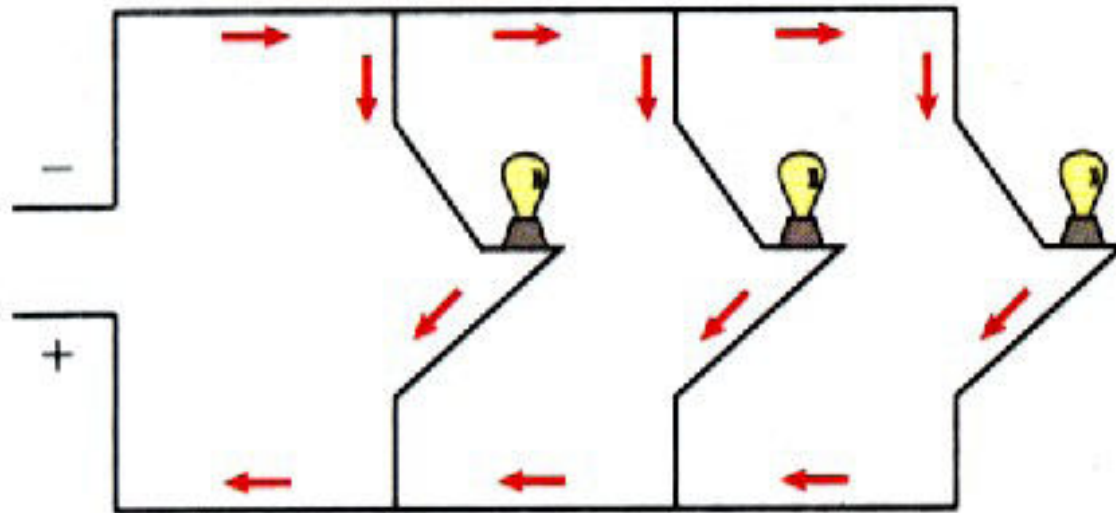


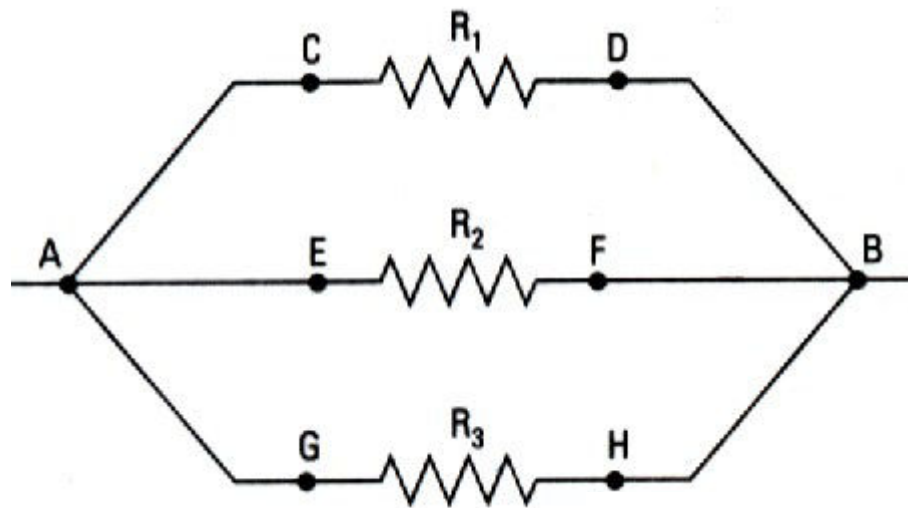
Eletricidade básica

Aula 07: Circuitos em paralelo

Resistores em paralelo

Quando vários resistores estão associados em paralelo, a ddp entre os terminais de cada resistor é a mesma e, conseqüentemente, a ddp entre os terminais da associação também é a mesma. Nesse tipo de associação, os elétrons retornam à tomada cada vez que passam por um resistor.





U_1 é a ddp entre os terminais **C** e **D** de R_1 .

U_2 é a ddp entre os terminais **E** e **F** de R_2 .

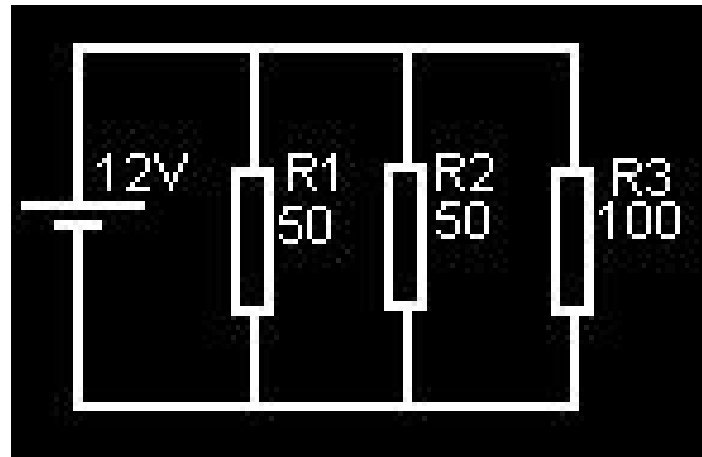
U_3 é a ddp entre os terminais **G** e **H** de R_3 .

U é a ddp entre os terminais **A** e **B** da associação.

Pelo esquema acima, podemos concluir que:

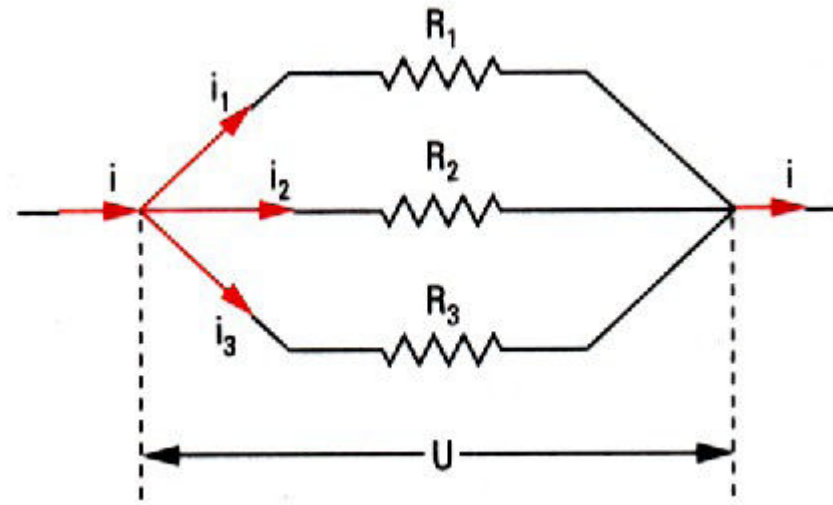
- O potencial nos pontos **C**, **E** e **G** é igual ao potencial no ponto **A**;
- O potencial nos pontos **D**, **F** e **H** é igual ao potencial no ponto **B**.

Portanto $U = U_1 = U_2 = U_3$



- De acordo com a 1ª Lei de Ohm, a corrente que atravessa cada um dos resistores é inversamente proporcional à respectiva resistência.
- E a corrente total que atravessa o conjunto de resistores em paralelo é igual à soma das correntes que atravessam cada resistor individualmente.

Resistência equivalente de um circuito em paralelo



Perceba que:

$$i_1 = \frac{U_1}{R_1} \quad i_2 = \frac{U_2}{R_2} \quad i_3 = \frac{U_3}{R_3}$$

Como a ddp é a mesma nos três resistores, podemos escrever:

$$i_1 = \frac{U}{R_1} \quad i_2 = \frac{U}{R_2} \quad i_3 = \frac{U}{R_3}$$

Como a corrente total pode ser obtida pelo quociente entre a ddp U da associação e a **resistência equivalente** R_{eq} , vem:

$$i = \frac{U}{R_{eq}}$$

Como a corrente total i também pode ser obtida por $i = i_1 + i_2 + i_3$, para os três resistores considerados, podemos escrever:

$$\frac{U}{R_{eq}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}$$

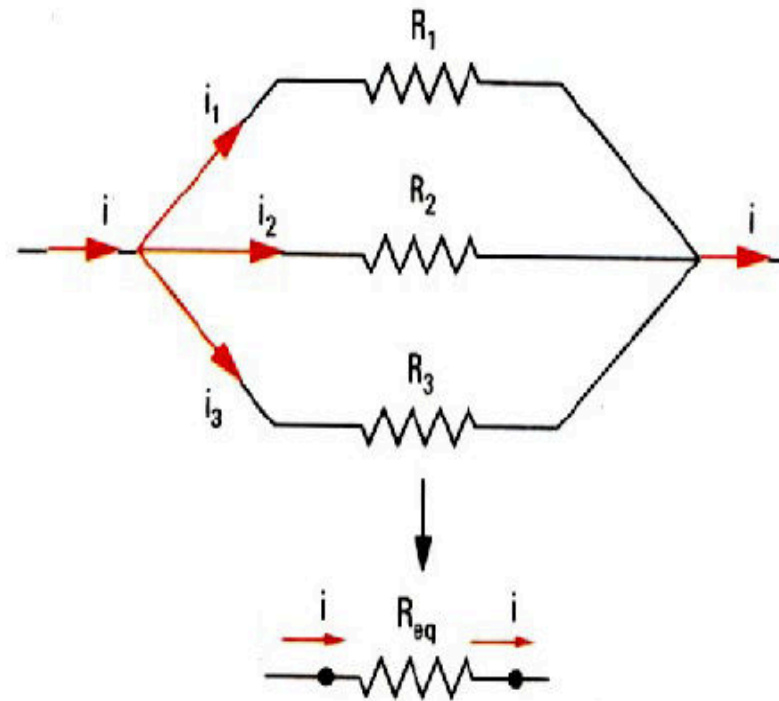
Portanto:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Em geral, para diversos resistores em paralelo, podemos fazer:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Esquemáticamente:



Observações:

- Para dois resistores de resistência R_1 e R_2 , associados em paralelo temos:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Condutância

Podemos definir condutância como a facilidade do meio em conduzir corrente elétrica.

Trata-se do inverso da resistência.

$$G = 1 / R$$

Condutância

Pode-se escrever a equação abaixo:

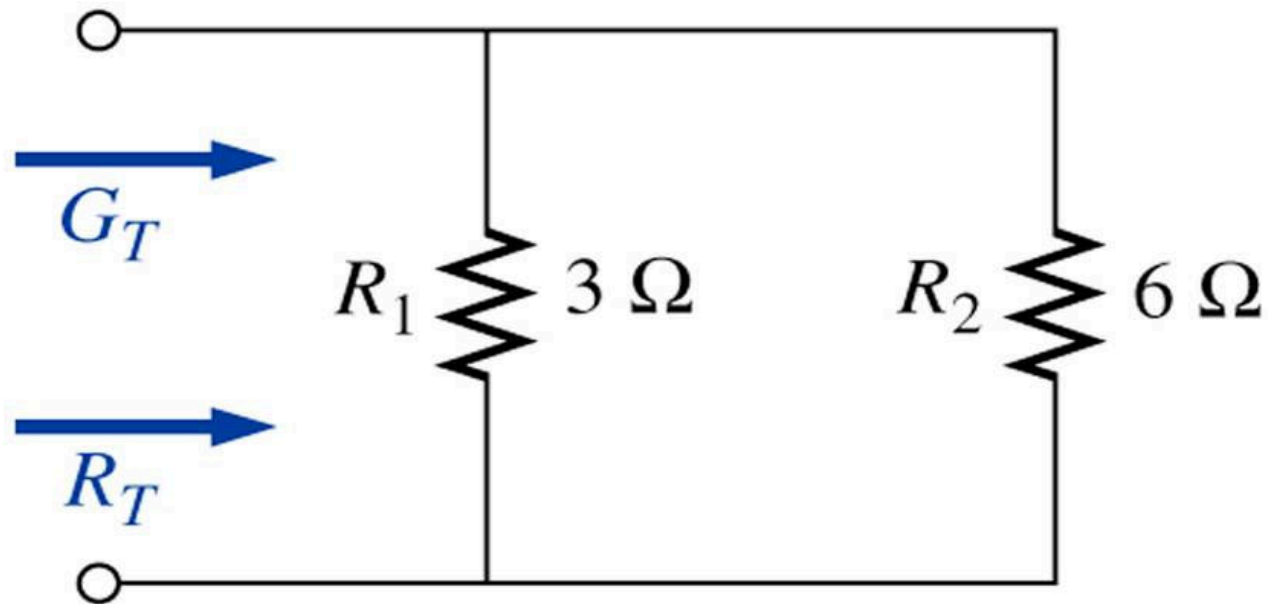
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Como:

$$G_{eq} = G_1 + G_2 + G_3 + \dots$$

Exercício

Determine a condutância e a resistência total para o circuito abaixo:



Exercício

Solução:

$$G_T = G_1 + G_2 = \frac{1}{3 \Omega} + \frac{1}{6 \Omega} = 0,333 \text{ S} + 0,167 \\ = 0,5 \text{ S}$$

e

$$R_T = \frac{1}{G_T} = \frac{1}{0,5 \text{ S}} = 2 \Omega$$

Exercício

Refaça o exercício anterior se uma resistência de 10 ohm for colocada em paralelo com o circuito.

Solução:

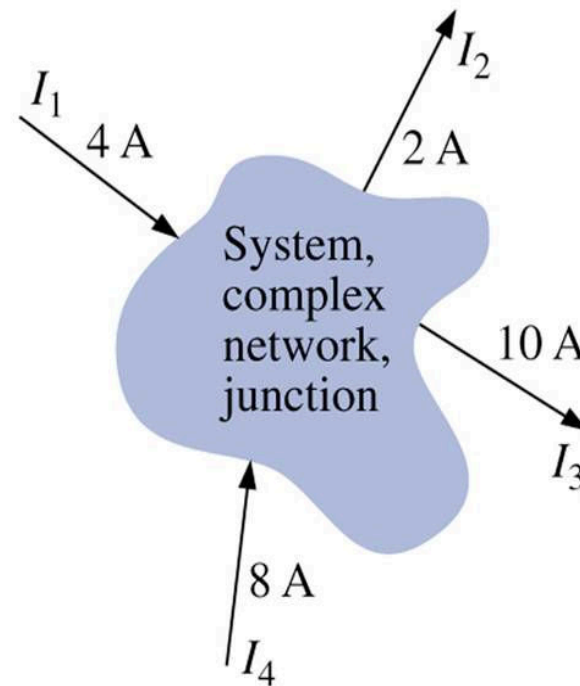
$$G_T = 0,5 \text{ S} + \frac{1}{10 \text{ } \Omega} = 0,5 \text{ S} + 0,1 \text{ S} = 0,6 \text{ S}$$

$$R_T = \frac{1}{G_T} = \frac{1}{0,6 \text{ S}} = 1,667 \text{ } \Omega$$

Lei de kirchhoff para corrente

A soma das correntes que chegam e deixam um nó será sempre igual a zero.

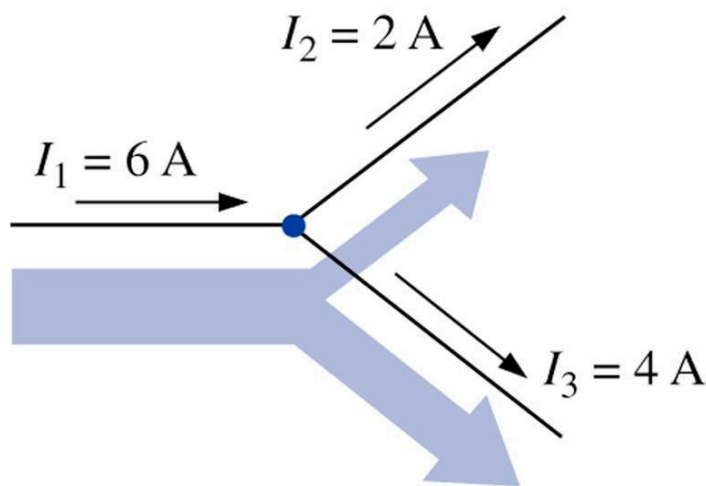
$$\sum_{k=1}^N i_k = 0.$$



Lei de kirchhoff para corrente

Exemplo.

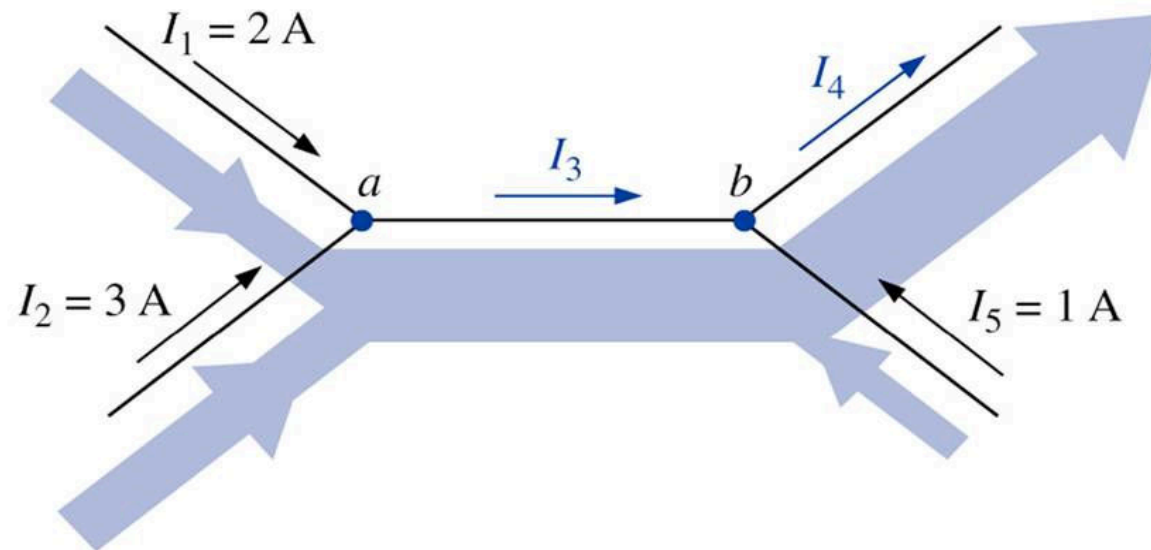
Para o nó abaixo, veja a verificação da lei de kirchhoff para correntes.



$$\begin{aligned}\Sigma I_{\text{entram}} &= \Sigma I_{\text{saem}} \\ 6\text{ A} &= 2\text{ A} + 4\text{ A} \\ \underline{6\text{ A} = 6\text{ A}} &\quad \text{(verificado)}\end{aligned}$$

Lei de Kirchhoff para corrente

Exemplo. Determine a corrente I_3 e I_4 no circuito abaixo.



Lei de Kirchhoff para corrente

Exemplo. Determine a corrente I_3 e I_4 no circuito abaixo.

Em a :

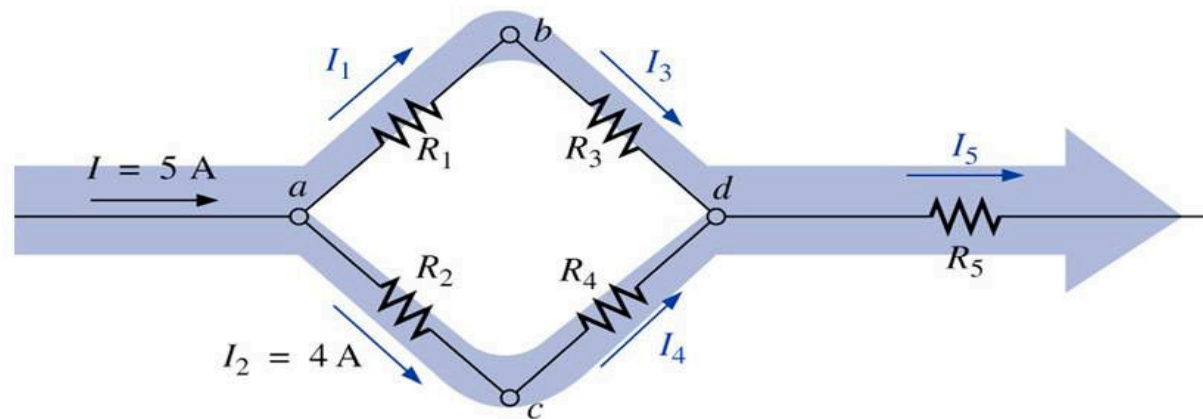
$$\begin{aligned}\sum I_{\text{entram}} &= \sum I_{\text{saem}} \\ I_1 + I_2 &= I_3 \\ 2 \text{ A} + 3 \text{ A} &= I_3 \\ I_3 &= \mathbf{5 \text{ A}}\end{aligned}$$

Em b :

$$\begin{aligned}\sum I_{\text{entram}} &= \sum I_{\text{saem}} \\ I_3 + I_5 &= I_4 \\ 5 \text{ A} + 1 \text{ A} &= I_4 \\ I_4 &= \mathbf{6 \text{ A}}\end{aligned}$$

Lei de Kirchhoff para corrente

Exemplo. Determine I_1 , I_3 , I_4 e I_5 para o circuito abaixo:



Lei de Kirchhoff para corrente

Exemplo. Determine I_1 , I_3 , I_4 e I_5 para o circuito abaixo:

Solução:

Em *a*:

$$\begin{aligned}\sum I_{\text{entram}} &= \sum I_{\text{saem}} \\ I &= I_1 + I_2 \\ 5 \text{ A} &= I_1 + 4 \text{ A}\end{aligned}$$

Subtraindo 4 A de ambos os lados, obtemos:

$$\begin{aligned}5 \text{ A} - 4 \text{ A} &= I_1 + \cancel{4 \text{ A}} - \cancel{4 \text{ A}} \\ I_1 &= 5 \text{ A} - 4 \text{ A} = 1 \text{ A}\end{aligned}$$

Em *b*:

$$\begin{aligned}\sum I_{\text{entram}} &= \sum I_{\text{saem}} \\ I_1 &= I_3 = 1 \text{ A}\end{aligned}$$

um resultado esperado, pois R_1 e R_3 estão em série, sendo que a corrente em elementos em série são iguais.

Em *c*:

$$I_2 = I_4 = 4 \text{ A}$$

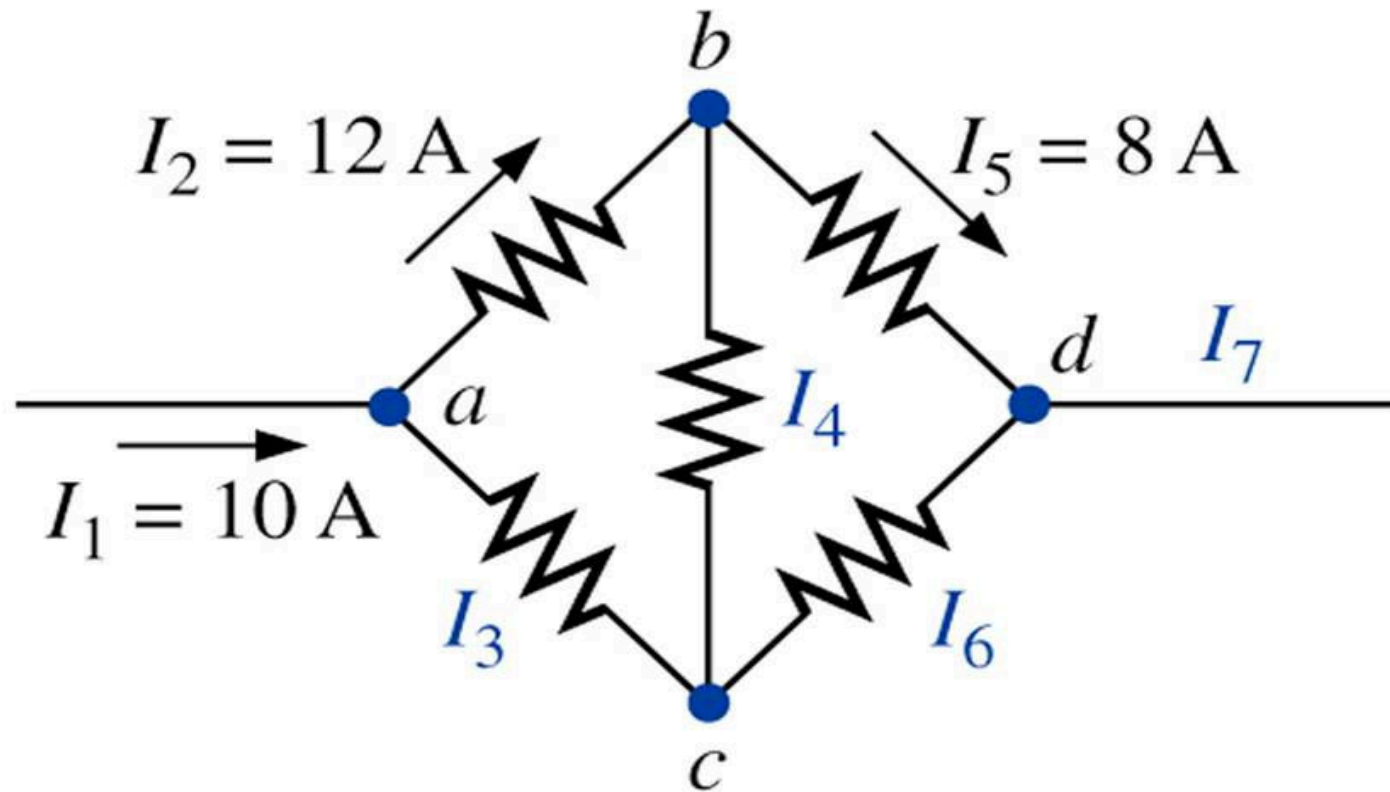
pela mesma razão dada no item *b*.

Em *d*:

$$\begin{aligned}\sum I_{\text{entram}} &= \sum I_{\text{saem}} \\ I_3 + I_4 &= I_5 \\ 1 \text{ A} + 4 \text{ A} &= I_5 \\ I_5 &= 5 \text{ A}\end{aligned}$$

Lei de kirchhoff para corrente

Exemplo. Determine todas as correntes do circuito abaixo:



Lei de Kirchhoff para corrente

Exemplo. Determine todas as correntes do circuito abaixo:

$$I_7 = I_1 = 10 \text{ A}$$

$$I_1 + I_3 = I_2$$

$$10 \text{ A} + I_3 = 12 \text{ A}$$

$$e \quad I_3 = 12 \text{ A} - 10 \text{ A} = 2 \text{ A}$$

$$I_2 = I_4 + I_3$$

$$12 \text{ A} = I_4 + 8 \text{ A}$$

$$e \quad I_4 = 12 \text{ A} - 8 \text{ A} = 4 \text{ A}$$

$$I_4 = I_3 + I_6$$

$$4 \text{ A} = 2 \text{ A} + I_6$$

$$e \quad I_6 = 4 \text{ A} - 2 \text{ A} = 2 \text{ A}$$

$$I_5 + I_6 = I_7$$

$$8 \text{ A} + 2 \text{ A} = 10 \text{ A}$$

$$\underline{10 \text{ A} = 10 \text{ A}} \quad (\text{verificado})$$

Regra do divisor de corrente

A corrente que passa por um ramo do circuito é inversamente proporcional á resistêcia deste ramo

$$U = R_t \cdot I_{\text{total}} \quad \text{então} \quad I_{\text{total}} = U / R_t$$

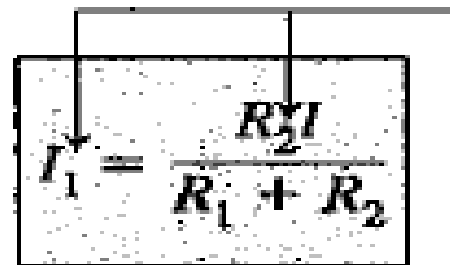
Para um ramo do circuito $I_{\text{total}} = I_i R_i / R_t$

$$I_i = \frac{R_t}{R_i} I_{\text{total}}$$

Regra do divisor de corrente

Para o caso particular de dois resistores em paralelo;

e

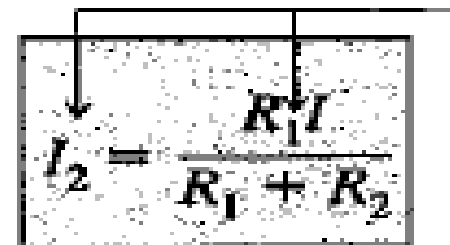


A circuit diagram showing two resistors, R1 and R2, connected in parallel. A current I is shown entering the top node from the left. The current I1 is shown flowing downwards through resistor R2. The current I2 is shown flowing downwards through resistor R1. The formula for I1 is given as I1 = (R2 * I) / (R1 + R2).

$$I_1 = \frac{R_2 I}{R_1 + R_2}$$

Observe a
diferença
entre os
índices.

Analogamente para I_2 ,

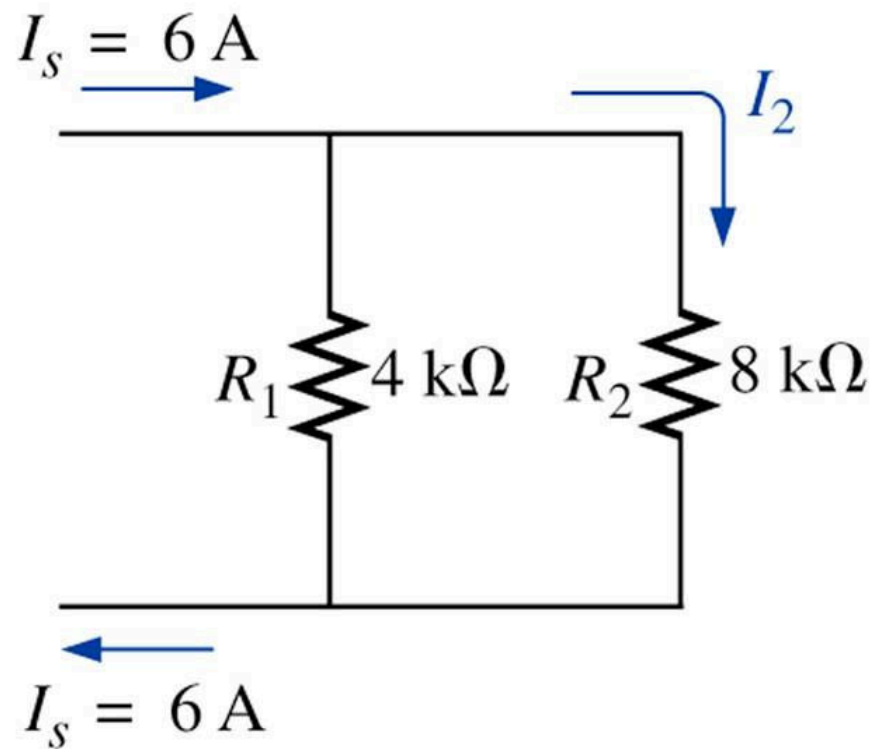


A circuit diagram showing two resistors, R1 and R2, connected in parallel. A current I is shown entering the top node from the left. The current I2 is shown flowing downwards through resistor R1. The current I1 is shown flowing downwards through resistor R2. The formula for I2 is given as I2 = (R1 * I) / (R1 + R2).

$$I_2 = \frac{R_1 I}{R_1 + R_2}$$

Regra do divisor de corrente

Exemplo: Determine a corrente I_2 no circuito abaixo:



Regra do divisor de corrente

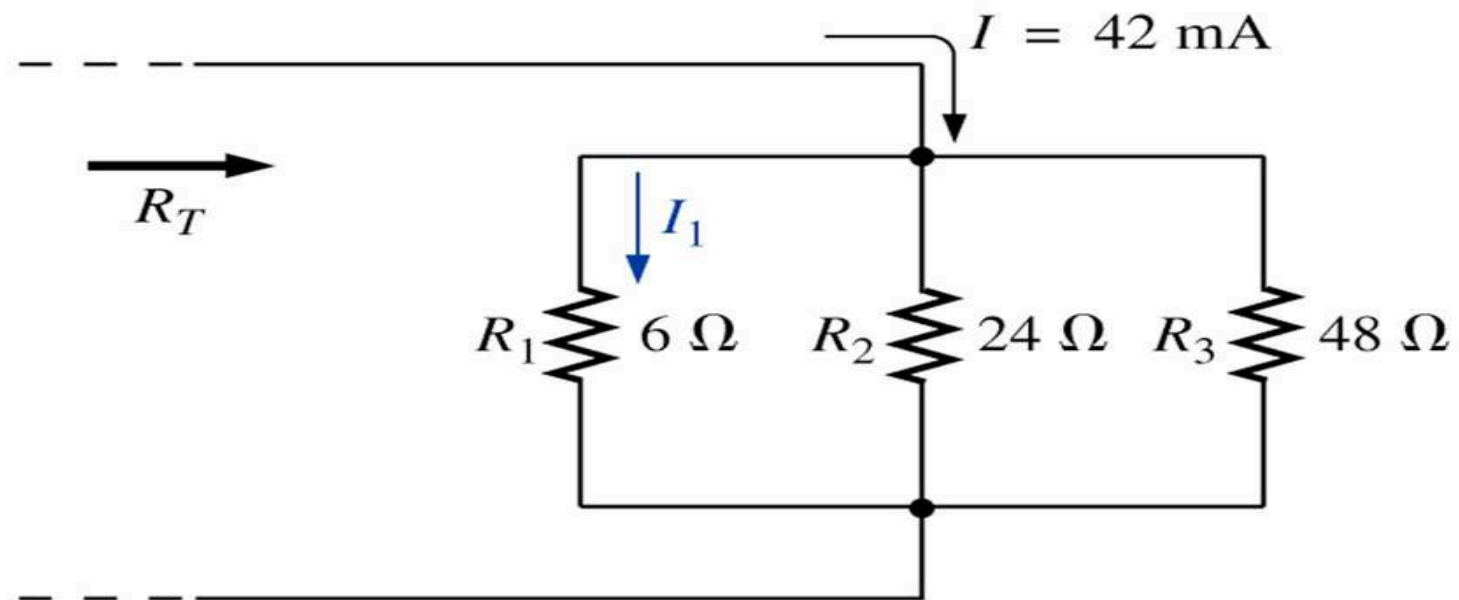
Exemplo: Determine a corrente I_2 no circuito abaixo:

Solução:

$$I_2 = \frac{R_1 I_s}{R_1 + R_2} = \frac{(4 \text{ k}\Omega)(6 \text{ A})}{4 \text{ k}\Omega + 8 \text{ k}\Omega} = \frac{4}{12}(6 \text{ A}) = \frac{1}{3}(6 \text{ A})$$
$$= 2 \text{ A}$$

Regra do divisor de corrente

Exemplo: Determine o valor de I_1 no circuito abaixo:



Regra do divisor de corrente

Exemplo: Determine o valor de I_1 no circuito abaixo:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{6 \Omega} + \frac{1}{24 \Omega} + \frac{1}{48 \Omega} = 0,1667 \text{ S}$$
$$+ 0,0417 \text{ S} + 0,0208 \text{ S} = 0,2292 \text{ S}$$

e

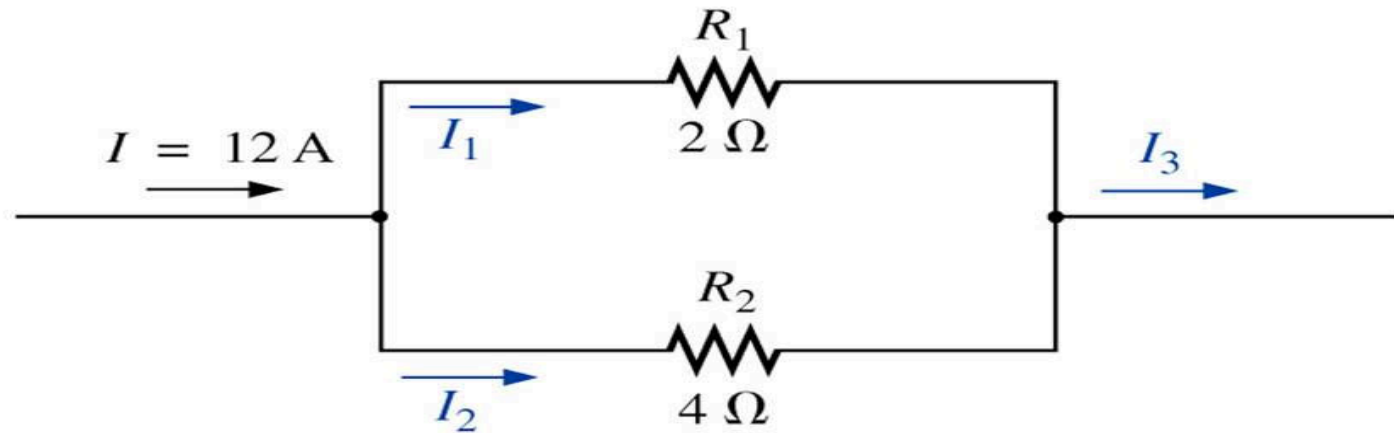
$$R_T = \frac{1}{0,2292 \text{ S}} = 4,363 \Omega$$

logo:

$$I_1 = \frac{R_T}{R_1} I = \frac{4,363 \Omega}{6 \Omega} (42 \text{ mA}) = 30,54 \text{ mA}$$

Regra do divisor de corrente

Exemplo: Determine o valor de i_1 , i_2 e i_3 no circuito abaixo:



Regra do divisor de corrente

Exemplo: Determine o valor de i_1 , i_2 e i_3 no circuito abaixo:

A partir da Equação (6.10), a regra do divisor de corrente:

$$I_1 = \frac{R_2 I}{R_1 + R_2} = \frac{(4 \Omega)(12 \text{ A})}{2 \Omega + 4 \Omega} = 8 \text{ A}$$

Aplicando a lei de Kirchhoff para corrente:

$$I = I_1 + I_2$$

e
$$I_2 = I - I_1 = 12 \text{ A} - 8 \text{ A} = 4 \text{ A}$$

ou, usando novamente a regra do divisor de corrente:

$$I_2 = \frac{R_1 I}{R_1 + R_2} = \frac{(2 \Omega)(12 \text{ A})}{2 \Omega + 4 \Omega} = 4 \text{ A}$$

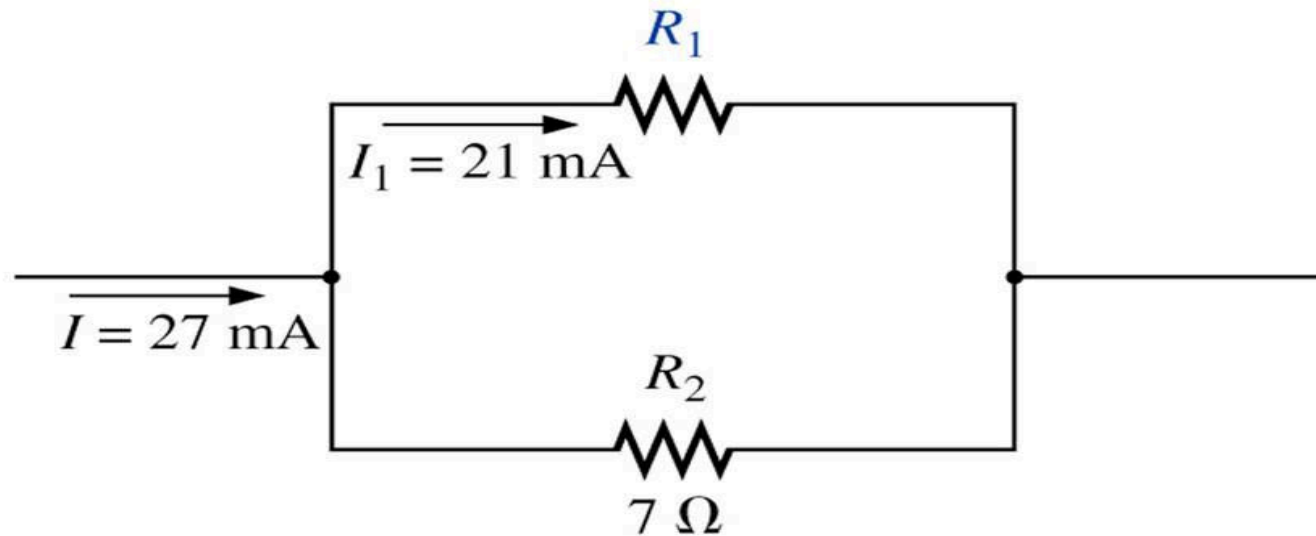
A corrente total que entra nos ramos em paralelo tem de ser igual àquela que abandona esta mesma configuração. Portanto:

$$I_3 = I = 12 \text{ A}$$

ou
$$I_3 = I_1 + I_2 = 8 \text{ A} + 4 \text{ A} = 12 \text{ A}$$

Regra do divisor de corrente

Exemplo: Determine o valor de R_1 de modo a efetuar a divisão de corrente ilustrada



Regra do divisor de corrente

Exemplo: Determine o valor de R_1 de modo a efetuar a divisão de corrente ilustrada

$$I_2 = I - I_1 \quad (\text{lei de Kirchhoff para corrente})$$

$$\} \quad = 27 \text{ mA} - 21 \text{ mA} = 6 \text{ mA}$$

$$V_2 = I_2 R_2 = (6 \text{ mA})(7 \Omega) = 42 \text{ mV}$$

$$V_1 = I_1 R_1 = V_2 = 42 \text{ mV}$$

$$e \quad R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{42 \text{ mV}}{21 \text{ mA}} = \mathbf{2 \Omega}$$