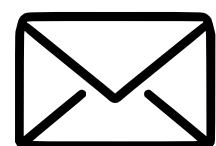


# Introdução aos Circuitos Elétricos

Prof. Me. Roberta dos Santos  
Celestino

## Contato



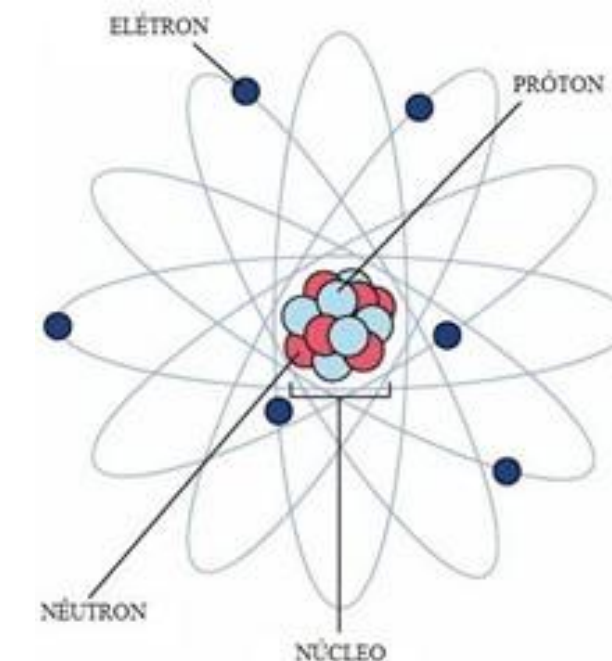
roberta.celestino@unibta.edu.br



11 97114-4712

# Átomo

- É dividido basicamente em duas partes: núcleo e eletrosfera.
- Na **eletrosfera** encontram-se os **elétrons** que possuem **cargas negativas**.
- Nos condutores elétricos, os elétrons livres estão em constante **movimento desordenado**. Para que os elétrons se movam de **forma ordenada**, é necessário ter uma força que os impulsionam, que é a chamada **tensão elétrica**.



# Tensão elétrica



- É o trabalho que a força elétrica realiza sobre as cargas elétricas fazendo-as se movimentar pelo condutor (fio).
- A tensão é medida pela **diferença de potencial (ddp) entre dois pontos** do fio condutor, sendo sua unidade o **volt (V)**.



# Corrente elétrica

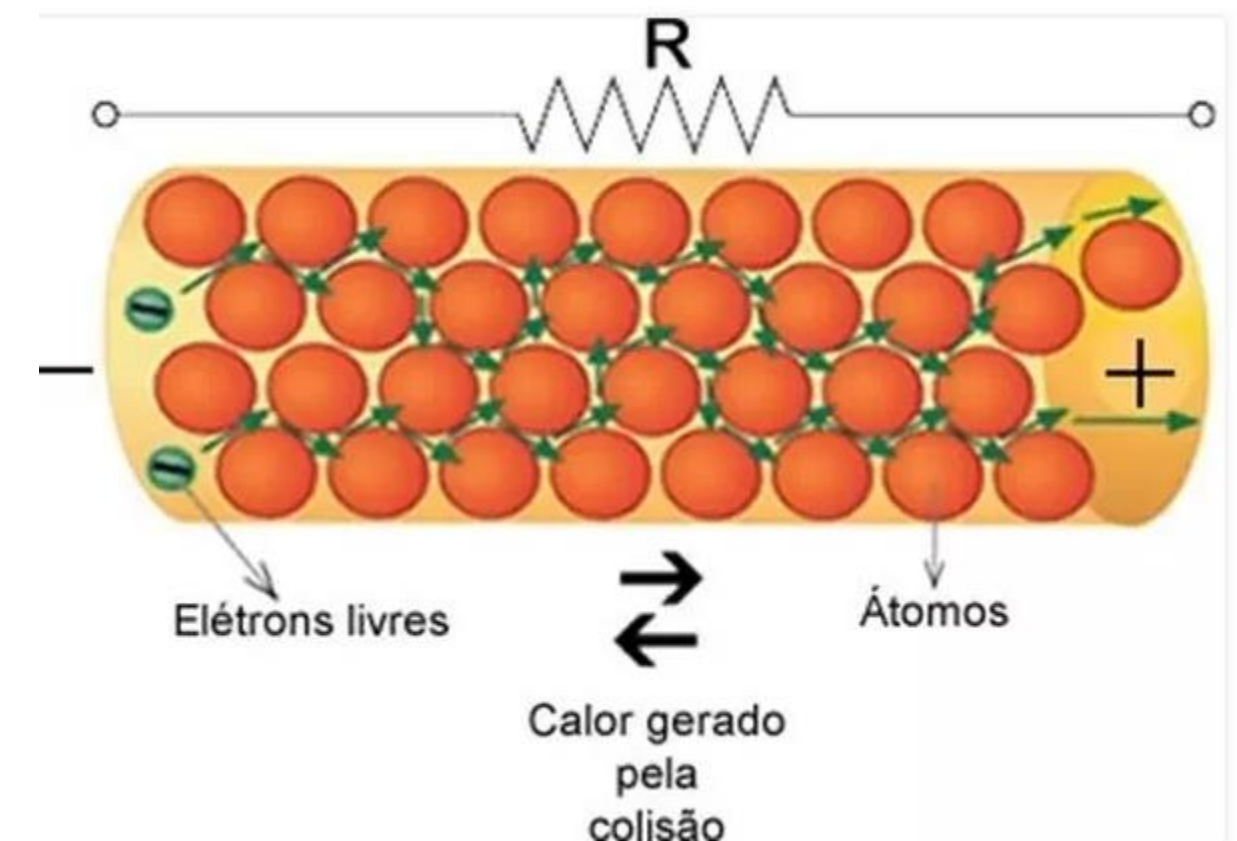
- A força provocada pela tensão elétrica faz com que os elétrons livres se movimentem de forma ordenada, assim formando uma corrente de elétrons que é chamada de corrente elétrica.
- É representada pela letra  $I$ , sendo sua unidade o **ampère (A)**.
- A intensidade da corrente elétrica é determinada pela razão entre a quantidade de cargas elétricas que atravessam uma seção determinada de um condutor em um intervalo de tempo.

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$



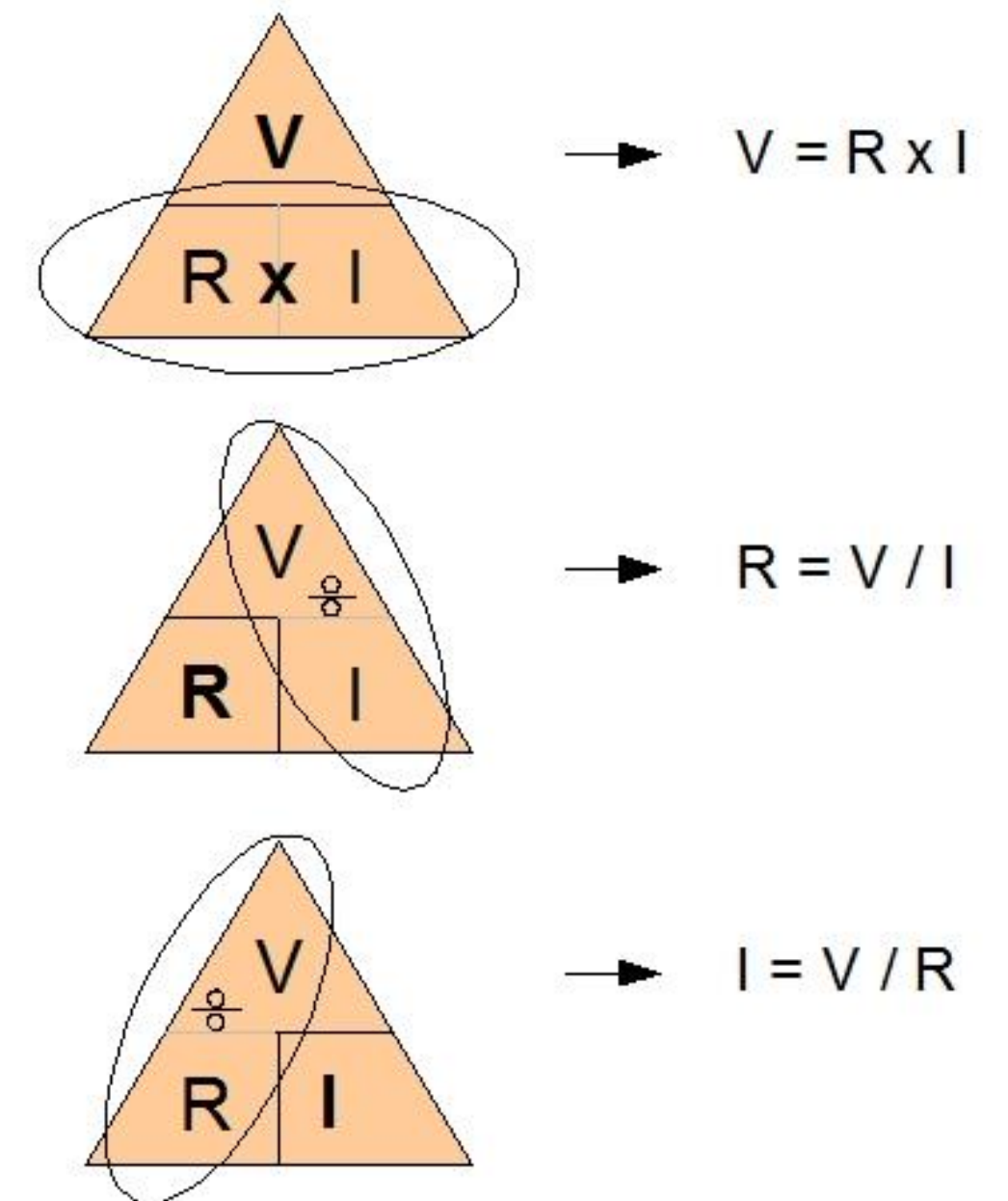
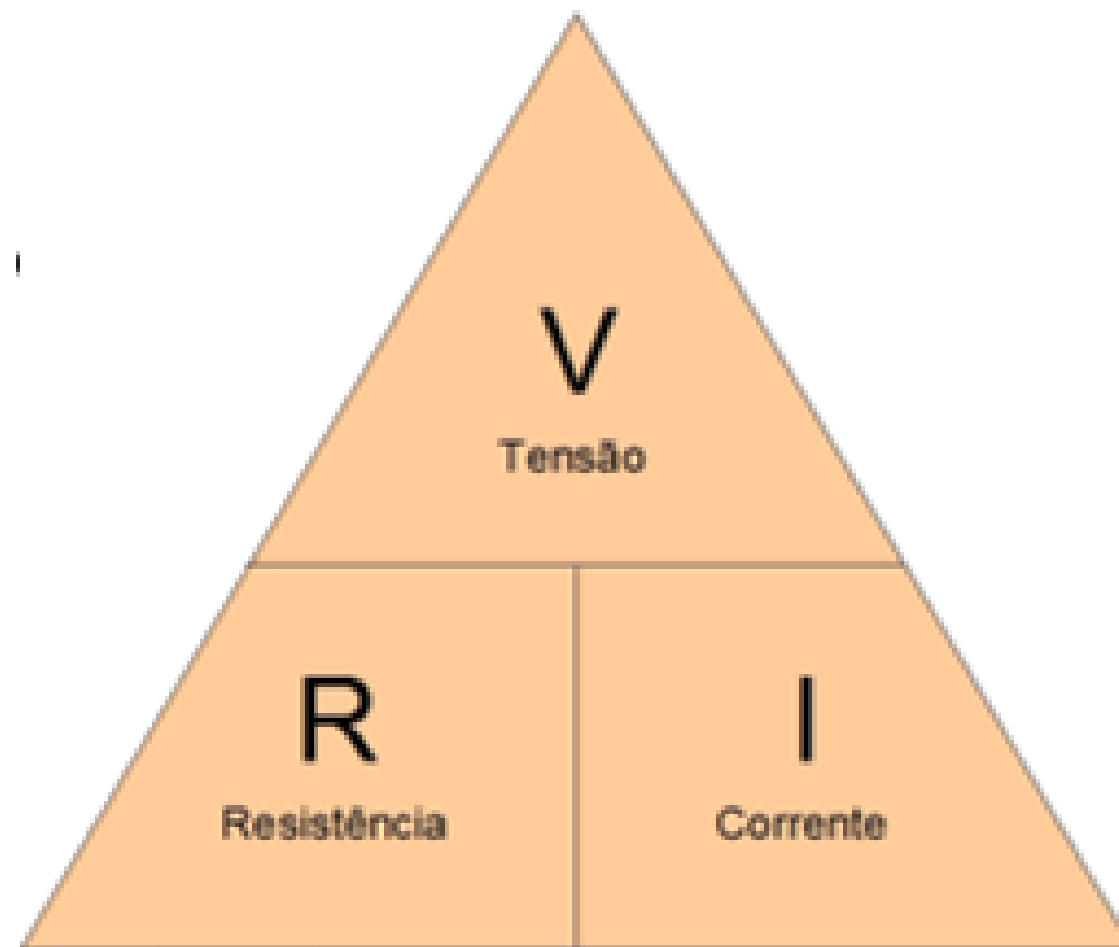
# Resistência elétrica

- É a oposição a passagem de elétrons.  
Unidade ohm ( $\Omega$ )
- Nos condutores o movimento dos elétrons acontece de forma desordenada, o que caracteriza em uma dificuldade de locomoção interna, o que acarreta em **colisões com outros elétrons** e átomos deste condutor, e quando há essas colisões há também uma **dificuldade na passagem dos elétrons**, estabelecendo então que a corrente elétrica que ali flui tenha uma resistência.



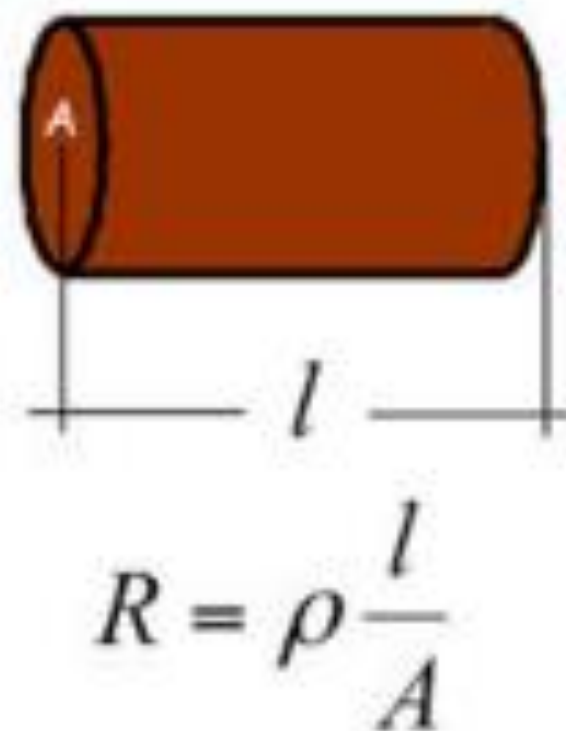
# Lei de Ohm

- A **corrente elétrica (I)** que passa por um material é **diretamente proporcional à tensão [V]** nele aplicado, e esta constante de proporcionalidade chama-se **resistência elétrica**.



## 2ª Lei de Ohm

- A resistência de um condutor depende do seu comprimento e espessura.
- A **resistência é proporcional ao comprimento do condutor e inversamente proporcional à área da sua secção transversal**, sendo a constante de proporcionalidade uma característica do condutor, chamada **resistividade**.



$R$  : resistência ( $\Omega$ )  
 $\rho$  : resistividade elétrica do material ( $\Omega.m$ )  
 $l$  : comprimento do corpo (m)  
 $A$  : área da secção transversal ( $m^2$ )

# Tabela de resistividade

MATERIAL	RESISTIVIDADE ( $\Omega\text{m}$ )
Cobre	1,72 E -8
Alumínio	2,82 E -8
Ferro	13 E -8
Carbono	3,5 E -8



# Potência elétrica

- O trabalho elétrico desenvolvido pela corrente elétrica num período de tempo, ou seja, é a conversão de energia elétrica em outra energia útil ao ser humanos.
- **Exemplo:** quanto maior a potência elétrica do chuveiro, maior a quantidade de calor que ele gera para aquecer a água.
- Unidade da potência elétrica, Watts (W)
- Unidade cavalo-vapor (CV) equivale a 735,5 W e horse-power (HP) equivale a 745,7 W.

# Fórmulas de potência elétrica

$$P = V \times I \quad \left| \quad P = \frac{V^2}{R} \quad \right| \quad P = R \times I^2$$

**V** = Tensão elétrica

**I** = Corrente elétrica

**R** = Resistência elétrica

**P** = Potência elétrica

# Tipos de corrente elétrica

- **Corrente Contínua (CC ou DC – do inglês direct current):**
- **É o fluxo ordenado dos elétrons livres no mesmo sentido**, permanecendo constante ao longo do tempo. Este tipo de corrente tem polos definidos, ou seja, polo positivo e negativo. A corrente contínua está presente em **pilha, bateria, fonte de alimentação, carregador, etc.**
- **Corrente Alternada (CA ou AC – do inglês alternating current):**
- **É o fluxo ordenado de elétrons livres em sentido variado**, não permanecendo constante ao longo do tempo. Esse tipo de corrente não tem polos definidos como na corrente contínua, variando entre fase e neutro. A corrente alternada está presente em **hidrelétricas, tomadas, subestações elétricas, etc.**

# Sentido da corrente elétrica

- **Sentido real:** é o fluxo dos elétrons do **polo negativo** para o **polo positivo**.
- **Sentido convencional:** é utilizado em cálculos para análise de circuitos. O sentido da corrente elétrica vai do **polo positivo** para o **polo negativo** da fonte.

# Resistores

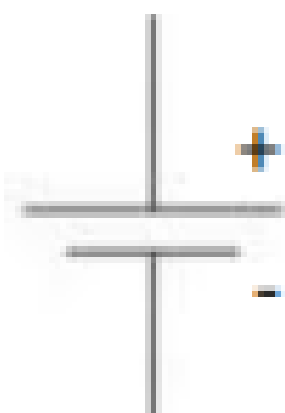
- Os resistores são dispositivos que transformam a energia elétrica em energia térmica pelo efeito Joule, utilizando a energia fornecida por uma fonte de tensão.
- Quando são colocados nos circuitos elétricos, eles têm a função de limitar a corrente que passa pelo circuito.

## Efeito Joule

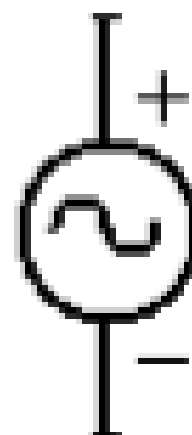
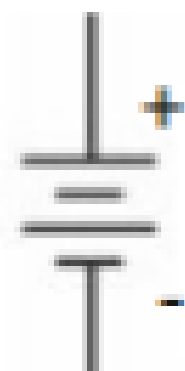
- É a emissão de calor do componente causada pela passagem de corrente. A energia está sempre em transição, transformando-se, neste caso, de elétrica para térmica.



# Alguns símbolos elétricos



(a)



(b)



ou



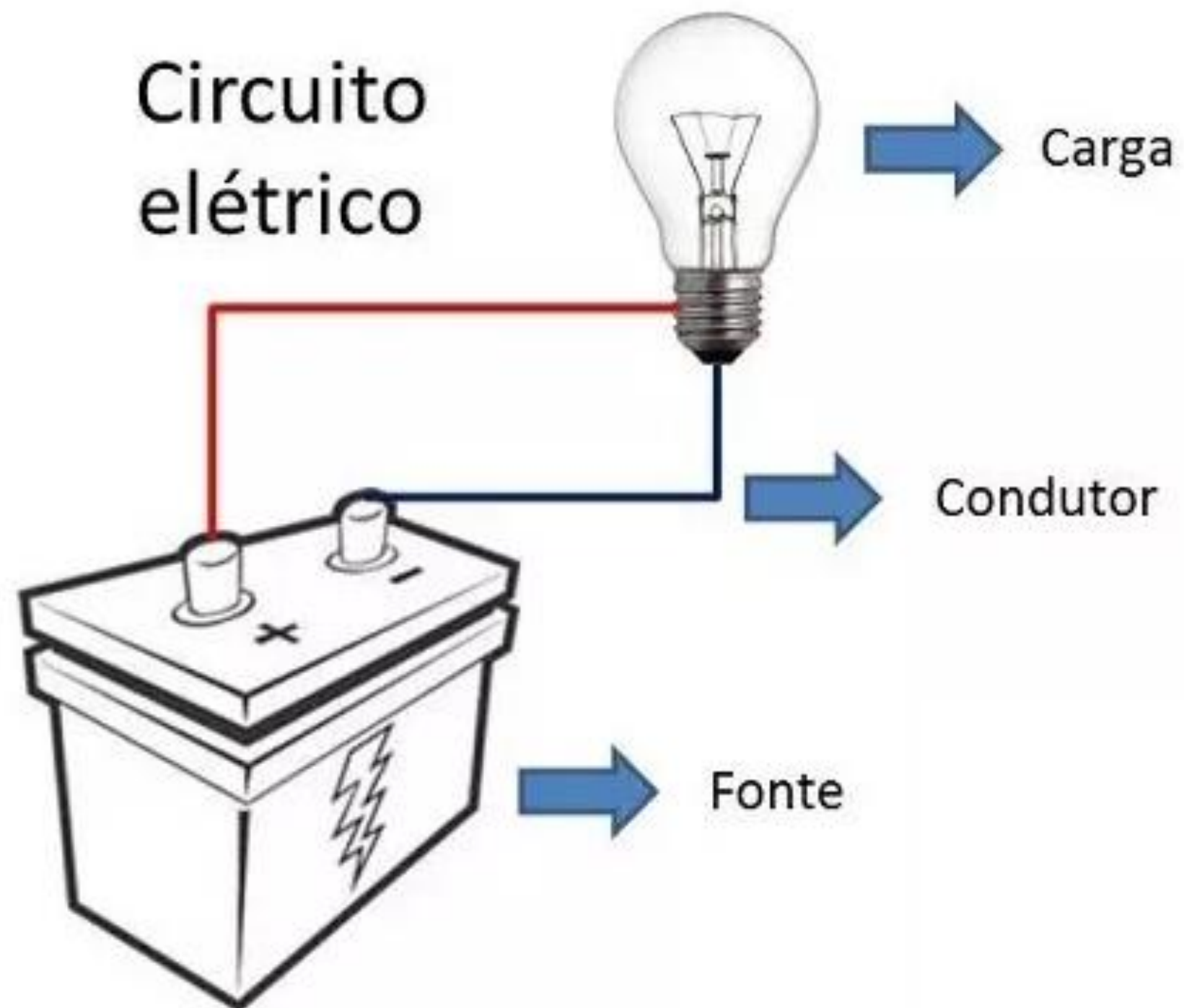
Resistor

Fonte de tensão contínua    Fonte de tensão alternada

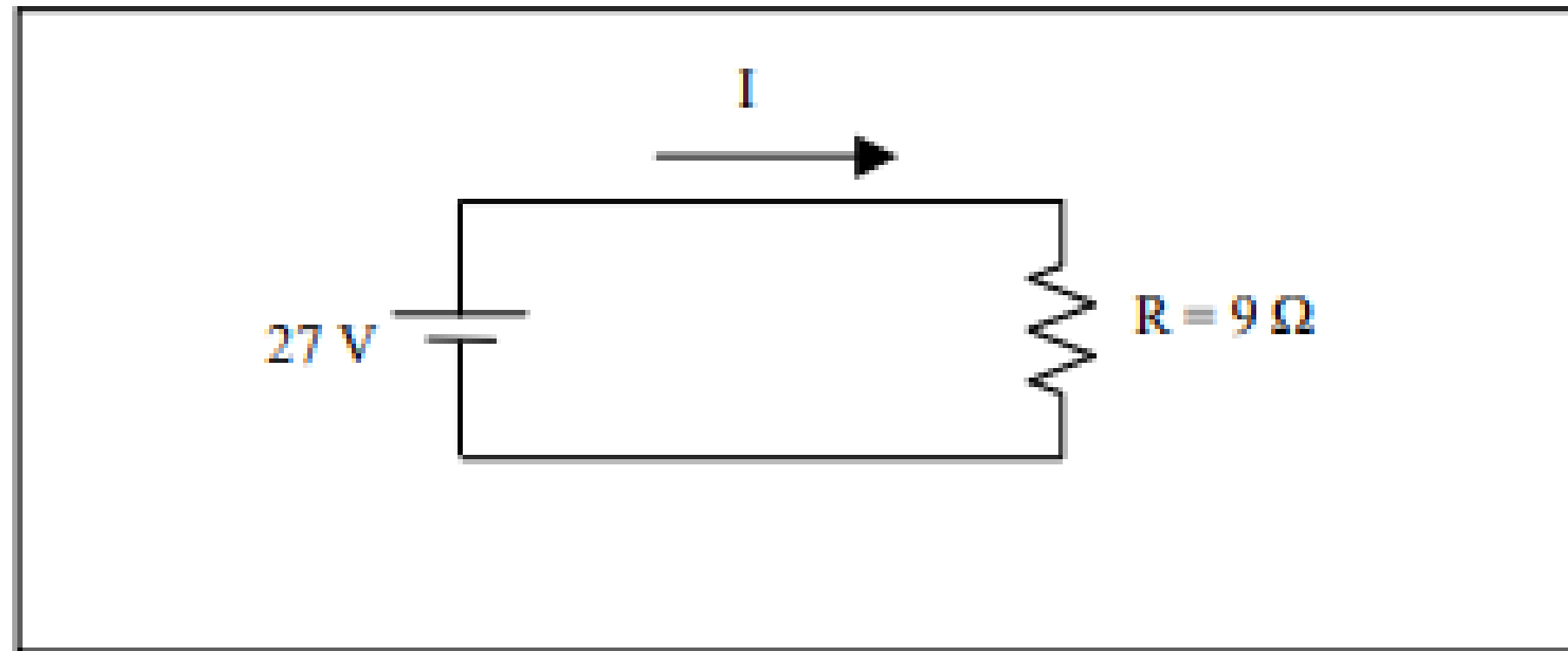
# Circuito elétrico

- Um ou mais caminhos fechado em que se percorre a corrente elétrica.
- Todo circuito elétrico funcional é composto por uma **fonte de tensão**, podendo ser uma **tomada, uma bateria, uma pilha, uma associação de varias pilhas** ou qualquer **outra fonte onde haja uma diferença de potencial elétrico**.
- O segundo elemento de um circuito é uma **carga que irá consumir energia elétrica** e transforma-la em energia utilizável para o ser humano, podendo ser **uma lâmpada, um resistor, um motor etc.**

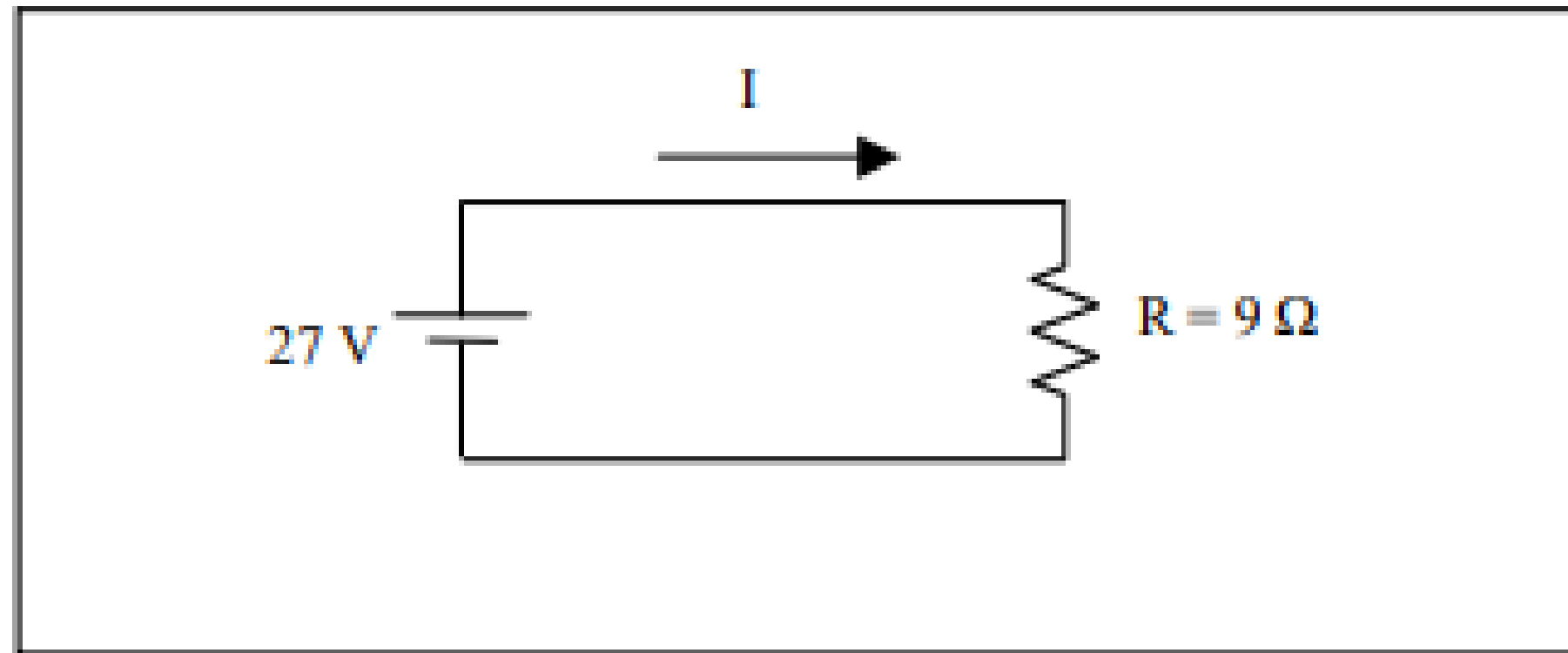
# Circuito elétrico



# Exemplo



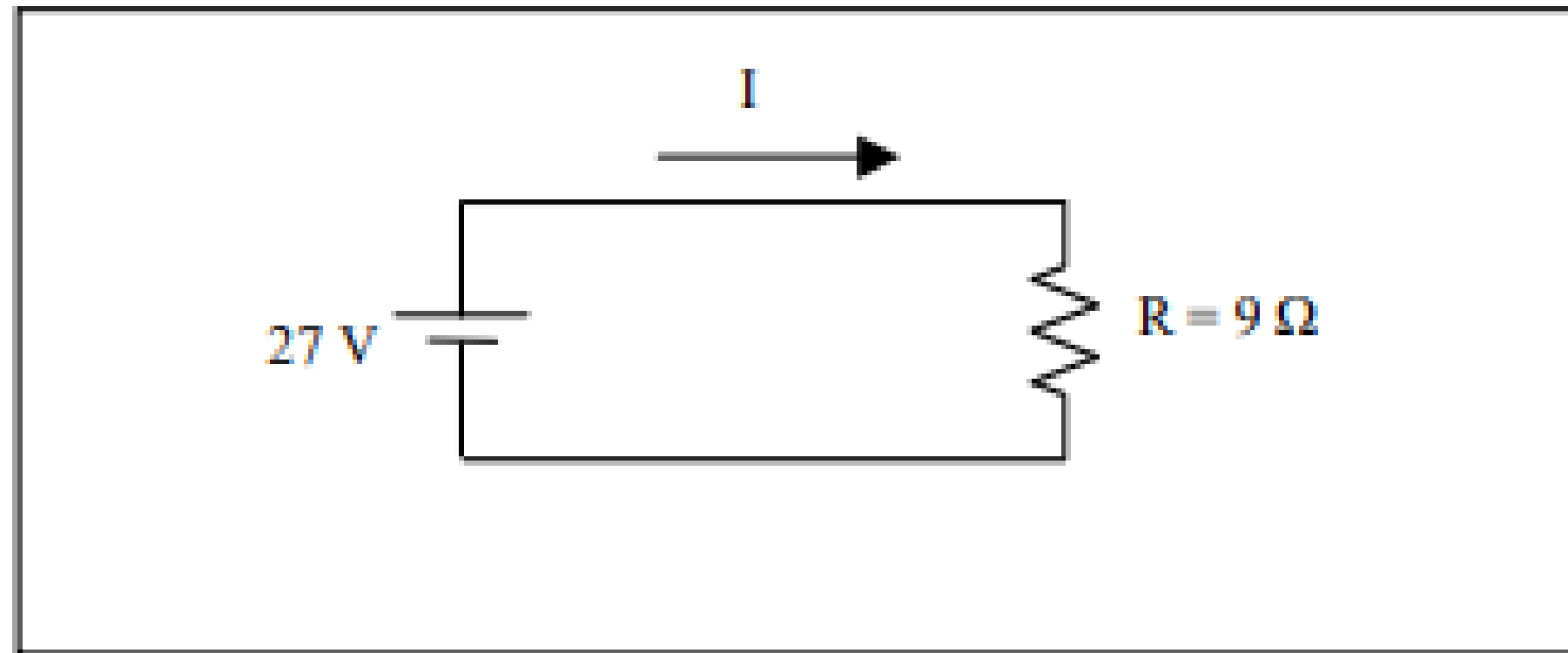
# Exemplo



Pela 1ª Lei de Ohm:  $I = \frac{V}{R}$



# Exemplo



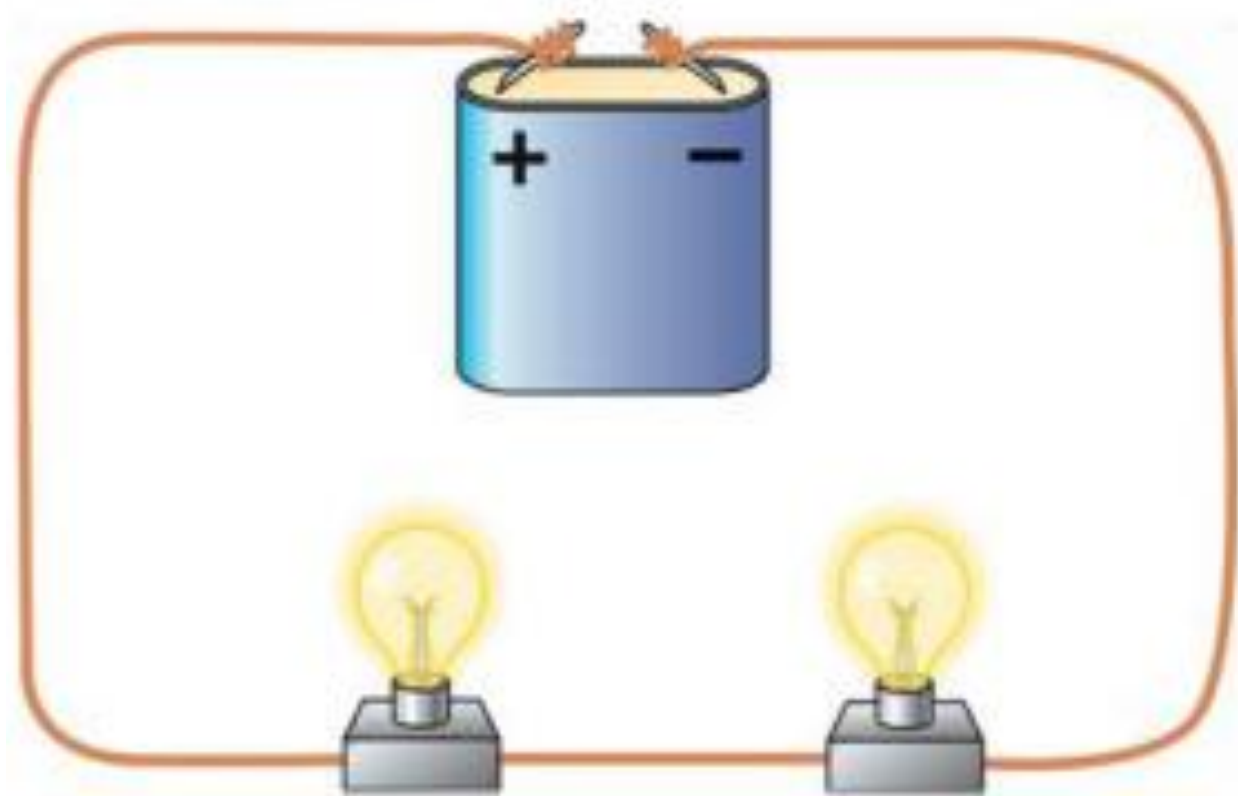
Pela 1ª Lei de Ohm: 
$$I = \frac{V}{R} = \frac{27}{9} = 3 \text{ A}$$

# Circuito elétrico

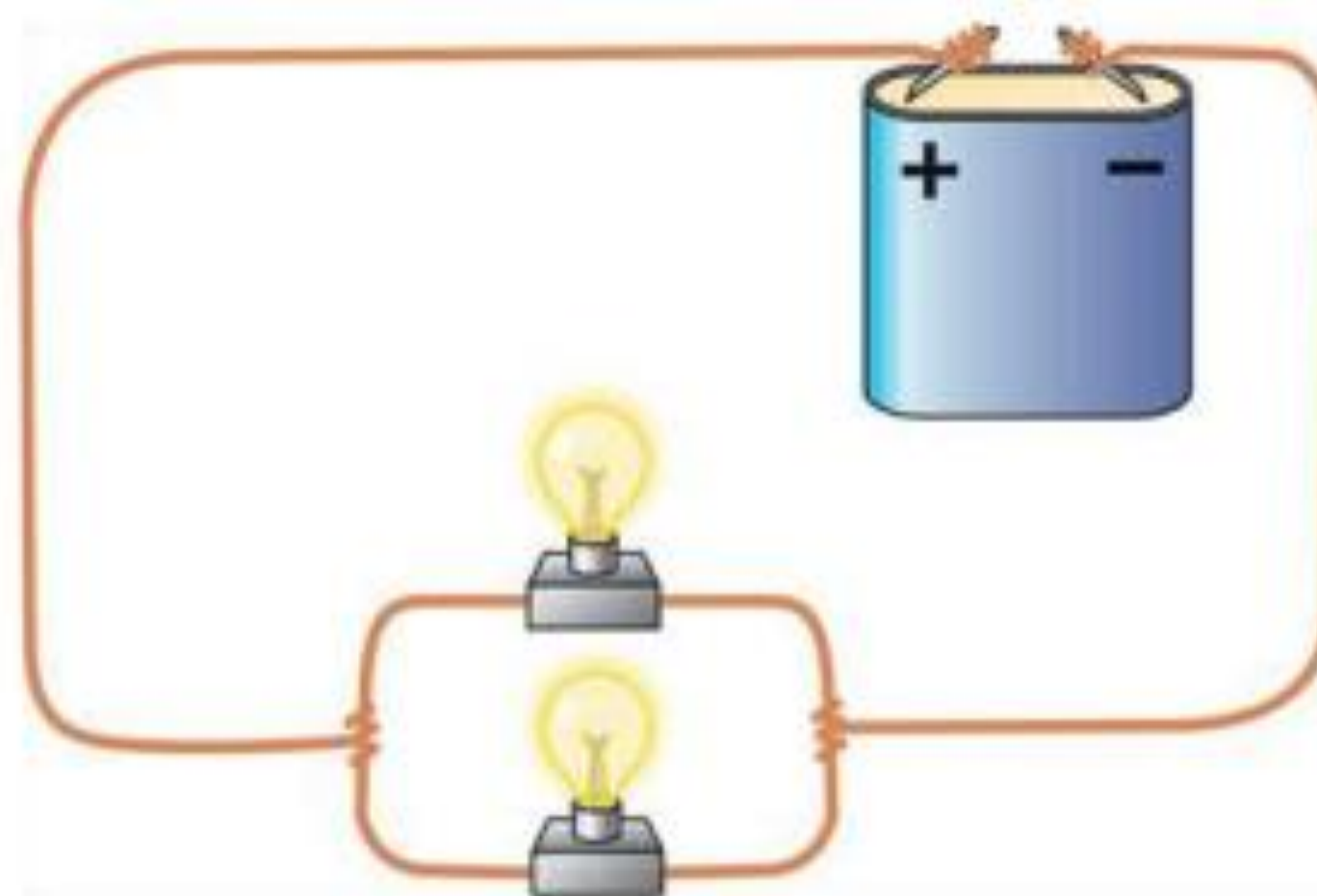
- Caso seja necessária a ligação de mais de uma carga estas podem ser configuradas de três maneiras, em série, paralelo e misto.
- A corrente elétrica se comporta de diferentes maneiras em cada tipo de circuito elétrico.
- **Circuito em série:** a corrente elétrica é a mesma em todos os pontos.
- **Circuito em paralelo:** a corrente elétrica se divide entre as malhas, podendo ter diferentes valores de corrente elétrica e dependendo do ponto de análise.
- **Circuito misto:** a corrente elétrica se comporta de ambas as formas, dependendo da malha analisada.

# Circuito elétrico

## Circuito em série

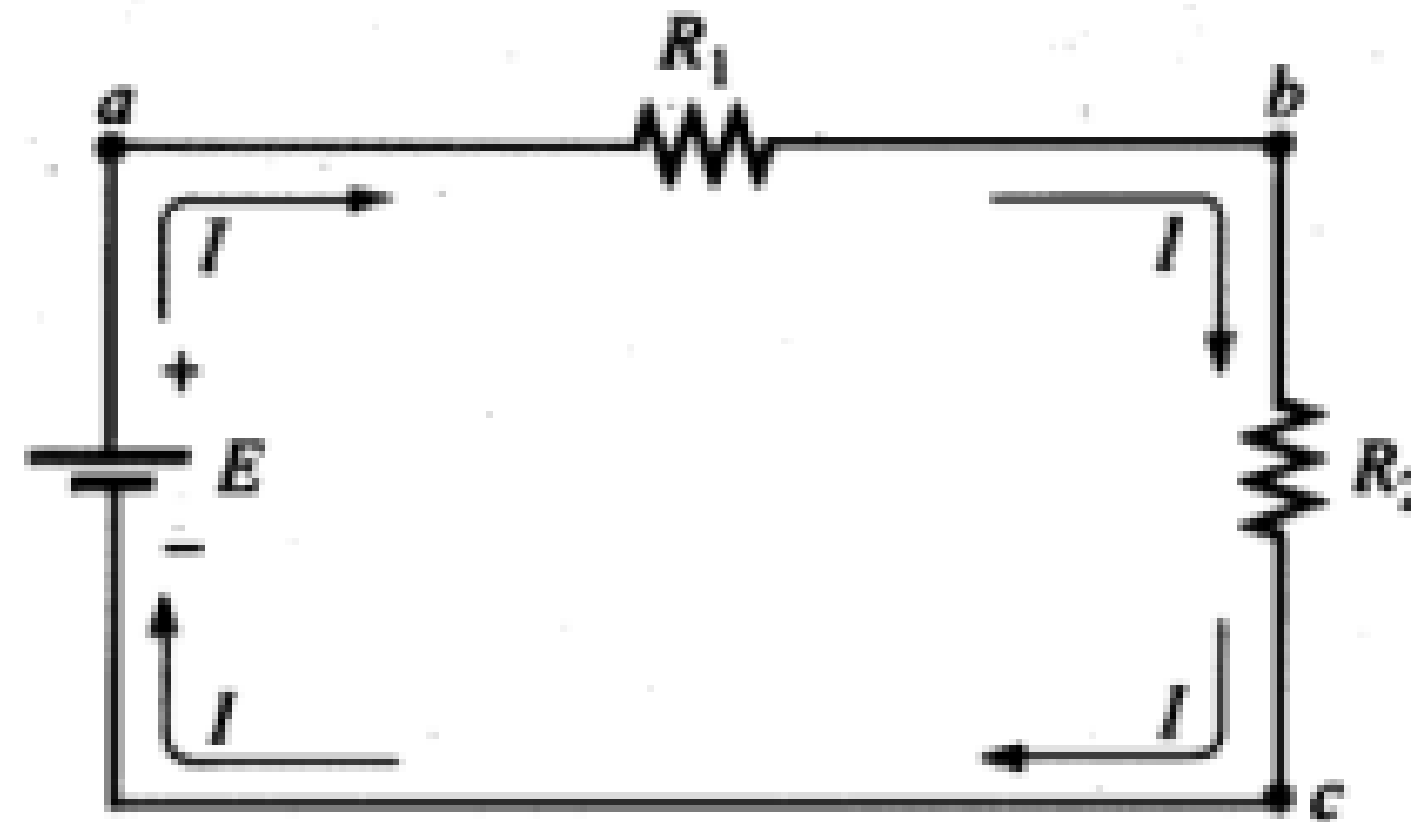


## Circuito em paralelo



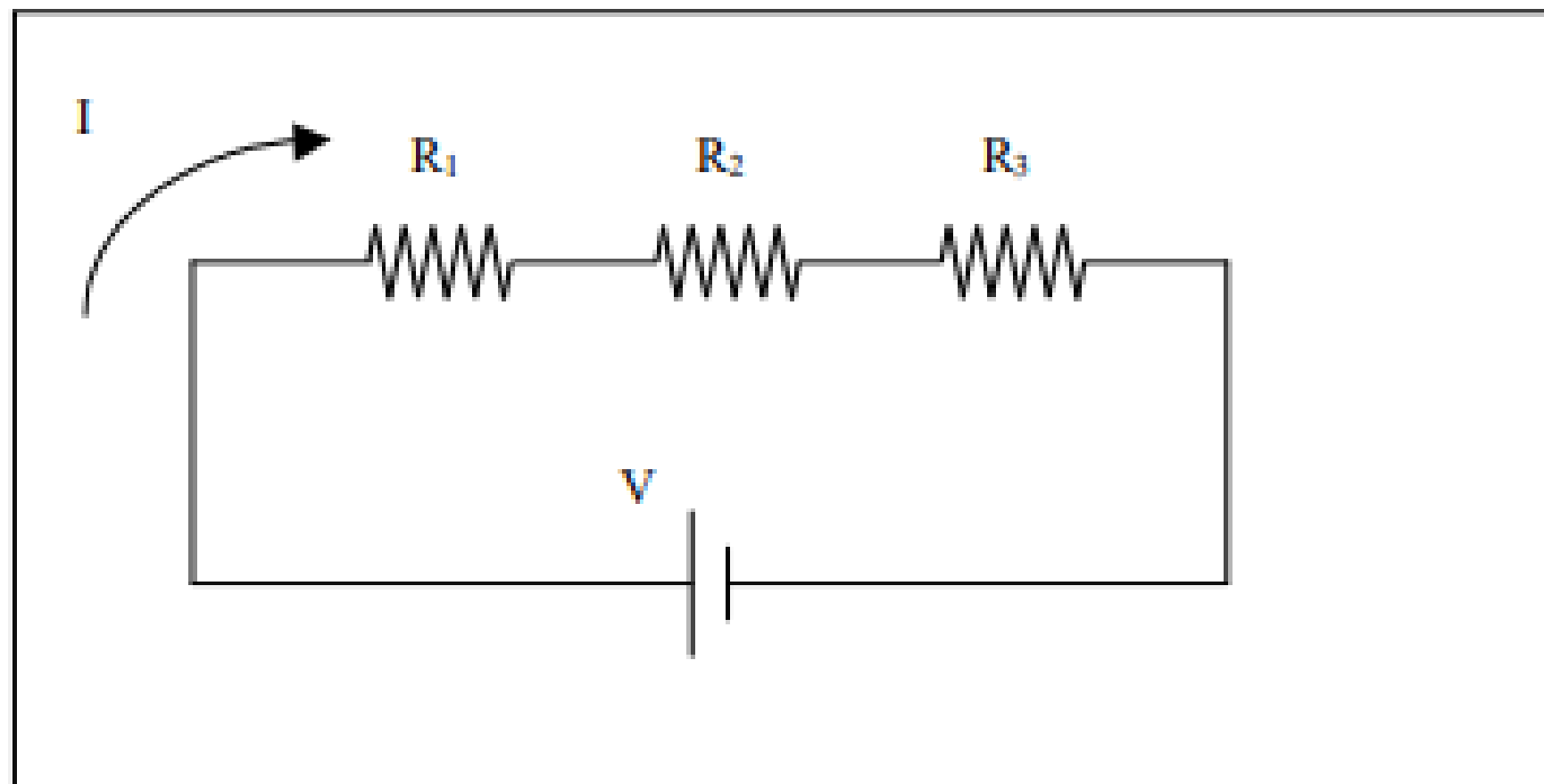
# Circuito em série

- Um circuito é dito série quando todos os elementos estão conectados no mesmo ramo, ou seja, a corrente que flui no circuito é a mesma para todos os elementos.



# Assosicação de resistores em série

- Sua característica básica é proporcionar um único caminho à corrente elétrica, ou seja, a corrente que passa por um resistor será a mesma em todos os outros.
- Como consequência de tal característica, tem-se a **divisão de tensão no circuito**, com cada resistor possuindo o seu valor de tensão e a soma destes valores é igual a tensão da fonte.



$$V = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I \quad (1)$$

$$V = R_T \cdot I \quad (2)$$

Substituindo 2 em 1:

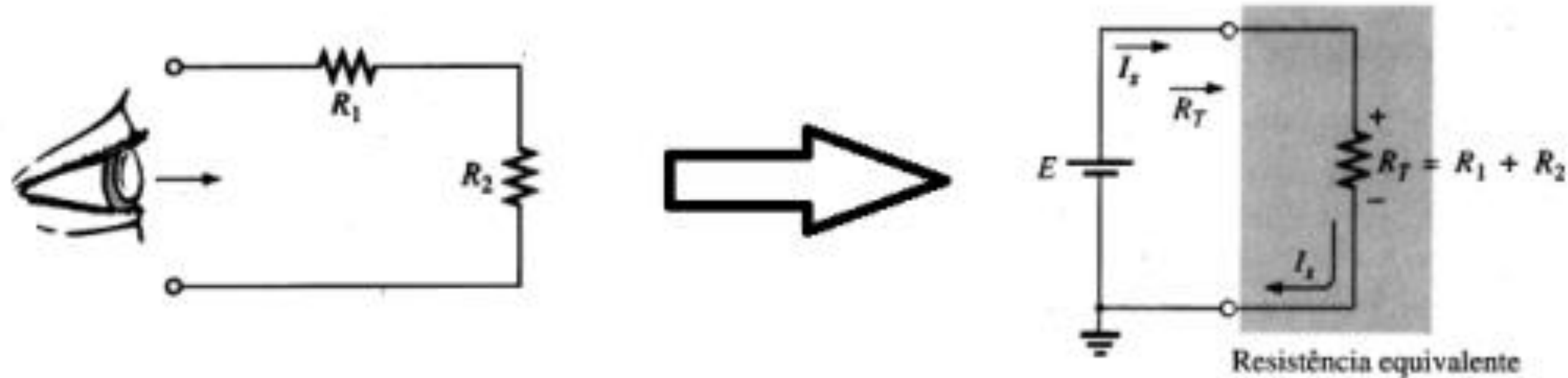
$$I \cdot R_T = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$



# Resistência equivalente de um circuito em série

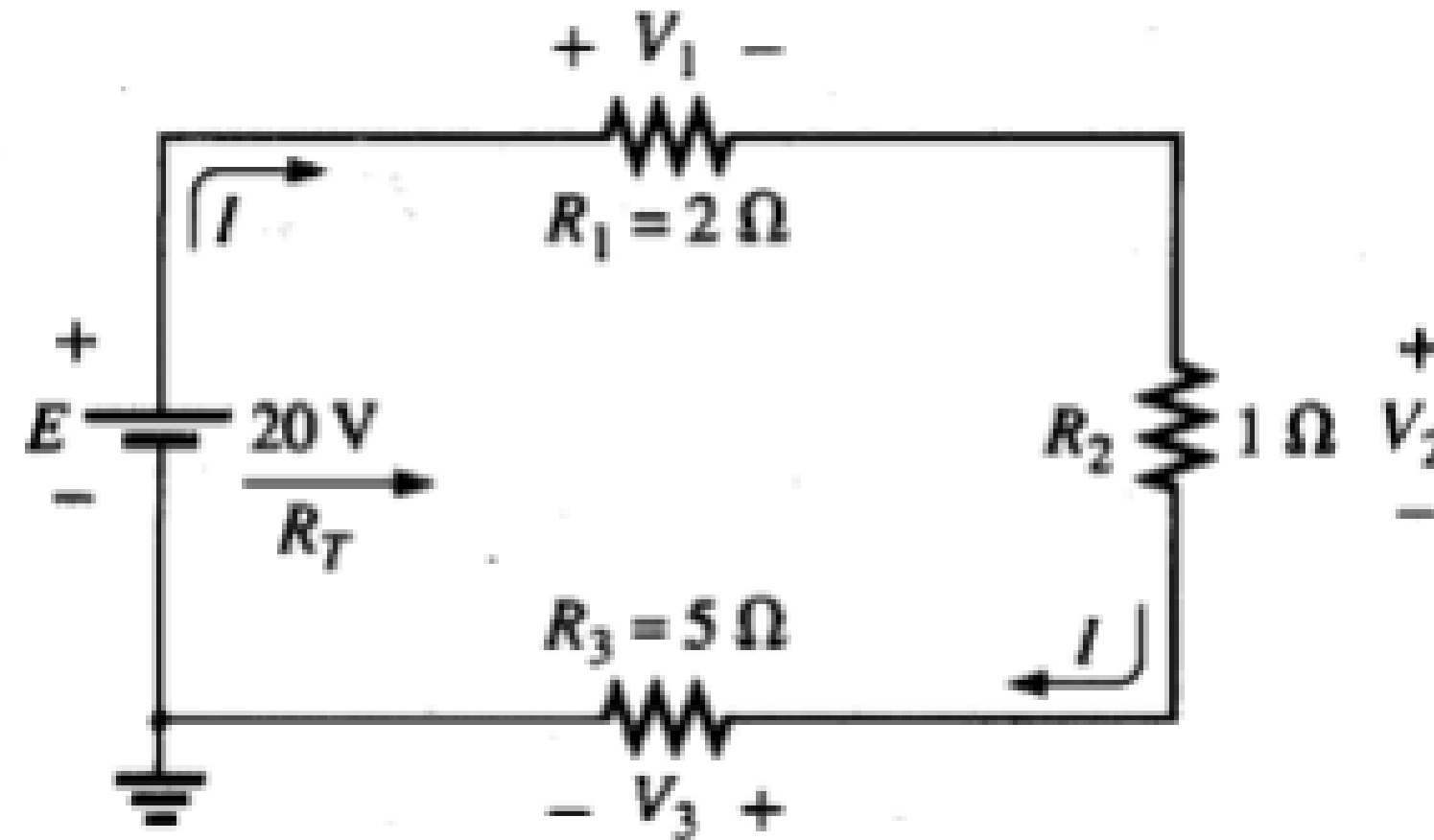
- Resistência equivalente equivale a associação dos resistores  $R_1$  e  $R_2$ .



- Em um circuito série a resistência equivalente é calculado simplesmente pela somatória de todas as resistências envolvidas:

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

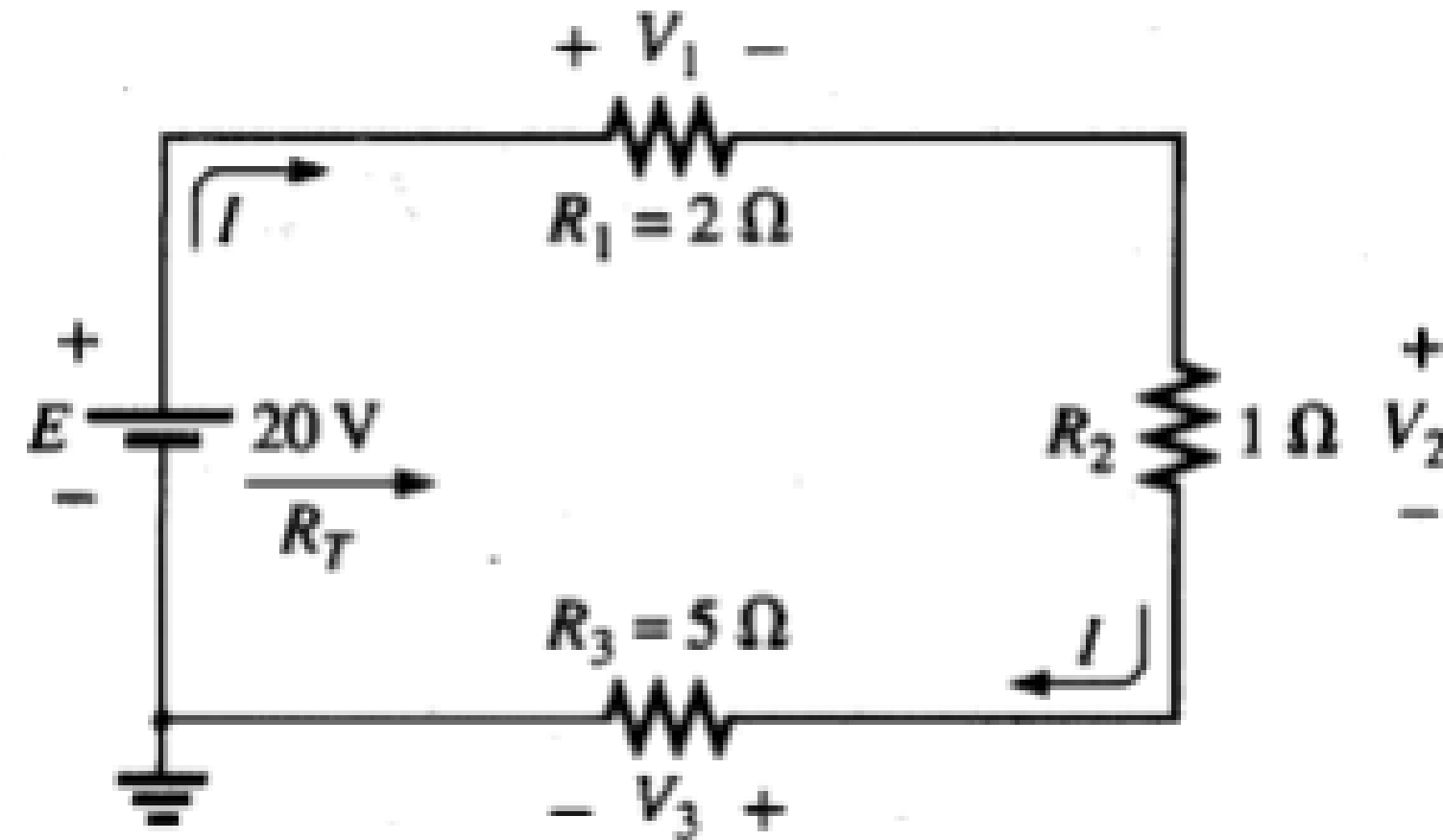
# Análise de um circuito série



- O primeiro passo é descobrir o valor da resistência equivalente:

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

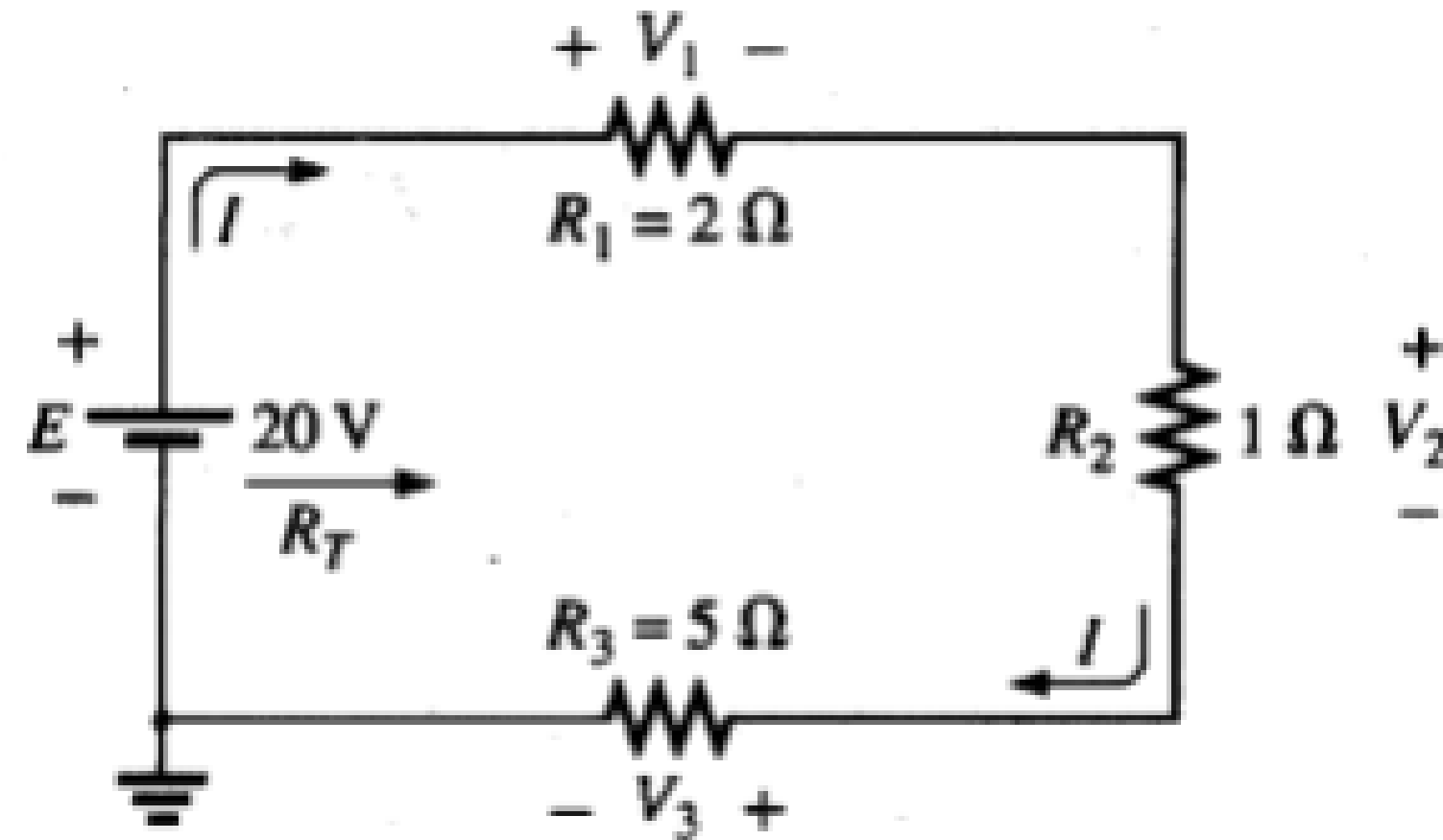
# Análise de um circuito série



- O primeiro passo é descobrir o valor da resistência equivalente:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 = 2\ \Omega + 1\ \Omega + 5\ \Omega = 8\ \Omega$$

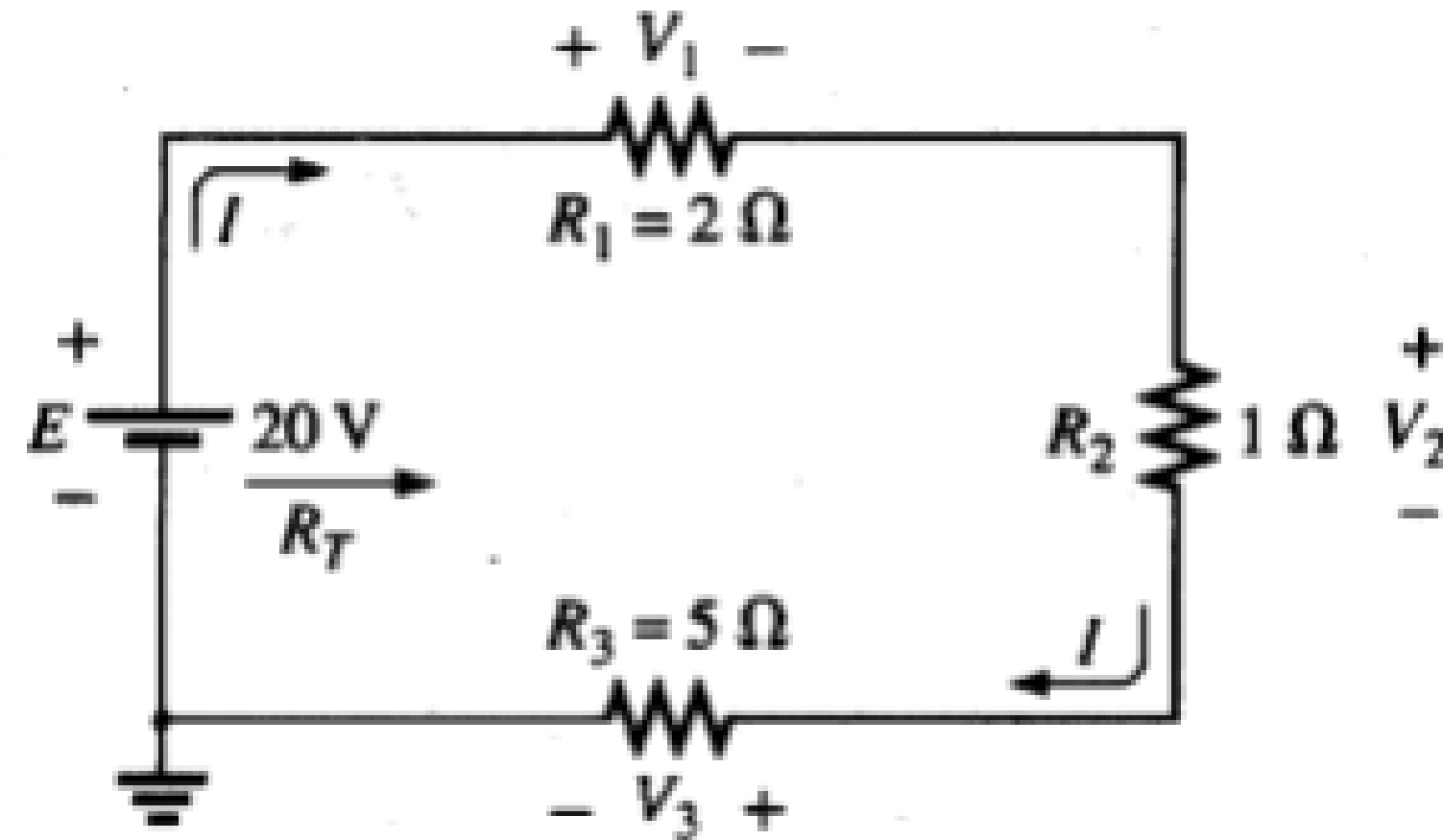
# Análise de um circuito série



- calcula-se a corrente fornecida pela fonte:

$$I_F = \frac{E}{R_T}$$

# Análise de um circuito série

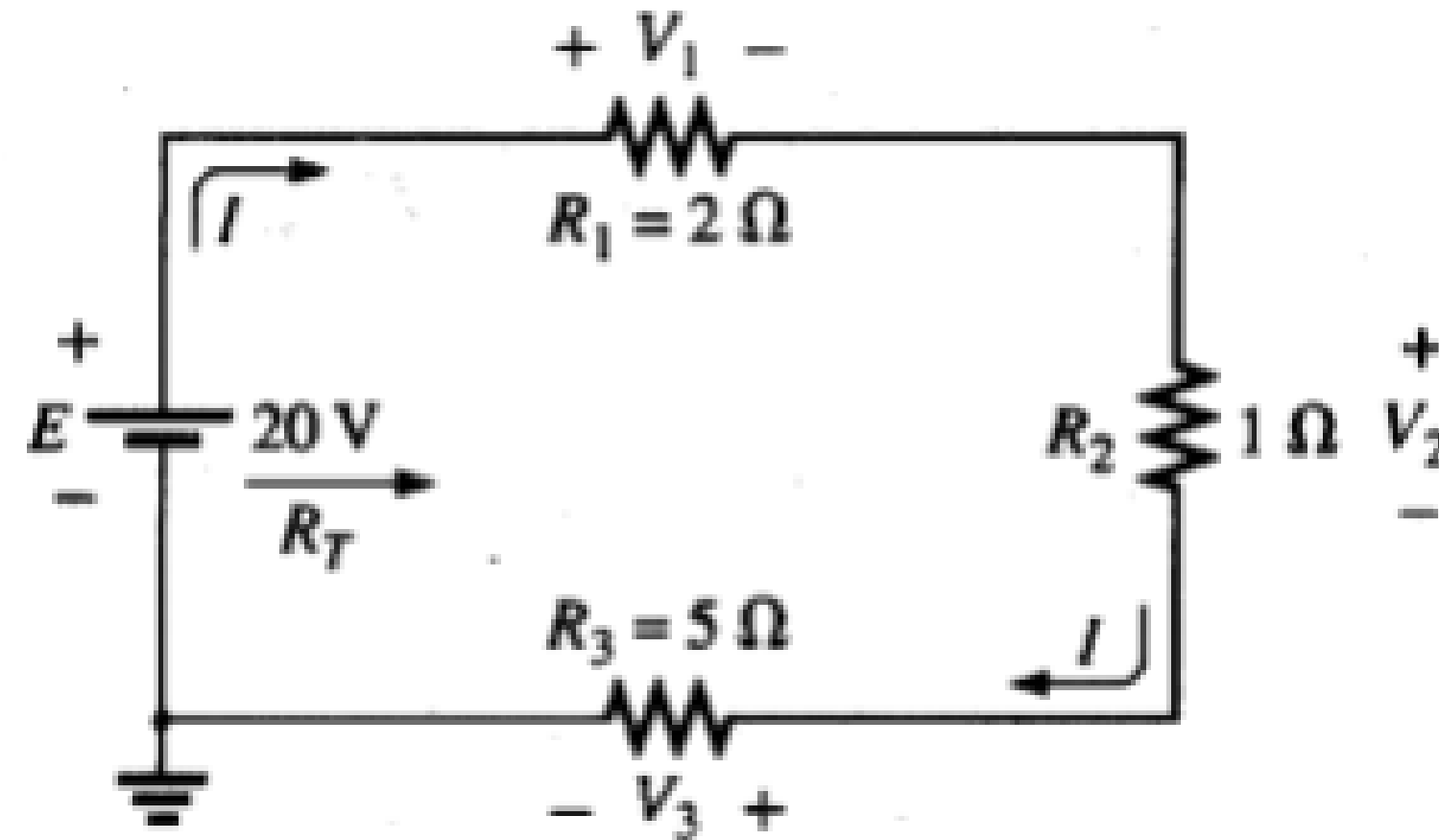


- calcula-se a corrente fornecida pela fonte:

$$I_F = \frac{E}{R_T} = \frac{20\text{ V}}{8\ \Omega} = 2,5\text{ A}$$



# Análise de um circuito série



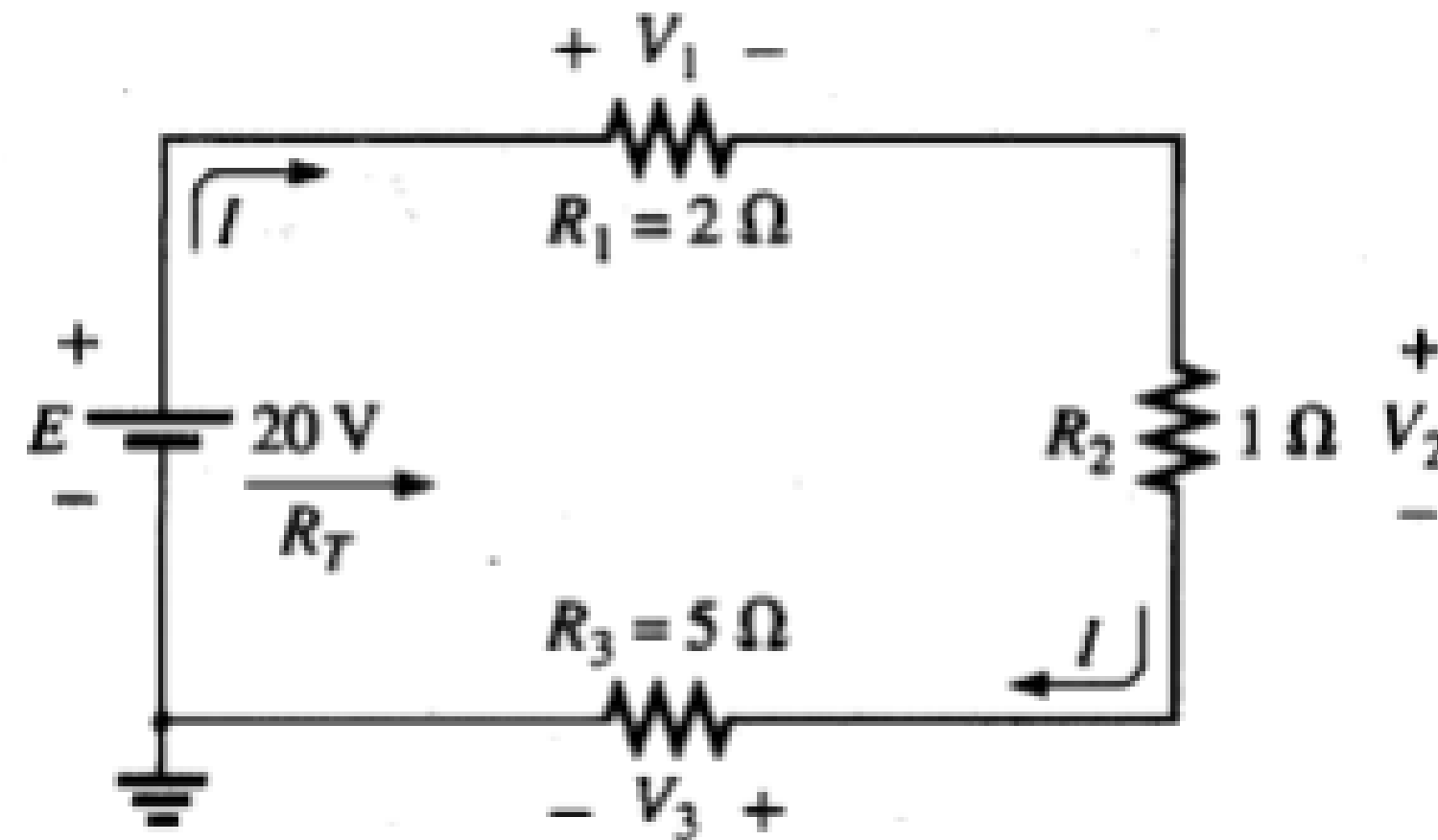
- Pode-se calcular a queda de tensão sobre cada resistor, uma vez que em circuitos série a corrente que passa pelos elementos é a mesma.

$$V_1 = IR_1$$

$$V_2 = IR_2$$

$$V_3 = IR_3$$

# Análise de um circuito série



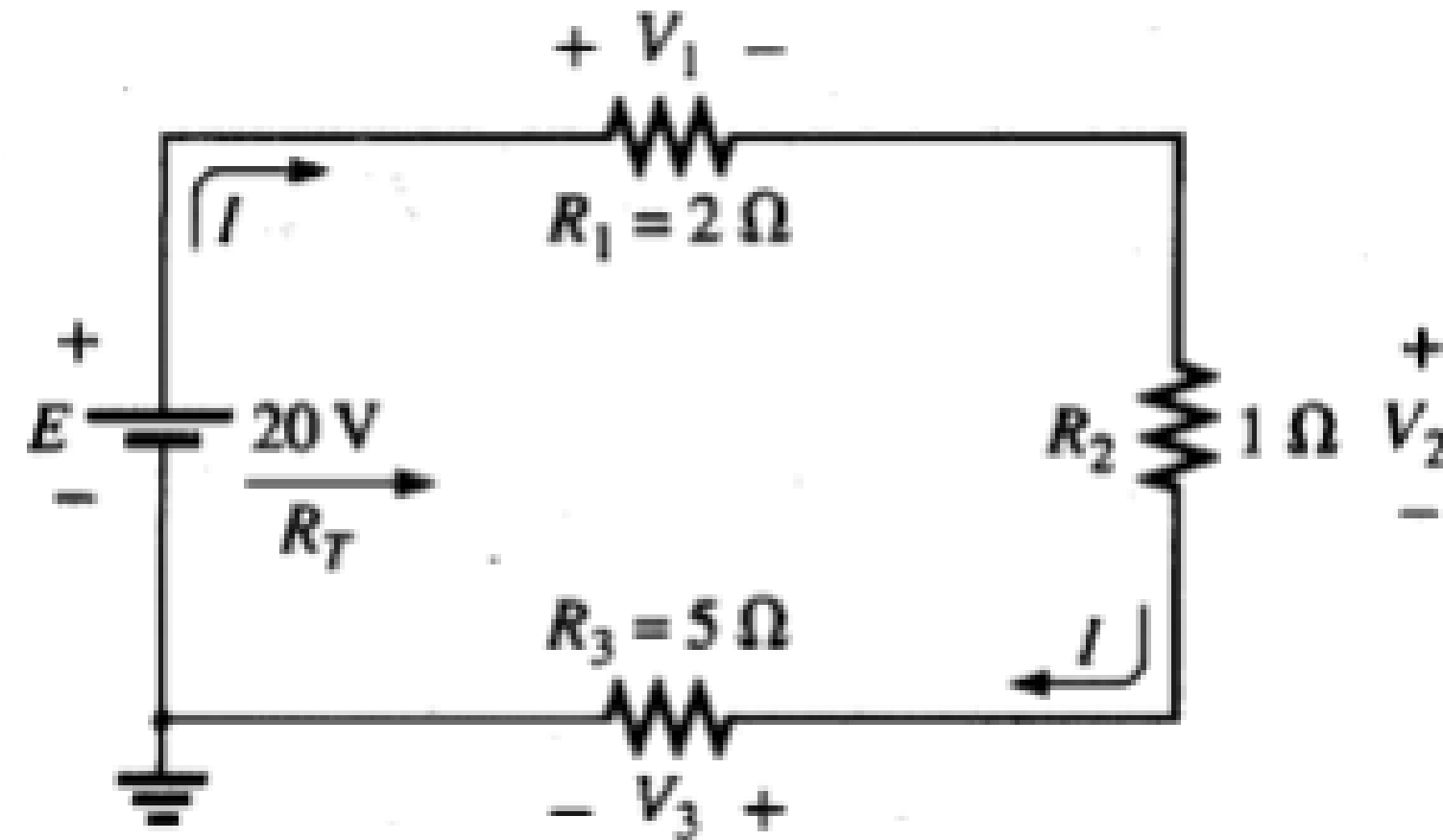
- Pode-se calcular a queda de tensão sobre cada resistor, uma vez que em circuitos série a corrente que passa pelos elementos é a mesma.

$$V_1 = IR_1 = (2,5\text{ A})(2\ \Omega) = 5\text{ V}$$

$$V_2 = IR_2 = (2,5\text{ A})(1\ \Omega) = 2,5\text{ V}$$

$$V_3 = IR_3 = (2,5\text{ A})(5\ \Omega) = 12,5\text{ V}$$

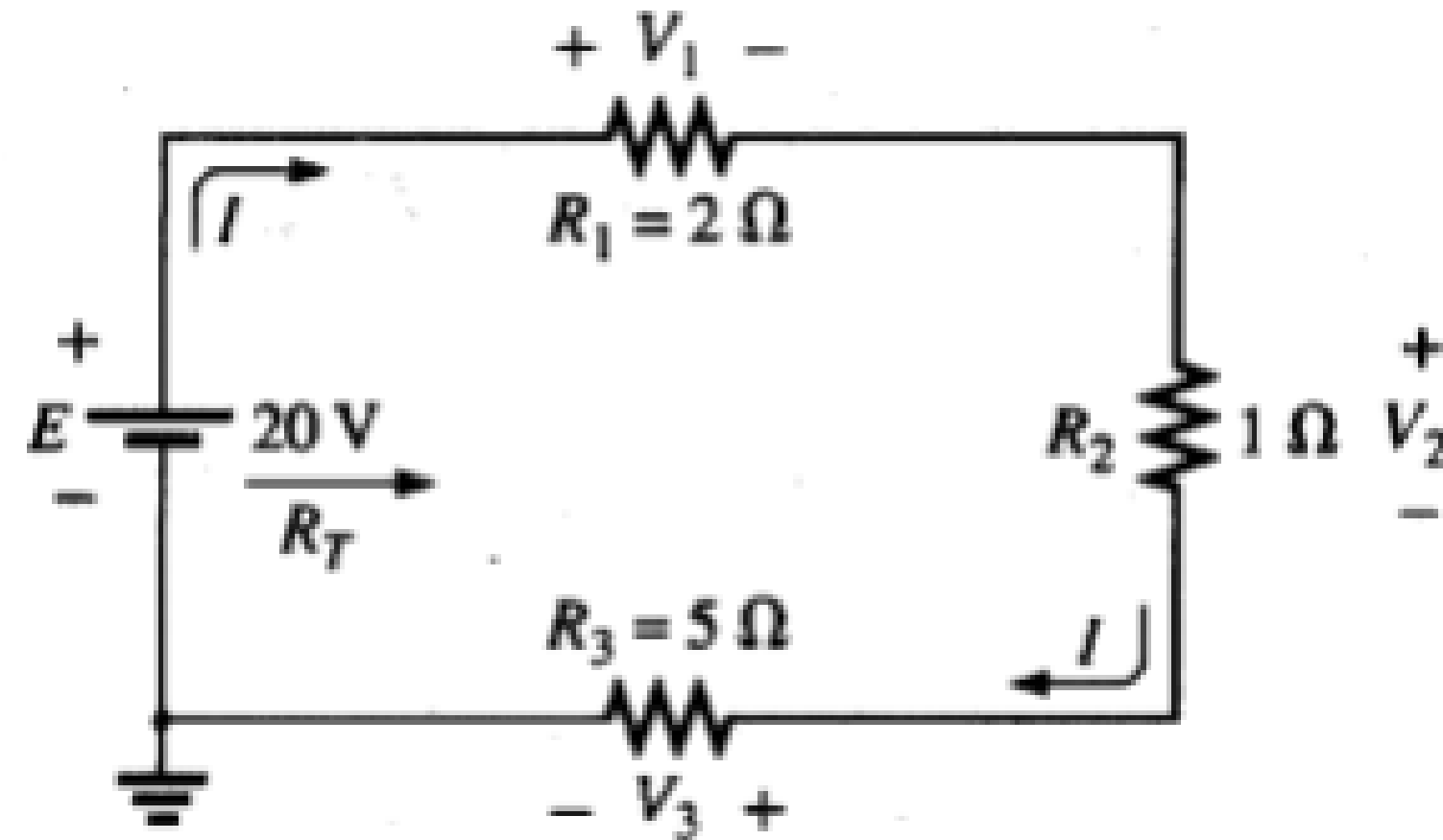
# Análise de um circuito série



- Pode-se calcular a potência fornecida pela fonte

$$P_{\text{del}} = EI$$

# Análise de um circuito série

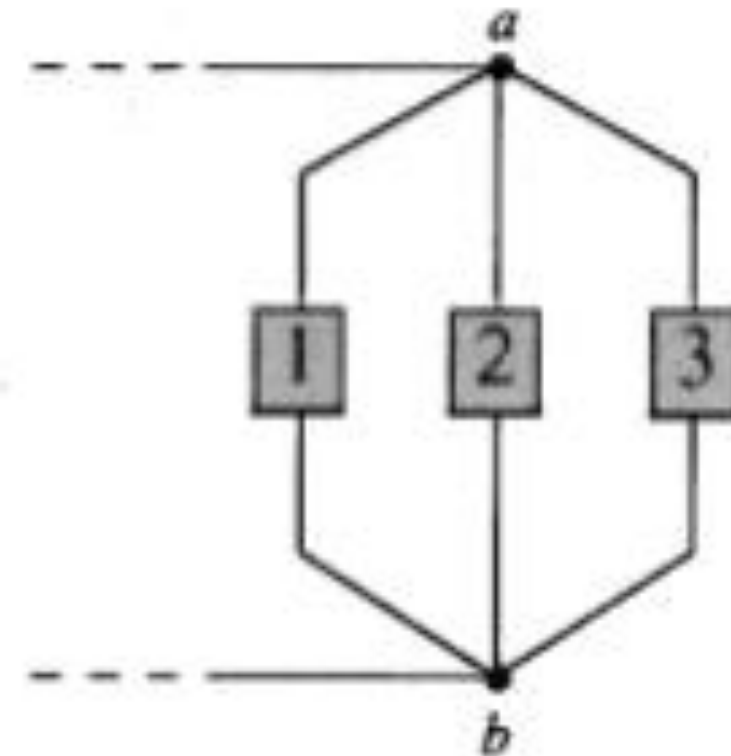
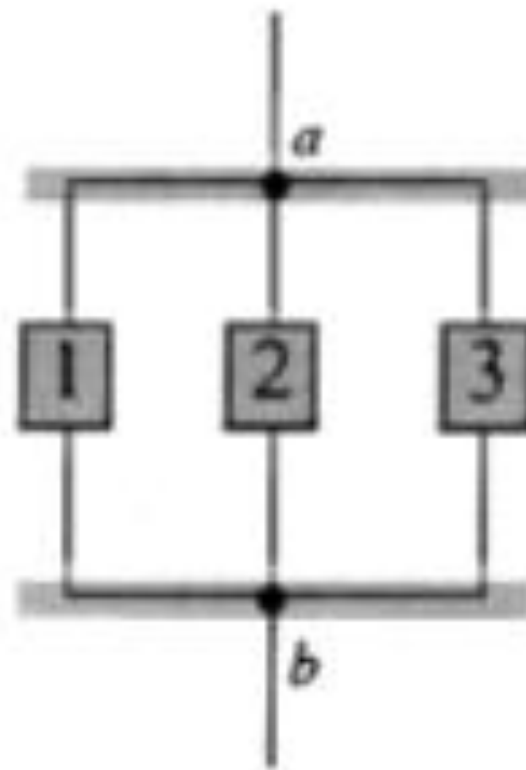
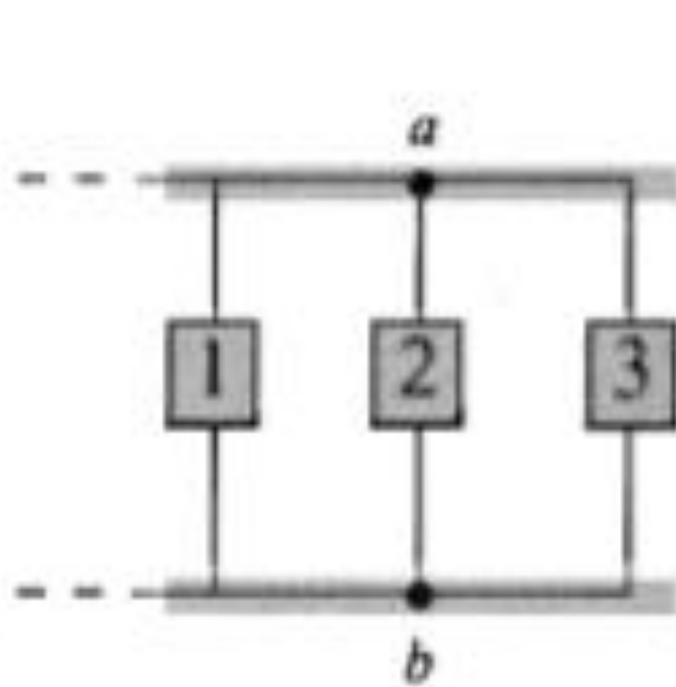


- Pode-se calcular a potência fornecida pela fonte

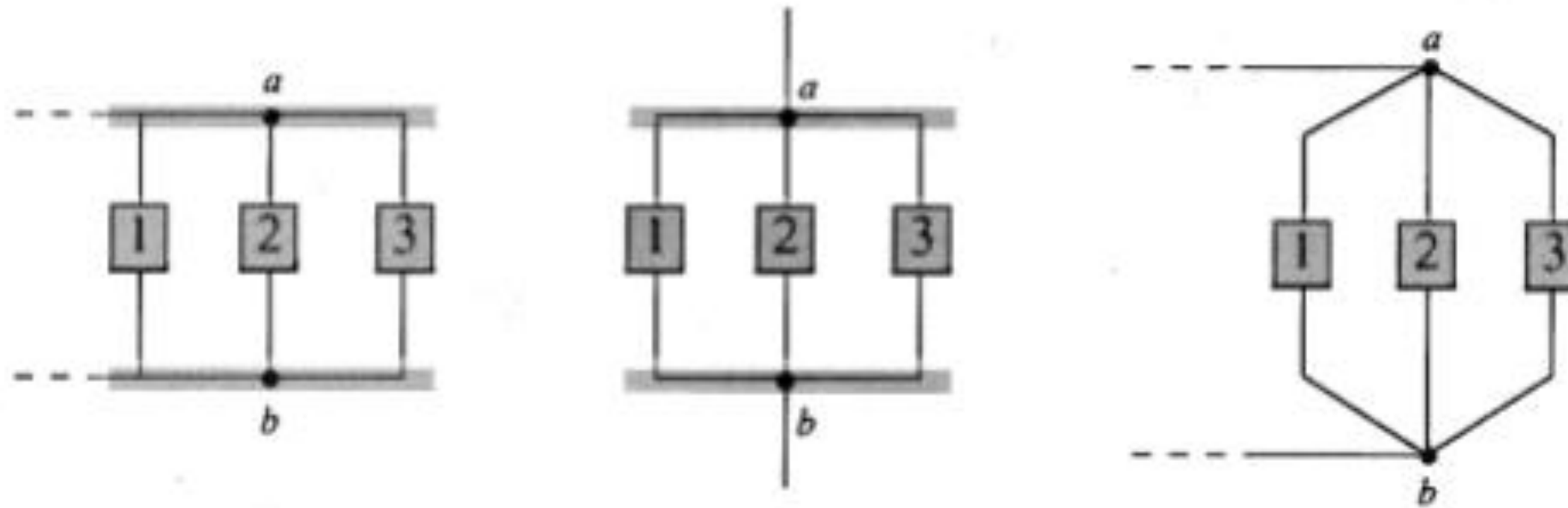
$$P_{\text{del}} = EI = (20\text{ V})(2,5\text{ A}) = 50\text{ W}$$

# Circuito em paralelo

- Dois ou mais elementos, ramos ou circuitos estão ligados em paralelo quando possuem dois pontos em comum.



# Resistência equivalente de Circuito em paralelo



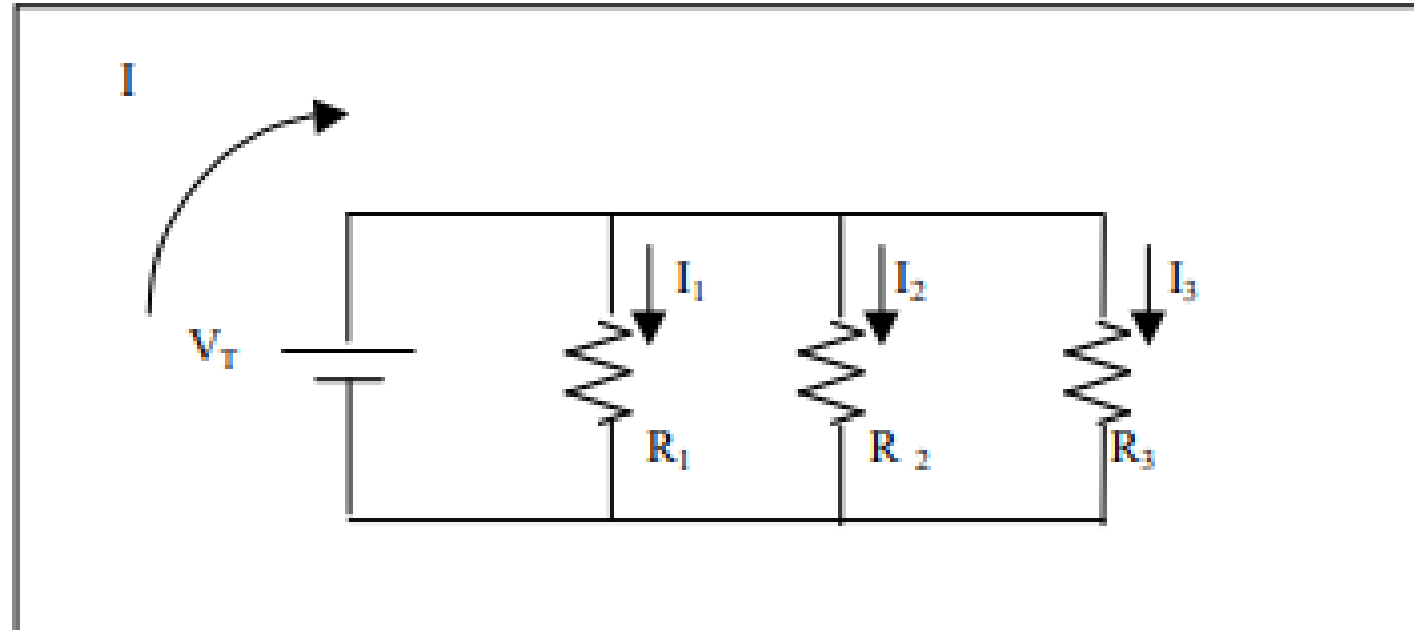
$$R_{eq} = 1 \div \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)$$

- Associação em paralelo de apenas duas resistências:

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



# Resistência equivalente de Circuito em paralelo



$$V = R_T \cdot I_T = R_1 \cdot I_1 = R_2 \cdot I_2 = R_3 \cdot I_3$$

$$I_1 = \frac{V}{R_1}; \quad I_2 = \frac{V}{R_2}; \quad I_3 = \frac{V}{R_3}; \quad I = \frac{V}{R_T}$$

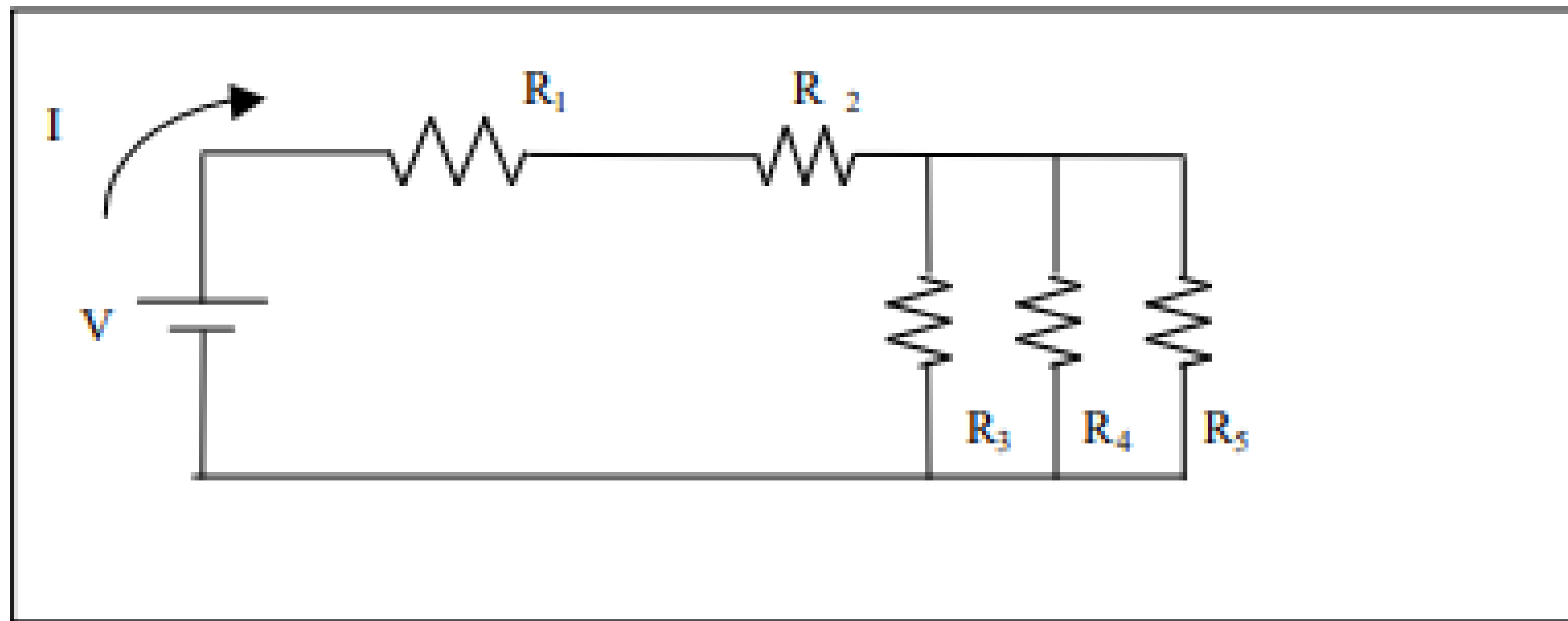
$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (3)$$

2 em 3, obtém-se:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

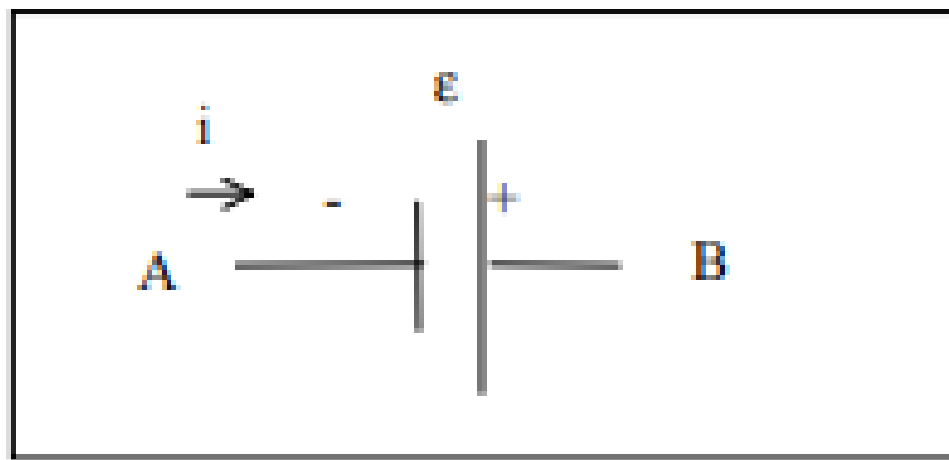
$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3}$$

# Circuito misto

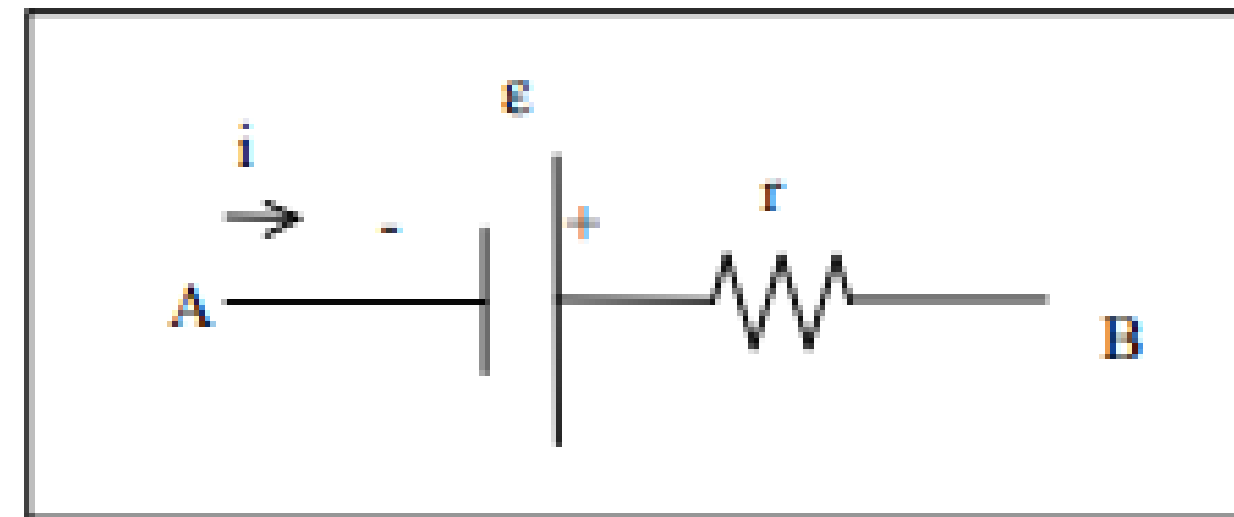


# Circuito de malha simples

A fim de manter uma corrente elétrica constante em um condutor deve-se ter uma fonte de energia elétrica também constante, sendo que este dispositivo é uma fonte de força eletromotriz (fem)  $\epsilon$ , tendo como símbolo:



Podendo apresentar uma resistência interna  $r$ :

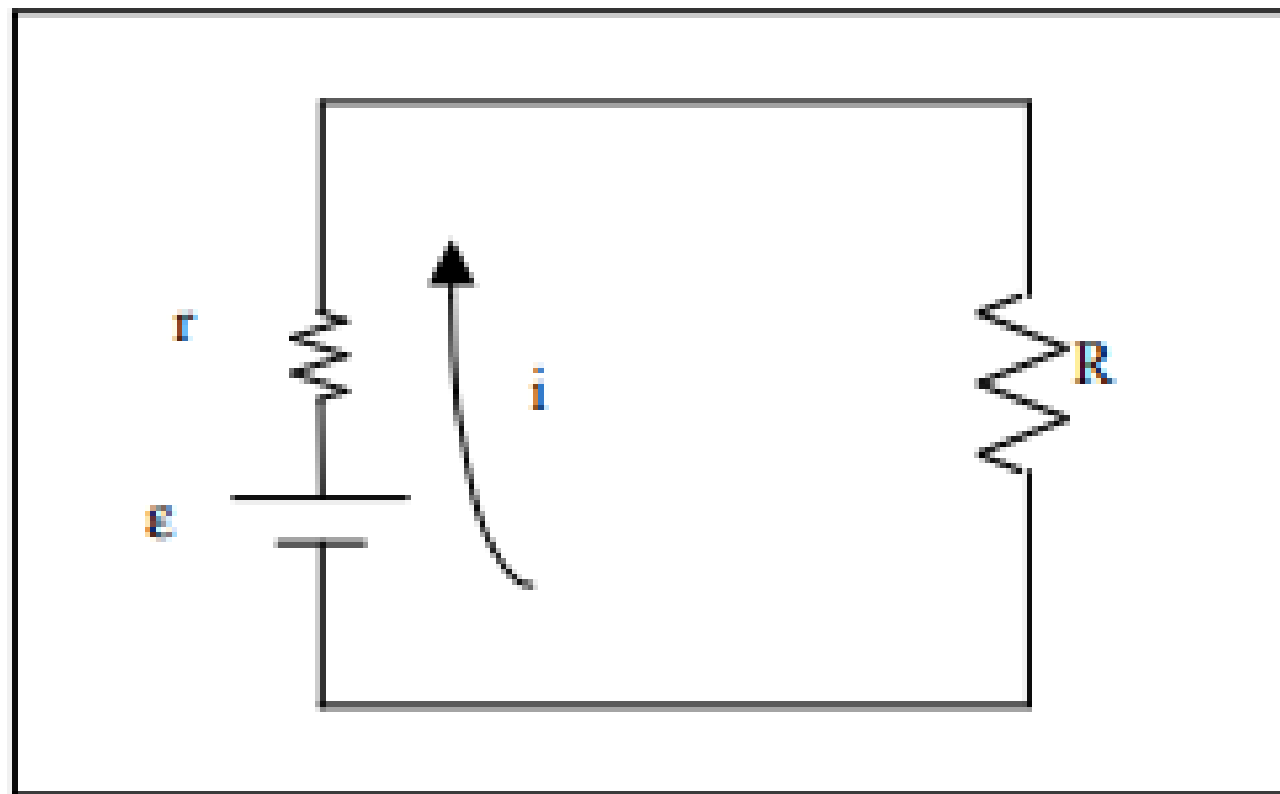


A tensão em seus terminais é dada por:

$$V_{AB} = \epsilon - ri$$

# Circuito de malha simples

Esta fonte, alimentando um resistor de resistência  $R$ , que representa um receptor, forma um circuito de malha simples:



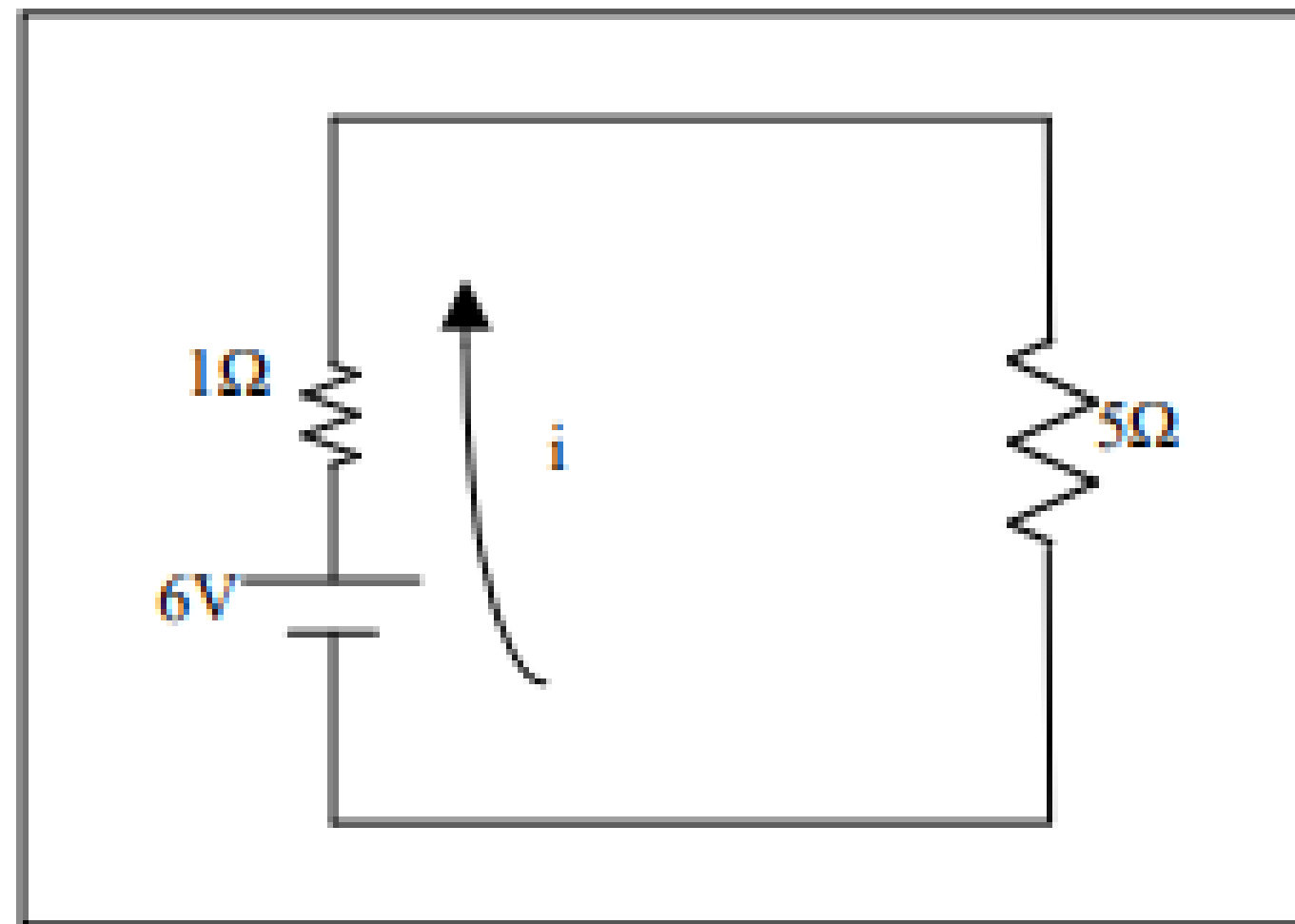
Como a tensão nos terminais da fonte coincide com a tensão do resistor, temos:

$$\varepsilon - r i = R i \Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{r + R}$$

## Exemplo: Circuito de malha simples

Uma resistência de  $5\ \Omega$  está ligada a uma bateria de  $6\text{ V}$  e resistência interna de  $1\ \Omega$ .

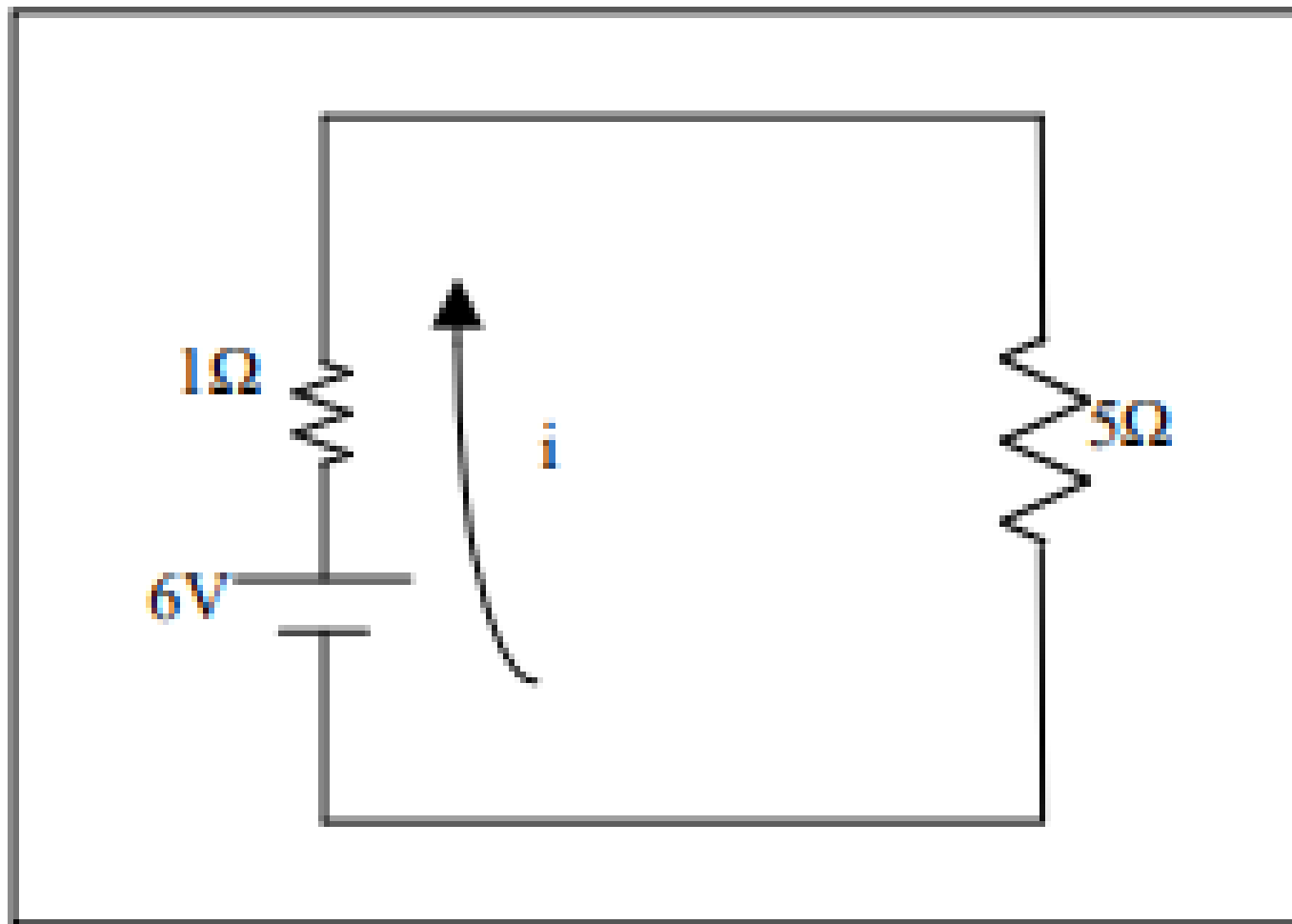
Calcular a corrente do circuito e a ddp nos terminais da bateria.



## Exemplo: Circuito de malha simples

Uma resistência de  $5\ \Omega$  está ligada a uma bateria de  $6\text{ V}$  e resistência interna de  $1\ \Omega$ .

Calcular a corrente do circuito e a ddp nos terminais da bateria.



$$i = \frac{6}{1+5} = 1\text{ A}$$

$$V = \varepsilon - ri = 6 - 1 \cdot 1 = 5$$

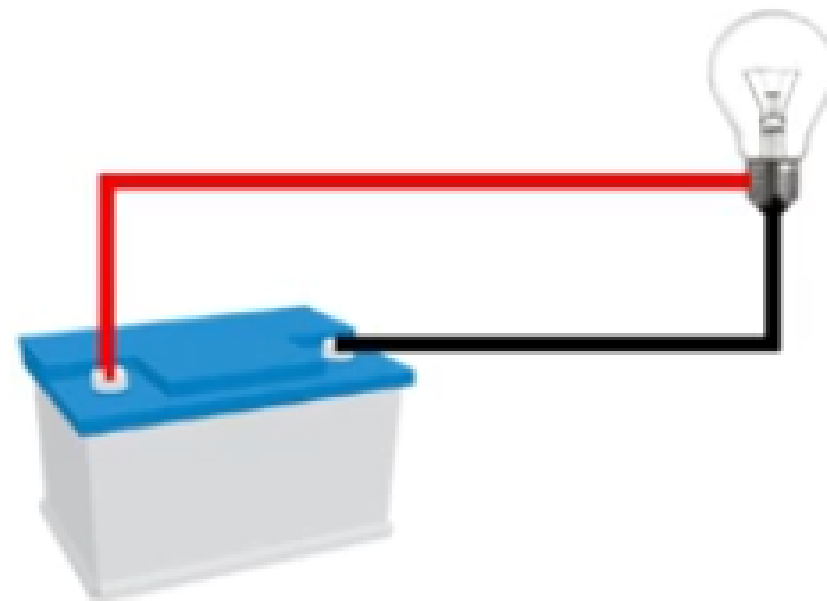
# Circuito elétrico

- Todo o circuito residencial é ligado em paralelo, pois queremos garantir que haja a mesma tensão em cada ponte de tomadas ou ponto de iluminação e somente a ligação em paralelo e que garante tensão igual em todos os pontos.

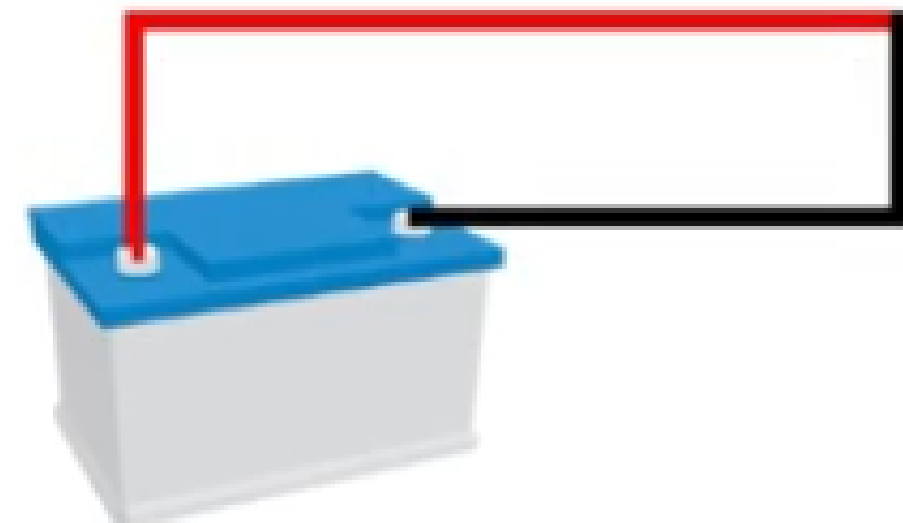


# Curto circuito

- A carga em um circuito é responsável por consumir a energia elétrica transformando-a em uma nova fonte de energia.
- Sem a resistência da carga a corrente do circuito torna-se muito alta e a grande energia liberada pela fonte não tem onde ser transformada e consumida.
- Toda energia liberada é dissipada nos cabos, ocorrendo assim explosões, dissipação do calor, produção de faíscas, etc.



**Circuito em funcionamento**



**Circuito em curto**