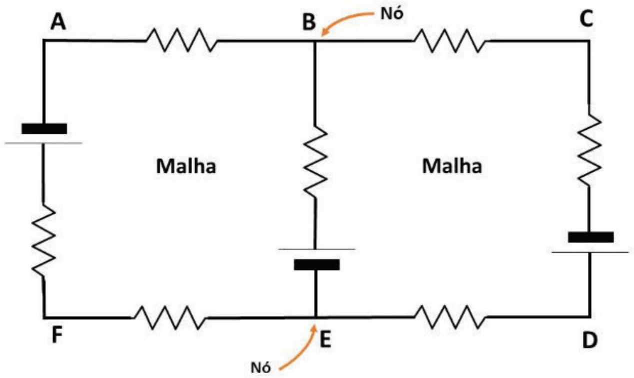
Leis de Kirchhoff

As Leis de Kirchhoff são utilizadas para encontrar as intensidades das correntes em circuitos elétricos que não podem ser reduzidos a circuitos simples.

Constituídas por um conjunto de regras, elas foram concebidas em 1845 pelo físico alemão Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887), quando ele era estudante na Universidade de Königsberg.

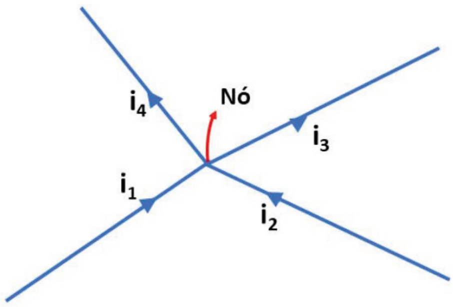
A 1ª Lei de Kirchhoff é chamada de Lei dos Nós, que se aplica aos pontos do circuito onde a corrente elétrica se divide. Ou seja, nos pontos de conexão entre três ou mais condutores (nós).

Já a 2ª Lei é chamada de Lei das Malhas, sendo aplicada aos caminhos fechados de um circuito, os quais são chamados de malhas.



Lei dos Nós

A Lei dos Nós, também chamada de primeira lei de Kirchhoff, indica que a soma das correntes que chegam em um nó é igual a soma das correntes que saem.
Esta lei é consequência da conservação da carga elétrica, cuja soma algébrica das cargas existentes em um sistema fechado permanece constante.
Exemplo
Na figura abaixo, representamos um trecho de um circuito percorrido pelas correntes i_1, i_2, i_3 e i_4.
Indicamos ainda o ponto onde os condutores se encontram (nó):



Neste exemplo, considerando que as correntes i_1 e i_2 estão chegando ao nó, e as correntes i_3 e i_4 estão saindo, temos:

$i_1 + i_2 = i_3 + i_4$

Em um circuito, o número de vezes que devemos aplicar a Lei dos Nós é igual ao número de nós do circuito menos 1. Por exemplo, se no circuito existir 4 nós, vamos usar a lei 3 vezes (4 - 1).

Lei das Malhas

A Lei das Malhas é uma consequência da conservação da energia. Ela indica que quando percorremos uma malha em um dado sentido, a soma algébrica das diferenças de potencial (ddp ou tensão) é igual a zero.

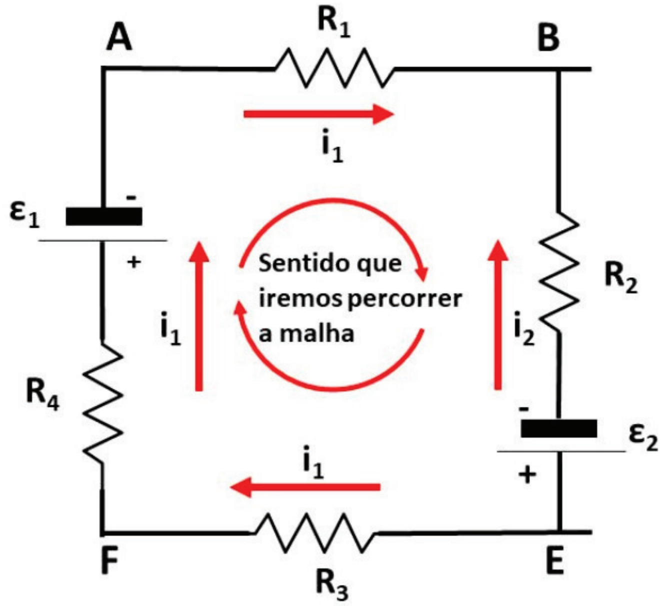
Para aplicar a Lei das Malhas, devemos convencionar o sentido que iremos percorrer o circuito.

A tensão poderá ser positiva ou negativa, de acordo com o sentido que arbitramos para a corrente e para percorrer o circuito.

Para isso, vamos considerar que o valor da ddp em um resistor é dado por R . i, sendo positivo se o sentido da corrente for o mesmo do sentido do percurso, e negativo se for no sentido contrário.

Para o gerador (fem) e receptor (fcem) utiliza-se o sinal de entrada no sentido que adotamos para a malha.

Como exemplo, considere a malha indicada na figura abaixo:



Aplicando a lei das malhas para esse trecho do circuito, teremos:

$U_{AB} + U_{BE} + U_{EF} + U_{FA} = 0$

Para substituir os valores de cada trecho, devemos analisar os sinais das tensões:

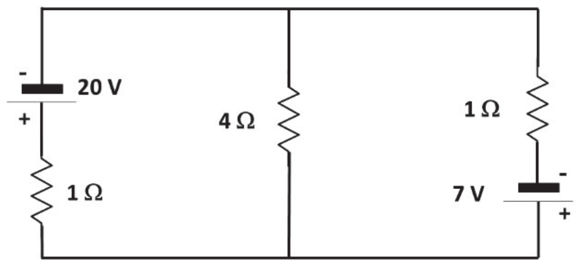
- ε_1: positivo, pois ao percorrer o circuito no sentido horário (sentido que escolhemos) chegamos pelo polo positivo;
- $R_1.i_1$: positivo, pois estamos percorrendo o circuito no mesmo sentido que definimos o sentido de i_1;
- $R_2.i_2$: negativo, pois estamos percorrendo o circuito no sentido contrário que definimos para o sentido de i_2;
- ε_2: negativo, pois ao percorrer o circuito no sentido horário (sentido que escolhemos), chegamos pelo polo negativo;
- $R_3.i_1$: positivo, pois estamos percorrendo o circuito no mesmo sentido que definimos o sentido de i_1;
- $R_4.i_1$: positivo, pois estamos percorrendo o circuito no mesmo sentido que definimos o sentido de i_1;

Considerando o sinal da tensão em cada componente, podemos escrever a equação desta malha como:

$$\varepsilon_1 + R_1.i_1 - R_2.i_2 - \varepsilon_2 + R_3.i_1 + R_4.i_1 = 0$$

Exercicio3

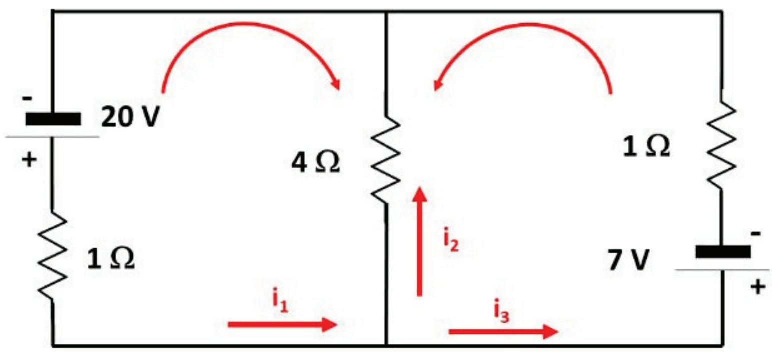
No circuito abaixo, determine as intensidades das correntes em todos os ramos.



Solução

Primeiro, vamos definir um sentido arbitrário para as correntes e o sentido que iremos seguir na malha.

Neste exemplo, escolhemos o sentido conforme esquema abaixo:



O próximo passo é escrever um sistema com as equações estabelecidas usando a Lei dos Nós e das Malhas. Sendo assim, temos:

$$\begin{cases} i_1 = i_2 + i_3 \\ 20 - 4.i_2 - 1.i_1 = 0 \\ 7 + 1.i_3 - 4.i_2 = 0 \end{cases}$$

Por fim, vamos resolver o sistema. Começando substituindo i_3 por i_1 - i_2 nas demais equações:

$$\begin{cases} 20 - 4.i_2 - i_1 = 0 \\ 7 + i_1 - i_2 - 4i_2 = 0 \end{cases}$$

Resolvendo o sistema por soma, temos:

$$\begin{cases} 20 - 4i_2 - \cancel{i_1} = 0 \\ +7 + \cancel{i_1} - 5i_2 = 0 \\ \hline 27 - 9i_2 = 0 \end{cases}$$

$$i_2 = \frac{-27}{-9} = 3A$$

Agora vamos encontrar o valor de i_1, substituindo na segunda equação o valor encontrado para i_2:

$$20 - 4.3 - i_1 = 0 \Rightarrow 20 - 12 - i_1 = 0 \Rightarrow 8 - i_1 = 0 \Rightarrow i_1 = 8A$$

Finalmente, vamos substituir esses valores encontrados na primeira equação, para encontrar o valor de i_3:

$$i_3 = 8 - 3 = 5A$$

Assim, os valores das correntes que percorrem o circuito são: 3A, 8A e 5A.