





CIRCUITOS ELÉTRICOS

Prof. Lucas Claudino



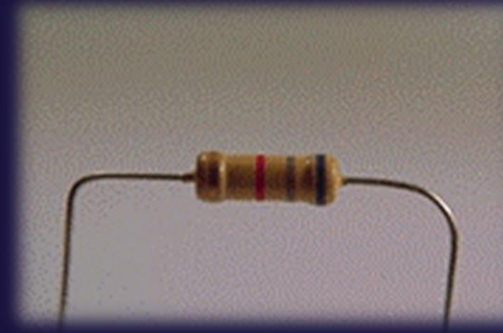
AULA 02 – Elementos e associações

CIRCUITOS ELÉTRICOS

Resistores

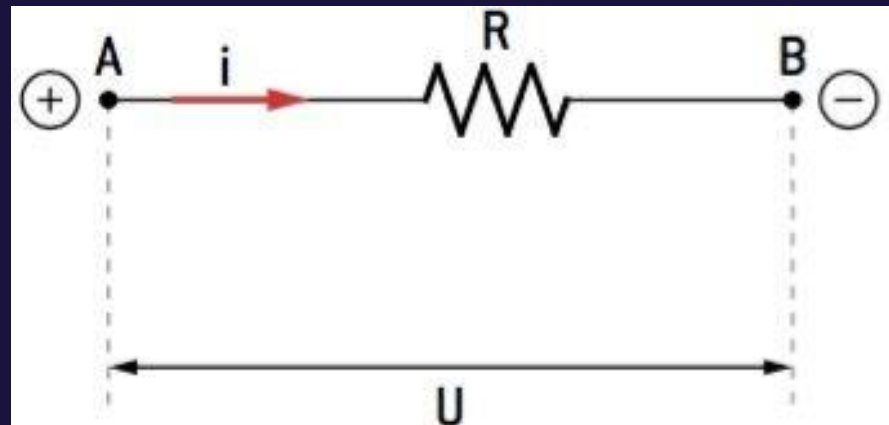
- De onde provém o calor fornecido por aparelhos como ferro elétrico, torradeira, chuveiro e secadora elétrica? Por que a lâmpada fica quente depois de acesa?
- Esse aquecimento acontece pela transformação da energia elétrica em calor, fenômeno denominado **efeito Joule**, decorrente da colisão de elétrons da corrente com outras partículas do condutor. Durante a colisão, a transformação de energia elétrica em calor é integral.
- Condutores com essa característica são denominados **resistores**.

Exemplos de resistores



Resistência elétrica e Lei de Ohm

- A resistência elétrica é uma grandeza característica do resistor, e mede a oposição que seus átomos oferecem à passagem da corrente elétrica.
- Considere o resistor representado no trecho do circuito abaixo, onde se aplica uma ddp U e se estabelece uma corrente de intensidade i .

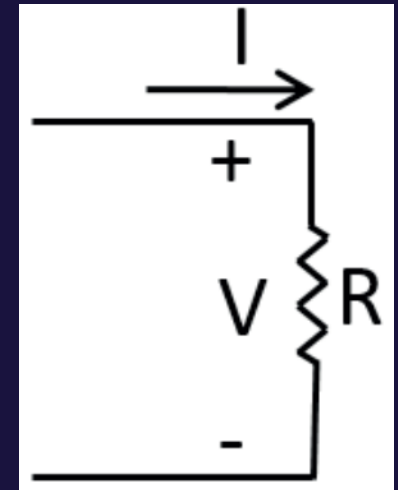


Lei de Ohm

- Em 1826, o físico alemão George Simon Ohm estabeleceu a relação entre tensão, corrente e resistência em um circuito.

$$V = I \times R$$

- Em que:
- **V: tensão** medida em **volts (V)**;
- **I: corrente** medida em **ampères (A)**;
- **R: resistência** medida em **ohms (Ω)**.



Potência elétrica

- Em Eletrodinâmica, a quantidade de energia transformada por unidade de tempo é denominada potência elétrica.

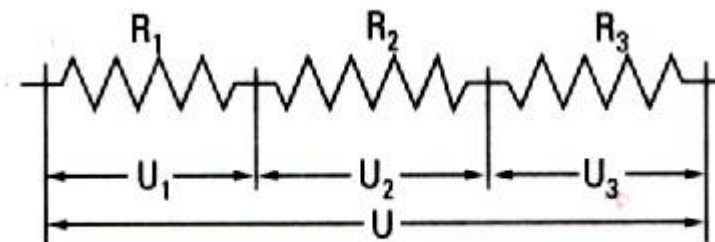
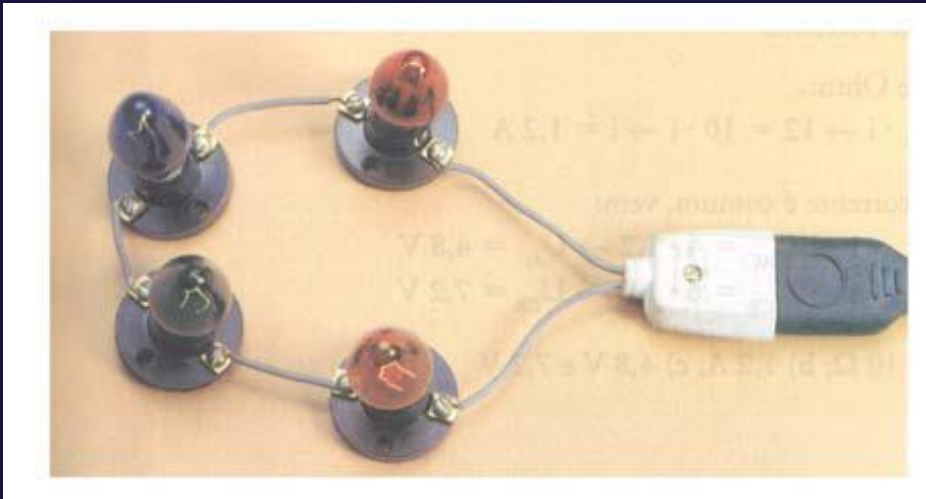
$$P = V \cdot I$$

$$[W] = [V] [A]$$

Associação de resistores em série



Nesse tipo de associação, a corrente elétrica percorre todos os resistores antes de retornar à tomada.



$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

Resistência equivalente de um circuito em série

A introdução da resistência equivalente em um circuito não modifica o valor da corrente elétrica, temos:

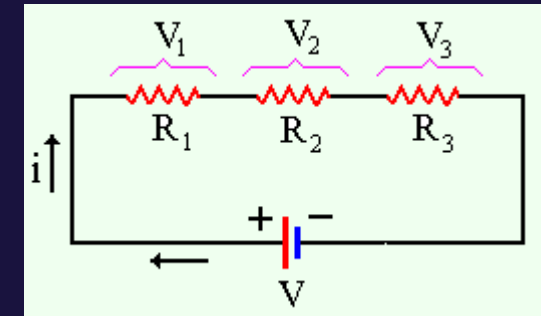
$$U = Ri$$

Sabendo que $U = U_1 + U_2 + U_3$, temos:

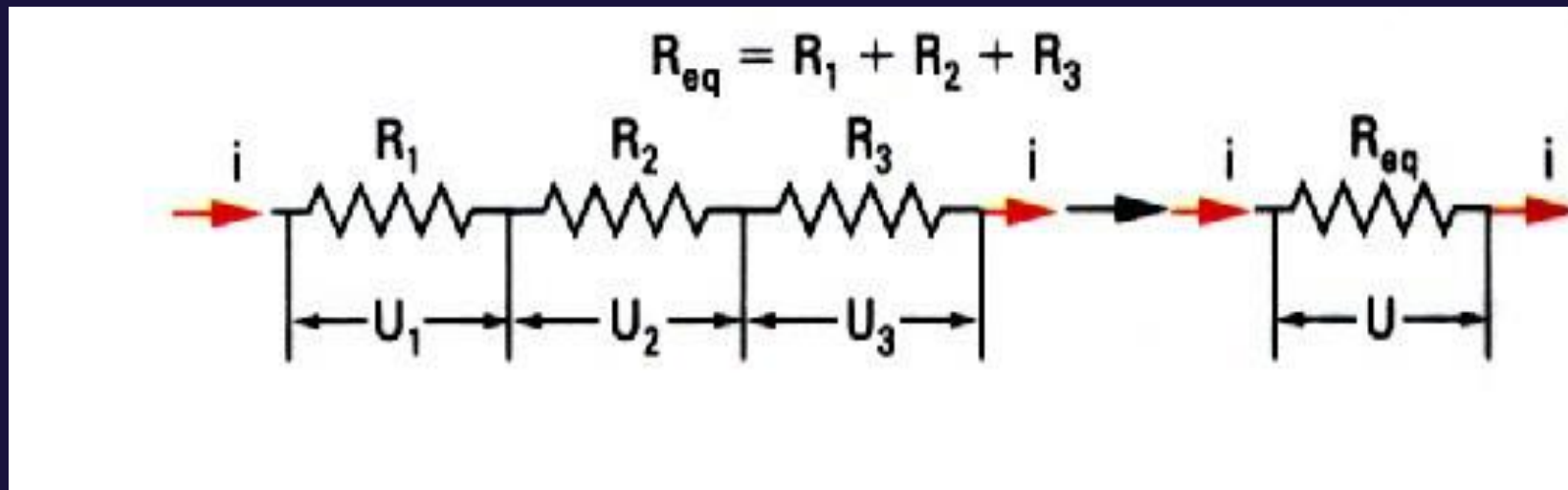
$$R_{eq} \cdot i = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i$$

Dividindo os membros da igualdade pela corrente i , temos:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

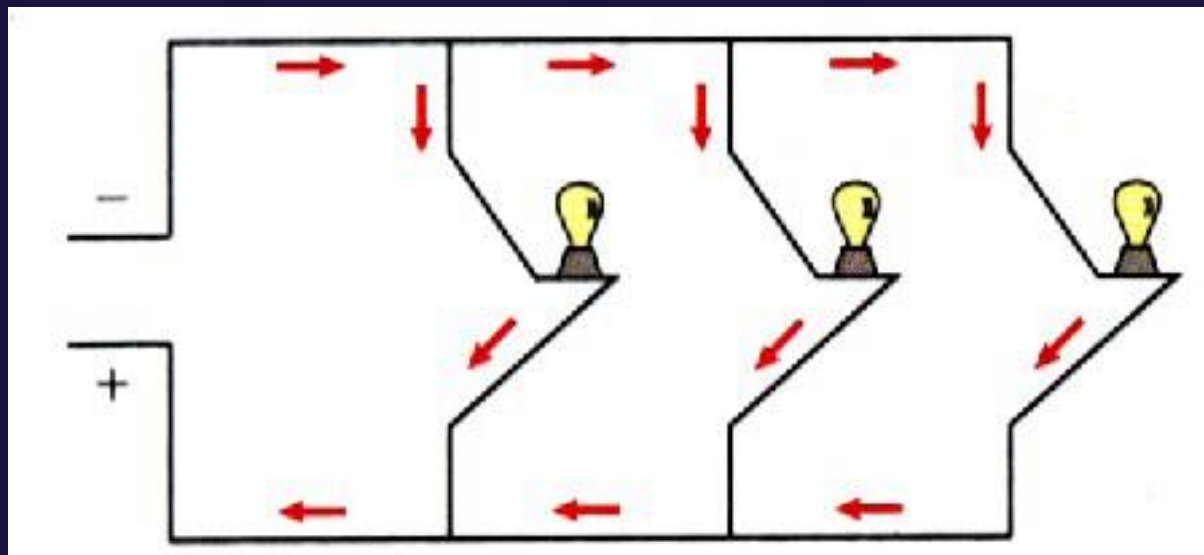


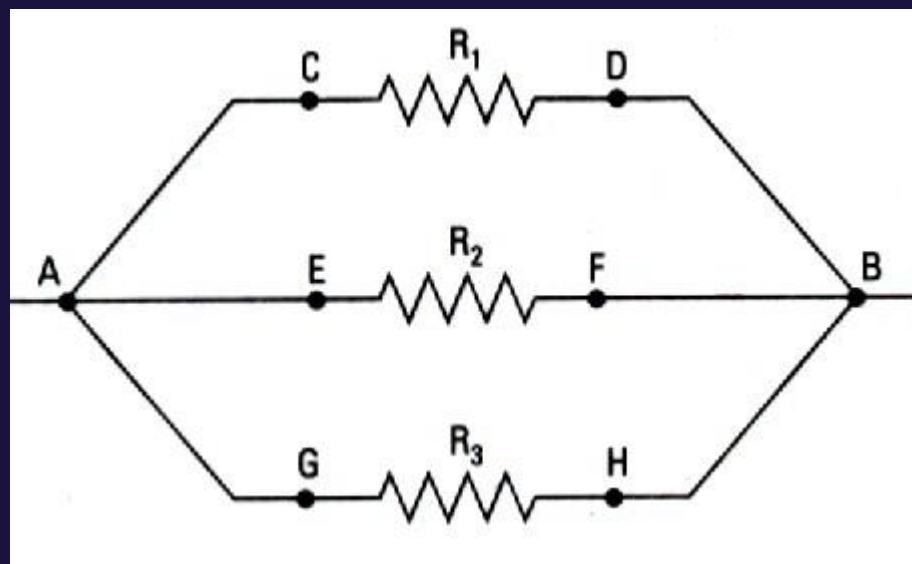
- Em geral, numa associação de resistores em série, a resistência equivalente R_{eq} é igual à soma das resistências individuais.



Resistores em paralelo

- Quando vários resistores estão associados em paralelo, a ddp entre os terminais de cada resistor é a mesma e, consequentemente, 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 .

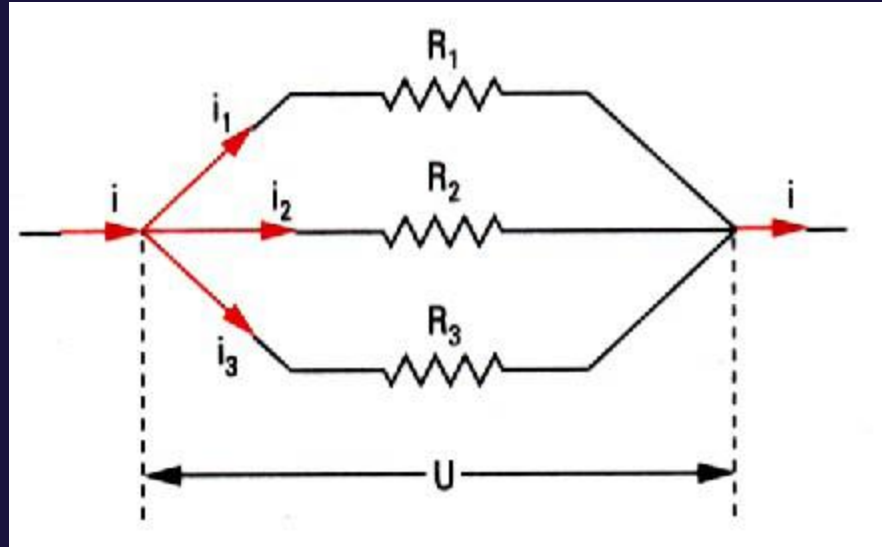
U é a ddp entre os terminais **A** e **B** da associação.

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 $U = U_1 = U_2 = U_3$

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:

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

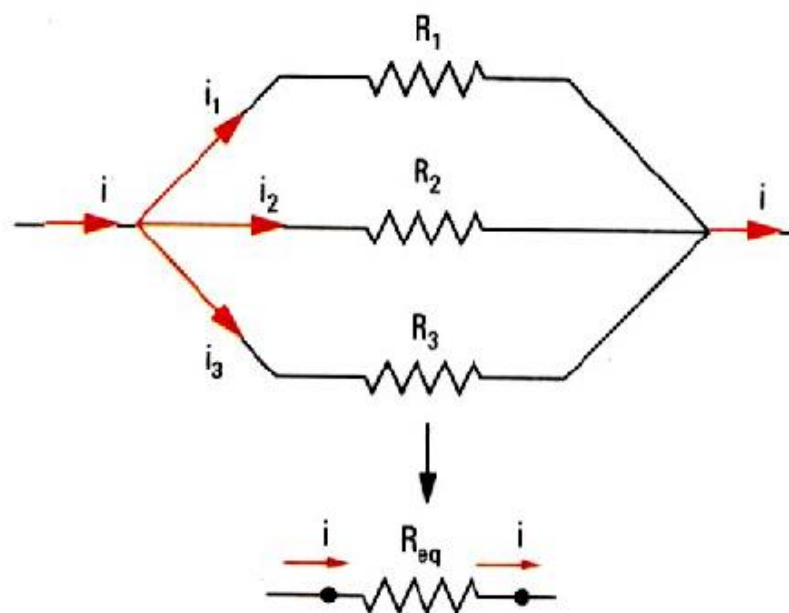
Portanto:

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

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:

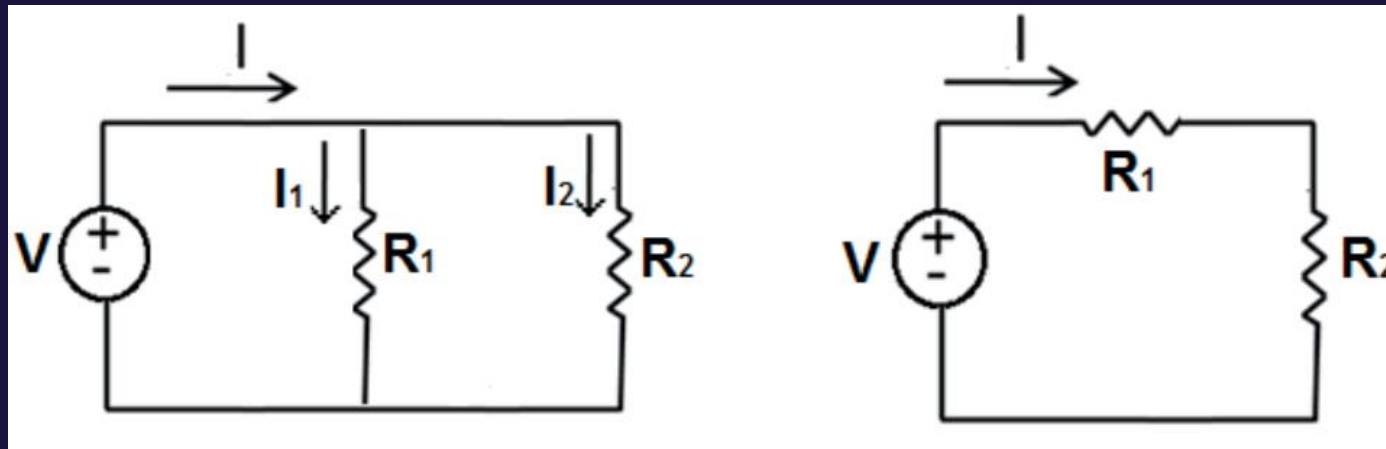
- Para dois resistores de resistência R_1 e R_2 , associados em paralelo temos:

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

Exercício



$V = 12V$; $R_1 = 10\Omega$ e $R_2 = 5\Omega$ $V = 12V$; $R_1 = 10\Omega$ e $R_2 = 5\Omega$



$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{12}{10} = 1,2A$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{12}{5} = 2,4A$$

$$I = I_1 + I_2 = 1,2 + 2,4 = 3,6A$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{50}{15} = 3,33\Omega$$

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{3,33} = 3,6A$$

Capacitores e indutores



- Elementos lineares passivos que armazenam energia que posteriormente pode ser recuperada;

Resistores

Invariantes no tempo

Capacitores e Indutores

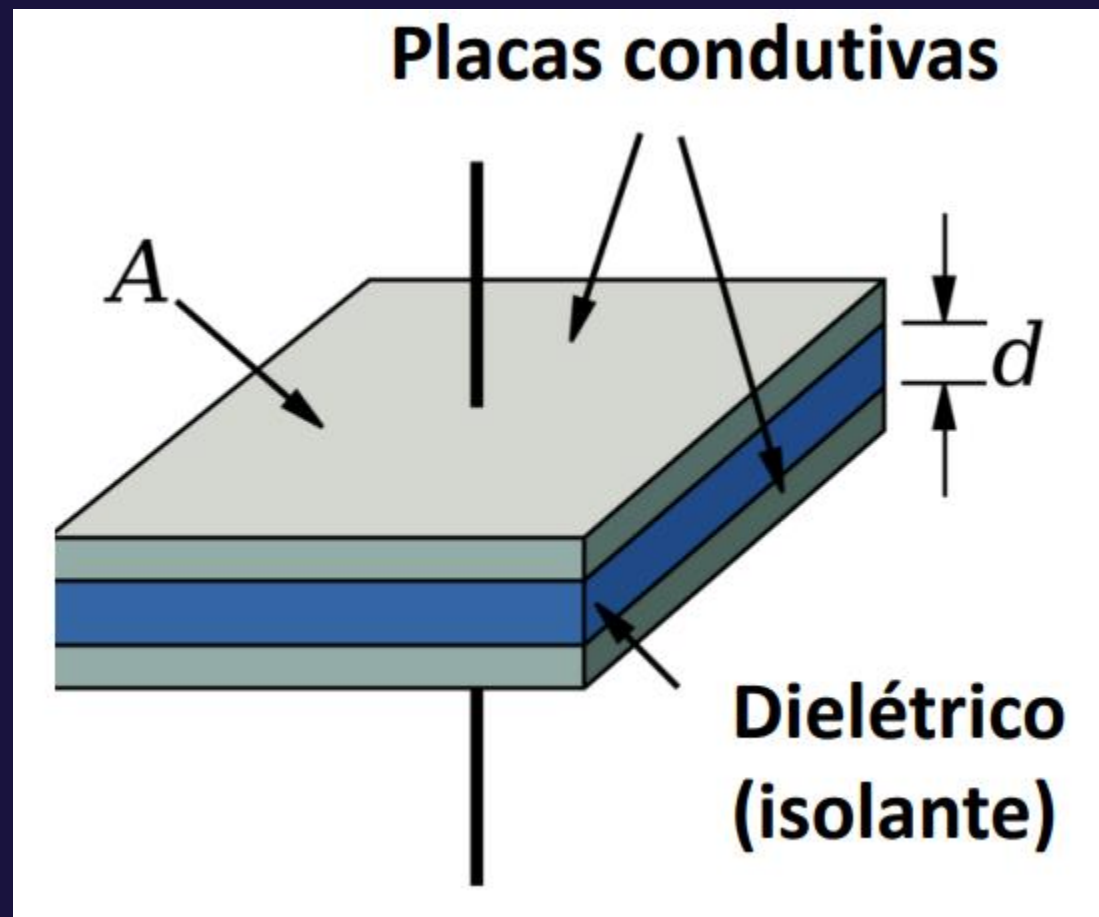
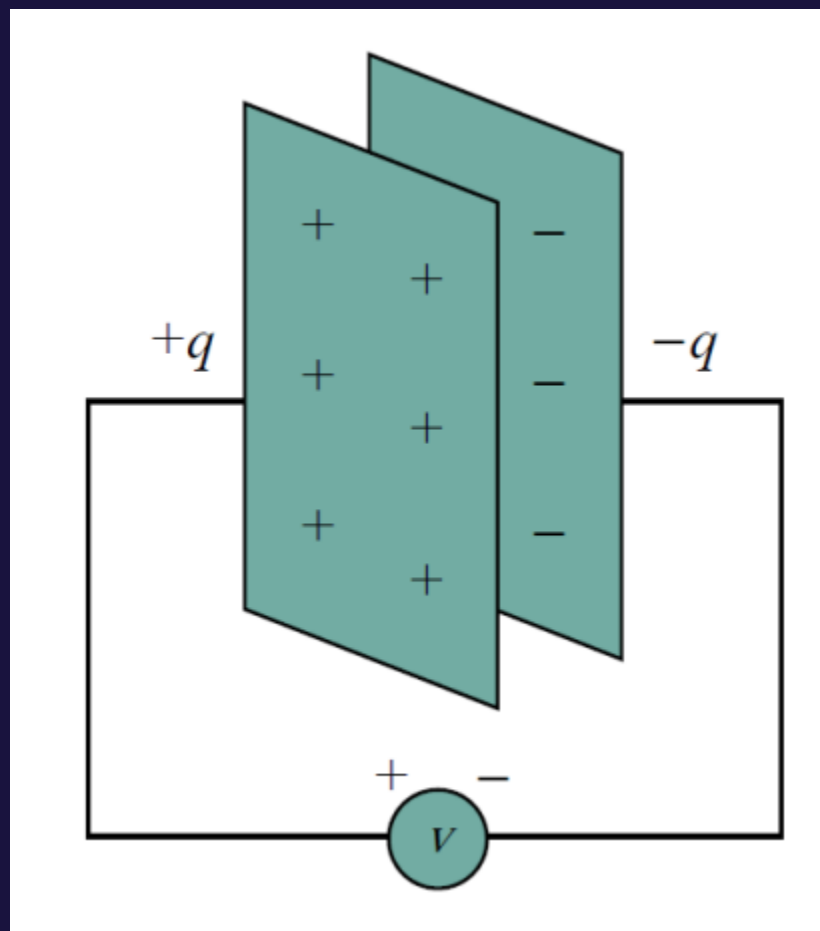
Variantes no tempo

Capacitores - conceitos

- O capacitor armazena cargas em forma de um campo elétrico
- A quantidade de carga armazenada é diretamente proporcional a tensão v aplicada
- Bloqueia CC
- Comporta-se como um circuito aberto quando saturado

$$q = Cv$$

Onde C é a capacitância medida em Farad (F) q é a carga medida em Columb (C)



Associação de capacitores



Associação de capacitores em série

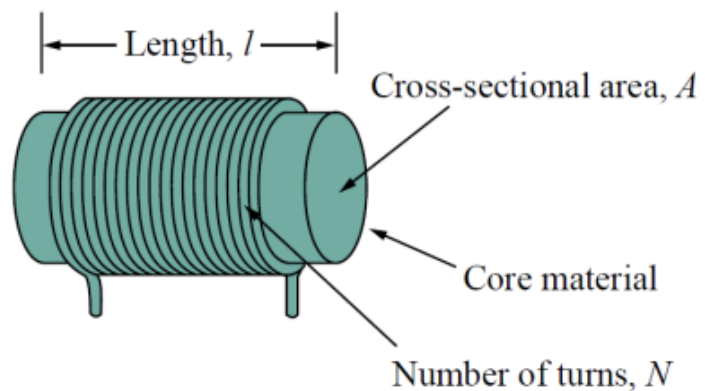
$$C_{eq} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n} \right)^{-1} \quad ; \quad v_{eq}(t_0) = v_1(t_0) + v_2(t_0) + \cdots + v_n(t_0)$$

Associação de capacitores em paralelo

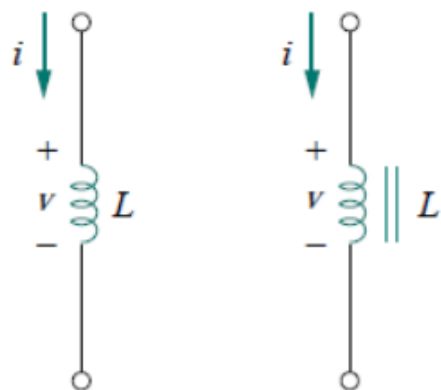
$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \cdots + C_n$$

Indutores - conceitos

Esquema



Símbolos

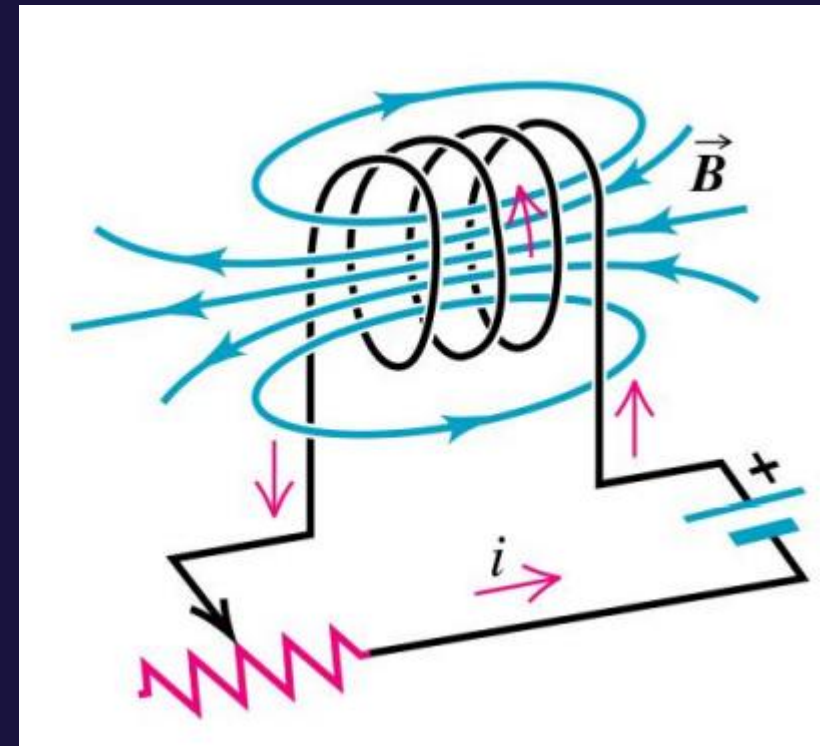


Principais tipos

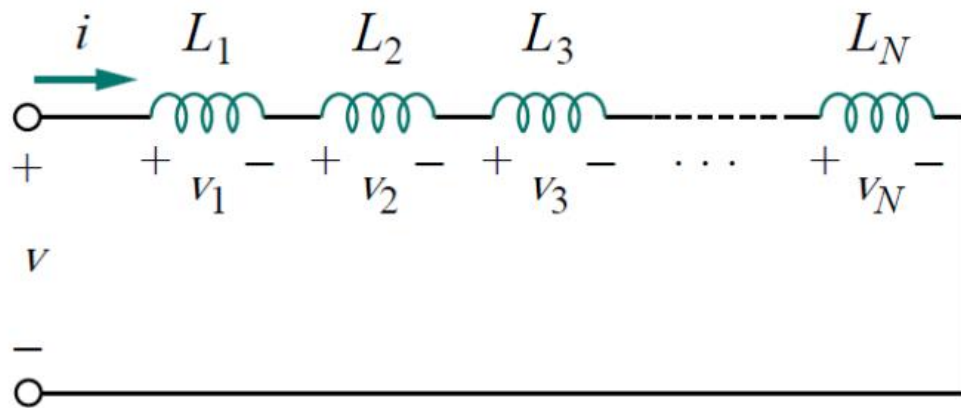


- Indutores são elementos passivos que armazenam energia em seu campo magnético
- Consiste em uma bobina de fio condutor
- Entre suas principais aplicações podemos citar: fontes, filtros, transformadores, rádios, estabilizadores e motores elétricos

A tensão entre os terminais diretamente proporcional a variação de corrente



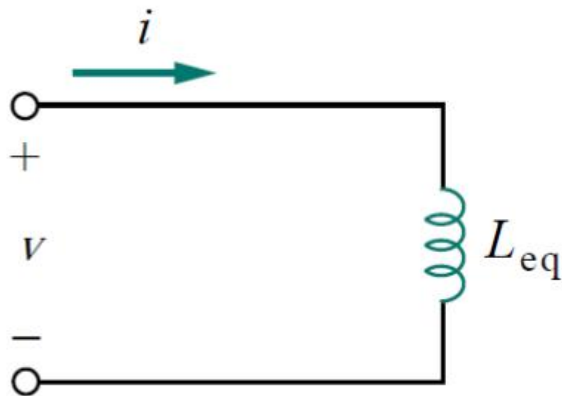
Associação de indutores em série



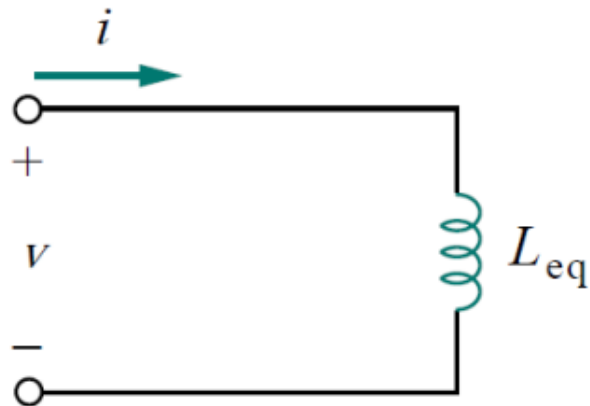
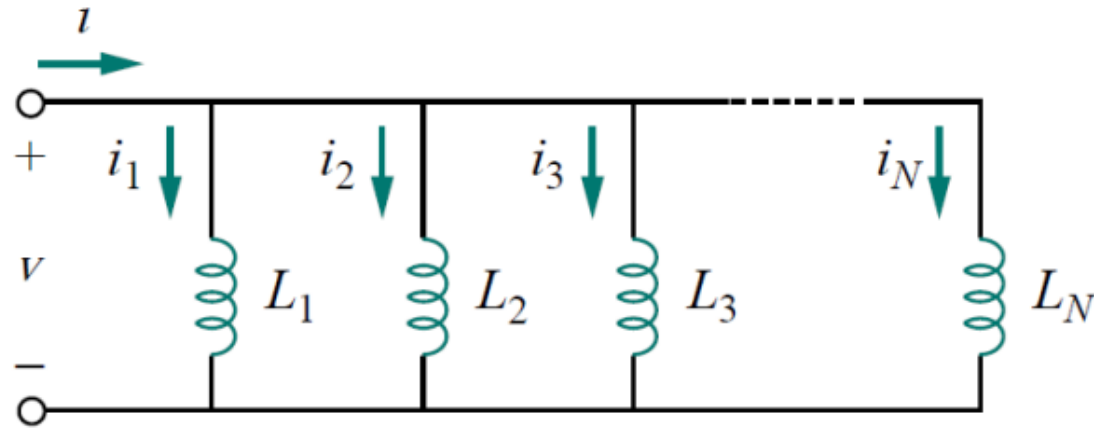
$$v_{eq}(t) = v_1(t) + v_2(t) + \dots + v_N(t)$$

$$L_{eq} \frac{di}{dt} = L_1 \frac{di}{dt} + L_2 \frac{di}{dt} + \dots + L_N \frac{di}{dt}$$

$$L_{eq} = L_1 + L_2 + \dots + L_n$$



Associação de indutores em paralelo



$$\left(L_{eq} = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2} \right)$$

2 indutores

Generalizando

$$L_{eq} = \left(\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n} \right)^{-1}$$

Exercício 1



Dois resistores, R_1 e R_2 , de $0,5 \, \Omega$ cada são ligados em série. Em paralelo com esses resistores, há um resistor (R_3) de $0,25 \, \Omega$. Determine a resistência equivalente dessa associação de resistores.

Exercício 2



Um circuito elétrico é formado 500 resistores de $1,5 \text{ k}\Omega$ de resistência ligados em paralelo. Determine a resistência elétrica equivalente desse circuito. ($k = \text{kilo} - 10^3$)

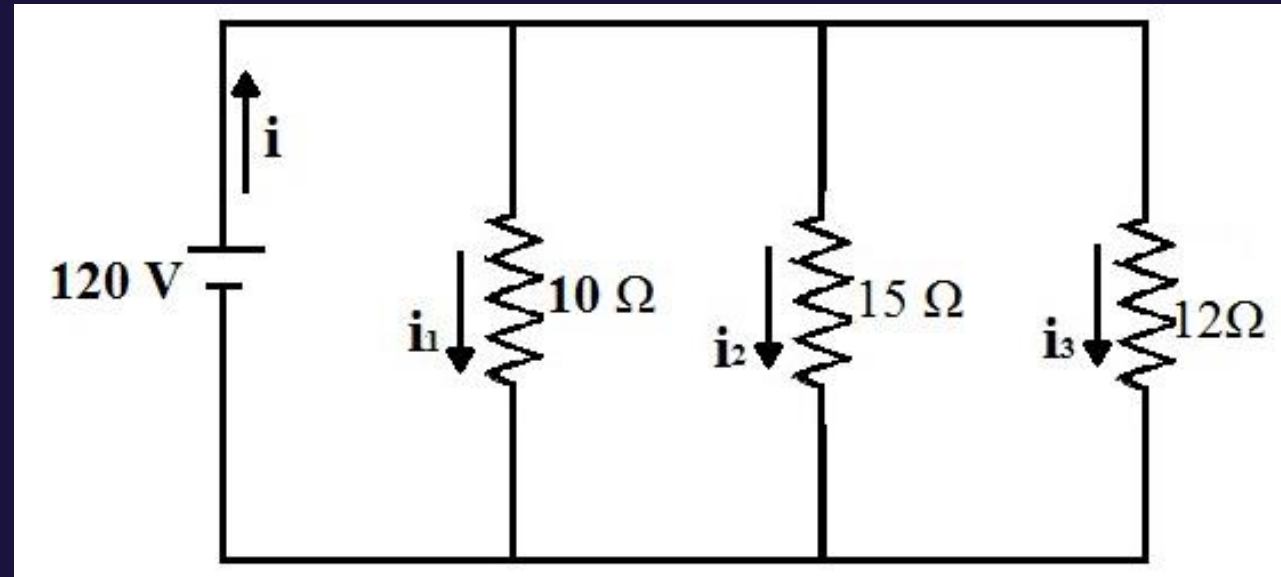
Exercício 3

Três resistores idênticos de $R = 30\Omega$ estão ligados em paralelo com uma bateria de 12V. Pode-se afirmar que a resistência equivalente do circuito é de:

- a) $R_{eq} = 10\Omega$, e a corrente é 1,2 A.
- b) $R_{eq} = 20\Omega$, e a corrente é 0,6 A.
- c) $R_{eq} = 30\Omega$, e a corrente é 0,4 A.
- d) $R_{eq} = 40\Omega$, e a corrente é 0,3 A.
- e) $R_{eq} = 60\Omega$, e a corrente é 0,2 A.

Exercício 4

Considere a associação de resistores em paralelo da figura a seguir:



Determine:

- a) A resistência equivalente no circuito;
- b) A ddp (tensão) em cada resistor;
- c) A corrente elétrica em cada resistor;
- d) A corrente elétrica total.

Exercício 5



Um circuito tem 3 resistores idênticos, dois deles colocados em paralelo entre si, e ligados em série com o terceiro resistor e com uma fonte de 12V. A corrente que passa pela fonte é de 5,0 mA.

Qual é a resistência de cada resistor, em $k\Omega$?

