

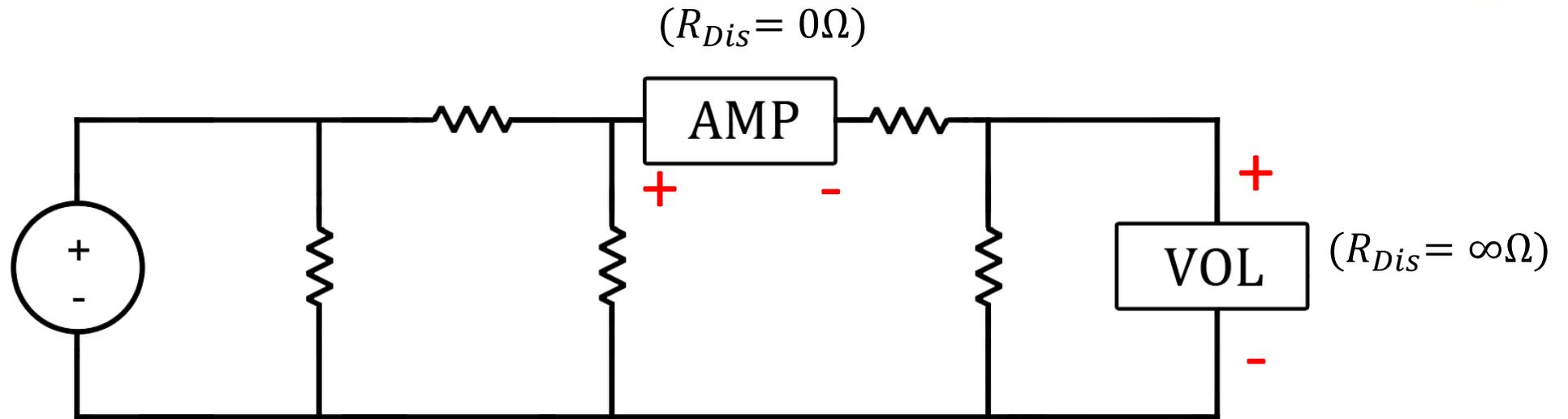
Aula 2

Revisão 2

Circuitos Elétricos II

Prof. Henrique Amorim - UNIFESP - ICT

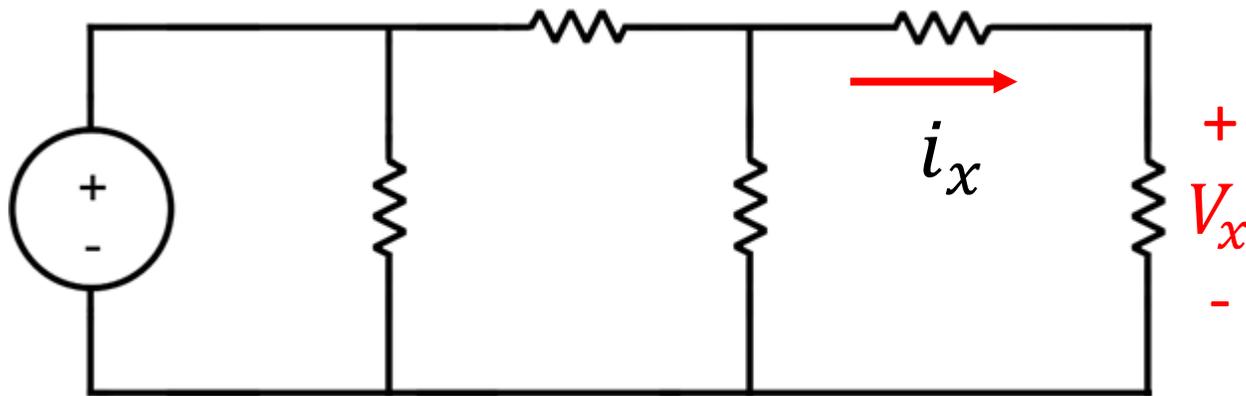
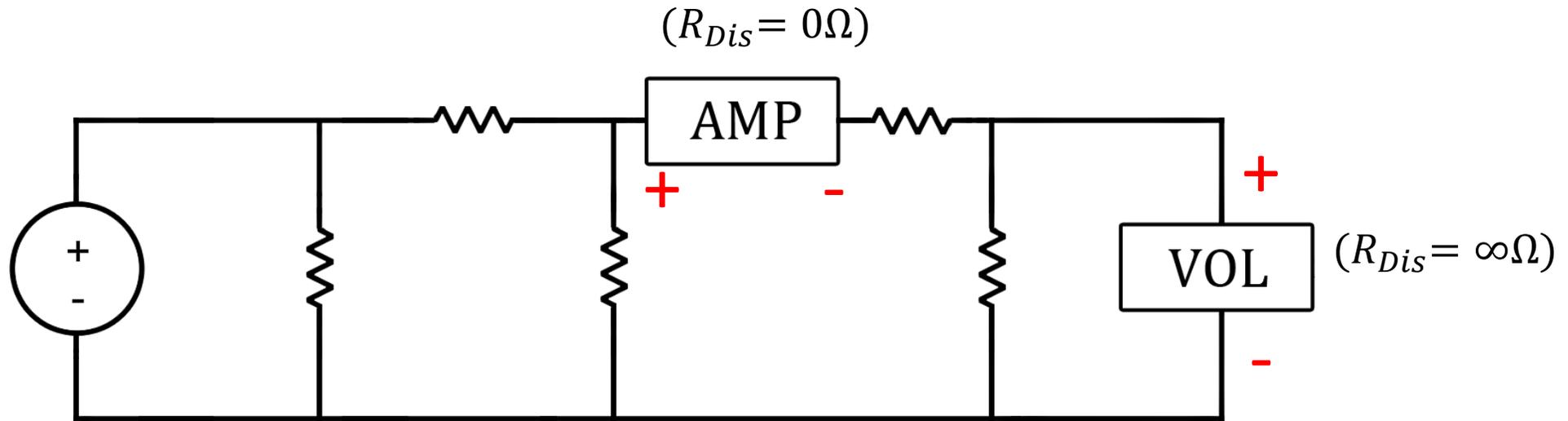
Equipamentos Ideais



- O Amperímetro é responsável por medir corrente – Ligado em série
- O Voltímetro é responsável por medir tensão – Ligado em paralelo

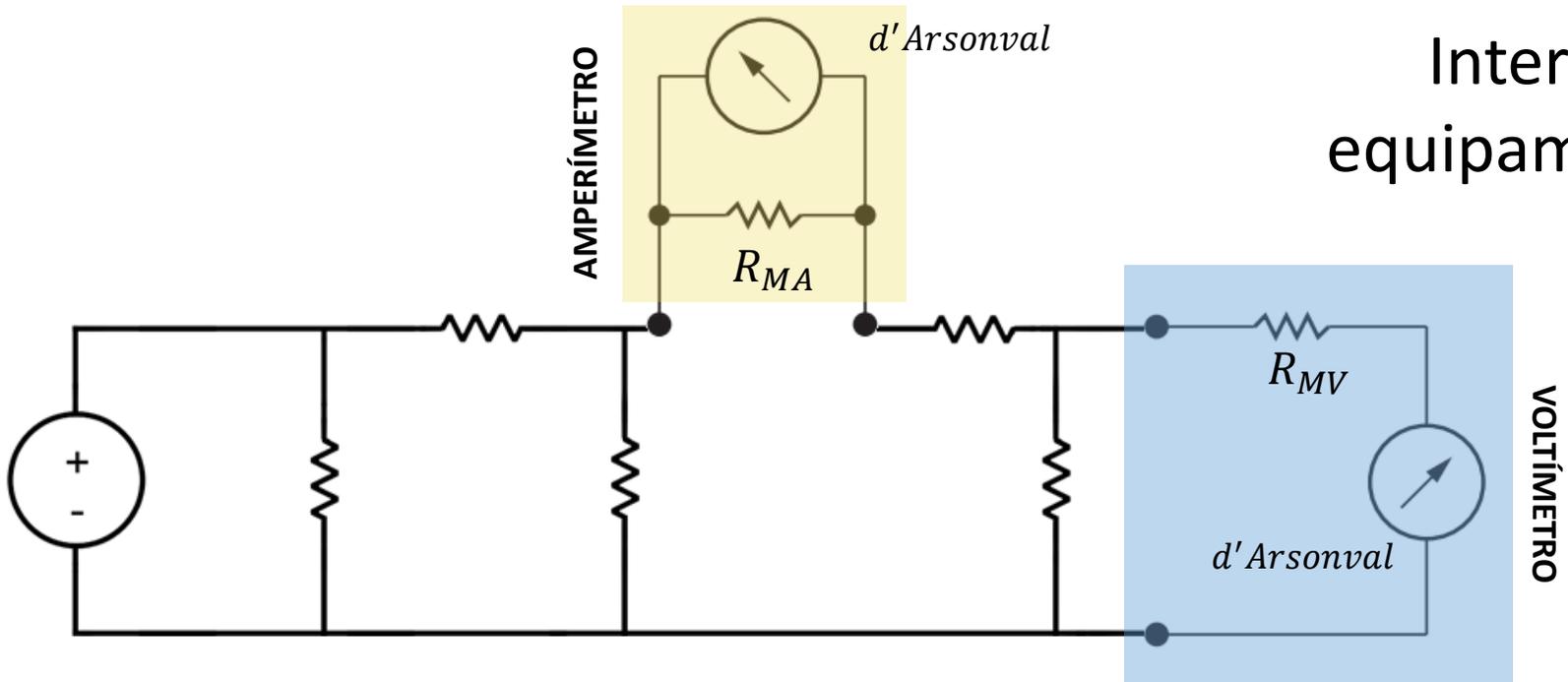
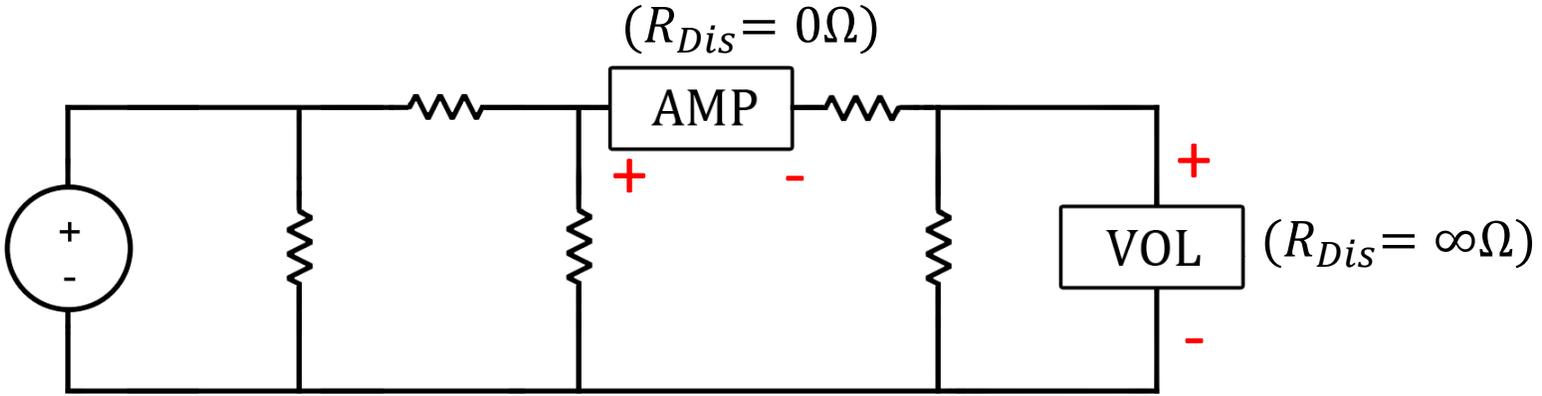
Em um **Amperímetro ideal** a **resistência** interna é igual a **zero**, enquanto em um **Voltímetro ideal** a **resistência** interna é igual a **infinito**. Essa relação torna o **erro** de medição igual a **zero**, uma vez que os **equipamentos ideais não absorvem energia do sistema**.

Equipamentos Ideais



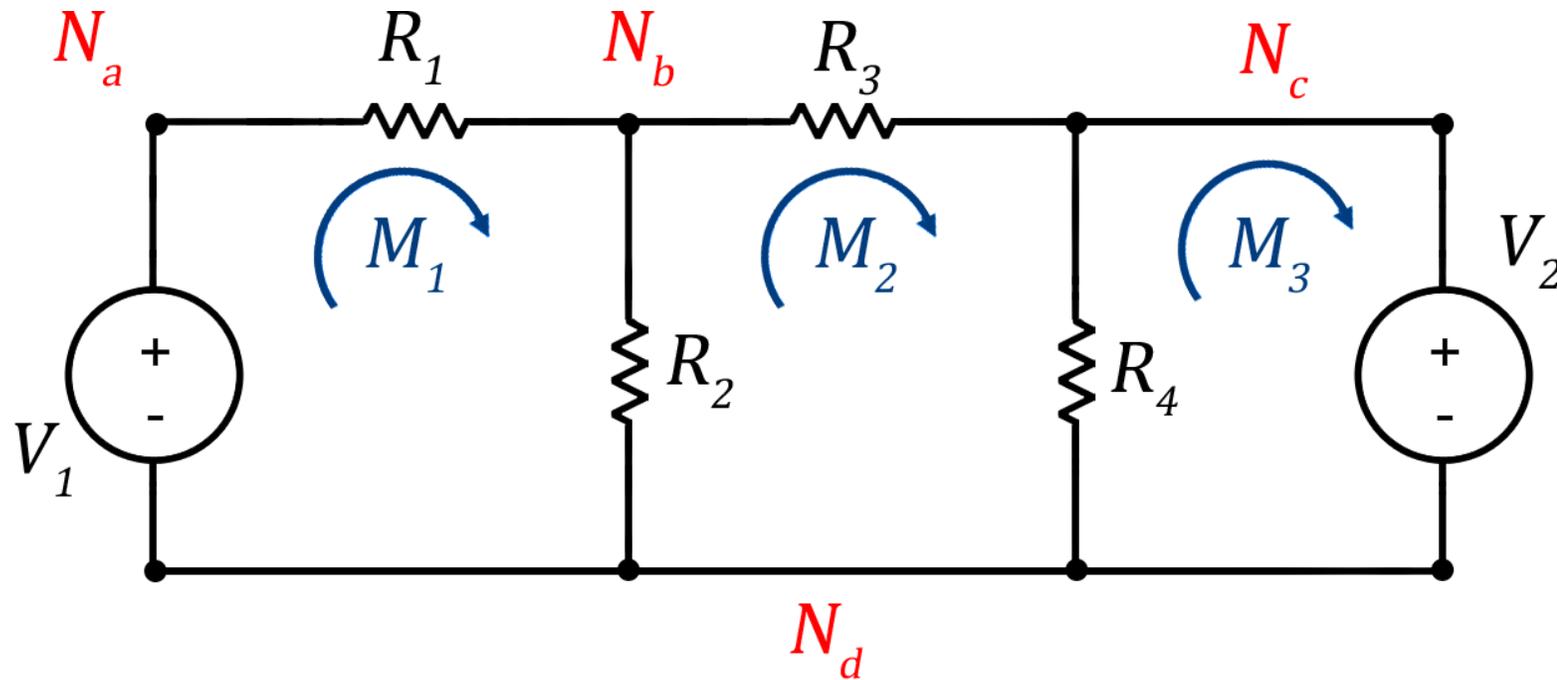
Interpretação dos
equipamentos ideais

Equipamentos Ideais



Interpretação dos equipamentos não ideais

Topologia de Circuitos



Nós: N_a , N_b , N_c , N_d

Nós essenciais: N_b , N_c , N_d

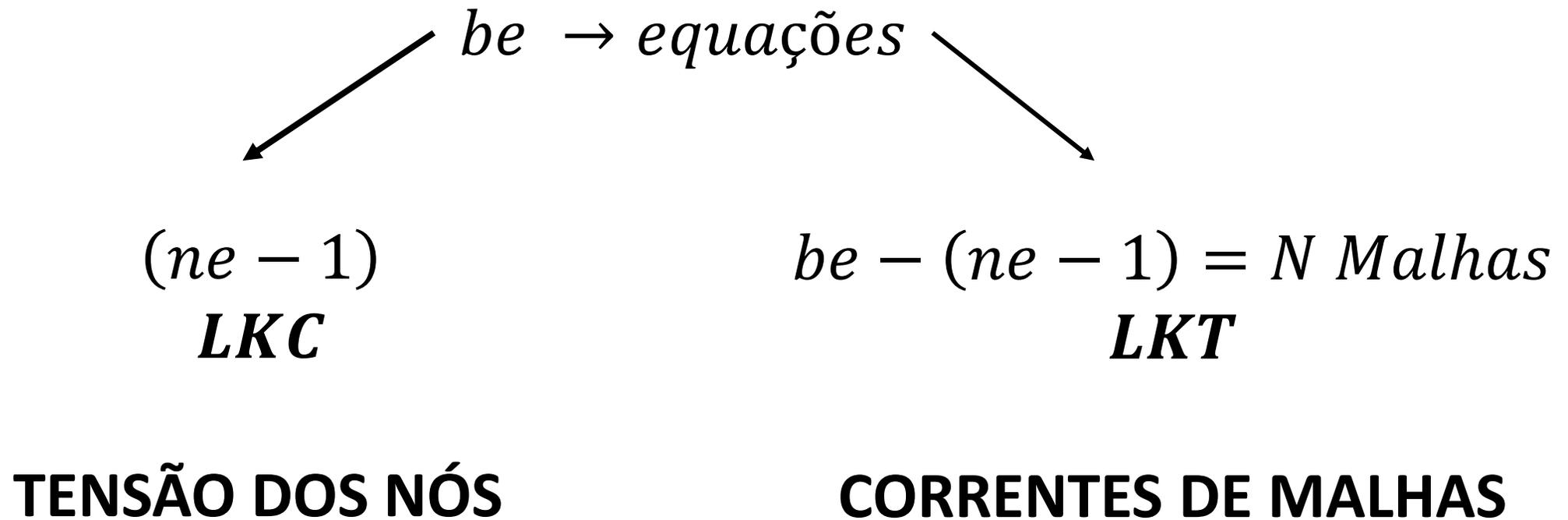
Ramos: V_1 , R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , V_2

Ramos essenciais: V_1 - R_1 , R_2 ,
 R_3 , R_4 , V_2

Malhas: M_1 , M_2 , M_3

Circuito Planar

Número de equações: Tensões dos nós X correntes de Malha



Tensões dos nós - Manual

Lembrem-se que essas etapas devem ser compreendidas e não decoradas

1. Identificar os nós essenciais

- O número de equações para encontrarmos as tensões dos nós, utilizando este método será igual a “ $n-1$ ”

2. Arbitrar um nó essencial como nó de referencia

- Representado pelo símbolo 
- Normalmente se definirmos o nó com maior número de ramos como nó de referência, o sistema de equações será mais simples (isso não é uma regra, cada circuito possui a sua peculiaridade)

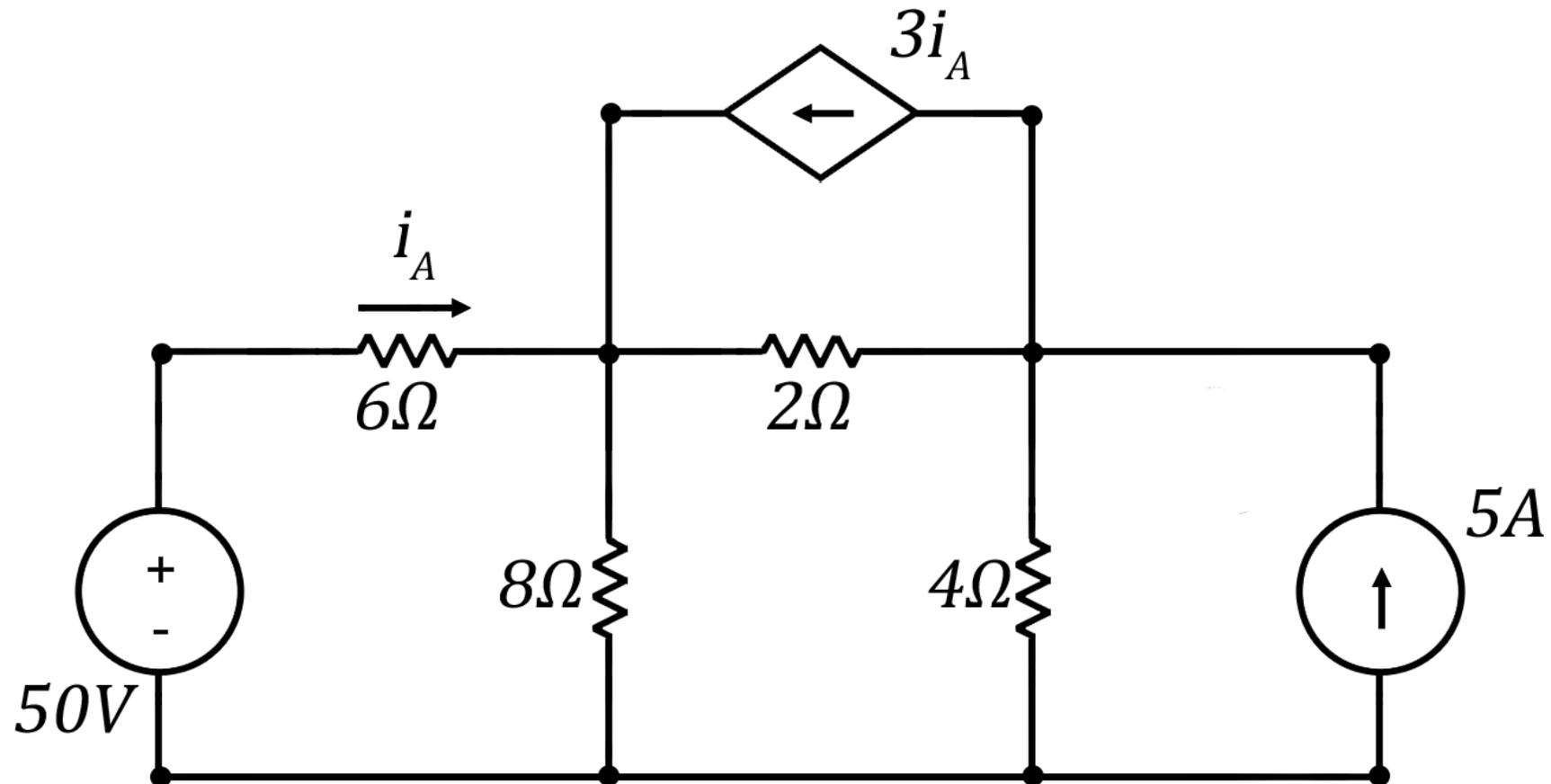
3. A **TENSÃO DO NÓ** é definida como a elevação de tensão entre o nó de referência e os demais nós essenciais

4. Considerar que as correntes de dos nós **SAEM** dos nós essenciais (exceto o nó de referência)

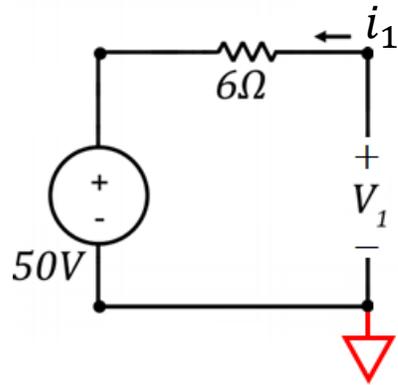
- Esta relação é um padrão adotado para padronizar a álgebra e facilitar a obtenção das equações

5. Calcular as tensões dos nós

Exemplo: Calcule as tensões dos nós

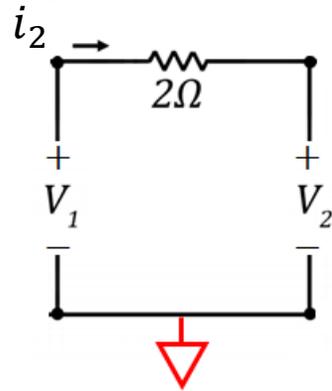


Tensões dos nós



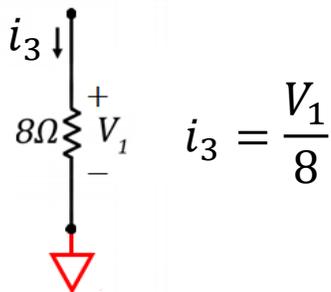
$$-V_1 + 6 \cdot i_1 + 50 = 0$$

$$i_1 = \frac{V_1 - 50}{6}$$

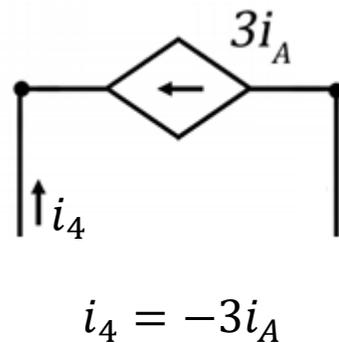


$$-V_1 + 2 \cdot i_2 + V_2 = 0$$

$$i_2 = \frac{V_1 - V_2}{2}$$

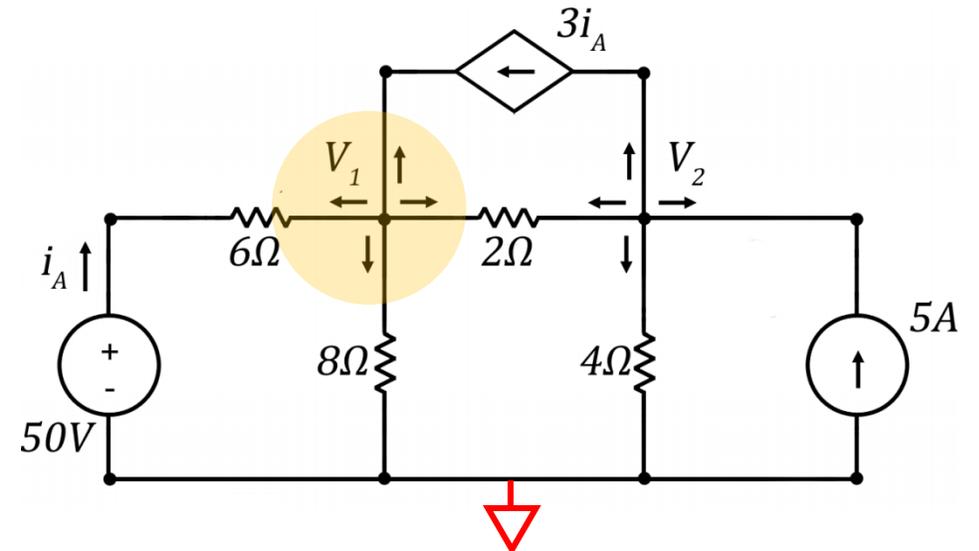


$$i_3 = \frac{V_1}{8}$$



$$i_4 = -3i_A$$

Análise do nó de V1



$$i_1 + i_2 + i_3 + i_4 = 0$$

$$\frac{v_1 - 50}{6} + \frac{v_1}{8} + \frac{v_1 - v_2}{2} - 3 \cdot i_A = 0$$

Tensões dos nós

Exemplo: Calcule a tensão dos nós

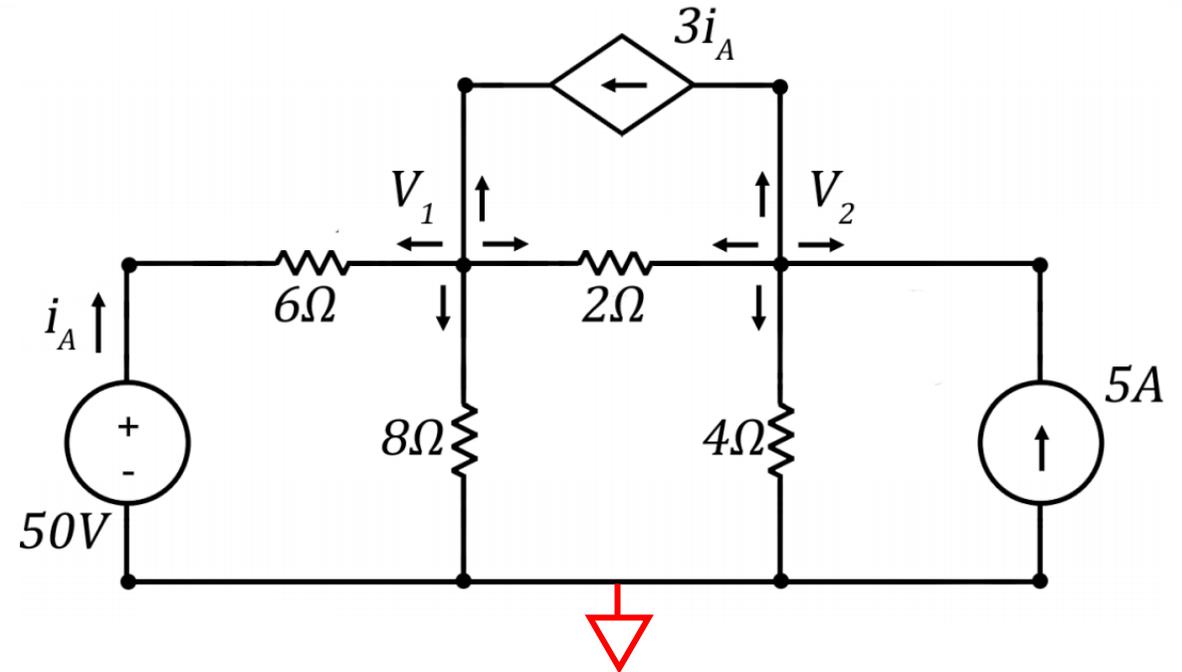
$$\frac{v_1 - 50}{6} + \frac{v_1}{8} + \frac{v_1 - v_2}{2} - 3 \cdot i_A = 0$$

$$-5 + \frac{v_2}{4} + \frac{v_2 - v_1}{2} + 3 \cdot i_A = 0$$

$$i_A = -i_{6\Omega} = \frac{50 - v_1}{6}$$

$$\frac{v_1 - 50}{6} + \frac{v_1}{8} + \frac{v_1 - v_2}{2} - \frac{50 - v_1}{2} = 0$$

$$-5 + \frac{v_2}{4} + \frac{v_2 - v_1}{2} + \frac{50 - v_1}{2} = 0$$



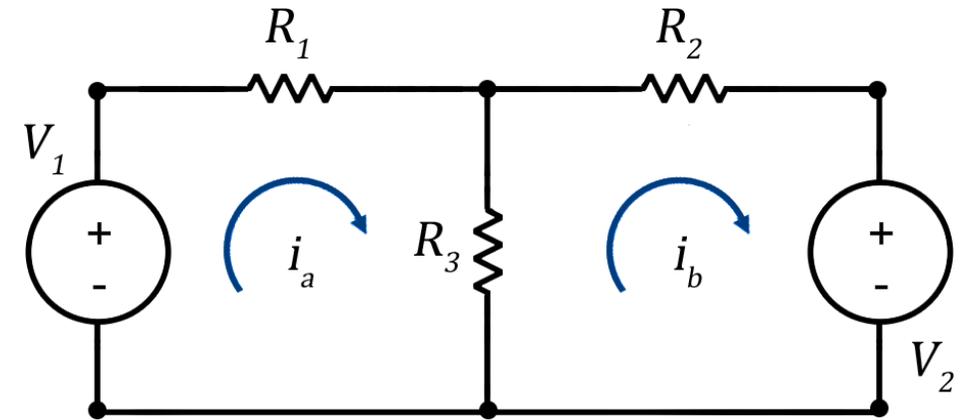
$$v_1 = 32V$$

$$v_2 = 16V$$

$$i_A = 3A$$

Corrente das malhas

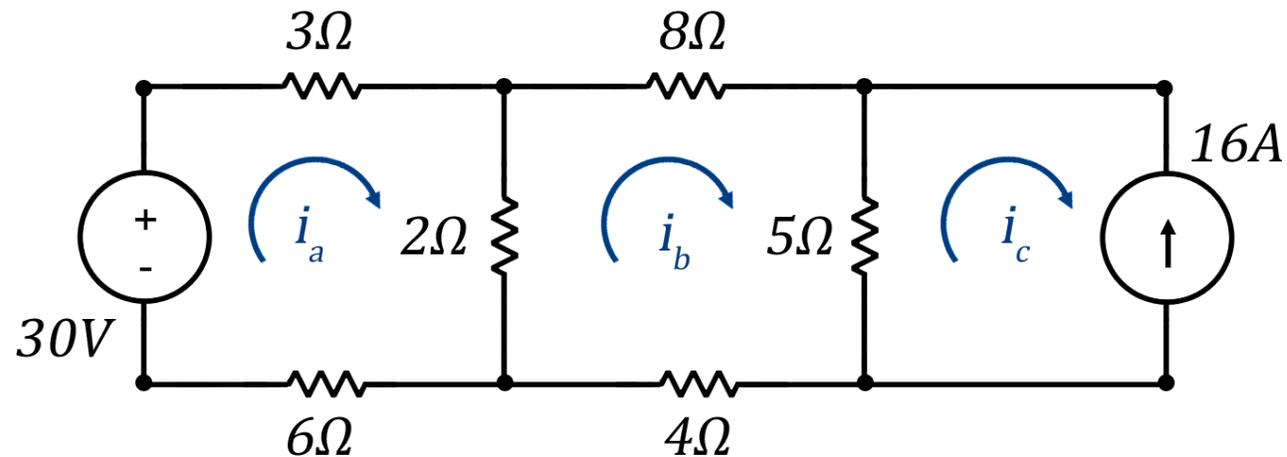
- Para resolver as equações de malha de forma intuitiva, devemos considerar que todas as correntes de malha rotacionam no mesmo sentido.



- Sempre que um ramo for compartilhado por duas malhas, a corrente do ramos será a diferença entre as correntes dos perímetros (malhas).
- Quando um ramos for exclusivo de uma malha, a corrente do perímetro é igual a corrente do ramo.

Corrente das malha

Exercício: Calcule a potência do resistor de 2Ω pelo método das correntes de malhas



Pelo método das tensões dos nós temos:

$$n_e - 1 = 4 - 1 = 3$$

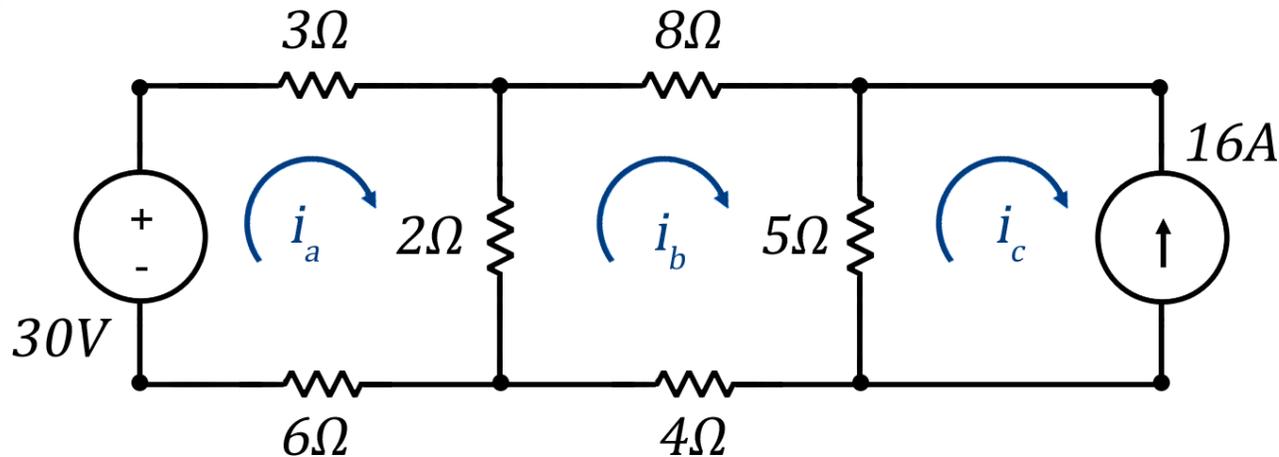
Pelo método das correntes das malhas temos:

$$b_e - (n_e - 1) = m = 3$$

Porém uma das correntes já é conhecida $i_c = -16A$

Corrente das malha

Exercício: Calcule a potência do resistor de 2Ω pelo método das correntes de malhas



$$-30 + 3i_a + 2(i_a - i_b) + 6i_a = 0$$

$$2(i_b - i_a) + 8i_b + 5(i_b - i_c) + 4i_b = 0$$

$$i_c = -16A$$

Neste caso podemos encontrar todas as correntes de malha com apenas **2 equações** (menos 1 eq.)

$$11i_a - 2i_b = 30$$

$$-2i_a + 19i_b = -80$$

$$i_a = 2A \quad e \quad i_b = -4A$$

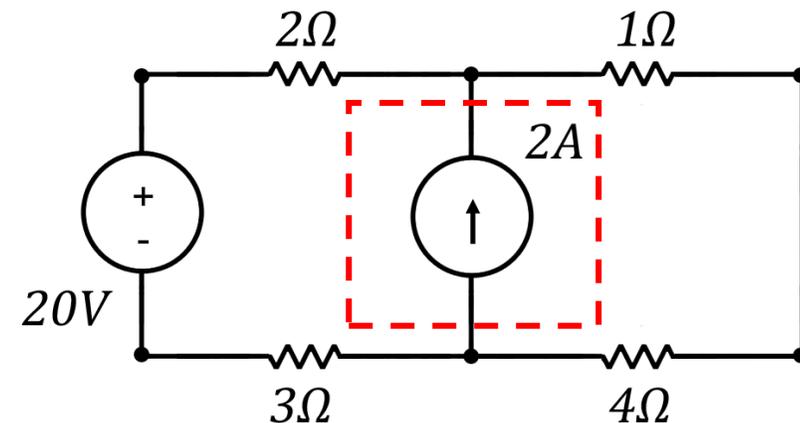
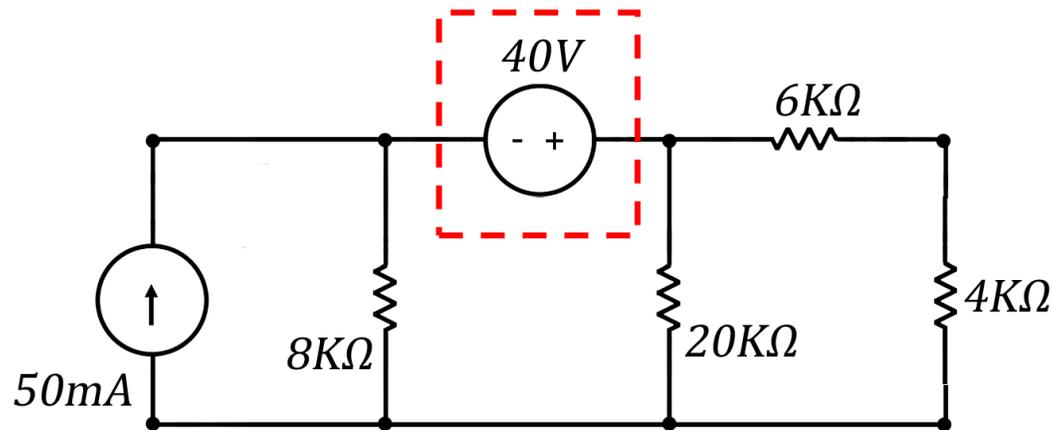
Super Nó x Super Malha

Método das tensões dos nós:

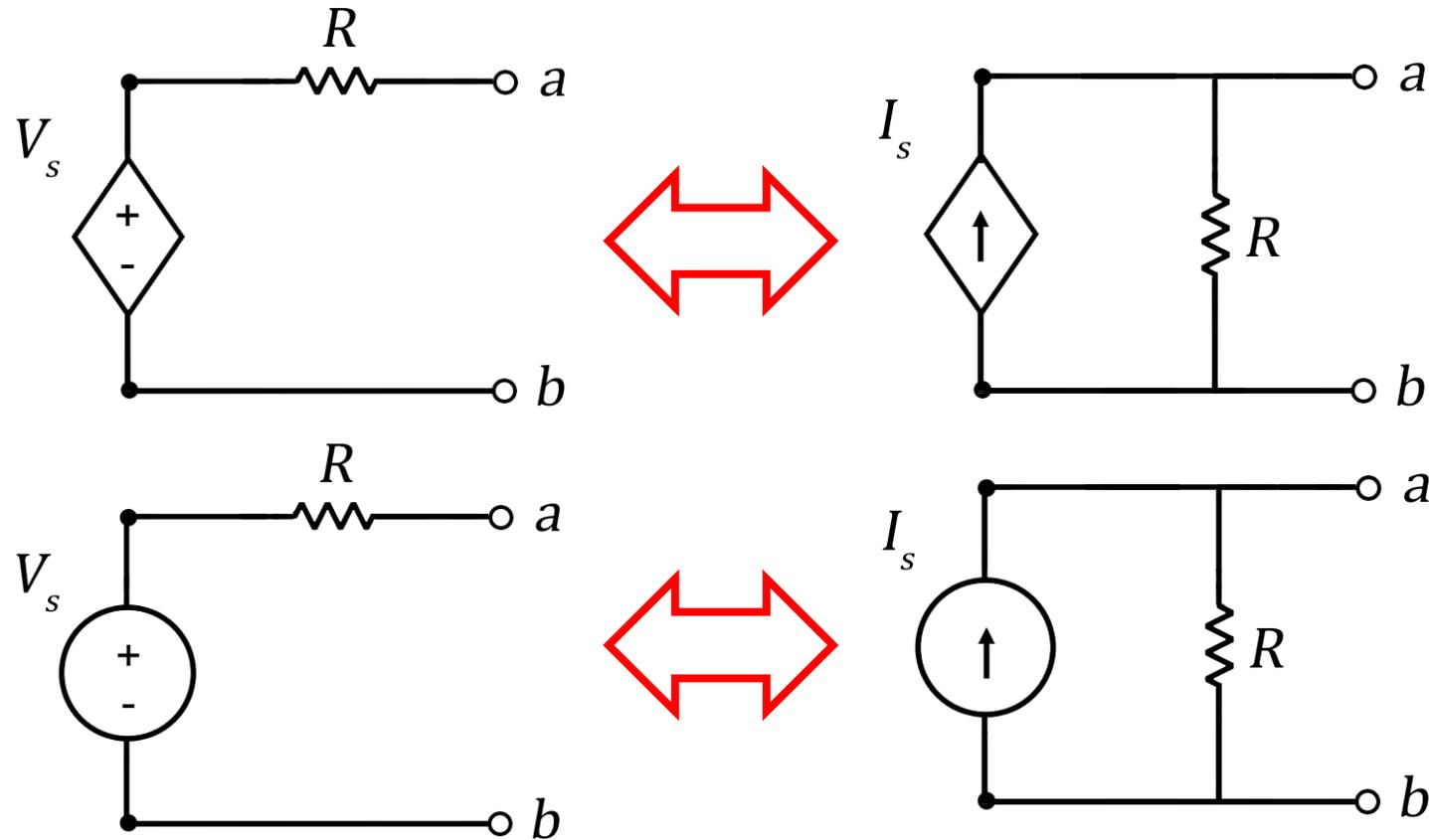
Super Nó: Quando entre dois nós essenciais existe **APENAS** uma fonte de tensão.

Método das correntes das malhas:

Super Malha: Quando uma fonte de corrente é compartilhada por duas malhas.



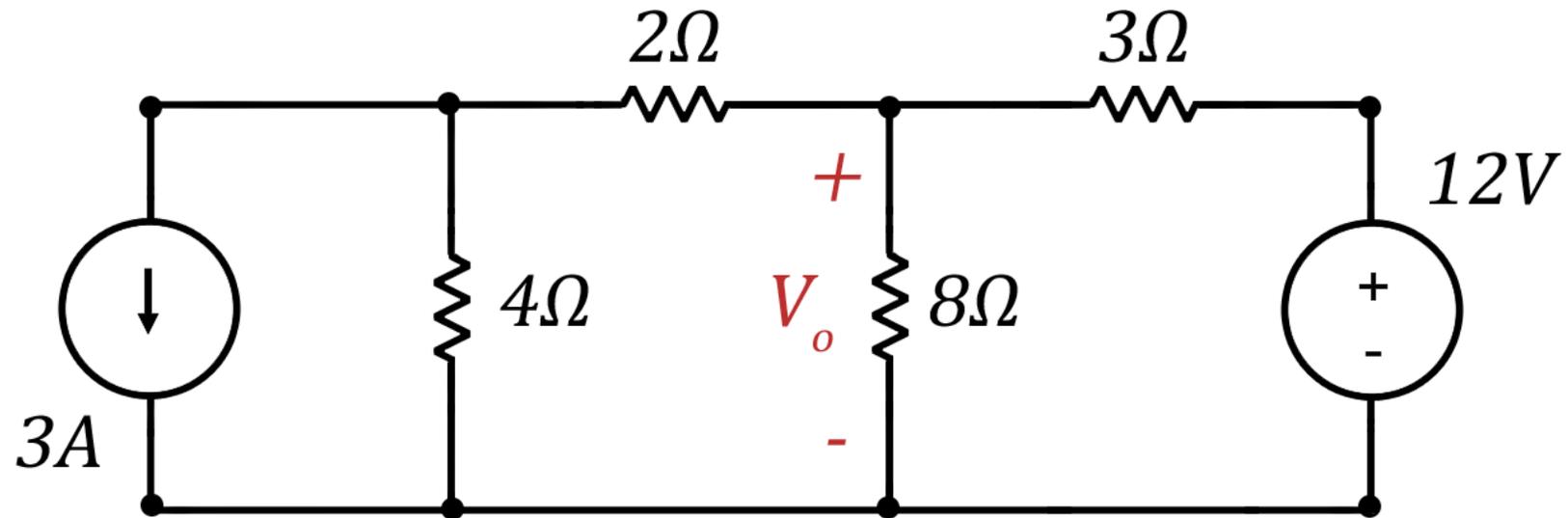
Equivalência entre fontes



$$V_s = R \cdot I_s \quad \text{ou} \quad I_s = \frac{V_s}{R}$$

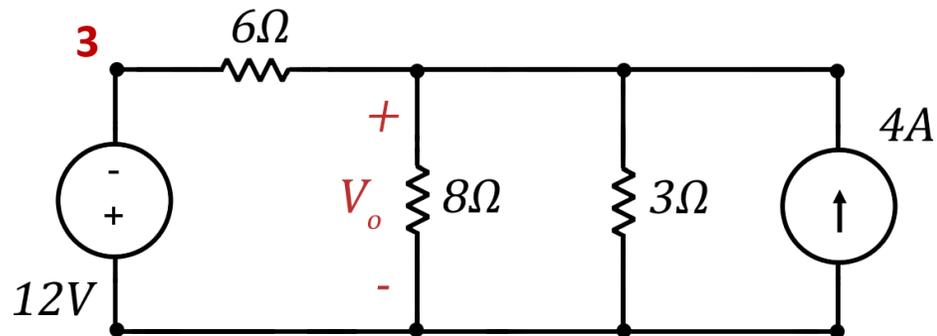
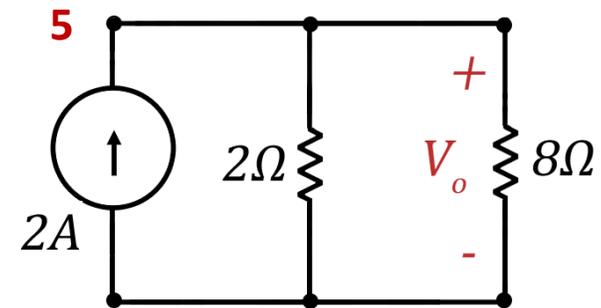
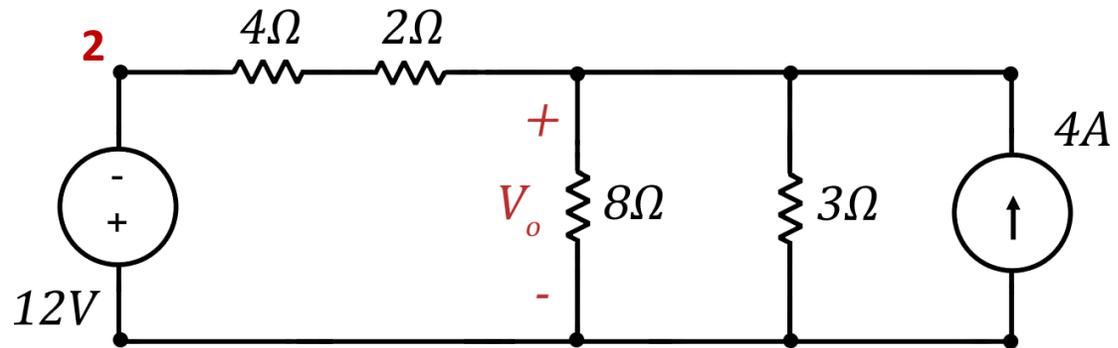
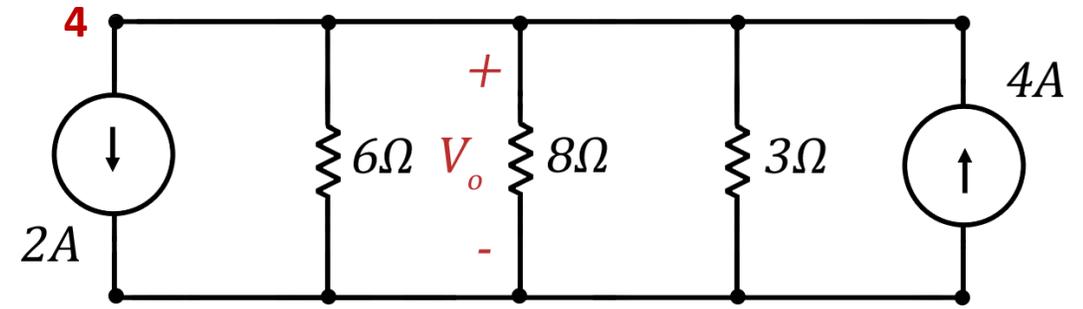
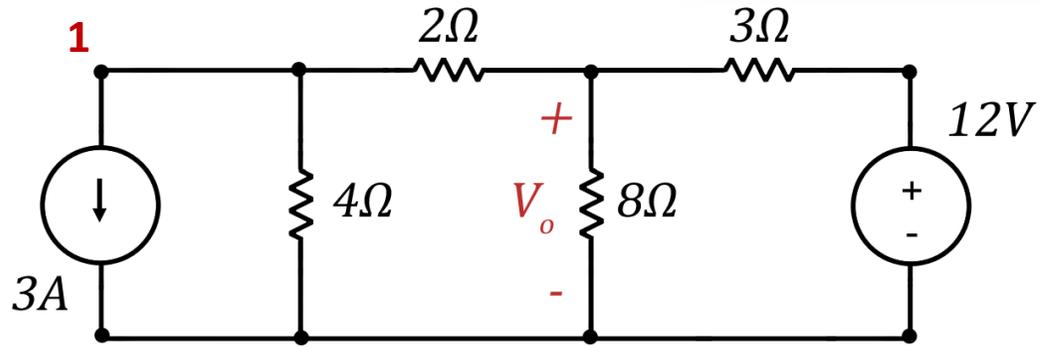
Equivalência entre fontes

Exercício: Utilize a o conceito de equivalência entre fontes para simplificar o circuito e calcular V_o .



$$V_o = 3,2V$$

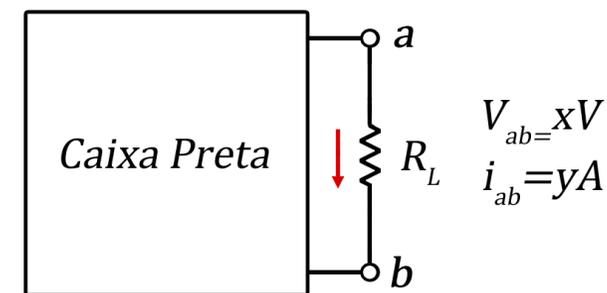
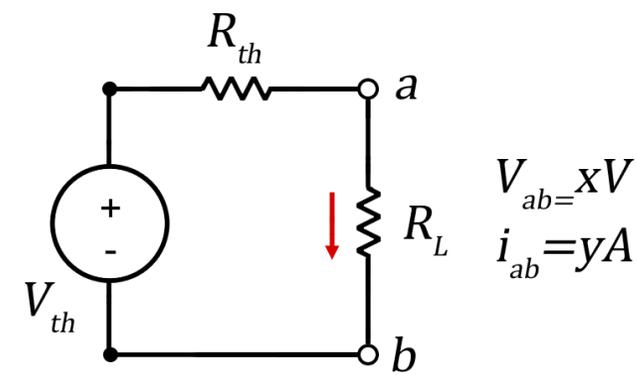
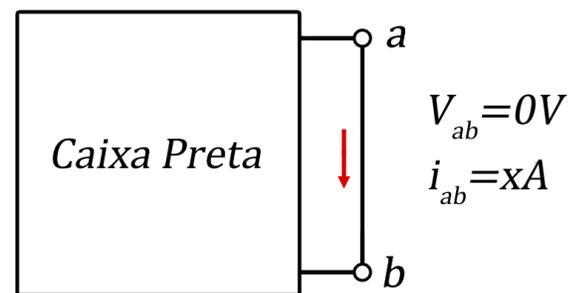
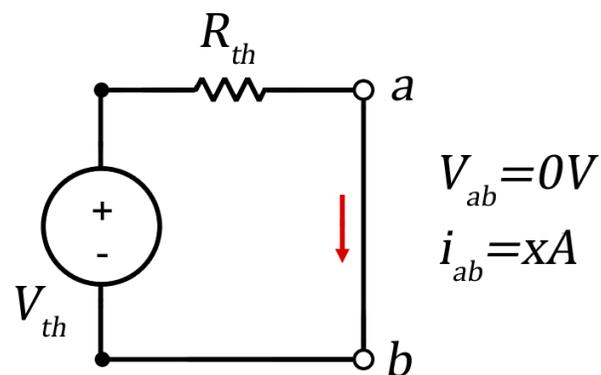
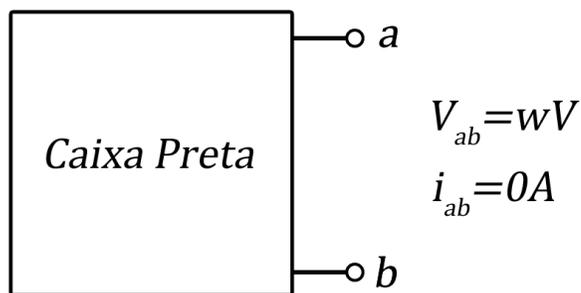
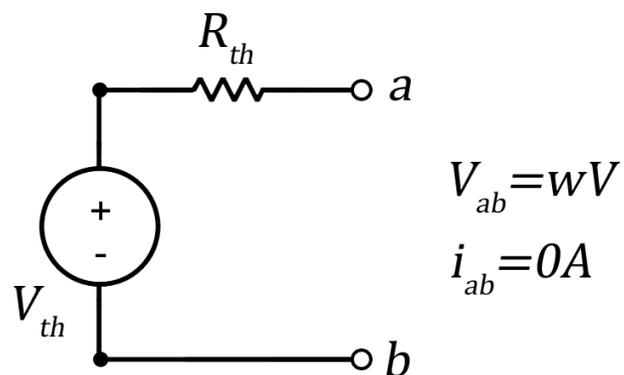
Equivalência entre fontes



$$V_o = 2 \cdot \left(\frac{2 \cdot 8}{8 + 2} \right) = 3,2V$$

Equivalente de Thévenin

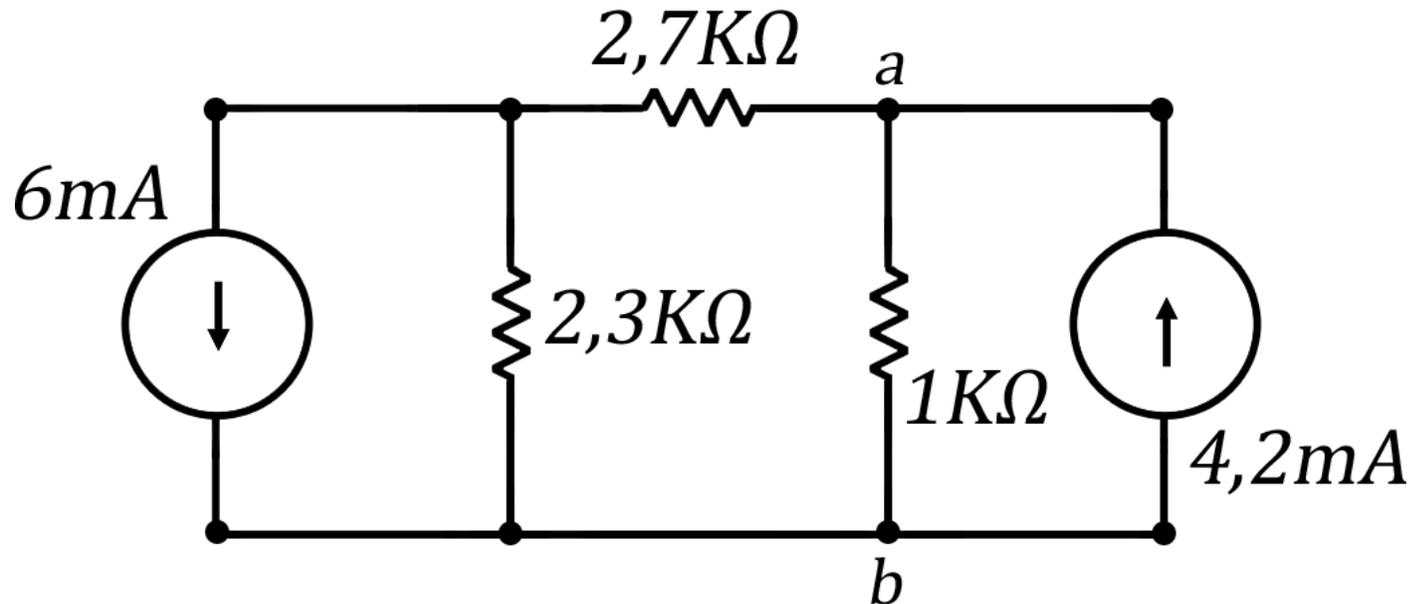
Considerando que os 2 circuitos são equivalentes em relação a dois terminais, a resposta dos circuitos devem ser as mesmas, para qualquer carga conectada a esses terminais, seja uma resistência R , um curto circuito, ou um circuito aberto.



Equivalente de Thévenin

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 $1K\Omega$.

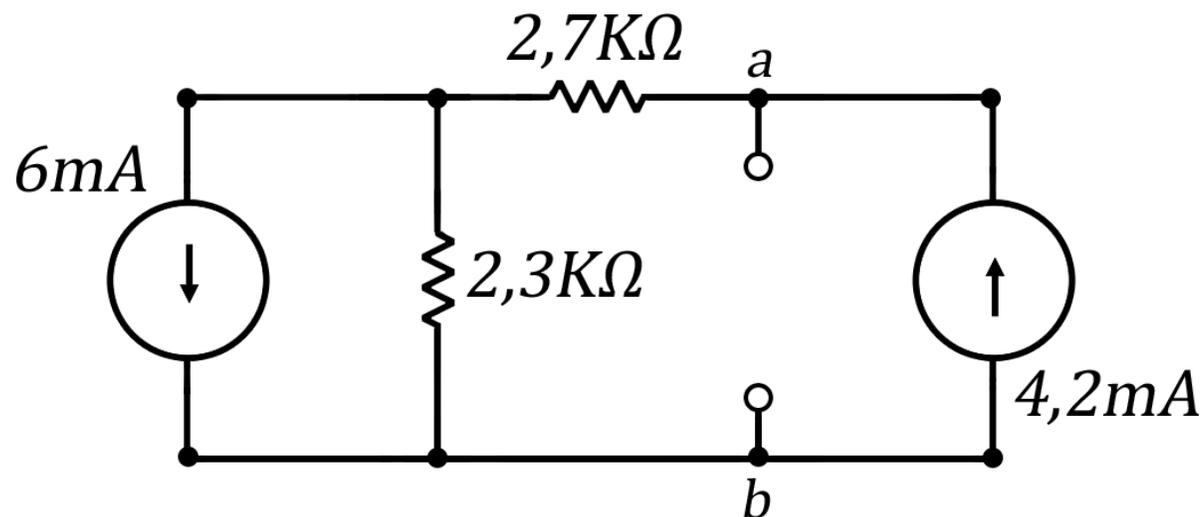
$$i_{2,3\Omega} = 6m - 4,2m = 1,8mA$$

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

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

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

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



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

- O princípio da superposição afirma que a tensão ou corrente em um ramo, pode ser obtida pela análise isolada das fontes independentes.

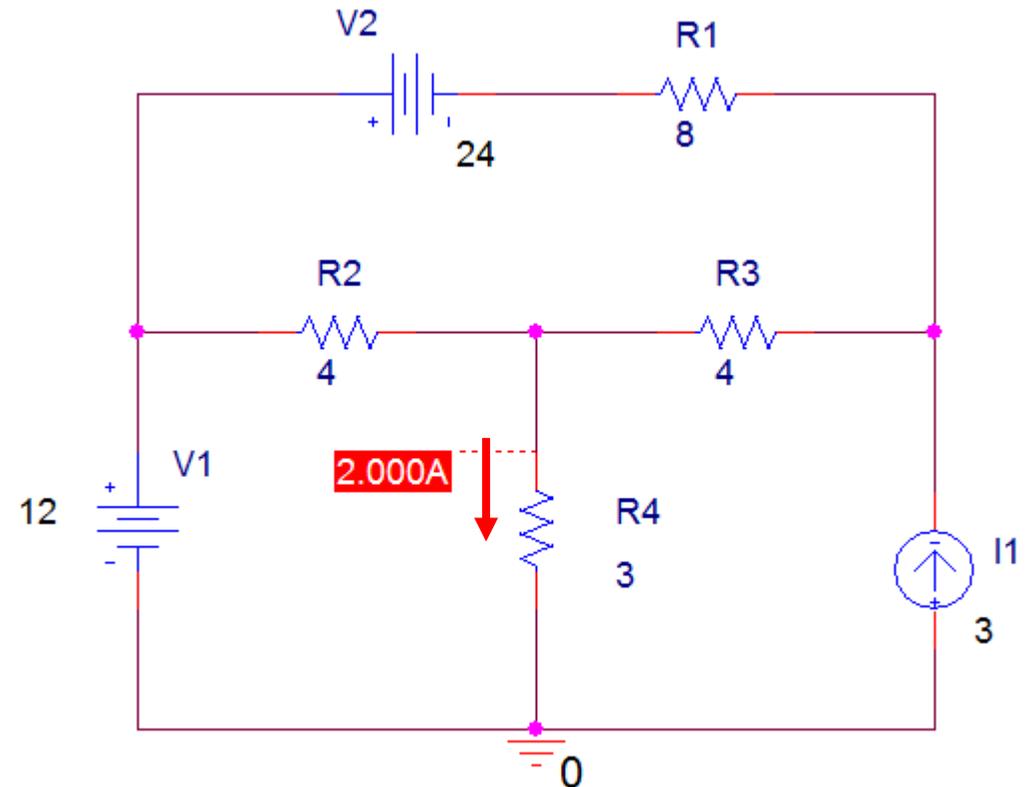
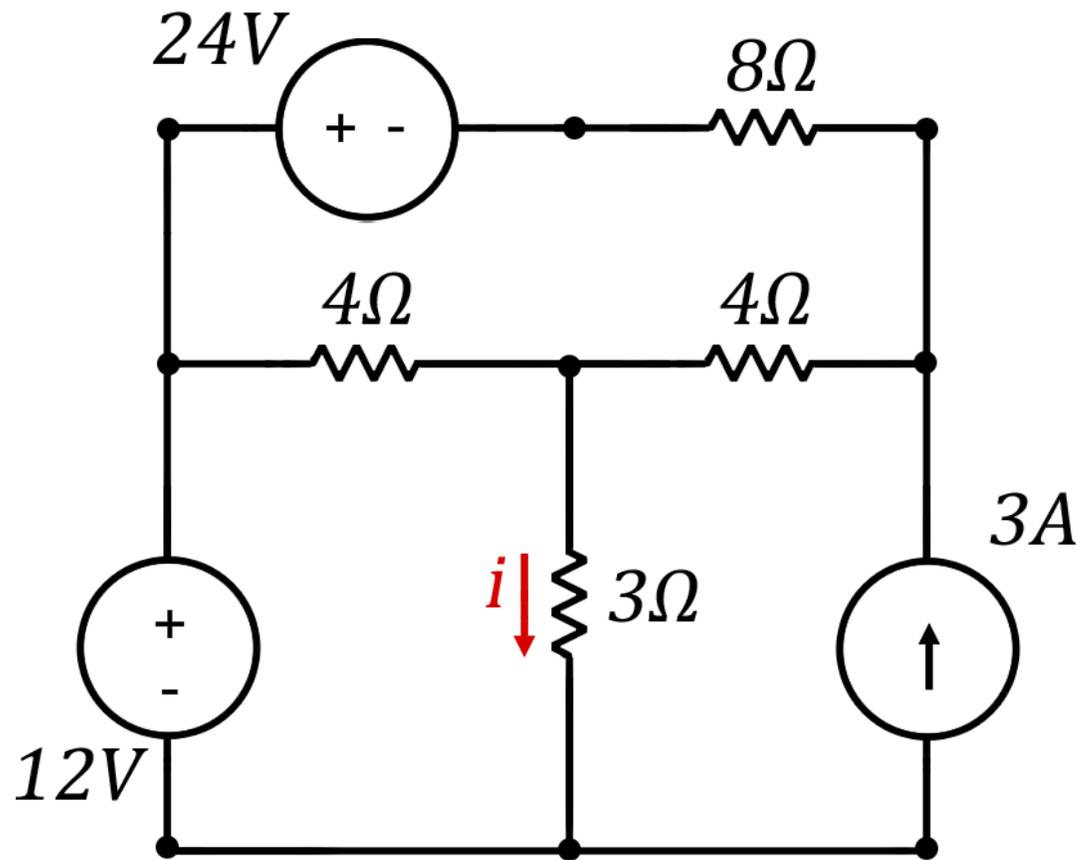
Etapa 1 – “Desligue” as fontes independentes exceto uma. Calcule as correntes e/ou tensão nos ramos de interesse;

Etapa 2 – Repita a Etapa 1 até que todas as fontes independentes tenham sido analisadas de forma isolada; e

Etapa 3 – Some as tensões e/ou correntes ramo a ramo.

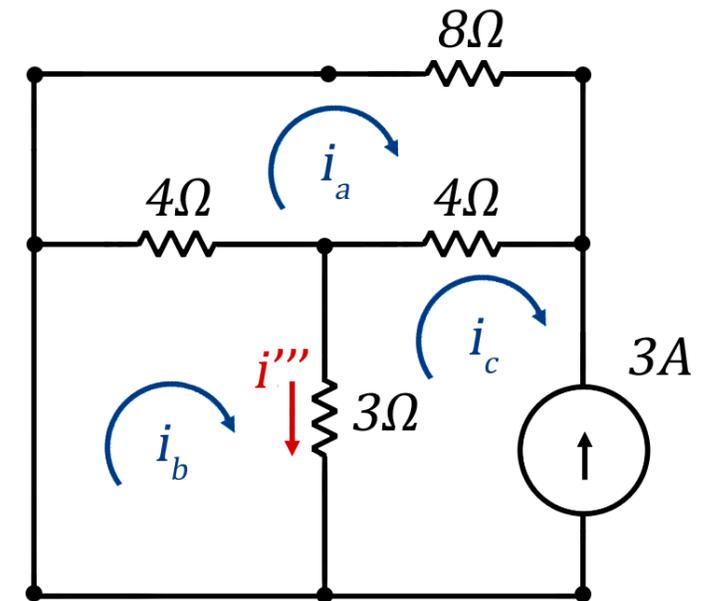
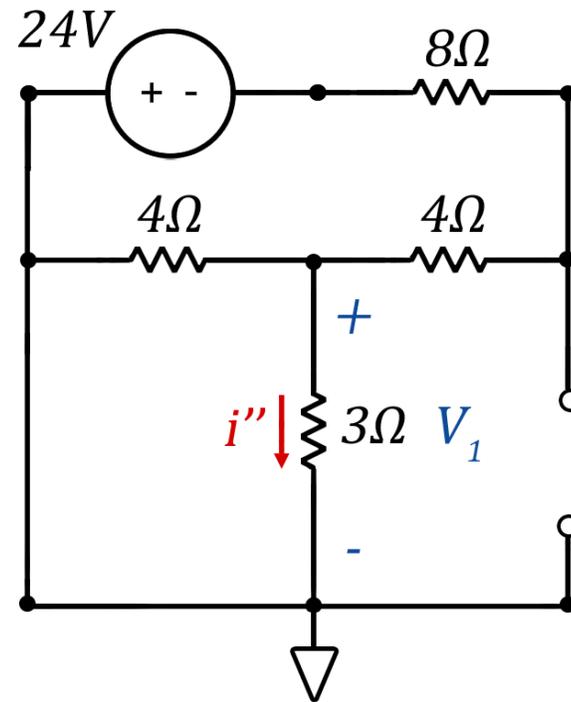
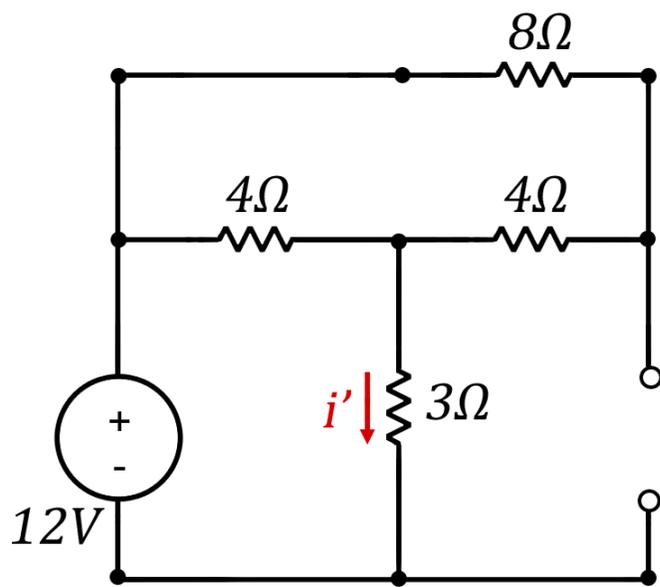
Superposição

Exercício: Um o teorema da superposição para calcular a corrente i



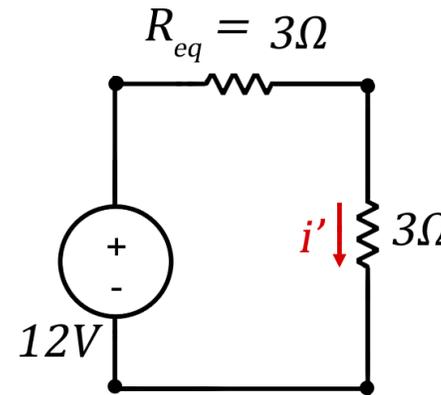
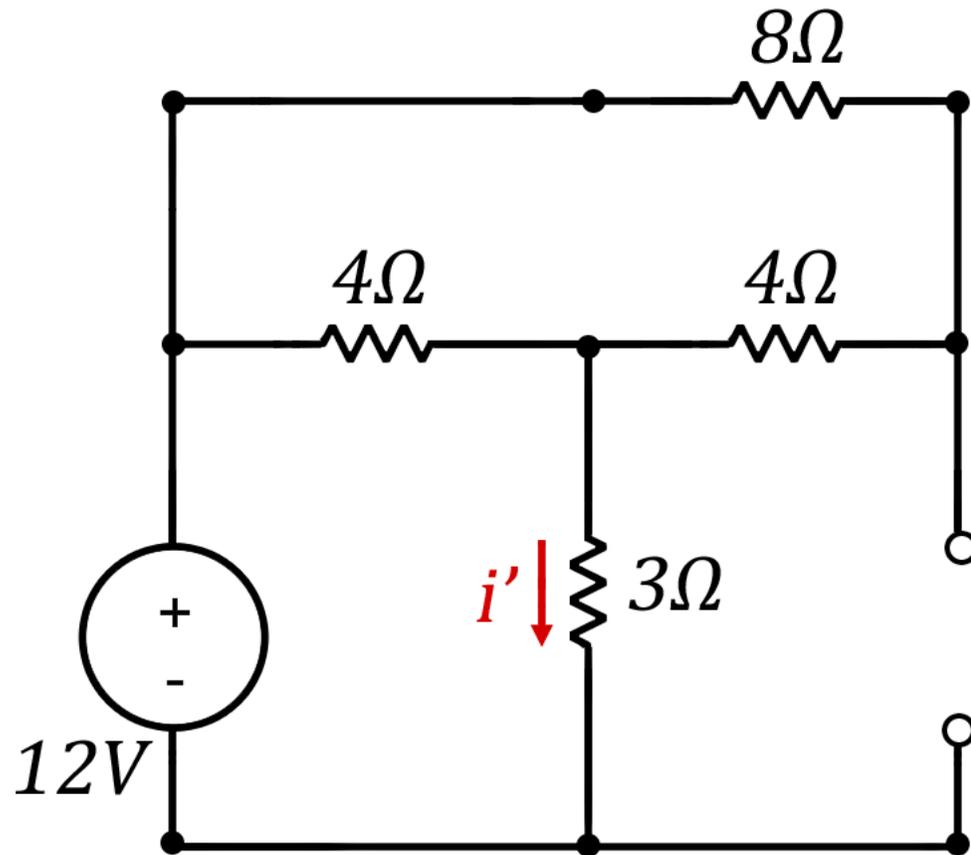
Superposição

Exercício: Um o teorema da superposição para calcular a corrente i



Superposição

Exercício: Um o teorema da superposição para calcular a corrente i



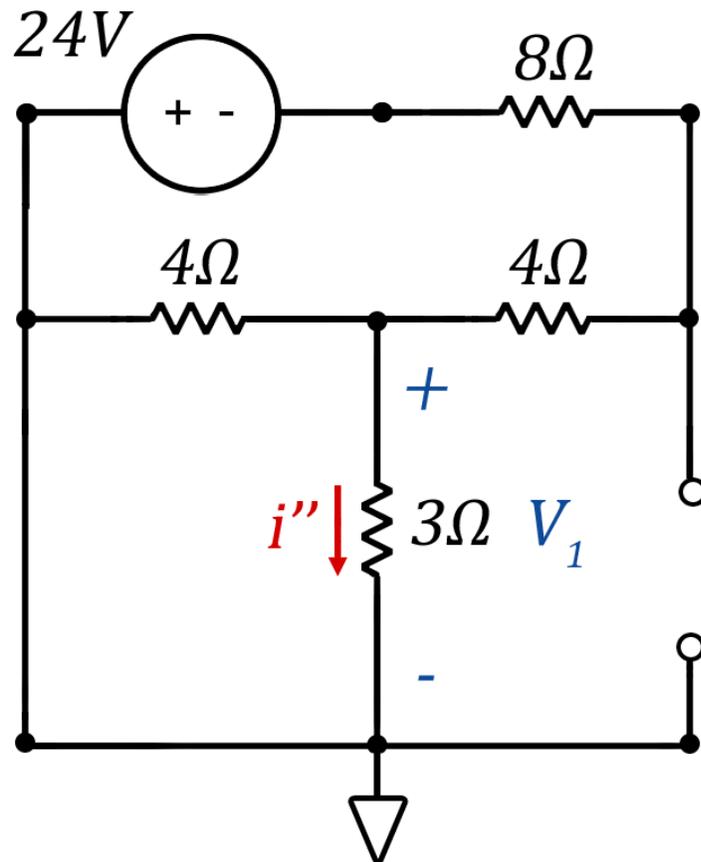
$$R_{eq} = (4 + 8) \parallel 4$$

$$R_{eq} = 3\Omega$$

$$i' = \frac{12}{3 + 3} = 2A$$

Superposição

Exercício: Um o teorema da superposição para calcular a corrente i



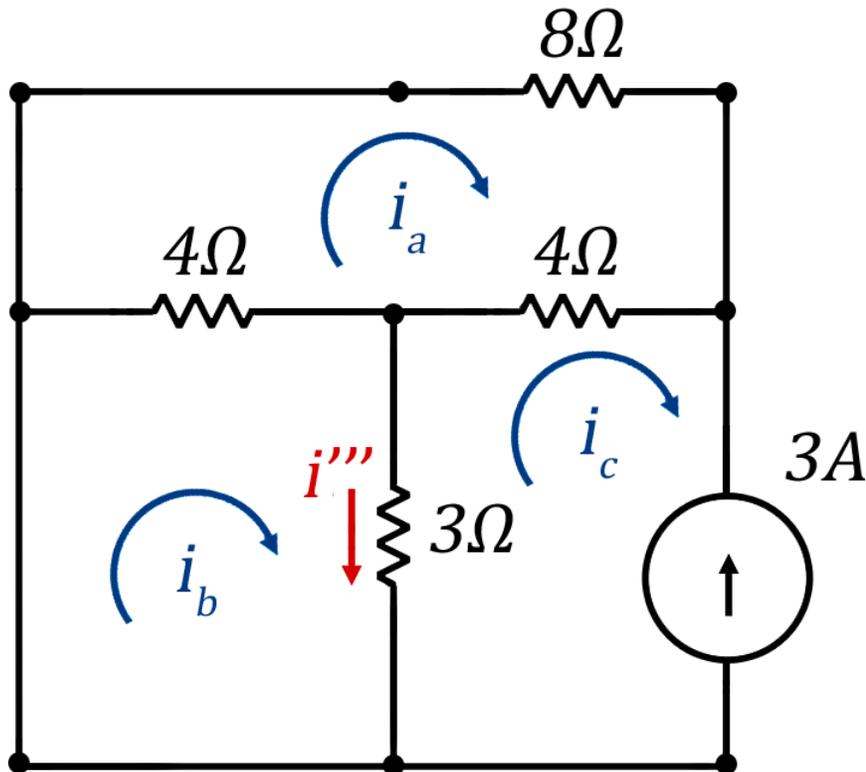
$$\frac{V_1}{3} + \frac{V_1}{4} + \frac{V_1 + 24}{12} = 0$$

$$V_1 \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{12} \right) = -2 \quad \therefore \quad V_1 = -3A$$

$$i'' = -\frac{3}{3} = -1A$$

Superposição

Exercício: Um o teorema da superposição para calcular a corrente i



$$i_c = -3A$$

$$4(i_b - i_a) + 3(i_b - i_c) = 0$$

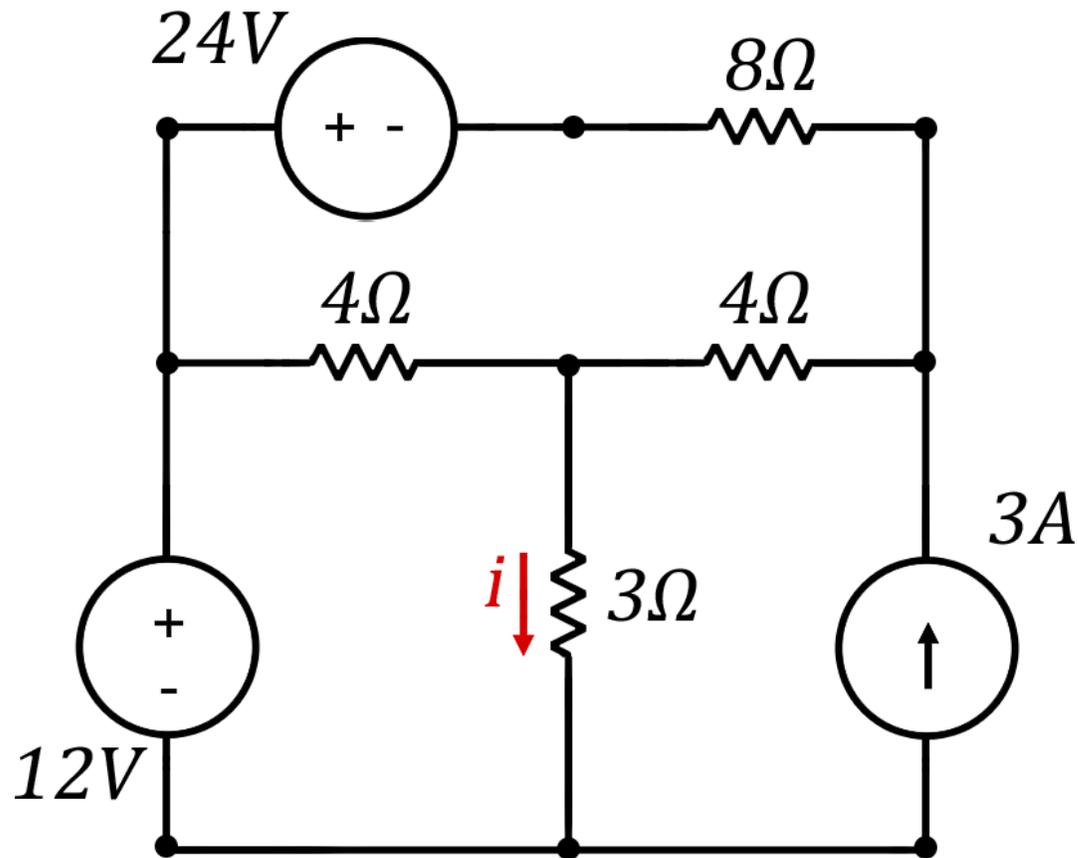
$$4(i_a - i_b) + 8i_a + 4(i_a - i_c) = 0$$

$$i_b = -2A$$

$$i''' = i_b - i_c = -2 - (-3) = 1A$$

Superposição

Exercício: Um o teorema da superposição para calcular a corrente i



$$i' = 2A$$

$$i'' = -1A$$

$$i''' = 1A$$

$$i = i' + i'' + i''' = 2A$$

Superposição

A aplicação do teorema da superposição é uma estratégia interessante em circuitos onde fontes contínuas e alternadas atuam simultaneamente. Analise o comportamento dos capacitores abaixo.

