

Método das Malhas

Abordagem Geral

Método das Malhas

- 1. Associe uma corrente no sentido horário a cada malha fechada e independente do circuito.**
 - Não é necessário escolher o sentido horário para todas as correntes de malha.**
 - De fato, podemos escolher qualquer sentido para cada uma dessas correntes sem alterar o resultado, enquanto todos os outros passos são seguidos corretamente.**
 - Entretanto, escolhendo o sentido horário como o padrão, podemos desenvolver um método mais rápido para escrever as equações necessárias, o que poupará tempo e possivelmente evitará alguns dos erros mais comuns.**

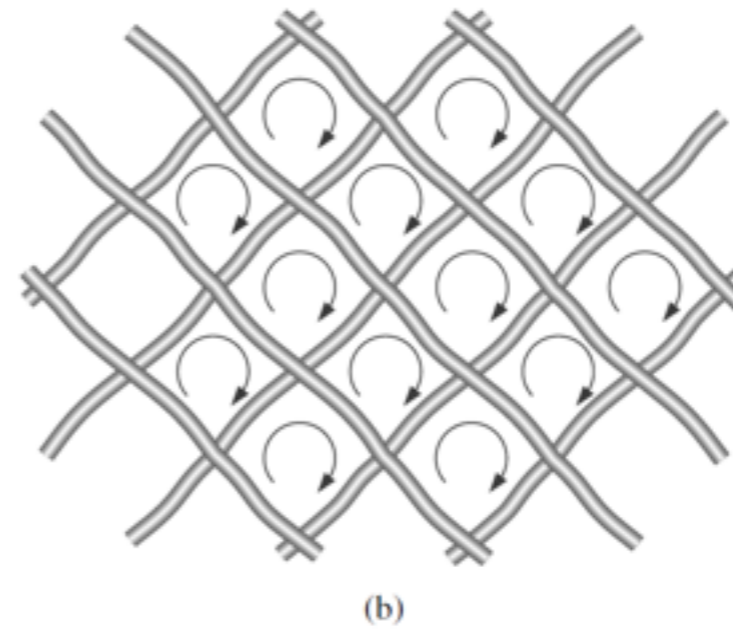
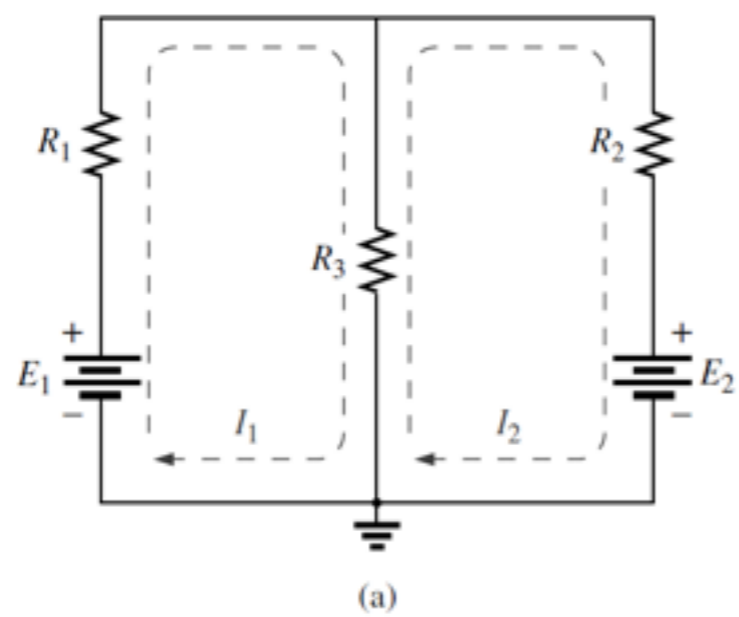


Figura 8.27 Definição da corrente de malha: (a) circuito de 'duas janelas'; (b) analogia da cerca de malha de arame.

2. **Indique as polaridades de cada resistor dentro de cada malha de acordo com o sentido da corrente postulada para essa malha.**

- **Observe a necessidade de que polaridades sejam estabelecidas para todos os componentes de todas as malhas.**
- **Portanto, isso requer, como mostra a Figura 8.28, que o resistor de $4\ \Omega$ tenha duas polaridades associadas.**

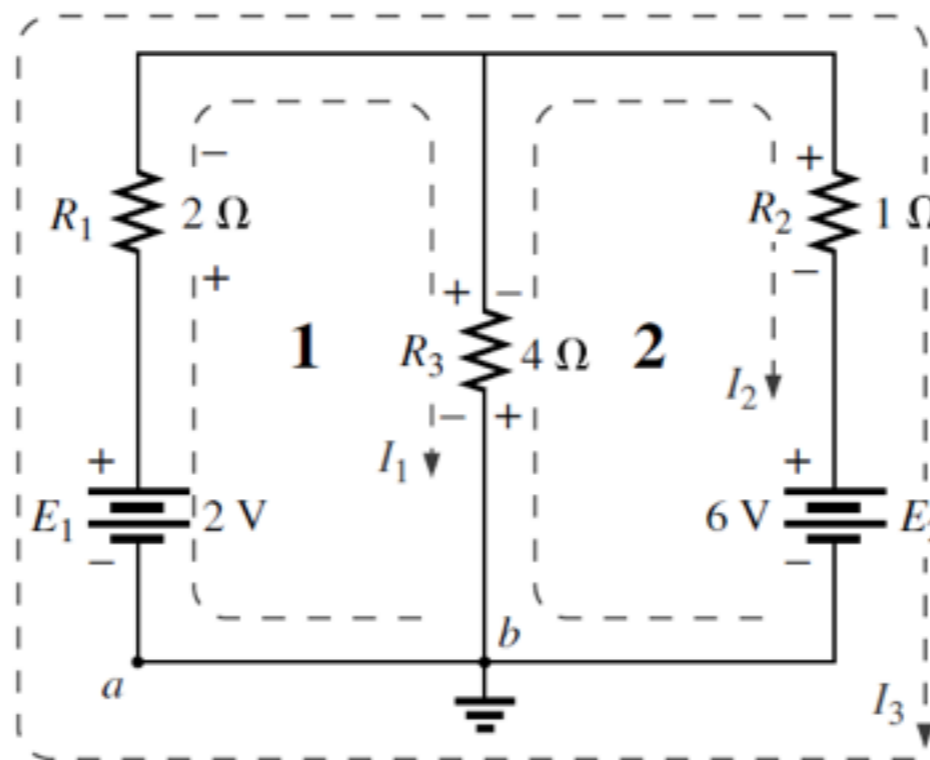


Figura 8.28 Definição das correntes de malha para um circuito de ‘duas janelas’.

3. Aplique a lei de Kirchhoff para tensões em todas as malhas no sentido horário. Novamente, o sentido horário foi escolhido para manter a uniformidade

a) Se um resistor é percorrido por duas ou mais correntes, a corrente total que o atravessa é dada pela corrente da malha à qual a lei de Kirchhoff está sendo aplicada adicionando as correntes de outras malhas que o percorrem no mesmo sentido e subtraindo as correntes que o atravessam no sentido oposto.

b) A polaridade de *uma fonte de tensão não é afetada pela escolha do sentido das correntes nas malhas.*

4. Resolva as equações lineares simultâneas resultantes para obter as correntes de malhas.

Exemplo 1: Determine as correntes I_1 e I_2 nos circuito abaixo.

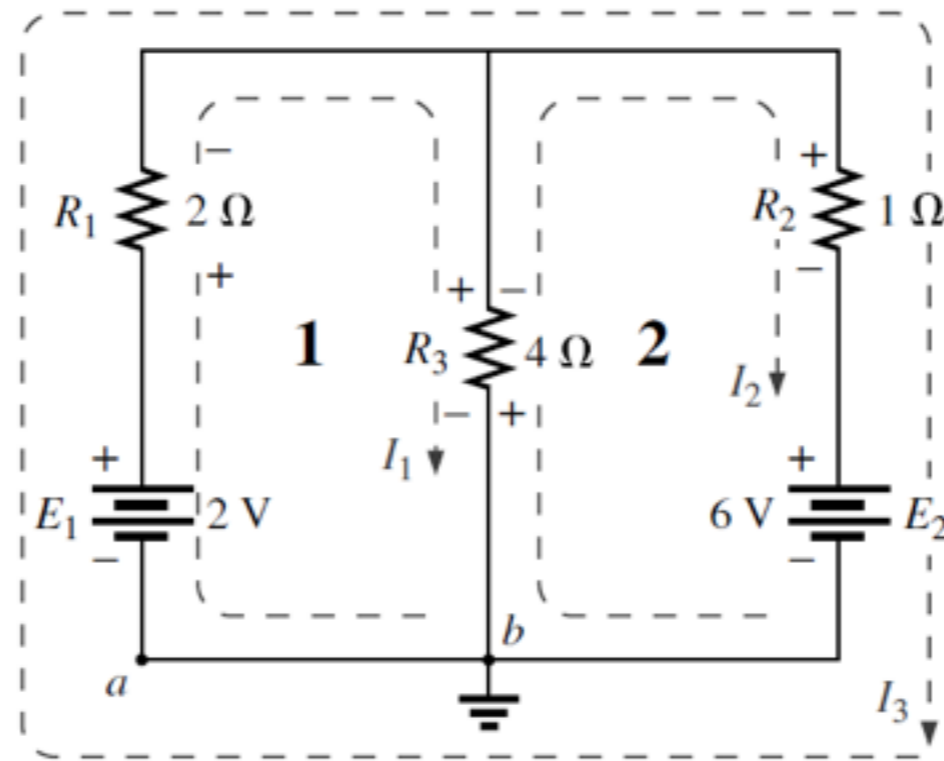


Figura 8.28 Definição das correntes de malha para um circuito de ‘duas janelas’.

Exemplo 2: Determine as correntes em cada ramo dos circuitos abaixo.

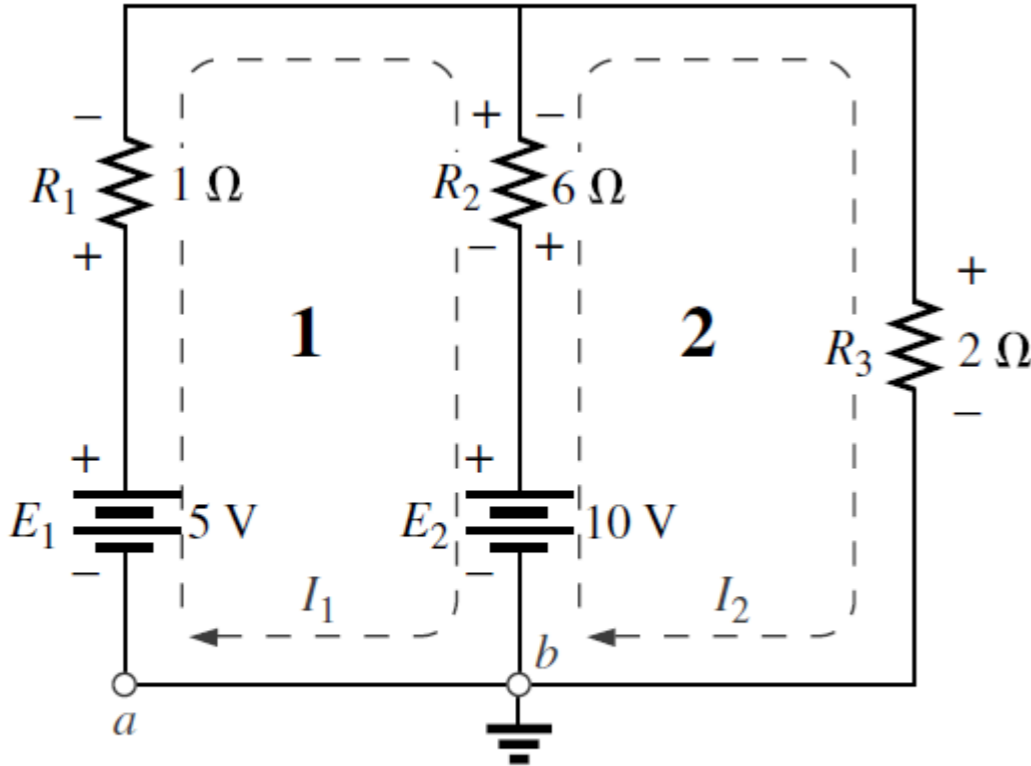


Figura 8.29 Exemplo 8.12.

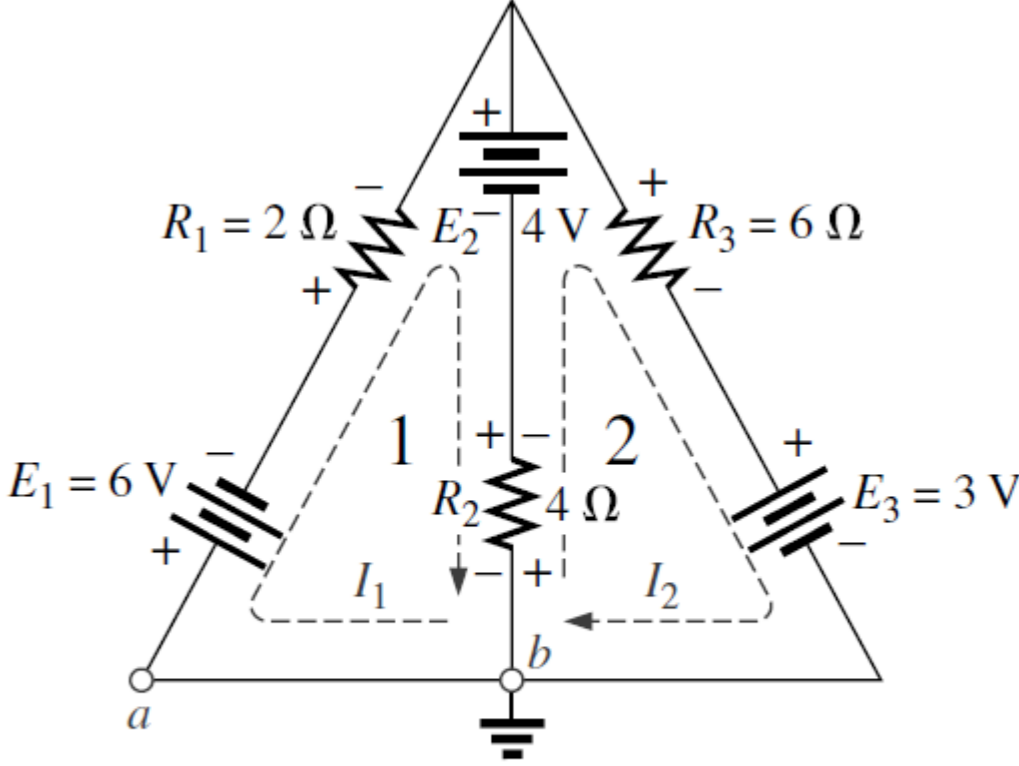


Figura 8.30 Exemplo 8.13.

Teoremas para Análise de Circuitos

- Teorema da superposição
- Teorema de Thevenin
- Teorema de Norton

Teorema da Superposição

- O teorema da superposição pode ser usado para:
 - analisar circuitos que tenham duas ou mais fontes que não estejam em série ou paralelo
 - Revelar o efeito de cada fonte sobre uma dada quantidade de interesse
 - Para fontes de diferentes tipos (CC's e CA's) onde a análise pode ser feita separadamente para cada caso e o resultado total é obtido por uma soma algébrica dos resultados.

Teorema da Superposição

- **A corrente ou tensão, através de qualquer elemento é igual à soma algébrica das correntes ou tensões produzidas independentemente por cada fonte.**
 - Em outras palavras, este teorema nos permite encontrar uma solução para uma corrente ou para uma tensão, usando apenas uma fonte por vez.
 - Considerando os efeitos de cada fonte separadas implicaria em remover as demais.
 - Configurar uma fonte de tensão em zero volt é como colocar um curto circuito em seus terminais.
 - **Ao remover então, uma fonte de tensão de um diagrama esquemático de um circuito, substitua-o por uma conexão direta (curto circuito) de zero ohm.**

- Analogamente, configurar uma fonte de corrente em zero ampères é como substituí-la por um circuito aberto.
- **Ao remover uma fonte de corrente do diagrama esquemático de um circuito, substitua-o por um circuito aberto de infinitos ohms. Qualquer resistência interna associada à fonte deve permanecer no circuito.**

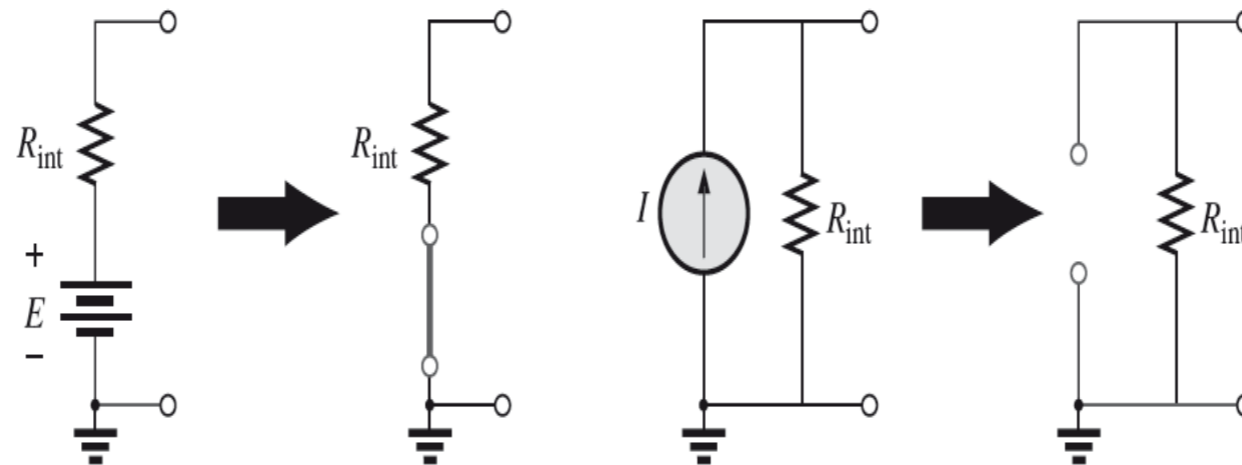


Figura 9.1 Remoção de uma fonte de tensão e de uma fonte de corrente para permitir a aplicação do teorema da superposição.

Exemplo 3:

- Usando o teorema da superposição, determine a corrente através do resistor R_2 .
- Mostre que este teorema não é aplicável aos níveis de potência.

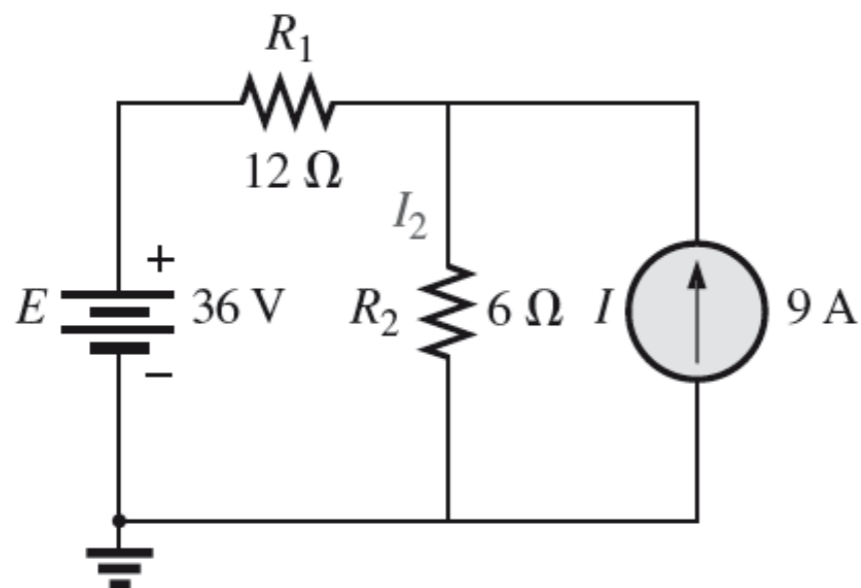


Figura 9.2 Circuito a ser analisado no Exemplo 9.1 usando o teorema da superposição.

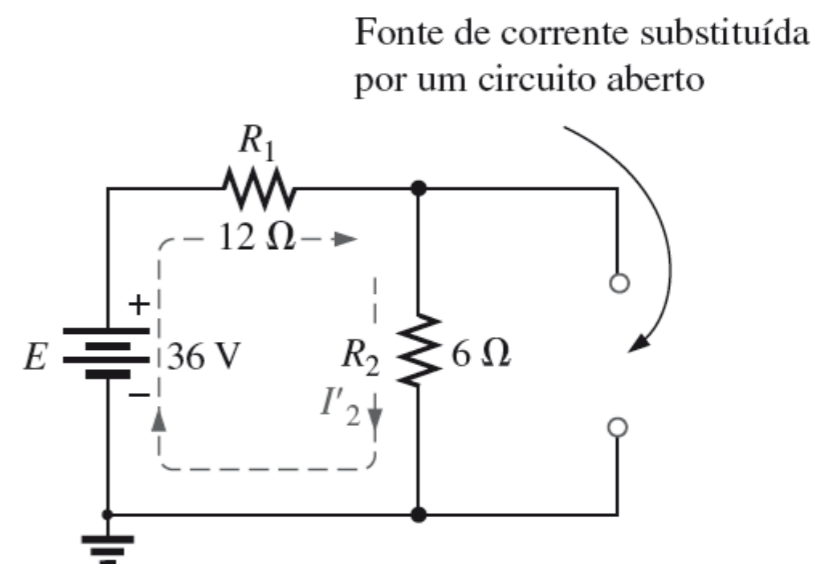


Figura 9.3 Substituição da fonte de corrente de 9 A na Figura 9.2 por um circuito aberto para determinar o efeito da tensão de 36 V sobre a corrente I_2 .

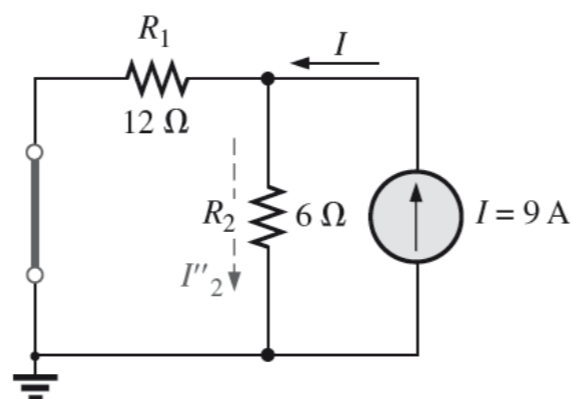


Figura 9.4 Substituição da fonte de tensão de 36 V por um equivalente de curto-circuito para determinar o efeito da fonte de corrente de 9 A sobre a corrente I_2 .

Exemplo 4

a) Usando o teorema da superposição, determine a corrente I_1 .

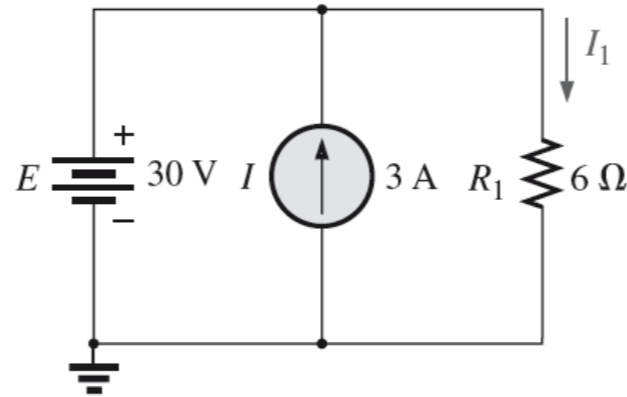


Figura 9.12 Circuito de duas fontes a ser analisado usando o teorema da superposição do Exemplo 9.3.

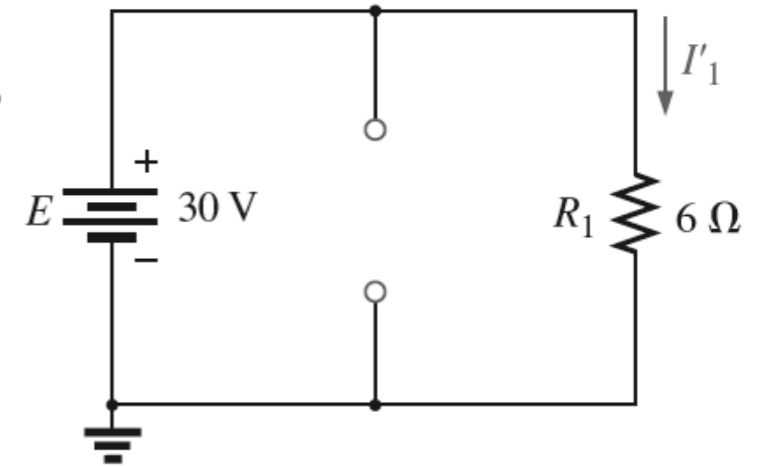


Figura 9.13 Determinação do efeito da fonte de 30 V sobre a corrente I_1 na Figura 9.12.

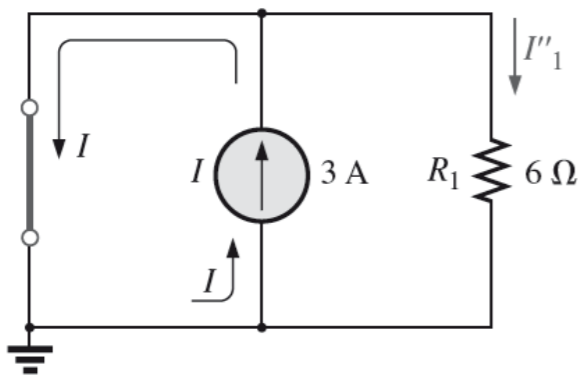


Figura 9.14 Determinação do efeito de fonte de corrente de 3 A sobre a corrente I_1 na Figura 9.12.

Teorema de Thévenin

- Permite a redução de circuitos complexos em mais simples e pode ser utilizado para:
 - analisar circuitos com fontes que não estão em série
 - reduzir o número de componentes necessárias para estabelecer as mesmas características de saída
 - investigar o efeito da mudança de um componente em particular sobre o comportamento de um circuito sem ter que analisar o circuito inteiro após cada mudança

Teorema de Thévenin

- Qualquer circuito de corrente contínua de dois terminais pode ser substituído por um circuito equivalente que consista somente de uma fonte de tensão e de um resistor em série.

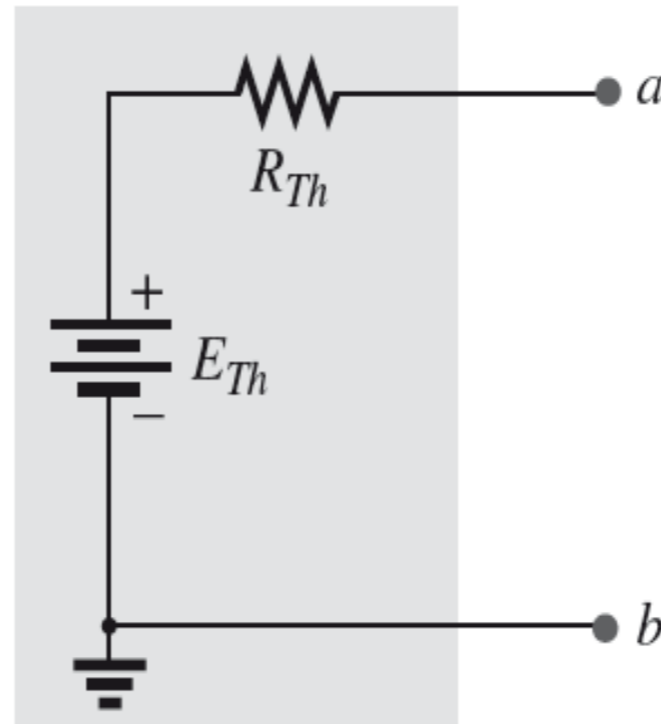


Figura 9.23 Circuito equivalente de Thévenin.

Idéia do Teorema de Thevenin

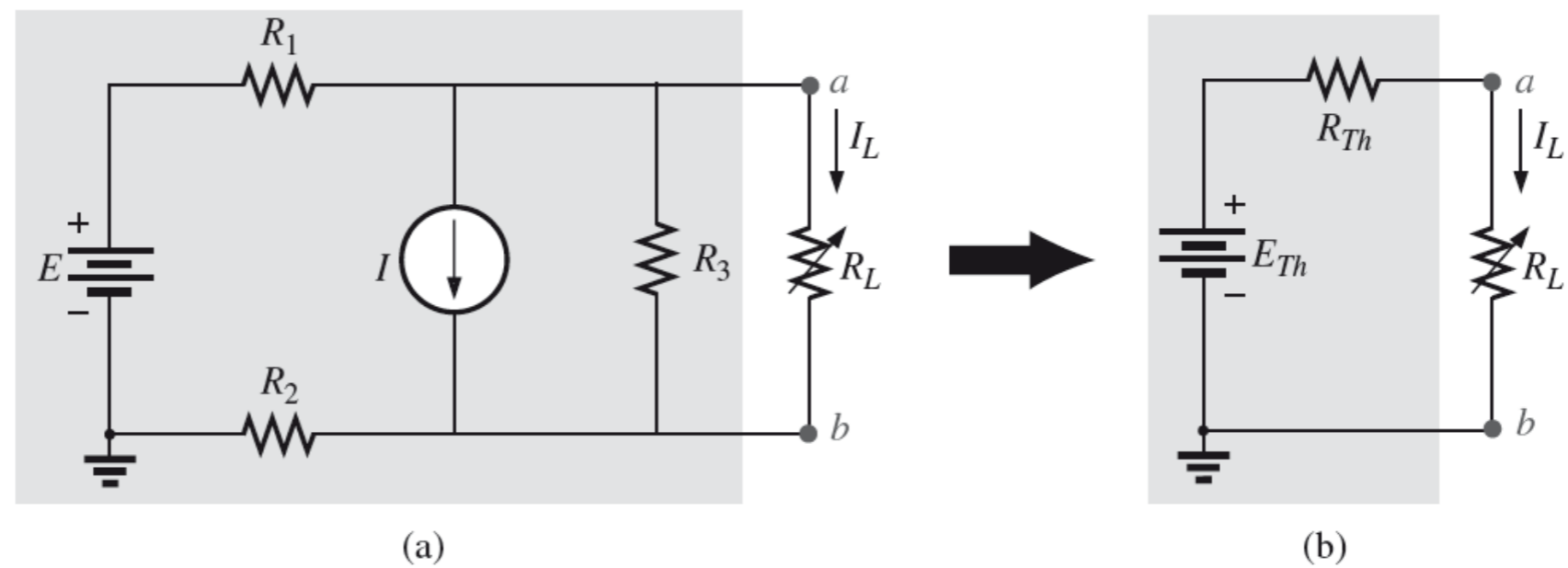


Figura 9.25 Substituição de um circuito complexo pelo circuito equivalente de Thévenin.

- Remova a parte do circuito para o qual deseje obter o equivalente de Thévenin (no nosso exemplo, o resistor R_L)
- Assinale os terminais do circuito remanescente.
- Calcule R_{Th} colocando primeiro todas as fontes em zero (substituindo as fontes de tensão por curtos circuitos e as fontes de correntes por circuitos abertos) e, em seguida, determine a resistência equivalente entre os terminais escolhidos.
- Calcule E_{Th} retornando primeiro todas as fontes às suas posições originais no circuito e, em seguida, determina a tensão entre os dois terminais escolhidos. **A diferença de potencial deve ser calculada com o circuito aberto entre os terminais assinalados.**
- Desenhe o circuito equivalente de Thévenin e recoloque entre os terminais do circuito equivalente a parte que foi removida previamente.

Exemplo 5: Determine o circuito equivalente de Thévenin para a parte sombreada do circuito abaixo. Em seguida, determine a corrente em R_L considerando que esta resistência valha 2Ω , 10Ω e 100Ω ,

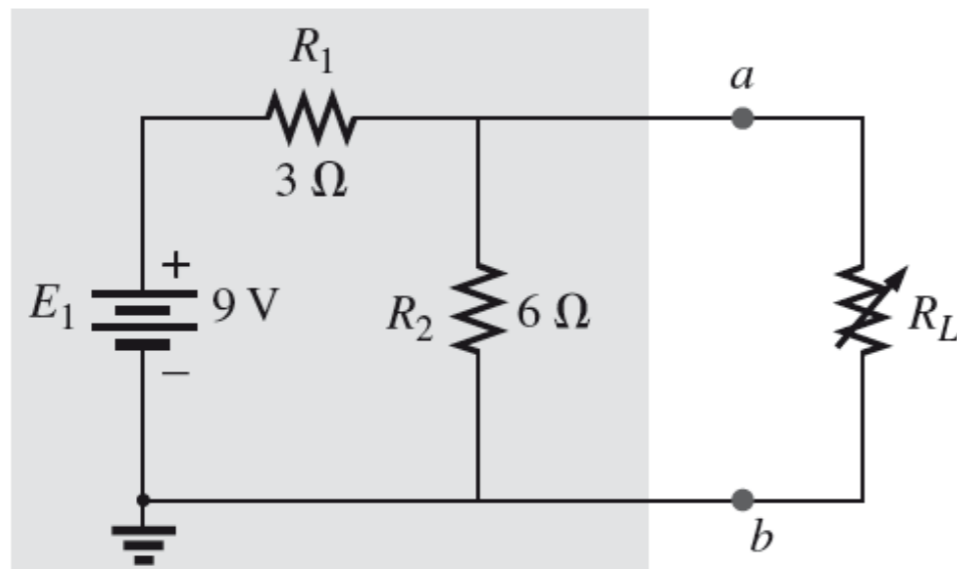


Figura 9.26 Exemplo 9.6.

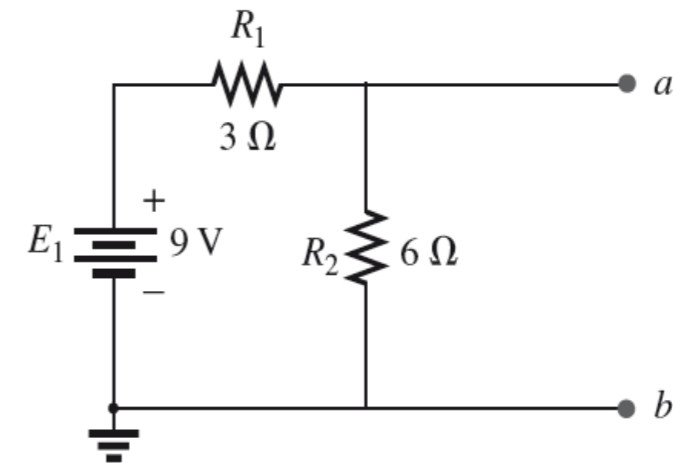


Figura 9.27 Identificação dos terminais de interesse para a aplicação do teorema de Thévenin.

Exemplo 6: Determine o circuito equivalente de Thévenin para a parte sombreada do circuito abaixo.

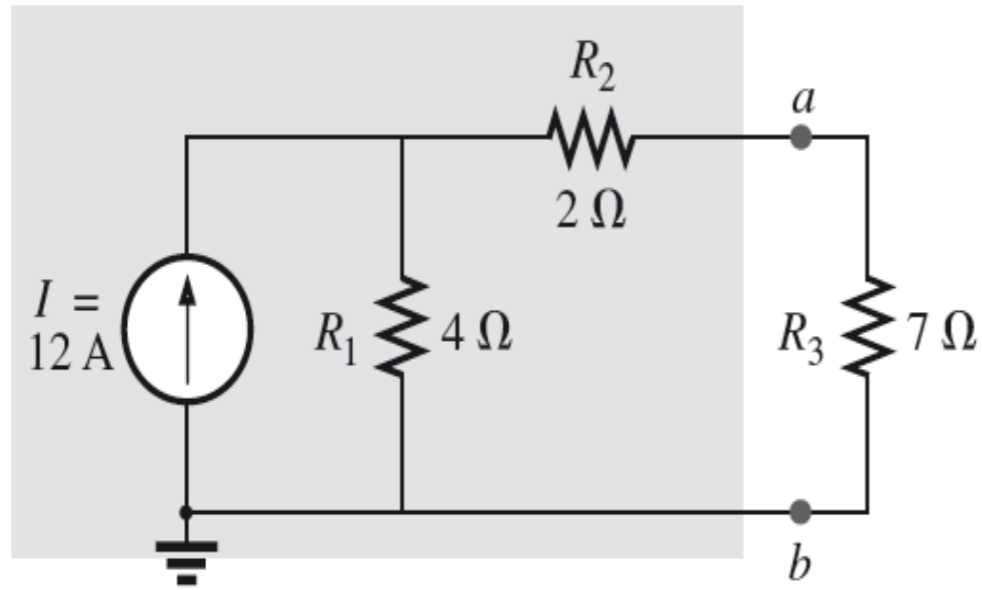


Figura 9.32 Exemplo 9.7.