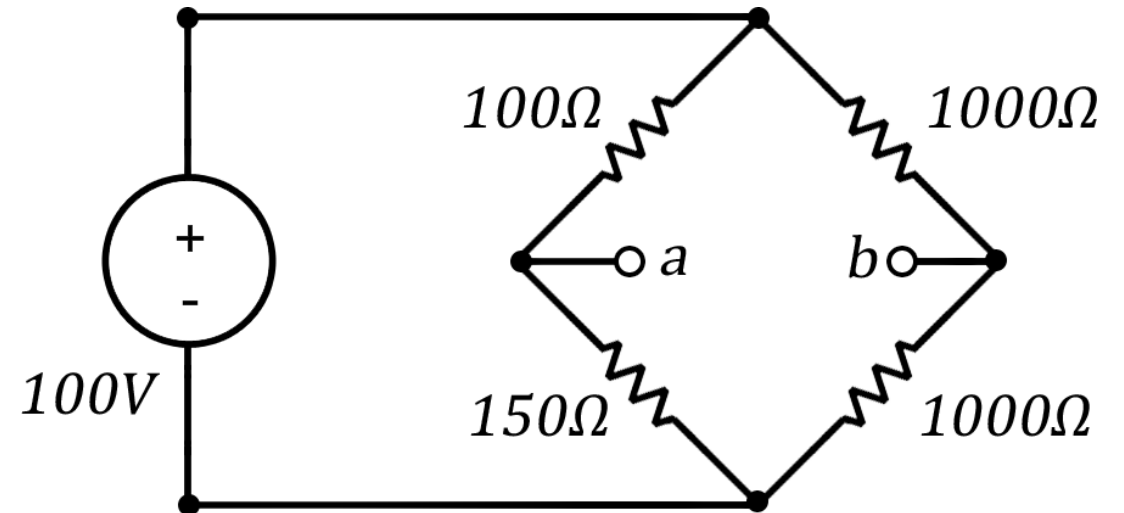
$$100 \cdot 1000 \neq 150 \cdot 1000$$

A ponte não está em equilíbrio

$$V_{150\Omega} = 100 \cdot \frac{150}{100 + 150} = 60V$$

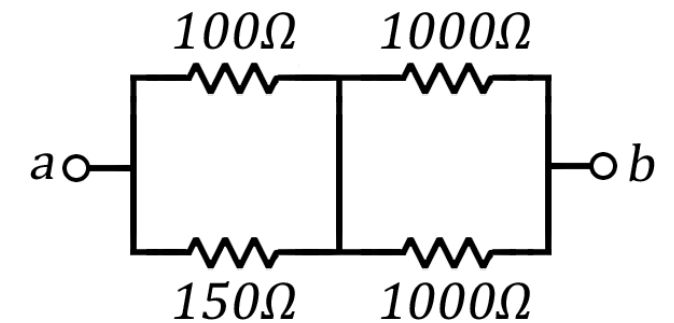
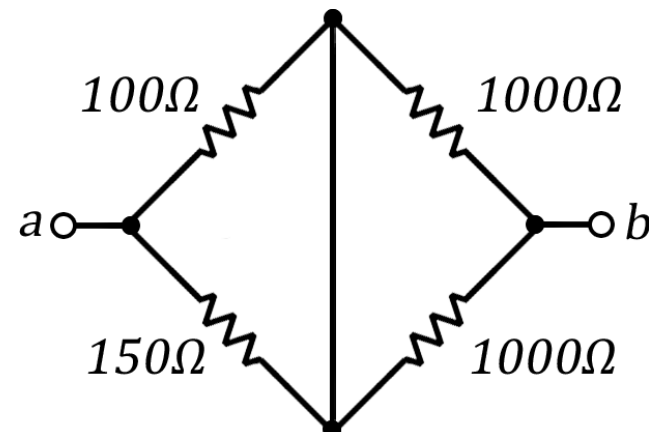
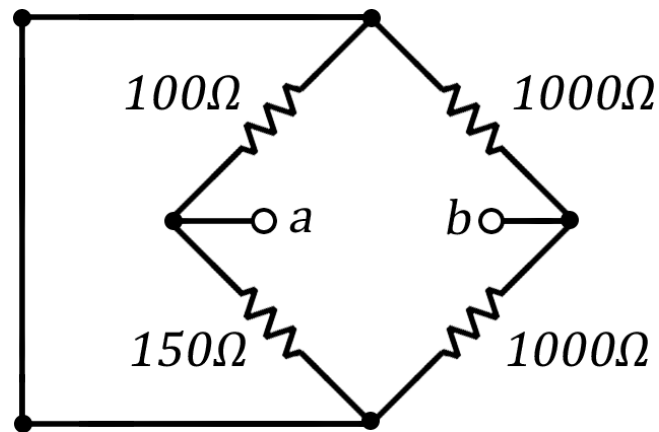
$$V_{1000\Omega} = 100 \cdot \frac{1000}{1000 + 1000} = 50V$$

$$V_{ab} = V_{Th} = 60 - 50 = 10V$$



Equivalente de Thévenin

Exercício: Utilize os conhecimentos de equivalente de Thévenin para calcular i_g .

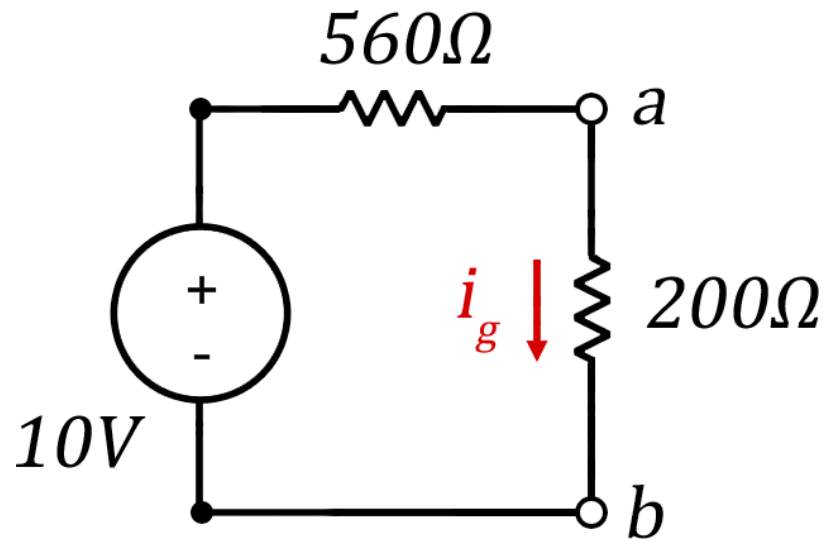


$$R_{Th} = (100 \parallel 150) + (1000 \parallel 1000) = 560\Omega$$

Equivalente de Thévenin

Exercício: Utilize os conhecimentos de equivalente de Thévenin para calcular i_g .

Conectando a carga no equivalente de Thévenin e calculando i_g



$$i_g = \frac{10}{560 + 200} = 13,16mA$$