



Circuitos Elétricos

Professor Rafael Kingeski

Departamento de Ciência da Computação
Centro de Ciências Tecnológicas - CCT
UDESC - Joinville.

- Circuito elétrico é uma interconexão de elementos elétricos.
- Os circuitos elétricos são usados em inúmeros sistemas elétricos para realizar diferentes tarefas.
- Começaremos nosso estudo definindo alguns conceitos básicos. Entre esses conceitos temos carga, corrente, tensão, elementos de circuito, potência e energia.

- A quantidade mais elementar em um circuito elétrico é a carga elétrica.
- Carga é uma propriedade elétrica das partículas atômicas que compõem a matéria, medida em coulombs (C).
- Sabemos, da física elementar, que toda matéria é formada por elementos fundamentais conhecidos como átomos, que são constituídos por elétrons, prótons e nêutrons. Também sabemos que a carga de um elétron é negativa e igual em magnitude a $1,602 \times 10^{-19} C$, enquanto um próton transporta uma carga positiva de mesma magnitude do elétron. A presença de números iguais de prótons e elétrons deixa um átomo com carga neutra.

- Agora, consideremos o fluxo de cargas elétricas. Uma característica exclusiva da carga elétrica é o fato de ela ser móvel; isto é, ela pode ser transferida de um lugar a outro, onde pode ser convertida em outra forma de energia.
- Quando um fio condutor (formado por vários átomos) é conectado a uma bateria (uma fonte de força eletromotriz), as cargas são compelidas a se mover; as cargas positivas se movem em uma direção, enquanto as cargas negativas se movem na direção oposta. A essa movimentação de cargas dá o nome de corrente elétrica.

- Corrente elétrica é o fluxo de carga por unidade de tempo, medido em ampères (A).
- Matematicamente:

$$I = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{|\Delta Q|}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt} \quad (1)$$

Ou de uma forma mais simples:

$$I = \frac{Q}{t} \quad (2)$$

- A carga que atravessa, a cada 64 ms, a superfície imaginária, vista na Figura, é 0,16 C. Determine a corrente em ampères:

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{0,16\text{C}}{64 \times 10^{-3}\text{s}} = 2,50\text{A}$$

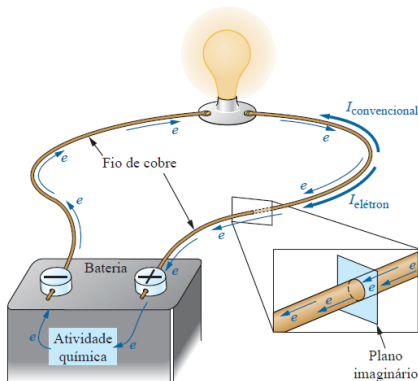
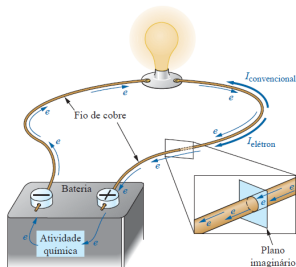


Figure: Circuito elétrico básico

- Determine o tempo necessário para que 4×10^{16} elétrons atravessem a superfície imaginária, vista na Figura, caso a corrente seja 5 mA.
- Determine a carga em Coulombs:

$$4 \times 10^{16} e \frac{1 C}{6,242 \times 10^{18} e} = 6,41 mC$$

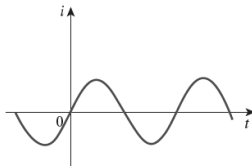
$$t = \frac{Q}{I} = \frac{6,41 \times 10^{-3} C}{5 \times 10^{-3} A} = 1,28 s$$



Se a corrente não muda com o tempo e permanece constante, podemos chamá-la de corrente contínua (CC), Figura (a). Corrente alternada (CA) é uma corrente que varia com o tempo, como por exemplo na Figura (b) que varia segundo uma forma de onda senoidal.



(a)



(b)

- Para deslocar o elétron em um condutor a determinado sentido é necessário algum trabalho ou transferência de energia.
- Esse trabalho é realizado por uma força eletromotriz (FEM) externa.
- Essa FEM também é conhecida como tensão ou diferença de potencial.
- A tensão V_{ab} entre dois pontos a e b em um circuito elétrico é a energia (ou trabalho) necessária para deslocar uma carga unitária de a para b. Matematicamente:

$$V_{ab} = \frac{W}{Q} \quad (3)$$

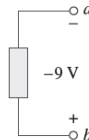
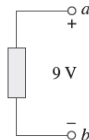
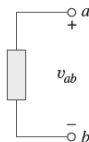
$$1 \text{ Volt} = \frac{1 \text{ Joule}}{1 \text{ Coulomb}} \quad (4)$$

Portanto, **Tensão (ou diferença de potencial)** é a energia necessária para deslocar uma carga unitária através de um elemento, medida em volts (V).

- Os sinais positivo (+) e negativo (−) são usados para definir o sentido referencial ou a polaridade da tensão.

$$V_{ab} = -V_{ba} \quad (5)$$

- O ponto a se encontra + 9 V acima do ponto b ou o ponto b se encontra − 9 V acima do ponto a.
- Existe uma queda de tensão de 9 V de a para b ou, de forma equivalente, uma elevação de tensão de b para a.



- Potência é a velocidade com que se consome ou se absorve energia medida em watts (W).

Matematicamente:

$$P = \frac{W}{t} \quad (6)$$

- P é a potência em Watts, W é a energia em joules e t é o tempo em segundos. Das equações (1) (3) e (6):

$$P = \frac{W}{t} = \frac{W}{Q} \cdot \frac{Q}{t} = VI \quad (7)$$

ou

$$P = VI \quad (8)$$

- Uma fonte de energia com uma corrente constante de $2A$ força a passagem dessa corrente através de uma lâmpada por $10s$. Se forem liberados $2,3kJ$ na forma de energia luminosa e calorífica, calcule a queda de tensão na lâmpada.

- Uma fonte de energia com uma corrente constante de $2A$ força a passagem dessa corrente através de uma lâmpada por $10s$. Se forem liberados $2,3kJ$ na forma de energia luminosa e calorífica, calcule a queda de tensão na lâmpada.

A carga total é:

$$Q = It = 2 \times 10 = 20C \quad (9)$$

A queda de tensão é:

$$V = \frac{W}{Q} = \frac{2,3 \times 10^3}{20} = 115V \quad (10)$$

Quanta energia uma lâmpada de 100 W consome em duas horas?

Quanta energia uma lâmpada de 100 W consome em duas horas?

$$W = Pt = 100W \times 2h \times 60(min/h) \times 60(s/min) = 720kJ \quad (11)$$

Que é o mesmo que:

$$W = Pt = 100W \times 2h = 200Wh \quad (12)$$

- A equação da Lei de Ohm é dada por:

$$I = \frac{V}{R} \quad (13)$$

ou

$$V = RI \quad (14)$$

ou

$$R = \frac{V}{I} \quad (15)$$

- A equação mostra que a corrente é proporcional à tensão aplicada e inversamente proporcional à resistência.

- Determine a corrente resultante da conexão de uma bateria de 9 V aos terminais de um circuito cuja resistência é $2,2\Omega$.

Resposta: 4,09A.

- Calcule a resistência do filamento de uma lâmpada de 60 W se uma corrente de 500 mA for estabelecida em função de uma tensão aplicada de 120 V.

Resposta: 240Ω

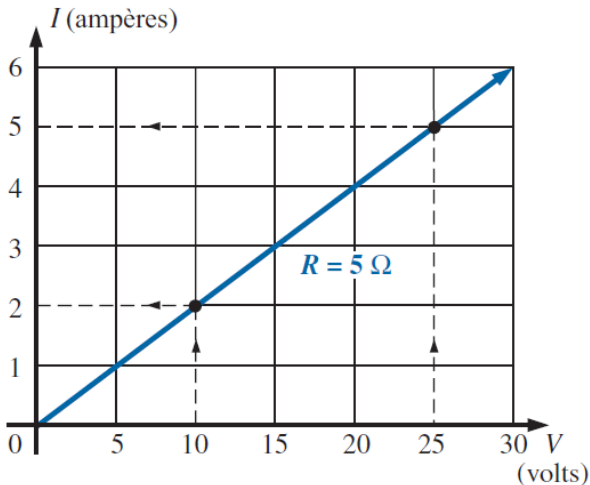


Figure: Gráfico da Lei de Ohm

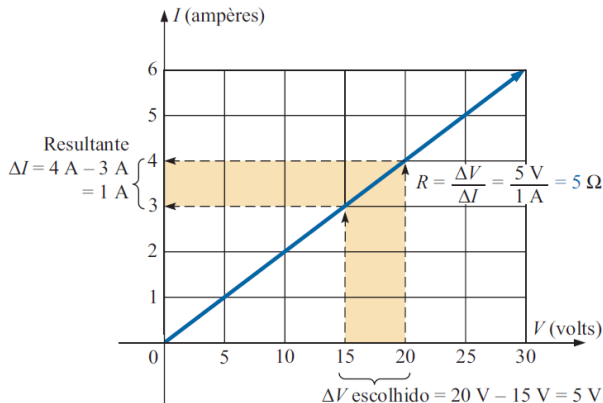


Figure: Gráfico da Lei de Ohm

- Agora podemos reescrever a equação de potência utilizando as equações (8), (13), (14), (15):

$$P = VI = V \frac{V}{R} \quad (16)$$

e

$$P = VI = RI \cdot I = RI^2 \quad (17)$$

ou

$$P = VI \quad (18)$$

- Qual a potência dissipada por um resistor de 5Ω se a corrente nele for de $4A$
Resposta: $80W$.
- Determine a corrente através de um resistor de 5Ω quando ele dissipa uma potência de $20mW$
Resposta: 2 mA

- Existem dois tipos de elementos encontrados nos circuitos elétricos: elementos passivos e elementos ativos.
- Um elemento ativo é capaz de gerar energia enquanto um elemento passivo não é. Exemplos de elementos passivos são resistores, capacitores e indutores; os elementos ativos típicos são geradores, baterias e amplificadores operacionais.

- Uma fonte independente ideal é um elemento ativo que fornece uma tensão especificada ou corrente que é completamente independente de outros elementos do circuito.

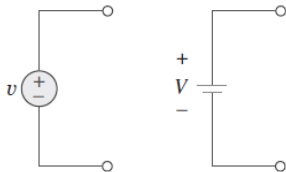


Figure: Fonte independente de tensão

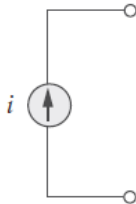


Figure: Fonte independente de corrente

- Uma fonte dependente (ou controlada) ideal é um elemento ativo no qual a quantidade de energia é controlada por outra tensão ou corrente.

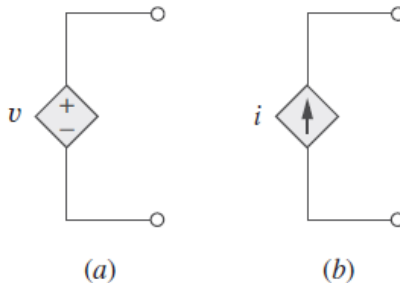


Figure: Fontes dependentes de tensão e corrente

- A resistência R de um elemento representa sua capacidade de resistir ao fluxo de corrente elétrica; ela é medida em ohms (Ω) = (V/A).

$$R = \frac{V}{I} \quad (19)$$

- Condutância é a capacidade de um elemento conduzir corrente elétrica; ela é medida em mho (\mathcal{U}) ou siemens (S).

$$G = \frac{1}{R} \quad (20)$$





BOYLESTAD, R. L.

Introdução à Análise de Circuitos.

Prentice-Hall. São Paulo, 2004.