



Grandezas Elétricas Mario da Rosa João

Objetivos

Este texto foi escrito para auxiliar você a:

- entender o conceito de força eletromotriz, corrente elétrica e Lei de Ohm.

Iniciando o estudo

Neste texto, você vai aprender sobre força eletromotriz, corrente elétrica, resistores, circuito elétrico simples e Lei de Ohm. Nele, serão apresentados os tipos de correntes elétricas, as intensidades das correntes elétricas, exemplos de resistência elétrica e os tipos de resistores.

1 Força Eletromotriz

Ao fazermos uma conexão elétrica entre dois corpos que apresentam uma diferença de potencial, ocorre naturalmente um fluxo de cargas, de modo que em um intervalo muito curto de tempo ocorre o equilíbrio dos potenciais.

Para que esse fluxo de cargas se mantenha por meio de um condutor a reposição das cargas elétricas que se deslocam de um corpo para outro é necessária. O mecanismo responsável por repor essas cargas é denominado **força eletromotriz (fem)**.

A unidade da fem também é o volt (V), e o instrumento que mede a fem e a ddp é o voltímetro.

Na escolha do voltímetro para realizar uma medição, é necessário saber:

- se a tensão a ser medida é produzida por uma fonte de corrente contínua (pilha, bateria, fonte retificadora eletrônica, gerador) ou de corrente alternada (rede elétrica de residências, lojas, indústrias, etc.). Os voltímetros adequados para medir tensões em corrente contínua têm gravado, em local visível (normalmente próximo à escala), o símbolo ou “DC”. Os voltímetros adequados para medir tensões em corrente alternada têm gravado o símbolo ou “AC”. Os voltímetros que servem para medir tensões tanto em corrente alternada como em corrente contínua têm gravado o símbolo “AC/DC”;
- os valores mínimo e máximo que poderão ter a medida a ser feita, para definir a capacidade do instrumento a ser utilizado, ou seja, definir a sua escala de leitura;
- a posição de uso do instrumento, que também é indicada por meio de símbolos impressos: “ ” quando o instrumento for para uso na posição vertical, ou “ ” quando o instrumento for para uso na posição horizontal.

É importante ressaltar que existe um instrumento chamado multímetro, que além de medir a ddp, também é capaz de medir corrente elétrica, resistência elétrica, capacitância e outras mais, de acordo com o modelo.

Existem, basicamente, dois tipos de voltímetros:

Analógico - com ponteiro sobre a escala

Digital - os números aparecem em um visor eletrônico.

Conheça os dois modelos na figura a seguir (Figura 1).

Figura 1 – Multímetros: analógico e digital



Fonte: NCB (2019).

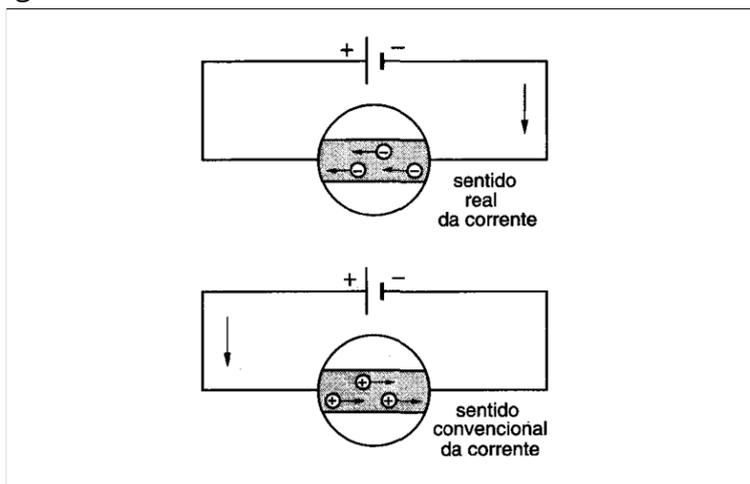
2 Corrente Elétrica

A corrente elétrica nada mais é do que o movimento de forma ordenada de cargas elétricas em um condutor ocorrido devido à existência de uma ddp.

Para se estabelecer essa ddp entre dois pontos de um condutor, e fazer surgir a corrente elétrica, utiliza-se um gerador, como por exemplo, uma pilha ou bateria.

- **Sentido real do movimento da corrente elétrica:** ocorre nos condutores sólidos, é o movimento dos elétrons e acontece do polo negativo para o polo positivo. Os elétrons são as cargas que se movimentam.
- **Sentido convencional da corrente elétrica:** é o sentido da corrente elétrica que corresponde ao sentido do campo elétrico no interior do condutor, que vai do pólo positivo para o negativo.

Figura 2 – Sentidos da corrente elétrica, real e convencional



Fonte: Borges (2021).

O instrumento utilizado para medir a corrente elétrica é o amperímetro, que pode ser do tipo digital ou analógico, podendo ter diversos formatos, variando de um fabricante para outro. O mais recomendado e utilizado é o do tipo alicate, pois não requer que o circuito seja aberto para se fazer a medição, basta envolver a fiação com o anel do alicate. Veja um modelo de alicate amperímetro na Figura 3.

Figura 3 – Alicate amperímetro



Fonte: Costa (2019).

3 Efeitos da Corrente Elétrica

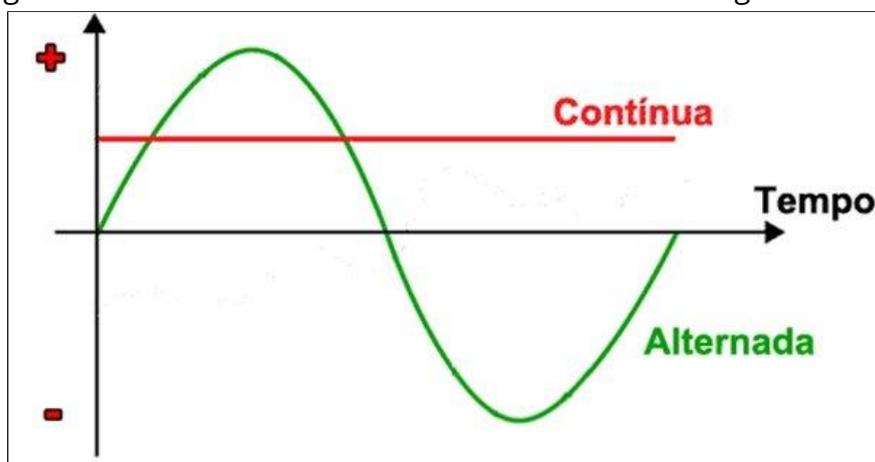
Quando a corrente elétrica percorre um condutor elétrico, ela pode produzir os seguintes efeitos:

- **efeito térmico ou efeito Joule** – a passagem da corrente elétrica por um condutor produz neste um aquecimento. Esse fenômeno é chamado de efeito térmico ou efeito Joule e acontece porque durante o movimento dos elétrons no interior do condutor, ocorrem constantes choques entre eles, transformando a maior parte da energia cinética em calor, provocando dessa forma o aumento de temperatura do condutor. Este efeito é a base de funcionamento de vários aparelhos: chuveiro elétrico, secador de cabelos, aquecedor de ambiente, ferro elétrico, etc.;
- **efeito luminoso** – em determinadas condições, a passagem da corrente elétrica por meio de um gás rarefeito faz com que ele emita luz. As lâmpadas fluorescentes e os anúncios luminosos são aplicações deste efeito. Neles há a transformação direta de energia elétrica em energia luminosa;
- **efeito magnético** – um condutor percorrido por uma corrente elétrica cria um campo magnético na região próxima a ele. Este é um dos efeitos mais importantes, constituindo a base do funcionamento dos motores, transformadores, relés, etc.;
- **efeito químico** – uma solução eletrolítica sofre decomposição quando é atravessada por uma corrente elétrica. É a eletrólise. Este efeito é utilizado, por exemplo, no revestimento de metais: cromagem, niquelação, etc.;
- **efeito fisiológico** – ao percorrer o corpo de um animal, a corrente elétrica provoca a contração dos músculos, causando a sensação de formigamento e dor, proporcional à intensidade da corrente, podendo chegar a provocar queimaduras, perda de consciência e parada cardíaca. Esse efeito é conhecido como **choque elétrico**.

4 Tipos de Corrente Elétrica

Existem dois tipos de corrente elétrica: a corrente contínua (CC) (geralmente utilizada em circuitos eletrônicos), cuja intensidade é constante e sempre no mesmo sentido; e a corrente alternada (CA) (geralmente utilizada pelos sistemas residenciais, industriais), cuja intensidade varia senoidalmente no tempo e com sentido invertido periodicamente. Acompanhe a Figura 4.

Figura 4 – Corrente elétrica contínua e alternada ao longo do tempo



Fonte: Lima (2021).

5 Intensidade da Corrente Elétrica

A intensidade da corrente elétrica nos indica a quantidade de carga elétrica que atravessa a seção transversal de um condutor a cada segundo, sendo determinada pela equação:

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

i → intensidade da corrente elétrica em ampère (A);

ΔQ → quantidade de cargas em coulomb (C);

Δt → intervalo de tempo em segundos (s).

Exemplo

Determine a intensidade da corrente elétrica em um condutor, sabendo que nele passam 300 μC de carga em uma seção transversal, a cada 200 μs .

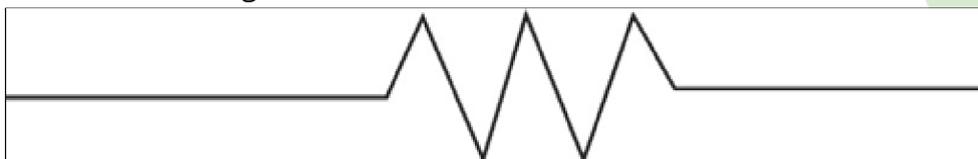
$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \rightarrow i = \frac{300 \cdot 10^{-6}}{200 \cdot 10^{-6}} \rightarrow i = 1,5 \text{ A}$$

6 Resistência Elétrica

Resistência elétrica é a dificuldade que os elétrons encontram para percorrer um circuito elétrico, ou seja, é a oposição que um material apresenta ao fluxo de corrente elétrica. A resistência elétrica pode ser calculada e sua unidade de medida é o ohm, representada pela letra grega Ω (lê-se ômega). Assim como outras grandezas, também são muito utilizados os múltiplos e submúltiplos do ohm.

Conheça na Figura 5, o símbolo da resistência elétrica.

Figura 5 – Símbolo da resistência elétrica



Fonte: do Autor (2021).

A resistência elétrica depende do material que constitui o condutor, do comprimento desse condutor e da área da seção do condutor, e pode ser determinada pela equação:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Sendo:

- $R \rightarrow$ resistência elétrica do condutor em ohm (Ω);
- $\rho \rightarrow$ resistividade do material que constitui o condutor (Ωm);
- $l \rightarrow$ comprimento do condutor em metros (m);
- $A \rightarrow$ área da seção transversal do condutor em metros cúbicos (m^2).

Observando com atenção a equação podemos perceber que quanto maior for o comprimento do condutor, maior será a sua resistência, ao passo que quanto maior a área da seção transversal, menor será a sua resistência.

Pelo fato de cada material que existe na natureza ter um átomo diferente dos demais materiais, é fácil compreender que cada um se comporta de maneira única em relação à passagem da corrente elétrica devido à sua estrutura atômica. Isso implica em diferentes valores de resistência específica para diferentes materiais, confira na Tabela 1.

Tabela 1- Valores de resistência para diferentes materiais

Classificação	Material - (T=20°C)	Resistividade - ρ [Ωm]
Metal	Prata	$1,6 \times 10^{-8}$
	Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$
	Alumínio	$2,8 \times 10^{-8}$
	Tungstênio	$5,0 \times 10^{-8}$
Liga	Latão	$8,6 \times 10^{-8}$
	Constantan	50×10^{-8}
	Níquel-cromo	110×10^{-8}
Carbono	Grafite	4000 a 8000×10^{-8}
Isolante	Água pura	$2,5 \times 10^3$
	Vidro	10^{10} a 10^{13}
	Porcelana	$3,0 \times 10^{12}$
	Mica	10^{13} a 10^{15}
	Baquelite	$2,0 \times 10^{14}$
	Borracha	10^{15} a 10^{16}
	Âmbar	10^{16} a 10^{17}

Fonte: Markus (2011).

Determine a resistência de um condutor de cobre com 30 m de comprimento e $0,5 \text{ mm}^2$ de seção transversal à temperatura de 20°C .

$$R = \rho \frac{l}{A} \rightarrow R = 0,0172 \cdot \frac{30}{5 \cdot 10^{-7}} \rightarrow R = 1,032 \cdot 10^6 \Omega \rightarrow R = 1,032 \text{ M}\Omega$$

Exemplo 2:

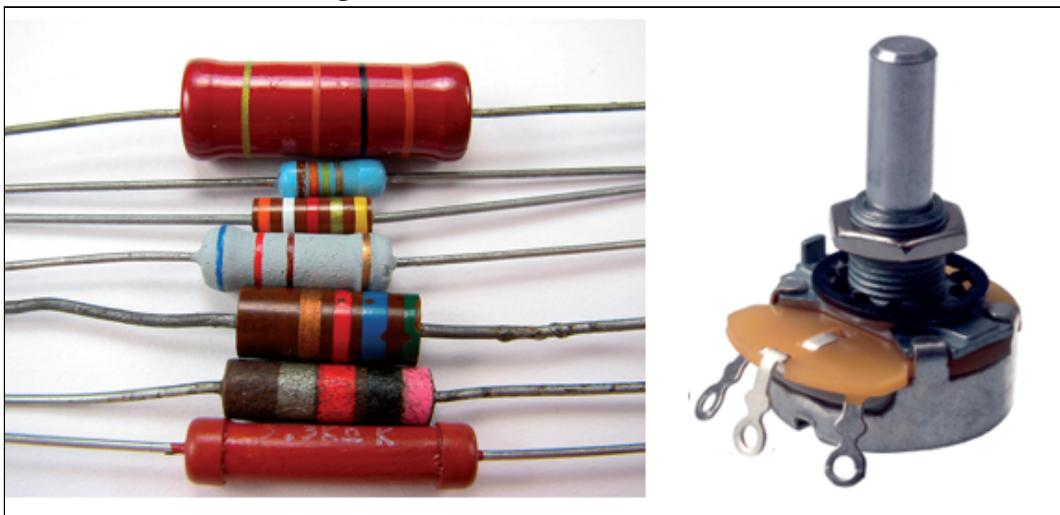
Determine o comprimento necessário para que um fio de níquel-cromo de seção 1 mm^2 apresente uma resistência de 10Ω .

7 Resistores

É um dispositivo que transforma toda a energia elétrica consumida integrante em calor, por exemplo, os aquecedores, o ferro elétrico, o chuveiro elétrico, a lâmpada comum e os fios condutores em geral.

Classificamos os resistores em dois tipos: **fixos** e **variáveis**. Os resistores fixos são aqueles cujo valor da resistência não pode ser alterado, enquanto que os variáveis têm a sua resistência modificada dentro de uma faixa de valores por meio de um cursor móvel. Veja alguns exemplos na Figura 6.

Figura 6 – Resistor fixo e variável

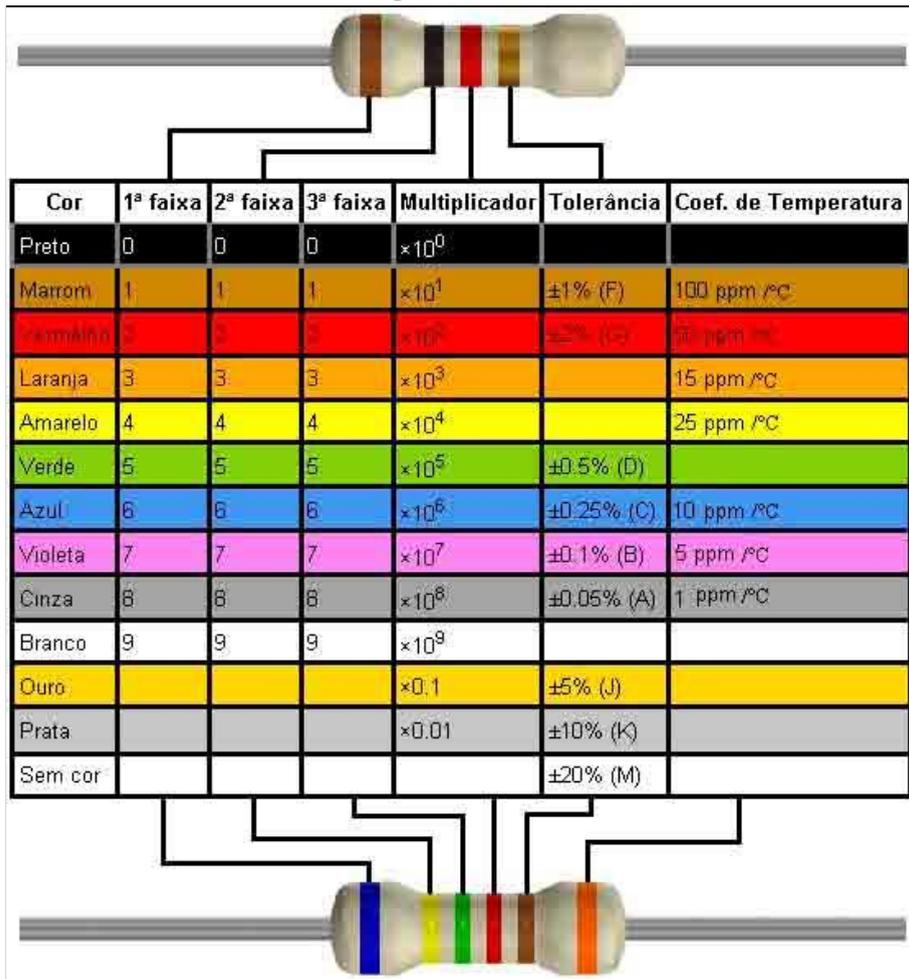


Fonte: adaptado de Santos (2011).

8 Identificação de Resistores por código de cores

Você sabia que existe um código de cores para a leitura do valor de um resistor?

Tabela 2 – Código de cores dos resistores



Cor	1ª faixa	2ª faixa	3ª faixa	Multiplicador	Tolerância	Coef. de Temperatura
Preto	0	0	0	$\times 10^0$		
Marron	1	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$ (F)	100 ppm / $^{\circ}\text{C}$
Vermelho	2	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$ (G)	50 ppm / $^{\circ}\text{C}$
Laranja	3	3	3	$\times 10^3$		15 ppm / $^{\circ}\text{C}$
Amarelo	4	4	4	$\times 10^4$		25 ppm / $^{\circ}\text{C}$
Verde	5	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$ (D)	
Azul	6	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$ (C)	10 ppm / $^{\circ}\text{C}$
Violeta	7	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$ (B)	5 ppm / $^{\circ}\text{C}$
Cinza	8	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ (A)	1 ppm / $^{\circ}\text{C}$
Branco	9	9	9	$\times 10^9$		
Ouro				$\times 0.1$	$\pm 5\%$ (J)	
Prata				$\times 0.01$	$\pm 10\%$ (K)	
Sem cor					$\pm 20\%$ (M)	

Fonte: Olivatto (2020).

Sim, e ele está representado na tabela a seguir, sendo que a primeira faixa corresponde ao primeiro algarismo, a 2ª faixa ao segundo, a 3ª faixa ao número de zeros que segue os algarismos e a 4ª faixa à tolerância percentual máxima para o valor indicado no componente.

Para ler um resistor com cinco faixas:

- 1ª faixa – algarismo significativo;
- 2ª faixa – algarismo significativo;
- 3ª faixa – algarismo significativo;
- 4ª faixa – número de zeros;
- 5ª faixa – tolerância.

Para ler um resistor com seis faixas:

- 1ª faixa – algarismo significativo;
- 2ª faixa – algarismo significativo;
- 3ª faixa – algarismo significativo;
- 4ª faixa – número de zeros;
- 5ª faixa – tolerância;
- 6ª faixa – temperatura.

Exemplo

Um resistor com as cores abaixo:

- 1ª marrom – 1
 - 2ª preto – 0
 - 3ª amarelo – 4 → 10×10^4 (ou quatro zeros)
 - 4ª ouro – 5%
- $R = 100 \text{ K}\Omega \pm 5\%$ ou $R = 100000 \Omega \pm 5\%$

Exemplo

Identificar o valor de cada um dos resistores, cujas faixas coloridas na sequência são:

- a. vermelho, vermelho, laranja, dourado. $R = 22.103 \Omega \pm 5\%$ $R = 22 \text{ k}\Omega \pm 5\%$
- b. marrom, cinza, verde. $R = 18.105 \Omega \pm 20\%$ $R = 1,8 \text{ M}\Omega \pm 20\%$
- c. amarelo, violeta, dourado, prateado. $R = 47.10^{-1} \Omega \pm 10\%$ $R = 4,7 \Omega \pm 10\%$

9 Circuito Elétricos Simples (CC)

Um **circuito elétrico** consiste em um caminho para a corrente elétrica.

Você sabe o que é necessário para ser um circuito elétrico?

Para ser caracterizado como um circuito elétrico é necessário que o caminho para a corrente elétrica contenha no mínimo:

- uma fonte de força eletromotriz;
- uma carga, que pode ser uma resistência, uma lâmpada, um motor ou qualquer outro dispositivo que absorva energia;
- condutores que interliguem os componentes e que permitam a passagem da corrente;
- dispositivo de controle para interromper o circuito, que pode ser um interruptor, disjuntor, etc.

É importante destacar que por meio do dispositivo de controle, o circuito poderá estar fechado ou aberto.

Acompanhe no quadro 1 os principais elementos dos circuitos elétricos e seus símbolos!

Quadro 1 - Principais elementos dos circuitos elétricos e seus símbolos

Elementos	Símbolos
Amperímetro	
Chave interruptora	
Condutor	
Cruzamento com conexão	
Cruzamento sem conexão	
Fonte, gerador ou bateria	
Lâmpada	
Resistor	
Voltímetro	

Fonte: Adaptado de Santos (2011).

Lei de Ohm

A **Lei de Ohm** é a lei básica da eletricidade e eletrônica e seu conhecimento é fundamental para o estudo e a compreensão dos circuitos elétricos.

Estudando a corrente elétrica que circula nos resistores, Georg Simom Ohm determinou experimentalmente a relação entre a diferença de potencial nos terminais de um resistor e a intensidade da corrente nesse resistor.

A intensidade da corrente que passa por um resistor é diretamente proporcional à diferença de potencial entre os terminais do resistor. A constante de proporcionalidade é a resistência do resistor.

Essa relação pode ser expressa pela equação:

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

Sendo:

- R → resistência elétrica do condutor em ohm (Ω);
- V → força eletromotriz aplicada à resistência, ou tensão elétrica em volt (V);
- i → corrente elétrica em ampère (A).

Exemplo

Em uma lanterna, uma lâmpada utiliza uma alimentação de 6 V e tem 36 Ω de resistência. Qual é a corrente consumida pela lâmpada quando estiver ligada?

$$i = \frac{V}{R} \rightarrow i = \frac{6}{36} \rightarrow i = 0,166 \text{ A}$$

Exemplo

O motor de um carrinho de autorama atinge a rotação máxima quando recebe 9 V da fonte de alimentação. Nessa situação a corrente do motor é de 230 mA. Qual é a resistência do motor?

$$R = \frac{V}{i} \rightarrow R = \frac{9}{0,23} \rightarrow R = 39,1 \Omega$$

11 Potência Elétrica

A maior parte dos equipamentos, dispositivos e máquinas elétricas necessita que a potência seja especificada no projeto ou na aquisição, por isso a potência elétrica é uma grandeza muito importante na eletricidade.

Mas o que é potência elétrica?

Define-se potência elétrica como sendo a grandeza que relaciona o trabalho elétrico realizado com o tempo necessário para sua realização. Enfim, potência elétrica é a capacidade de realizar um trabalho na unidade de tempo, a partir da energia elétrica.

A potência elétrica pode ser expressa pela equação:

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

Sendo:

- $P \rightarrow$ potência elétrica em joule por segundo (J/s);
- $W \rightarrow$ energia transformada no equipamento elétrico em joules (J);
- $\Delta t \rightarrow$ intervalo de tempo em segundos (s).

A unidade joule/segundo é conhecida também como watt (W) e corresponde à potência quando está sendo realizado um trabalho de 1 joule em cada segundo. Assim, se uma determinada máquina fizesse um trabalho de 30 joules em 10 segundos, seria gasto na razão de 3 joules por segundo, e, portanto, a potência seria de 3 watts.

Quando temos um aparelho sob uma tensão constante e consumindo uma corrente elétrica, podemos calcular a potência elétrica deste aparelho por meio da seguinte equação:

$$P = V \cdot i$$

Sendo:

- $P \rightarrow$ potência elétrica em watts (W);
- $V \rightarrow$ tensão elétrica em volt (V);
- $i \rightarrow$ corrente elétrica em ampère (A).

A partir da equação anterior e da Lei de Ohm podemos deduzir outras duas equações que relacionam a potência com a resistência, tensão ou corrente elétrica. Confira!

$$P = V \cdot i \quad \text{e} \quad V = R \cdot i$$

substituindo obtemos:

$$P = (R \cdot i) \cdot i \rightarrow P = R \cdot i^2$$

ou

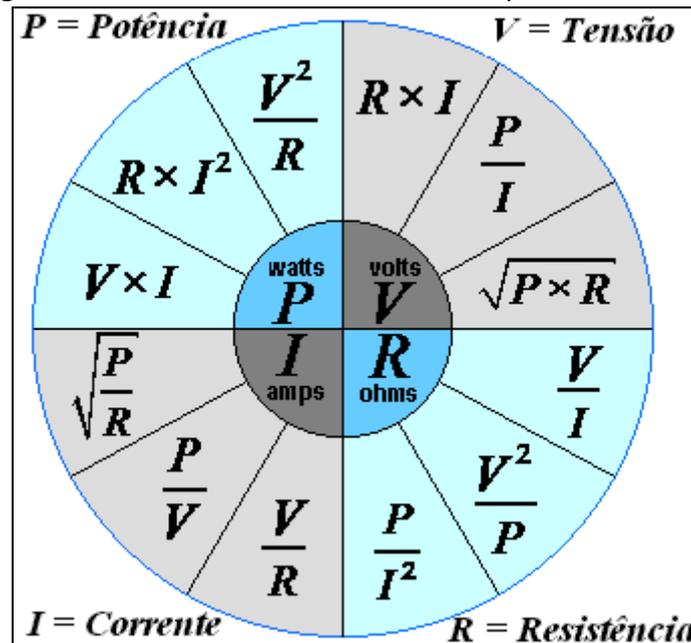
$$P = V \cdot \frac{V}{R} \rightarrow P = \frac{V^2}{R}$$

Equivalências importantes:

$$\begin{aligned} 1 \text{ CV} &= 736 \text{ W} \\ \text{HP} &= 745,7 \text{ W} \\ \text{BTU} &= 0,293 \text{ W} \end{aligned}$$

Veja o disco apresentado na figura 7 e observe todas as variáveis da Lei de Ohm e da potência elétrica. Vamos lá!

Figura 7. Variáveis da Lei de Ohm e da potência elétrica



Fonte: Electronica PT (2021).

Exemplo

Uma lâmpada de lanterna de 6 V requer uma corrente de 0,5 A das pilhas. Qual é a potência da lâmpada?

$$P = V \cdot i \rightarrow P = 6 \cdot 0,5 \rightarrow P = 3W$$

Exemplo

Um aquecedor elétrico tem uma resistência de 8Ω e solicita uma corrente de 10 A. Qual é a sua potência?

$$\begin{aligned} P &= R \cdot i^2 \\ \rightarrow P &= 8 \cdot 10^2 \\ \rightarrow P &= 800 \text{ W} \end{aligned}$$

Exemplo

Um isqueiro de automóvel funciona com 12 Vcc fornecidos pela bateria. Sabendo que sua resistência é de 30 Ω , calcule a potência dissipada.

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow P = \frac{12^2}{30} \rightarrow P = 4,8 \text{ W}$$

12 Potência Nominal

Certos aparelhos elétricos, tais como chuveiros, lâmpadas e motores têm uma característica particular: seu funcionamento obedece a uma tensão previamente estabelecida. Assim, existem chuveiros para 127 V ou 220 V; lâmpadas para 6 V, 12 V, 127 V, 220 V e outras tensões; motores para 127 V, 220 V, 380 V, 760 V e outras. Por isso, os aparelhos que apresentam tais características devem sempre ser ligados na tensão correta (nominal), normalmente especificada no seu corpo.

Quando tais aparelhos são ligados corretamente, a quantidade de calor, luz ou movimento produzida é exatamente aquela para a qual foram projetados.

Por exemplo, uma lâmpada de 127V/100W, ligada corretamente (em 127 V), produz 100 W entre luz e calor. Diz-se, nesse caso, que a lâmpada está dissipando a sua potência nominal.

Portanto, potência nominal é a potência para qual um aparelho foi projetado.

Quando uma lâmpada, aquecedor ou motor trabalha “dissipando a sua potência nominal”, diz que o aparelho está na sua condição ideal de funcionamento.

Concluindo este estudo

Neste texto, você teve a oportunidade de consolidar seu conhecimento sobre força eletromotriz, corrente elétrica, resistores, circuito elétrico simples e Lei de Ohm, estudando os conceitos e as características.

Referências

BORGES, Dayane. **Corrente Elétrica**: o que é, tipos de corrente, como calcular e efeitos. O que é, tipos de corrente, como calcular e efeitos. Disponível em: <https://conhecimentocientifico.r7.com/corrente-eletrica/>. Acesso em: 17 ago. 2021

BOYLESTAD, R. L. **Introdução à análise de circuitos**. 13. Ed. São Paulo: Editora Pearson, 2019.

CAPUANO, F. G.; MARINO, M. A. M. **Laboratório de eletricidade e eletrônica – teoria e prática**. São Paulo: Editora Érica, 2009.

COSTA, Rodrigo. **ALICATE AMPERÍMETRO UNI-T 210E. 2019**. Disponível em: <https://eletronicaparatos.com/alicate-amperemetro-uni-t-210e-multimetro-tru-e-rms/>. Acesso em: 1 set. 2021

Electronica PT. **Lei Ohm**. Disponível em: <https://www.electronica-pt.com/lei-ohm>. Acesso em: 2 set. 2021.

LIMA, Alex. **Tipos de corrente elétrica**. Disponível em: <https://blog.cursoeletricaecia.com.br/correntes-eletricas-curso-de-eletronica-basica-2/>. Acesso em: 17 ago. 2021.

MARKUS, Otávio. **Circuitos Elétricos - Corrente Contínua e Corrente Alternada**. Editora Saraiva, 2011.

NCB, Instituto. **Utilizando o Multímetro na Manutenção de Elevadores (EL082)**. 2019. Disponível em: <https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/mais/145-eletronica-e-eletricidade/instalacoes-eletricas/16598-utilizando-o-multimetro-na-manutencao-de-elev>

adores-el082. Acesso em: 1 set. 2021.

OLIVATTO, Chico. **Tabela de cores de resistores**. 2020. Disponível em:
<https://labdegaragem.com/photo/tabela-de-cores-de-resistores?context=latest>.
Acesso em: 17 ago. 2021.

SANTOS, Kelly Vinente dos. **Fundamentos de Eletricidade**. Manaus: Centro de
Educação Tecnológica do Amazonas, 2011. 130 p.