

# **CIRCUITOS ELÉTRICOS EM REGIME DE CORRENTE CONTÍNUA**

# CIRCUITOS ELÉTRICOS

Expor de forma sintética o funcionamento de componentes dos circuitos de equipamento eletroeletrônico (problema significativo a ser resolvido)

Focar os conteúdos técnicos necessários para a compreensão dos conceitos e princípios que envolvem a solução de problemas do circuito proposto. (a interdisciplinariedade)

Comprovar e aplicar através de experiências os conceitos dos conteúdos estudados nas aulas teóricas (Laboratório).

\*A interdisciplinaridade no sentido de tentativa do professor/aluno de propor a interação entre conhecimento racional e o conhecimento sensível, através da relação entre saberes diferentes, mas que são fundamentais para a construção do projeto.

# OBJETIVOS

## **Objetivo Geral**

Alcançar a aprendizagem fundamental sobre circuito elétrico em regime de corrente contínua.

## **Objetivos específicos**

Definir circuito elétrico em regime de corrente contínua.

Realizar cálculos de circuitos em corrente contínua.

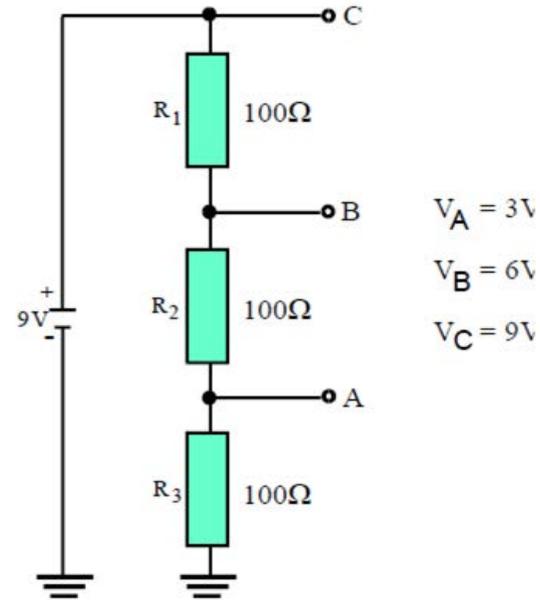
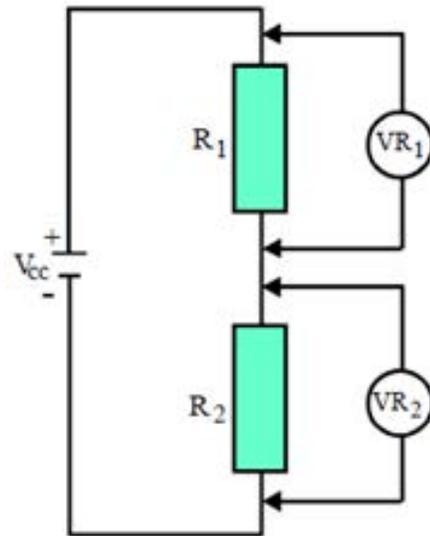
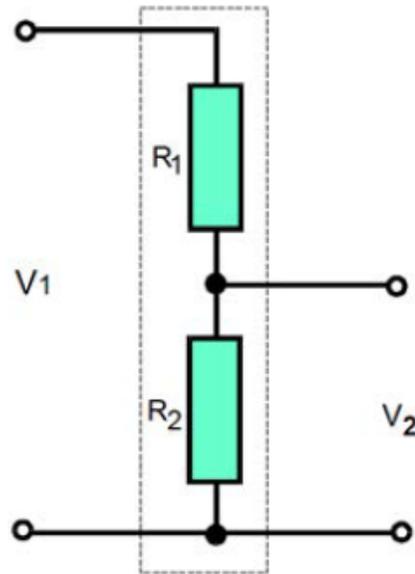
Aplicar soluções na resolução de problemas de circuitos elétricos em corrente contínua.

# SITUAÇÃO PROBLEMA - Aprendizagem baseada em projeto

## Divisor de tensão

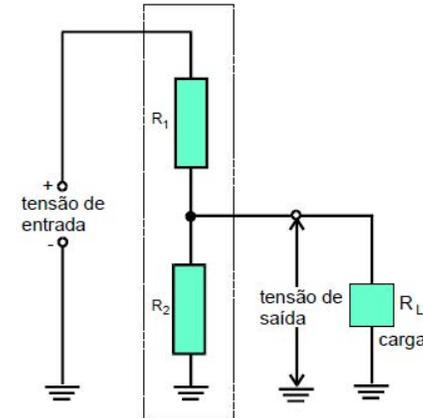
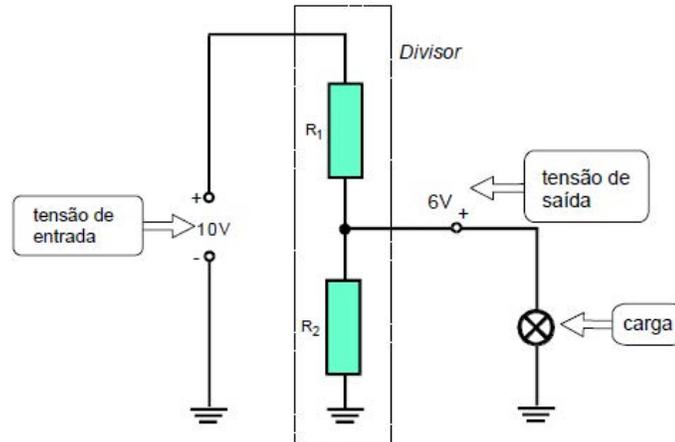
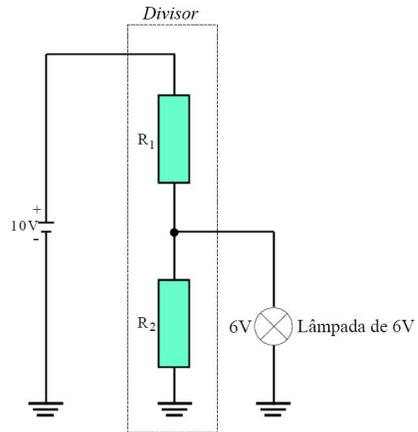
Circuito formado por resistores que permite obter, a partir de alimentação fornecida, qualquer valor de tensão menor, necessário ao funcionamento dos circuitos. A Figura abaixo mostra um exemplo de um divisor de tensão.

### O CIRCUITO SÉRIE COMO DIVISOR DE TENSÃO

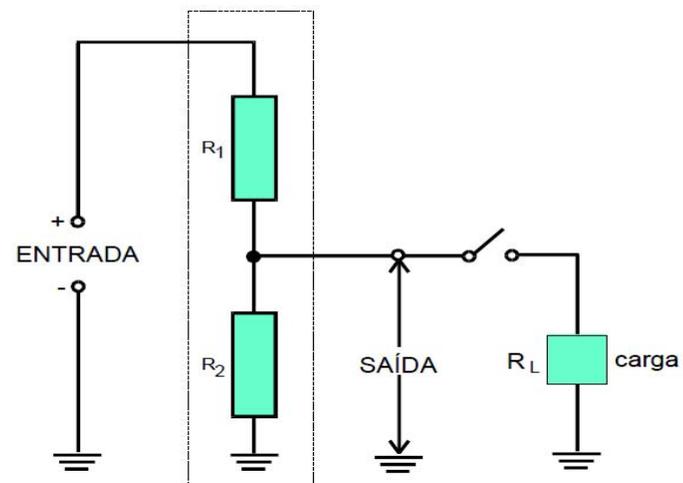


## DIVISOR DE TENSÃO COM CARGA

A divisão da tensão através de um divisor resistivo tem por finalidade fornecer uma parte da tensão de alimentação para um componente ou circuito.



A carga de um divisor ( $R_L$ ) pode ser um componente eletrônico, uma lâmpada ou até mesmo um circuito eletrônico.



## Elementos de um Circuito Elétrico

### Resistores

Resistência Elétrica (R ou r) é a capacidade de um condutor se opor e dificultar a passagem da corrente elétrica. Isto é conseguido por resistores que transformam a energia elétrica em energia térmica.

Todo condutor também oferece resistência interna ao ser percorrido por uma corrente.

Fórmula da resistência elétrica da seguinte fórmula, que corresponde à primeira Lei de Ohm:

energia elétrica em energia térmica, a outra é limitar a passagem da corrente elétrica através do controle da tensão.

### A 1ª LEI DE OHM

Relação entre tensão e corrente:

$$R = \frac{U}{i}$$

Onde,

**R** é a resistência,

**U** é a tensão,

**i** é a intensidade da corrente.

## A 2ª LEI DE OHM

$$R = \rho \cdot L/A.$$

**R** é a resistência do fio, medida em Ohms ( $\Omega$ )

**$\rho$  (rô)** é uma constante chamada de resistividade, que varia de acordo com o material do fio, medida em ( $\Omega \cdot m$ )

**L** é o comprimento do fio, medido em metros (m)

**A** é a área da seção transversal do fio, medida em metros quadrados ( $m^2$ )

Sempre que possuímos um fio, podemos utilizar a segunda Lei de Ohm para calcular a resistência desse fio.

### Exercício 1ª lei de Ohm.

Calcule a resistência elétrica de um resistor que apresenta 10 A de intensidade de corrente elétrica e 200 V de diferença de potencial (ddp).

Segundo a Primeira Lei de Ohm, a resistência é calculada pela seguinte expressão:  **$R = U/I$** . Sendo,  **$U = 200V$** .

### Exercício 2ª lei de Ohm

Determine a resistência elétrica de um fio condutor de 20 metros de comprimento, com área transversal de 8 mm<sup>2</sup> e resistividade igual a  $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ .  $8 \text{ mm}^2 = 8 \cdot (10^{-3})^2 = 8 \cdot 10^{-6} m^2$

$$R = \frac{\rho L}{A} \rightarrow R = \frac{1,7 \cdot 10^{-8} \cdot 20}{8 \cdot 10^{-6}} = 4,25 \Omega$$

A corrente contínua é caracterizada quando o fluxo de elétrons mantém constante o seu sentido ao longo do tempo.

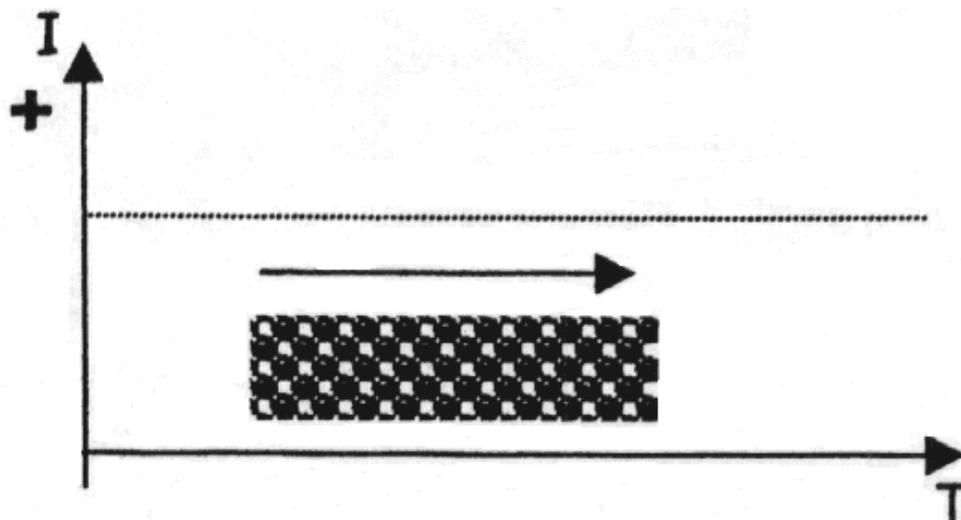


Gráfico da corrente contínua.  
Polarização direta

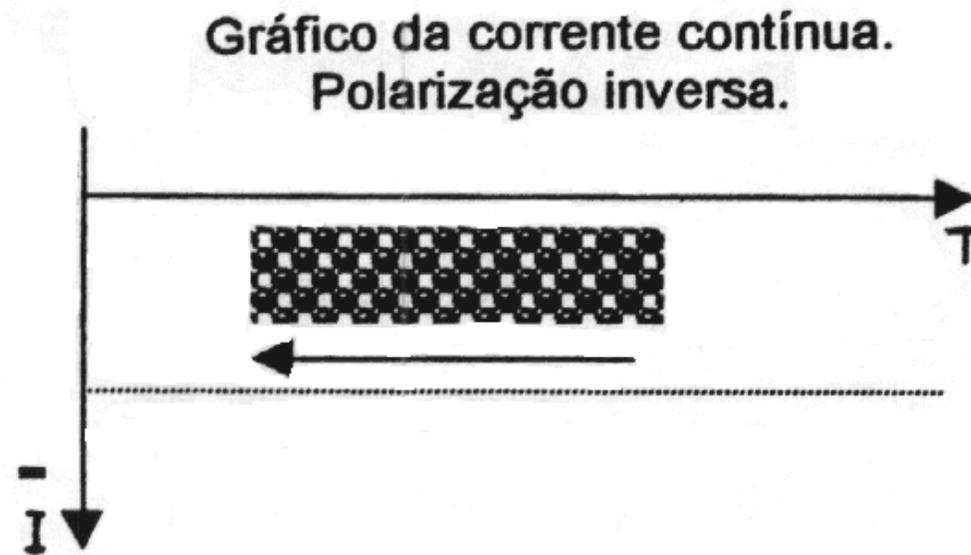
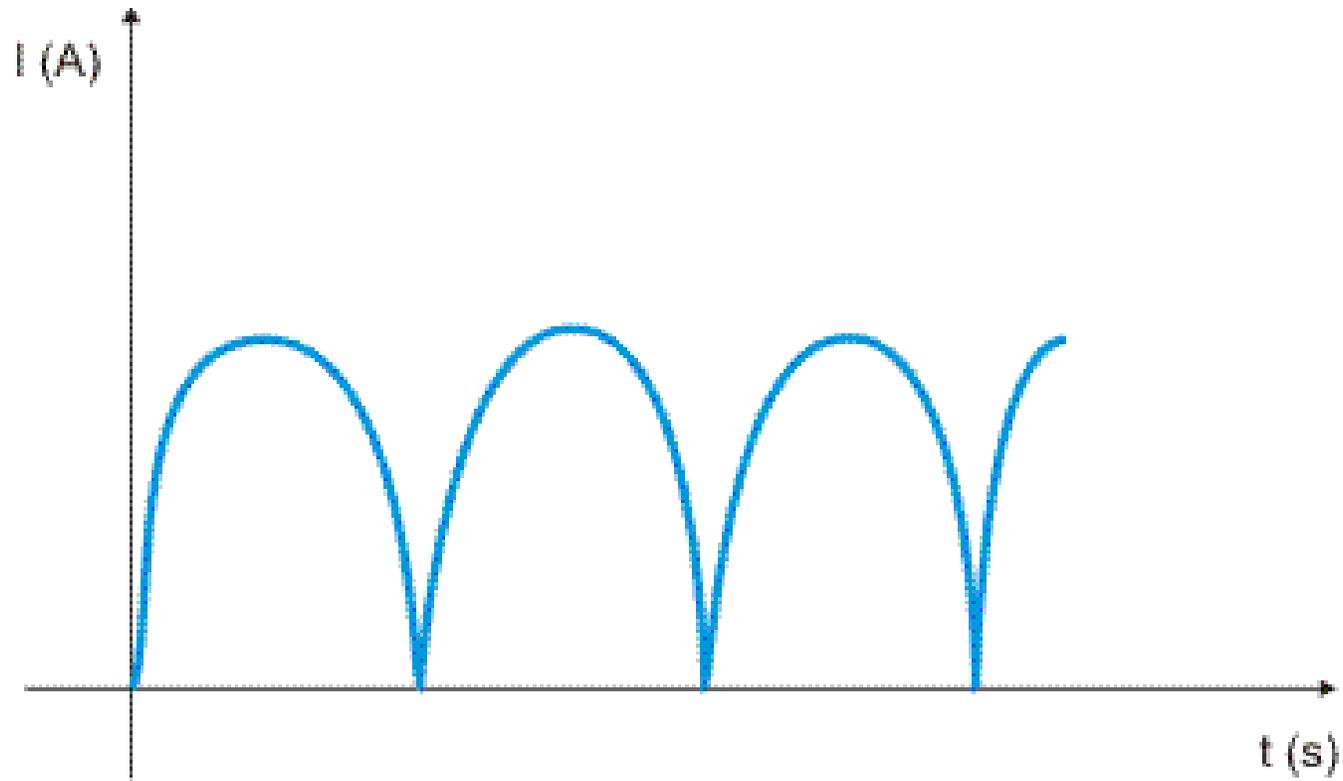


Gráfico da corrente contínua.  
Polarização inversa.

# Corrente Contínua Pulsante:



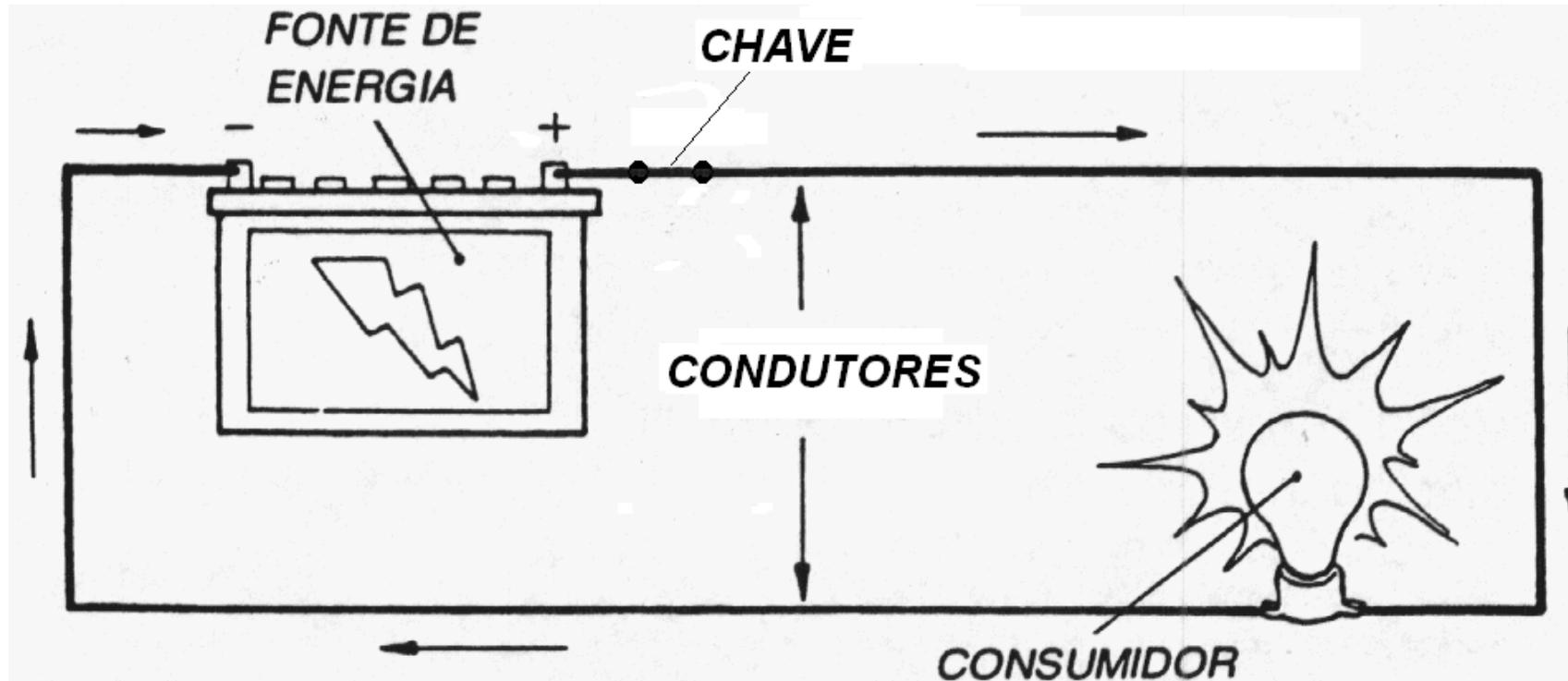
## Circuito Elétrico.

É o caminho por onde circula a corrente elétrica.

Um circuito completo deve ter, no mínimo:

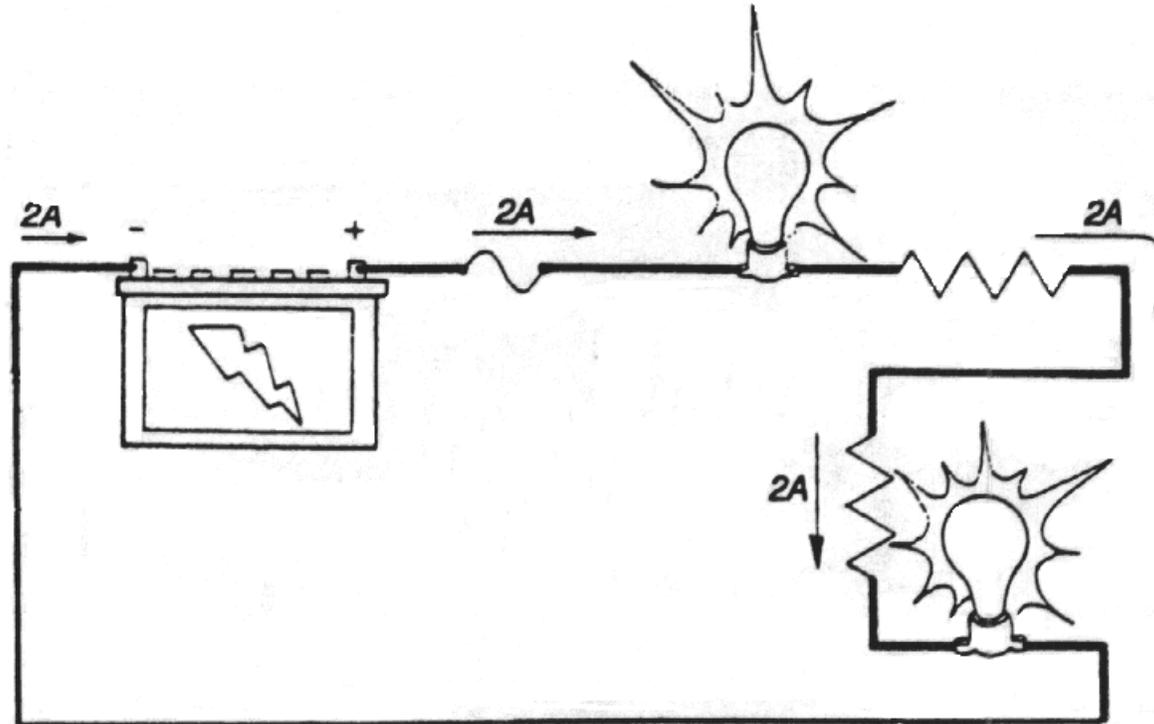
- uma chave (Dispositivo de manobra);
- uma fonte de energia (bateria);
- um consumidor (lâmpada) e;
- condutores fechando o circuito.

# Circuito Elétrico Elementar.



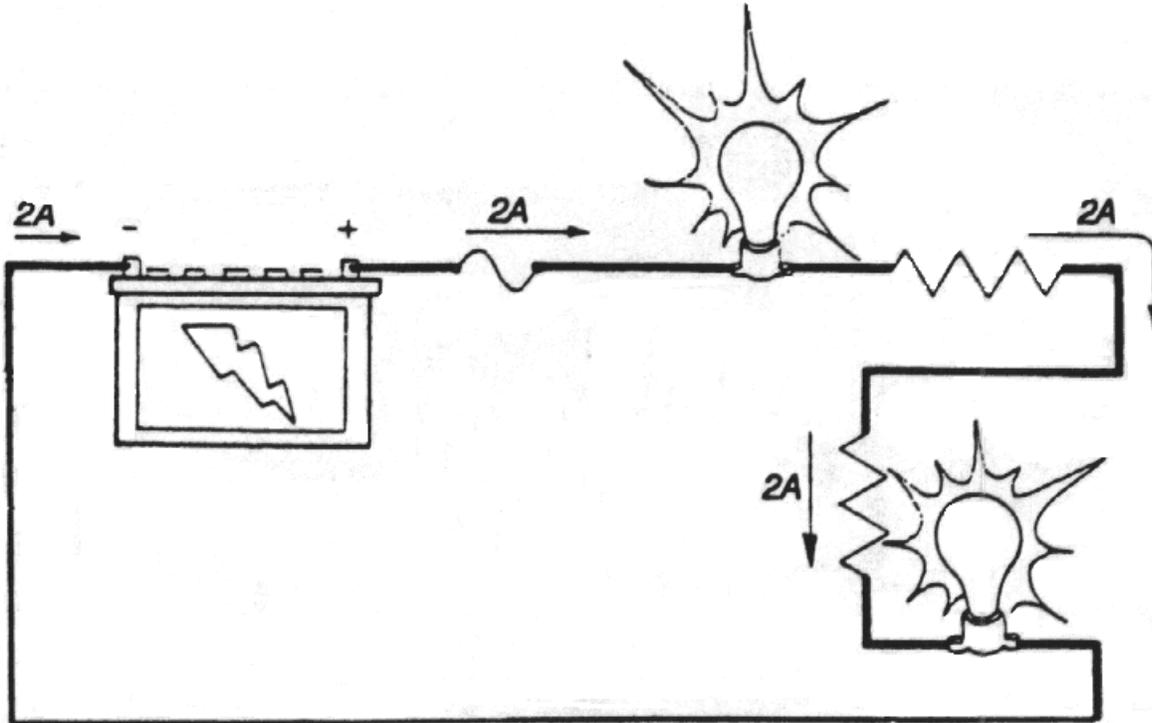
# Circuito Série

Os componentes são ligados de maneira a existir um único caminho contínuo para a passagem da corrente elétrica.



## Circuito Série

Os componentes são ligados de maneira a existir um único caminho contínuo para a passagem da corrente elétrica.



## Circuito Série de CC

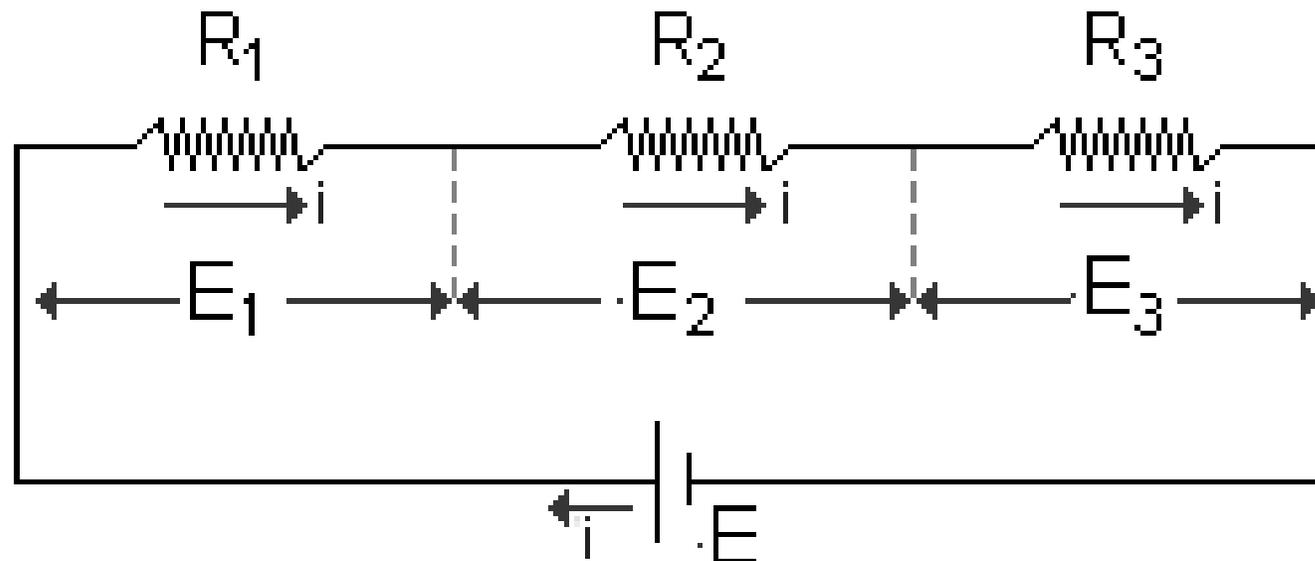
A corrente elétrica em um circuito série é a mesma em todos os pontos do circuito, independente do valor de resistência dos componentes do circuito, enquanto que a tensão se divide entre os consumidores.

Podemos representar matematicamente a corrente e a tensão da seguinte forma:

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$$

$$E_t = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$$

## Resistores Associados em Série



A tensão  $E$  entre os terminais da associação é igual à soma das tensões entre os extremos de cada resistor:

$$E_T = E_1 + E_2 + E_3$$

A resistência total de uma associação em série é obtida matematicamente, através da fórmula:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Considerando o circuito ilustrado com os seguintes valores:  $R_1 = 3 \Omega$ ;  $R_2 = 2 \Omega$  e  $R_3 = 5 \Omega$

A resistência total será:

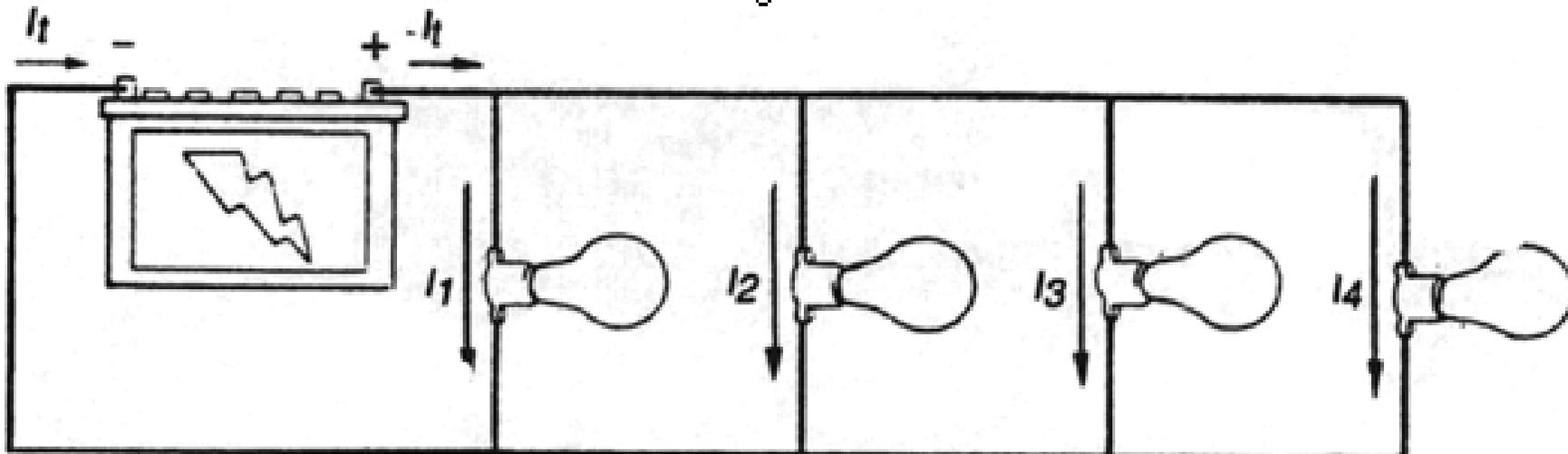
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_T = 3 + 2 + 5$$

$$R_T = 10 \Omega$$

## Circuito Paralelo

A corrente elétrica se divide entre seus consumidores, enquanto que a tensão em cada componente é a mesma da fonte (bateria).



## Circuito Paralelo

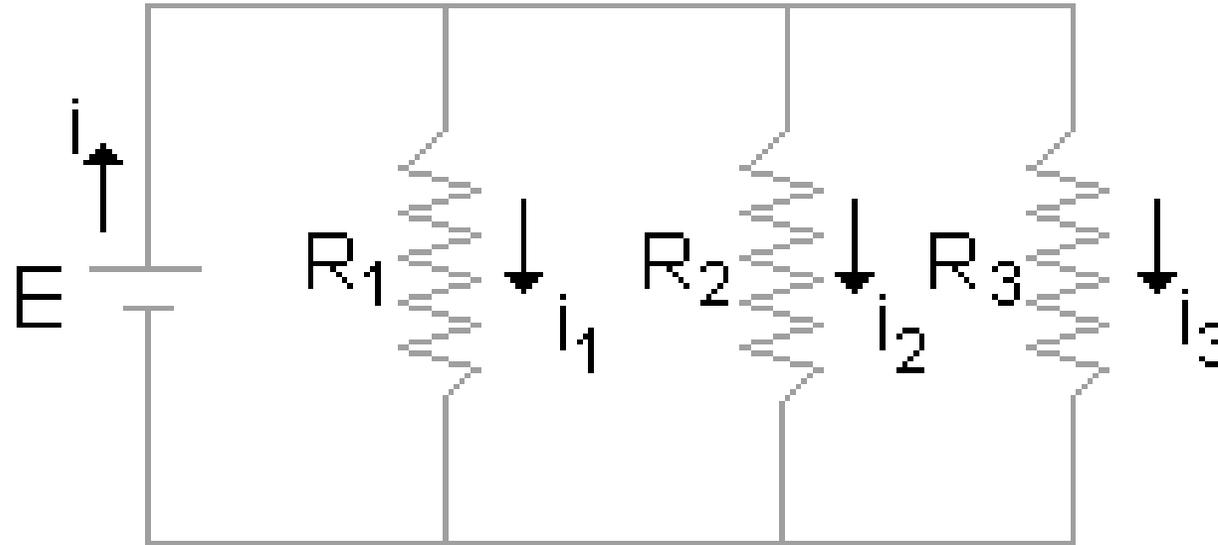
Podemos representar matematicamente a tensão e a corrente da seguinte forma:

$$E_t = E_1 = E_2 = E_3 = \dots$$

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

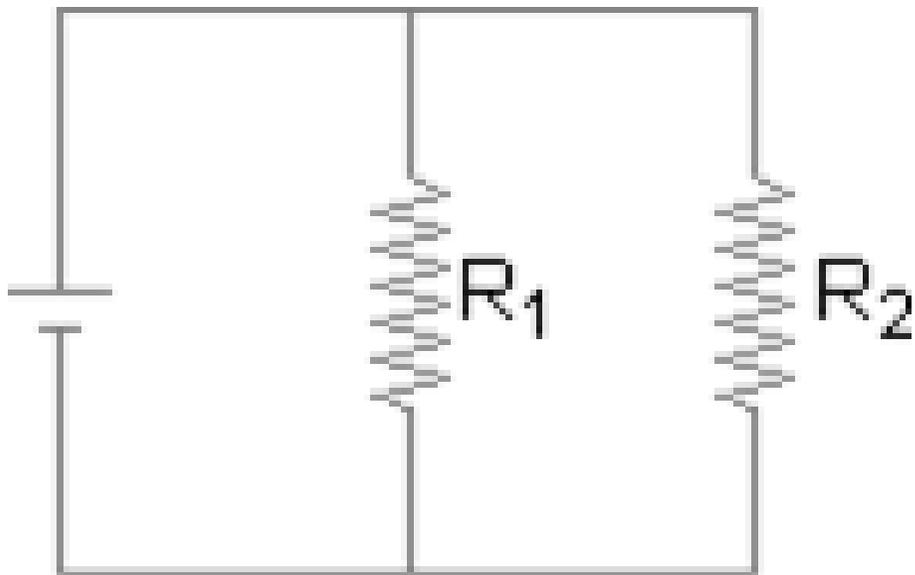
# Circuito Paralelo

## Resistores Associados em Paralelo



O cálculo da resistência equivalente em um circuito paralelo depende do número de resistores presentes na associação, porque existe mais de uma maneira para o cálculo da resistência total.

**1º Caso:** Para associação de dois resistores:



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

Considerando os valores dos seus resistores:  $R_1 = 12\Omega$  e  $R_2 = 6\Omega$ , a resistência equivalente é igual a:

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

$$R_T = \frac{72}{18 \Omega} =$$

$$R_T = \frac{12 \cdot 6}{12 + 6} =$$

$$R_T = 4 \Omega$$

**2º Caso:** Quando a associação de vários resistores e com o mesmo valor.

Toma-se o valor de um individualmente e divide-se pelo numero deles. Ex.  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 20\Omega$ .

$$R_T = \frac{R_1}{N_R} = R_T = \frac{20}{4} = R_T = 5 \Omega$$

**3º Caso:** Quando temos uma associação de vários resistores e que estes possuem valores diferentes.

A Resistência Total é encontrada através da soma dos inversos de cada resistor, obtém-se o inverso total.

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

Exemplo: Considerando os valores dos resistores  
 $R_1 = 12\Omega$ ,  $R_2 = 6\Omega$ ,  $R_3 = 4\Omega$ .

A resistência equivalente ou total será:

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

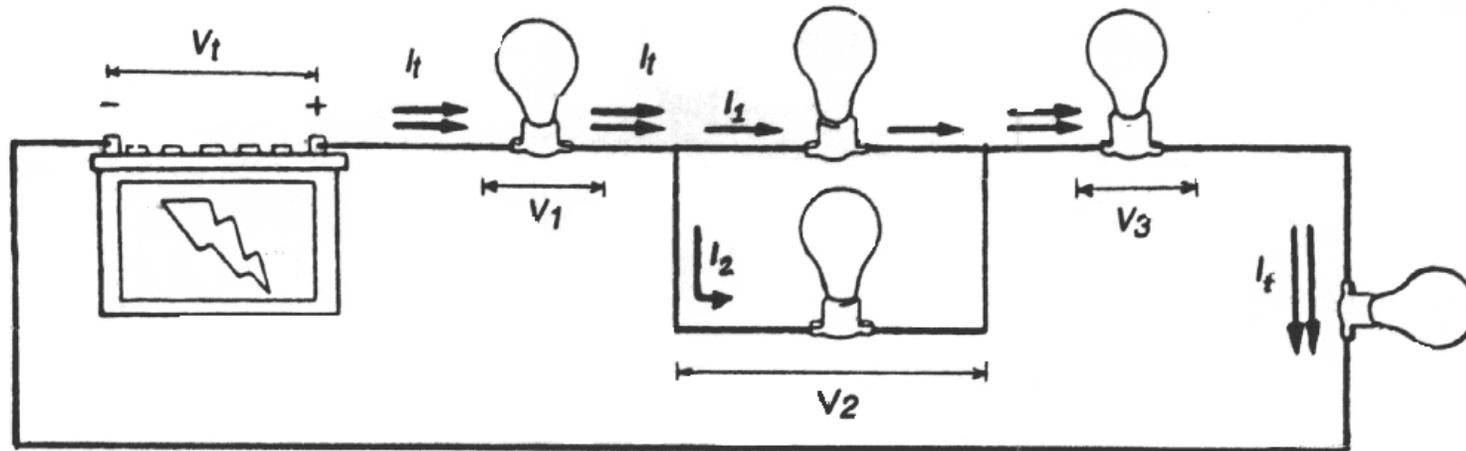
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1 + 2 + 3}{12} = \frac{6}{12}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4}$$

$$R_T = \frac{12}{6} = 2 \Omega$$

## Circuito Misto

Chama-se circuito misto, o circuito formado pela combinação de componentes em série e paralelo.



## Exercícios

Dados três resistores com valores de  $20 \Omega$ ,  $30 \Omega$  e  $50 \Omega$ , respectivamente em série. Calcule a tensão necessária para fluir uma corrente de  $10 \text{ A}$ ?

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_T = 20 + 30 + 50$$

$$R_T = 100 \Omega$$

$$E = R \times I$$

$$E = 100 \times 10$$

$$E = 1000 \text{ V} = \mathbf{1 \text{ kV}}$$

Dois resistores estão ligados em série e alimentados por uma bateria de 12 V. A bateria fornece uma corrente de 2 A. considerando que o resistor R2 possui uma resistência de 2  $\Omega$ . Calcule o valor e a queda de tensão no resistor R1.

Dados:

$$E_T = 12 \text{ V}$$

$$I_T = 2 \text{ A}$$

$$R_2 = 2 \Omega$$

$$R_T = E_T / I_T$$

$$R_T = 12 / 2$$

$$R_T = 6 \Omega$$

$$R_T = R_1 + R_2$$

$$6 = R_1 + 2$$

$$R_1 = 6 - 2$$

$$R_1 = 4 \Omega$$

$$E_1 = R_1 \times I_1$$

$$E_1 = 4 \times 2$$

$$E_1 = 8 \text{ V}$$

## POTÊNCIA ELÉTRICA

É a rapidez com que um trabalho é realizado.

É a medida do trabalho realizado por uma unidade de tempo.

A unidade de potência no **SI** é o watt (W) (James Watts)

Em equipamentos elétricos, a potência indica a quantidade de energia elétrica que foi transformada em outro tipo de energia por unidade de tempo.

**Exemplo-** um aparelho elétrico que transforma 100 joule de energia elétrica em energia térmica ou luminosa em um tempo de 1 segundo tem uma potência elétrica de 100 W.

## POTÊNCIA ELÉTRICA

$$P = V \cdot i$$

**P**: potência (W) = **V**: diferença de potencial (V) x **i**: corrente elétrica(A)

### Exercício1

Qual a potência elétrica desenvolvida por um motor, quando a diferença de potencial (ddp) nos seus terminais é de 110 V e a corrente que o atravessa tem intensidade de 20A?

### Solução:

multiplicar a corrente pela ddp:

$$P = 20 \cdot 110 = 2200 \text{ W} \quad \mathbf{2,2kW}$$

## **Efeito Joule**

Os resistores são dispositivos elétricos, que quando percorridos por uma corrente elétrica transformam a energia elétrica em energia térmica.

Esse fenômeno é chamado de **efeito Joule**. O resistor dissipa a energia elétrica.

Aquecedores, chuveiros elétricos, secadores de cabelo, ferros de passar roupa são equipamentos que utilizam o efeito Joule.

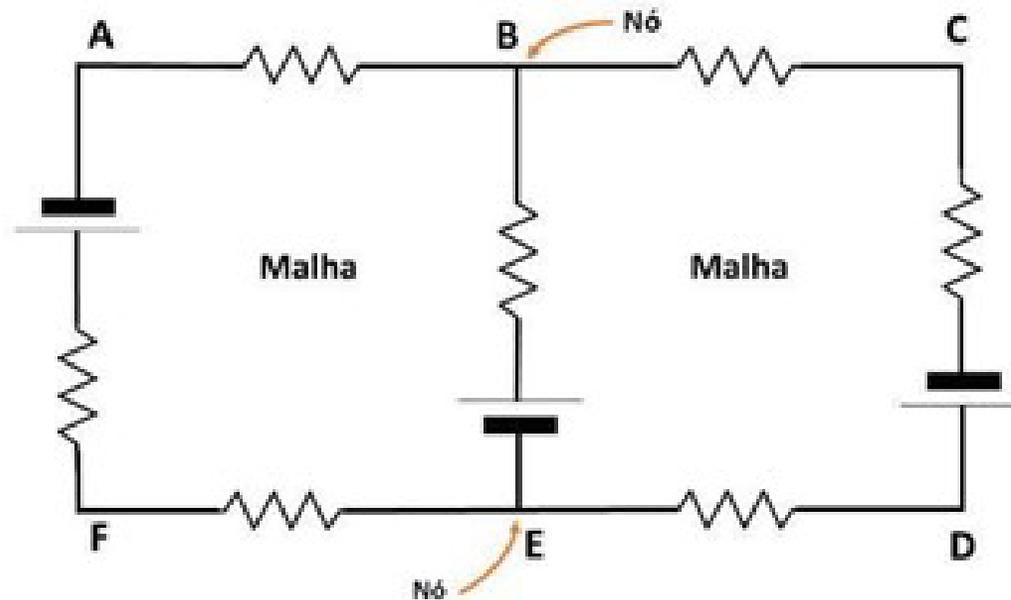
# LEIS DE KIRCHHOFF

## Leis de Kirchhoff

São utilizadas para encontrar as intensidades das correntes em circuitos elétricos que não podem ser reduzidos a circuitos simples.

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

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



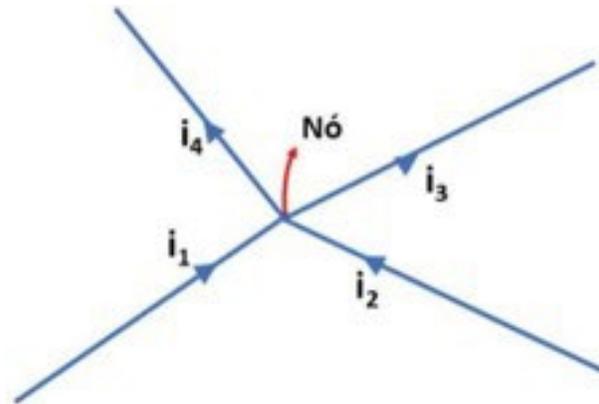
## Lei dos Nós

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 as correntes  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$  e  $i_4$  e o ponto (**nó**) onde os condutores se encontram abaixo, representando um trecho de um circuito.



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:  $i_1 + i_2 = i_3 + i_4$

## 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.**

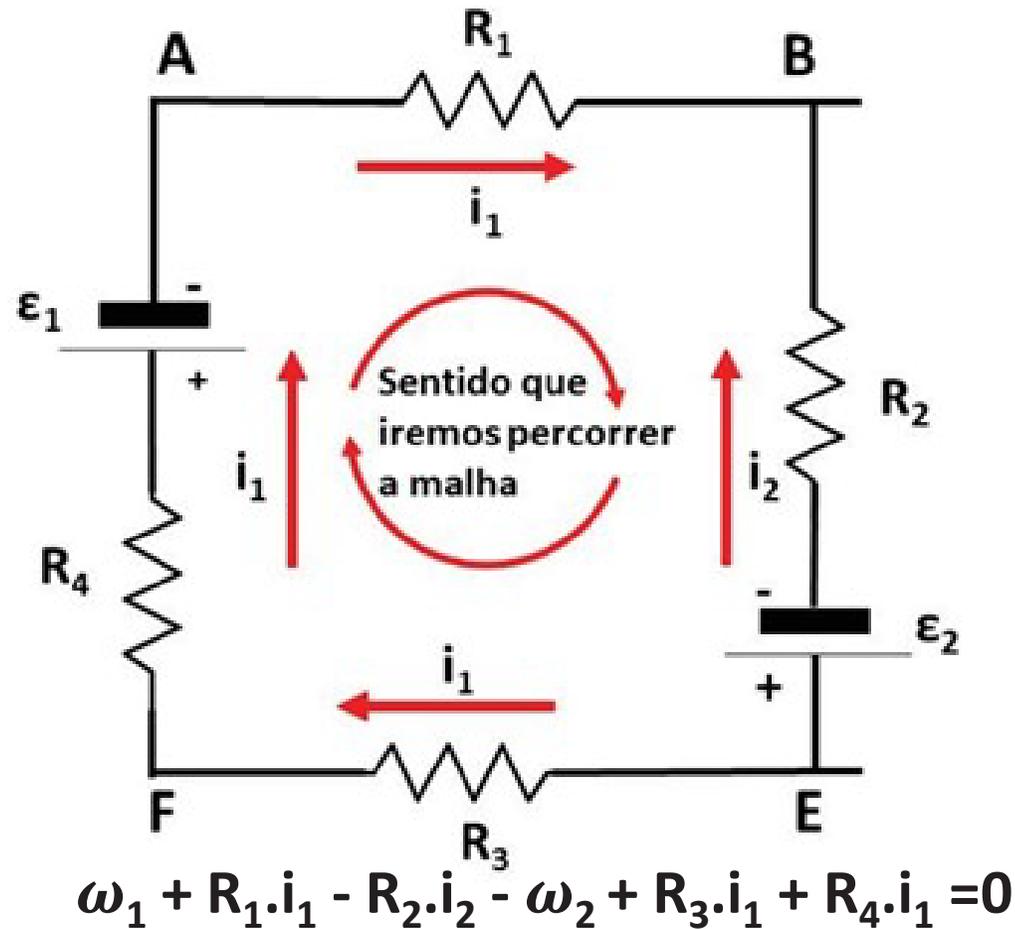
A tensão poderá ser positiva ou negativa, de acordo com o sentido que arbitramos para a corrente e para percorrer o circuito.

Considerar que o valor da ddp em um resistor é dado por  $R \cdot i$ , sendo **positivo se o sentido da corrente for o mesmo do sentido do percurso, e negativo se for no sentido contrário.**

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

$$\mathbf{VAB + VBE + VEF + VFA = 0}$$

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

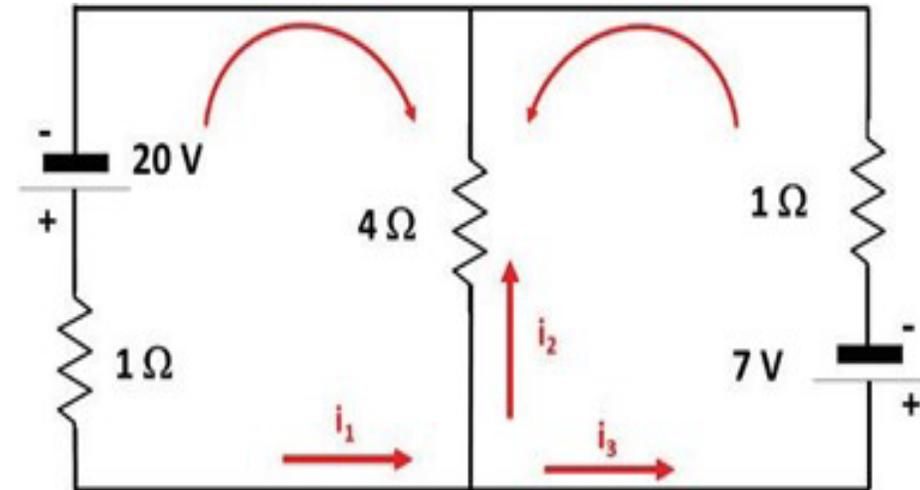
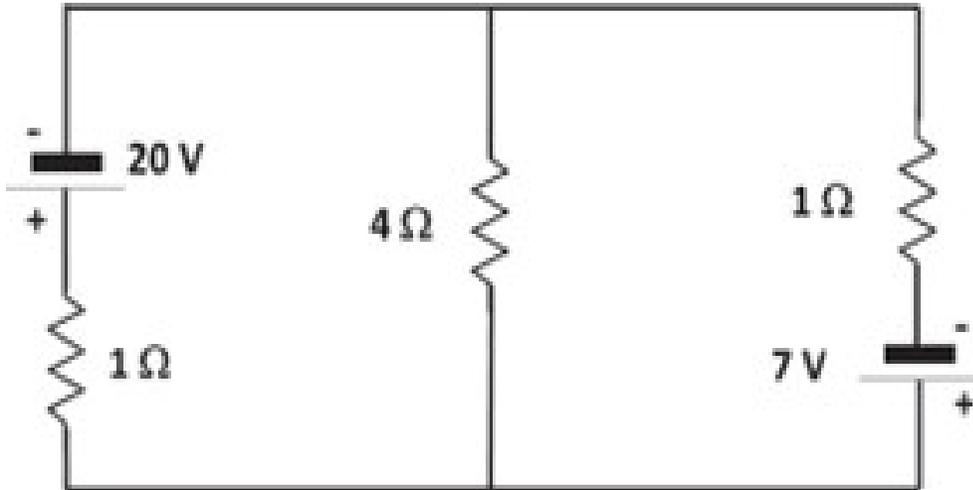


- $\omega_1$  : positivo, pois ao percorrer o circuito no sentido horário (sentido que escolhemos) chegamos pelo polo positivo;
- $R_1 \cdot i_1$  : positivo, pois estamos percorrendo o circuito no mesmo sentido que definimos o sentido de  $i_1$ ;
- $R_2 \cdot i_2$  : negativo, pois estamos percorrendo o circuito no sentido contrário que definimos para o sentido de  $i_2$ ;
- $\omega_2$  : negativo, pois ao percorrer o circuito no sentido horário (sentido que escolhemos), chegamos pelo polo negativo;
- $R_3 \cdot i_1$  : positivo, pois estamos percorrendo o circuito no mesmo sentido que definimos o sentido de  $i_1$ ;
- $R_4 \cdot i_1$  : positivo, pois estamos percorrendo o circuito no mesmo sentido que definimos o sentido de  $i_1$ ;

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

### Exercício3

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



### Solução

Definir um sentido arbitrário para as correntes e o sentido de percurso na malha. O sentido conforme esquema acima foi o escolhido.

Escrever um sistema com as equações estabelecidas usando a **Lei dos Nós e das Malhas**. Sendo assim, temos:

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

Resolver o sistema. Começando substituindo  $i_3$  por  $i_1 - i_2$  nas demais equações:

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

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

$$20 - 4 \cdot 3 - i_1 = 0 \Rightarrow 20 - 12 - i_1 = 0 \Rightarrow 8 - i_1 = 0 \Rightarrow i_1 = 8A$$

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

As correntes que percorrem o circuito são: **3A, 8A e 5A**.