

SEGURANÇA NA ELETROTÉCNICA

Sedimar Alves de Oliveira

SEGURANÇA

SEGURANÇA NA ELETROTÉCNICA

Sedimar Alves de Oliveira

SEGURANÇA



Autor

Sedimar Alves de Oliveira

Bacharel em Engenharia de Produção Civil, é especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade FUMEC, em Belo Horizonte/MG. Possui 20 anos de experiência na área de Segurança no Trabalho em empresa de fabricação de equipamentos para a manutenção de sistemas elétricos energizados e sistemas elétricos desenergizados, localizada em Betim, região metropolitana de Belo Horizonte/MG. Atua há nove anos como professor em cursos Técnicos de Segurança do Trabalho.

Design Instrucional

Sarah Resende

Projeto Gráfico

NT Editora

Revisão

Mariana Carvalho

Ricardo Moura

Capa

NT Editora

Editoração Eletrônica

Kaleo Amorim

Ilustração

Márcio Rocha

NT Editora, uma empresa do Grupo NT

SCS Quadra 2 – Bl. C – 4º andar – Ed. Cedro II

CEP 70.302-914 – Brasília – DF

Fone: (61) 3421-9200

sac@grupont.com.br

www.nteditora.com.br e www.grupont.com.br

Oliveira, Sedimar Alves de.

Segurança na eletrotécnica / Sedimar Alves de Oliveira – 2.
ed. – Brasília: NT Editora, 2019.

158 p. il. ; 21,0 X 29,7 cm.

ISBN 978-85-8416-682-4

1. Eletrotécnica. 2. Segurança.

I. Título

Copyright © 2019 por NT Editora.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida por qualquer modo ou meio, seja eletrônico, fotográfico, mecânico ou outros, sem autorização prévia e escrita da NT Editora.

ÍCONES

Prezado(a) aluno(a),

Ao longo dos seus estudos, você encontrará alguns ícones na coluna lateral do material didático. A presença desses ícones o(a) ajudará a compreender melhor o conteúdo abordado e a fazer os exercícios propostos. Conheça os ícones logo abaixo:



Saiba mais

Esse ícone apontará para informações complementares sobre o assunto que você está estudando. Serão curiosidades, temas afins ou exemplos do cotidiano que o ajudarão a fixar o conteúdo estudado.



Importante

O conteúdo indicado com esse ícone tem bastante importância para seus estudos. Leia com atenção e, tendo dúvida, pergunte ao seu tutor.



Dicas

Esse ícone apresenta dicas de estudo.



Exercícios

Toda vez que você vir o ícone de exercícios, responda às questões propostas.



Exercícios

Ao final das lições, você deverá responder aos exercícios no seu livro.

Bons estudos!

Sumário

1 INTRODUÇÃO À SEGURANÇA COM ELETRICIDADE	9
1.1 Eletricidade	9
1.2 Tensão, corrente e resistência	14
1.3 Circuito elétrico	18
2 RISCOS EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS COM ELETRICIDADE	26
2.1 Riscos nas atividades com energia elétrica	26
2.2 Queimaduras	32
2.3 Arcos voltaicos	35
2.4 Explosões	38
3 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE RISCOS COM ENERGIA ELÉTRICA	46
3.1 Técnicas de análise voltadas ao controle e à prevenção de perdas	46
3.2 Análise de riscos quanto a gravidade x probabilidade	56
3.3 Delimitação das ZL (zona livre), ZC (zona controlada) e ZR (zona de risco) ...	58
3.4 Responsabilidades	61
4 MEDIDAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE DOS RISCOS	67
4.1 Práticas de trabalho seguras	67
4.2 Segurança em instalações desenergizadas	69
4.3 Bloqueio e etiquetagem (<i>lockout/tagout</i>)	72
4.4 Segurança em instalações energizadas	78
5 ESTUDO DAS PRINCIPAIS NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS APLICÁVEIS ...	85
5.1 NR-10	85
5.2 NR-12	90
5.3 NBR-5410	95
5.4 NBR-5413	97
5.5 NBR-5419	97
5.6 NBR-13534	98
5.7 NBR-14039	99
5.8 NBR-14136	100
6 SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA	105
6.1 Efeitos da eletricidade no corpo humano	105
6.2 A prevenção de perdas	111
6.3 O sistema de comunicação	112

7 PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS ESTÁTICOS, DINÂMICOS E DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	120
7.1 Métodos de trabalho seguro.....	120
7.2 Elaboração de APR - análise preliminar de risco	126
7.3 Rotinas de trabalho	128
8 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E COLETIVA	137
8.1 Equipamentos de proteção individual (EPIs)	137
8.2 Equipamentos de proteção coletiva (EPCs)	149
GLOSSÁRIO.....	155
BIBLIOGRAFIA	156

Caro(a) estudante,

Seja bem-vindo(a) à **Segurança na Eletrotécnica!**

A eletricidade está em torno de nós, isso é fato. Aparelhos e circuitos elétricos nos rodeiam por todos os lados, tornando nossa vida muito mais dinâmica, prática, interativa e confortável. Entretanto, para a manutenção, a instalação e a eficaz realização de reparos e consertos das redes elétricas, são necessários profissionais treinados e especializados, que possuam conhecimentos específicos de eletricidade, principalmente referentes à segurança. Para esse estudo, os objetivos deste componente curricular são:

- compreender os conceitos básicos de eletricidade e seu efeito sobre o corpo humano, semelhante ao comportamento nos materiais condutores de eletricidade, para evitar a exposição aos riscos de acidente;
- conhecer os riscos que envolvem as instalações e os serviços com eletricidade, a fim de maior compreensão da necessidade das medidas preventivas de segurança;
- conhecer as Normas Regulamentadoras da atividade com eletricidade, para aplicá-las no ambiente de trabalho;
- analisar situações de risco, com o objetivo de adotar medidas preventivas eficazes;
- conhecer os mecanismos e os equipamentos de proteção individual e coletiva, a fim de propiciar a prática segura das atividades no ambiente de trabalho.

Somente profissionais treinados e com conhecimento técnico, teórico e prático devem exercer atividades com eletricidade devido à alta periculosidade que elas apresentam. Este livro visa a fornecer a você informações importantes sobre os riscos próprios dessa atividade e e, sobretudo, orientá-lo sobre as medidas de prevenção e proteção baseadas nas normas vigentes.

Bons estudos!

Sedimar Alves de Oliveira

1 INTRODUÇÃO À SEGURANÇA COM ELETRICIDADE

A aplicação da segurança no desempenho de atividades com eletricidade é importante, devido aos perigos específicos dessa força da natureza. Acidentes no setor elétrico podem ocasionar desde leves ferimentos até mesmo a morte das pessoas envolvidas. E é sobre esse tema que nós iremos estudar nesta lição. Vamos iniciar o nosso estudo?

Objetivos

Ao final desta lição, você será capaz de:

- compreender os conceitos de corrente elétrica e os princípios de geração de energia elétrica;
- avaliar o comportamento da eletricidade nos diversos tipos de materiais;
- conhecer o que é o SEP (sistema elétrico de potência), como ele é dividido e quais os níveis de tensão de cada uma das partes que o compõem.

1.1 Eletricidade

Para compreendermos a necessidade de aplicar as normas de segurança na realização de atividades relacionadas à eletricidade, é imprescindível estudarmos alguns conceitos básicos referentes à teoria da eletricidade.

A Eletricidade é a área da Física responsável pelo estudo de fenômenos associados a cargas elétricas. Ela é dividida em três partes: eletrostática, eletrodinâmica e eletromagnetismo. Vamos conhecer mais?



- **Eletrostática:** refere-se ao comportamento das cargas elétricas em repouso e seu estudo engloba os processos de eletrização, campo elétrico, força eletrostática e potencial elétrico.
- **Eletrodinâmica:** é a parte da Eletricidade responsável pelo estudo das cargas elétricas em movimento. O foco dessa área é a corrente elétrica e os componentes de circuitos elétricos, como capacitores e resistores.
- **Eletromagnetismo:** estuda a relação entre os fenômenos elétricos e magnéticos, tais como campo magnético produzido por cargas elétricas em movimento e campo elétrico produzido pela variação de fluxo magnético.



O uso mais comum da palavra "eletricidade" associa-se, geralmente, ao termo "energia elétrica".

- Energia elétrica: refere-se, de forma menos precisa, a uma quantidade de energia potencial elétrica ou, então, de forma mais precisa, à energia elétrica por unidade de tempo.

As nomenclaturas e os conceitos específicos relacionados à eletricidade estão descritos a seguir.

- Carga elétrica: propriedade das partículas subatômicas que determina as interações eletromagnéticas. Alguma matéria eletricamente carregada produz e é influenciada por campos eletromagnéticos.
- Campo elétrico: efeito produzido por uma carga no espaço que a contém, o qual pode exercer força sobre outras partículas carregadas.
- Potencial elétrico: capacidade de uma carga elétrica de realizar trabalho ao alterar sua posição. A quantidade de energia potencial elétrica armazenada em cada unidade de carga em dada posição.
- Corrente elétrica: quantidade de carga que ultrapassa determinada seção por unidade de tempo.
- Potência elétrica: quantidade de energia elétrica convertida por unidade de tempo.
- Energia elétrica: energia armazenada ou distribuída na forma elétrica.
- Eletromagnetismo: interação fundamental entre o campo magnético e a carga elétrica, estática ou em movimento.

Teoria da Eletricidade

De acordo com Niskier e Macintyre (1992), para compreendermos os fenômenos elétricos, são necessários conhecimentos básicos da estrutura da matéria, a partir dos quais podemos concluir que toda matéria, qualquer que seja seu estado físico, é formada por partículas denominadas moléculas.

As moléculas são constituídas de diferentes partículas extremamente minúsculas, as quais são chamadas de átomos.



Um átomo é a menor partícula de um elemento que retém todas as propriedades desse elemento.

Cada elemento químico tem seu próprio tipo de átomo. No entanto, todos eles são divididos em duas partes: eles têm uma parte interna, o núcleo, composto de partículas denominadas prótons e nêutrons, e outra parte externa, orbitais, constituída de partículas denominadas elétrons. Essas minúsculas partículas estão diretamente relacionadas com os fenômenos elétricos, sendo constituídas de carga positiva, negativa e neutra, conforme relacionado a seguir:

- prótons: possuem carga elétrica positiva;
- elétrons: possuem carga elétrica negativa;
- nêutrons: são eletricamente neutros.

Saiba mais

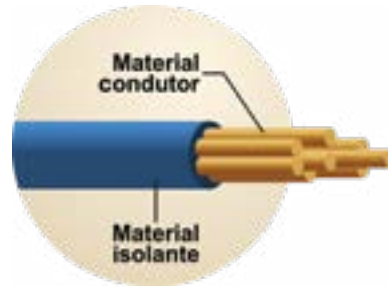
Os átomos de cada elemento químico têm um número definido de elétrons, que corresponde a um mesmo número de prótons. As cargas opostas – negativas dos elétrons e positiva dos prótons – atraem-se e tendem a manter os elétrons em órbita.



No entanto, os elétrons de alguns átomos são facilmente retirados de suas órbitas. Essa capacidade dos elétrons de se mover ou fluir é o princípio básico da corrente elétrica.

Quando os elétrons deixam suas órbitas, eles são denominados elétrons livres. Se o movimento de elétrons livres vai em uma determinada direção, ocorre um fluxo de elétrons. Quando ocorre o fluxo de elétrons livres através de um condutor, em um determinado sentido, diz-se que existe uma corrente elétrica.

Classificação dos materiais elétricos



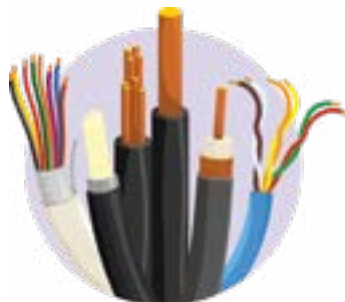
Você sabia que os materiais são classificados de acordo com sua capacidade de conduzir a corrente elétrica? Sim, essa capacidade tem a ver com a quantidade de elétrons livres existentes na sua camada externa, orbital. A seguir, apresentaremos a você alguns desses materiais. Veja.

- Condutores: materiais que têm muitos elétrons livres e são capazes de transportar uma corrente elétrica. Os metais são materiais condutores, de forma que os metais ouro, alumínio, cobre e prata são bons condutores de eletricidade.
- Dielétricos ou isolante: materiais que possuem relativamente poucos elétrons livres e, por isso, são chamados de isolantes. Materiais denominados não metálicos, como, por exemplo, borracha, vidro e mica, são isolantes.
- Mica: mineral brilhante e friável, abundante nas rochas eruptivas e metamórficas, constituído de silicato de alumínio e de potássio.

Muito frequentemente, em nosso cotidiano, temos contato tanto com materiais que são **condutores elétricos** quanto **isolantes elétricos**. Devemos lembrar que esses elementos se diferenciam quanto à estrutura atômica que possuem, por isso uns têm maior facilidade de conduzir eletricidade do que outros.

Condutores

Uma característica dos condutores é o fato de possuírem excesso de elétrons em sua camada de valência, a qual é a última a receber elétrons em qualquer átomo. Os presentes nessa camada são nomeados elétrons livres, os quais possuem pequena força de atração com o núcleo atômico, de forma que se movimentam pelo material facilmente, o que torna a substância em questão um bom condutor de eletricidade.



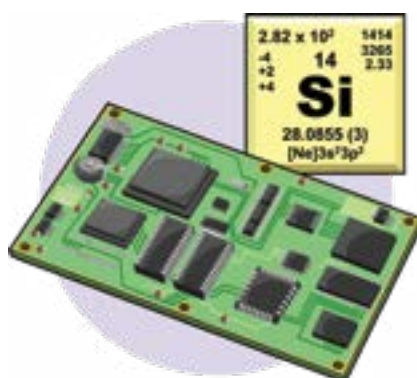
Isolantes

Também chamados de dielétricos, esses materiais possuem elétrons que não têm facilidade de movimentação, por causa da forte ligação entre eles e o núcleo atômico. Isopor, borracha, madeira seca, vidro, entre outros, são exemplos de materiais isolantes elétricos.

Semicondutores

Quanto aos semicondutores, as condições físicas às quais o material é submetido irão determinar se ele irá se comportar como condutor ou isolante. Isso ocorre porque são materiais com propriedades elétricas intermediárias entre condutores e isolantes. São massivamente utilizados pela indústria de eletrônicos para a composição de circuitos. Como exemplos desses materiais, temos o silício e o germânio.

Microcircuito produzido a partir do silício



Supercondutores

Quanto aos supercondutores, trata-se de materiais que oferecem resistência muito baixa ou nenhuma resistência à passagem de corrente elétrica.

Rigidez dielétrica

Materiais isolantes elétricos dispõem de um máximo de valor de campo elétrico possível de suportar. Dessa forma, caso o valor máximo seja ultrapassado, o material, ainda que seja isolante, irá se comportar como condutor. Nessa situação, dizemos que a rigidez dielétrica do material foi rompida. Utilizando o papel como exemplo, para romper a sua rigidez dielétrica, são necessários 16 kV/mm, isto é, 16.000 volts para cada milímetro desse material.

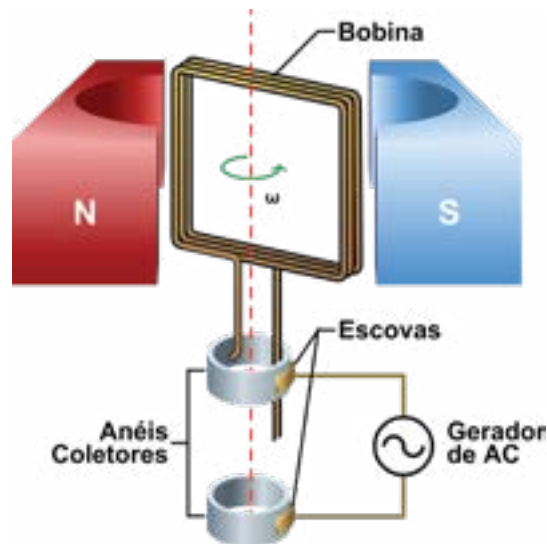
Princípios de produção de eletricidade

De acordo com as Normas de Segurança em Eletricidade da *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), existem diversas maneiras para produzir eletricidade. Fricção, calor, luz, ação química e magnetismo estão entre os métodos mais comuns utilizados para fazer com que os elétrons fluam por um condutor.

Atualmente, o magnetismo é o meio mais econômico de produzir energia elétrica e, portanto, o mais interessante para estudarmos. Em função da interação de energia elétrica e magnetismo, a eletricidade pode ser gerada econômica e abundantemente, assim como motores elétricos podem ser usados para a movimentação de máquinas.

A eletricidade é gerada quando um condutor é movimentado dentro de um campo magnético ou vice-versa, quando um magneto ou ímã é movido dentro de um enrolamento de condutores denominado bobina.

Gerador elétrico de corrente alternada



O gerador elétrico usa o magnetismo para gerar eletricidade. A figura anterior ilustra a geração de energia elétrica a partir de uma bobina girando dentro de um campo magnético. Uma fonte de energia faz girar uma bobina entre os polos do magneto; quando ela atravessa o campo magnético, uma corrente é induzida nela. O fluxo de elétrons muda de direção a cada meia volta da bobina, e uma corrente alternada (AC) brota das escovas.

Gerando conhecimento

Aprendemos que os metais são bons condutores. Eles possuem elétrons livres que são capazes de conduzir uma corrente elétrica. Esses elétrons estão afastados do núcleo do elemento químico. A partir da definição dos bons condutores, assinale a alternativa que caracteriza os isolantes e explica como se comportam em relação à passagem da corrente elétrica.

- a) Os materiais isolantes possuem elétrons livres em quantidade relevante. Dessa maneira, não permitem passagem de corrente elétrica.
- b) Os materiais isolantes não possuem elétrons livres, ou a quantidade é tão pequena que pode ser desprezada. Dessa maneira, não permitem passagem de corrente elétrica.
- c) Os materiais isolantes possuem elétrons e prótons livres. Dessa maneira, permitem passagem de corrente elétrica.
- d) Os materiais isolantes não possuem elétrons livres, pois a quantidade de prótons é tão grande que pode ser desprezada. Dessa maneira, não permitem passagem de corrente elétrica.

Comentário: a alternativa correta do nosso exercício é a letra "b". Nos materiais isolantes, ocorre um processo inverso ao que ocorre nos condutores. Nesses materiais, os elétrons estão fortemente ligados ao núcleo atômico, ou seja, eles não possuem elétrons livres, ou a quantidade é tão pequena que pode ser desprezada. Dessa maneira, não permitem passagem de corrente elétrica. São bons exemplos de materiais isolantes: o vidro, a borracha, a cerâmica e o plástico.

1.2 Tensão, corrente e resistência

De acordo com Niskier e Macintyre (1992), quando, entre dois pontos de um condutor, existe uma diferença entre a concentração de elétrons, isto é, de carga elétrica, é dito que há potencial elétrico ou uma tensão elétrica. Quando os elétrons fluem através de um condutor, isso se deve à ação de uma força chamada força eletromotriz (f.e.m.). O símbolo para a tensão é a letra E . A unidade de medida para f.e.m. é o volt, representado pela letra V .

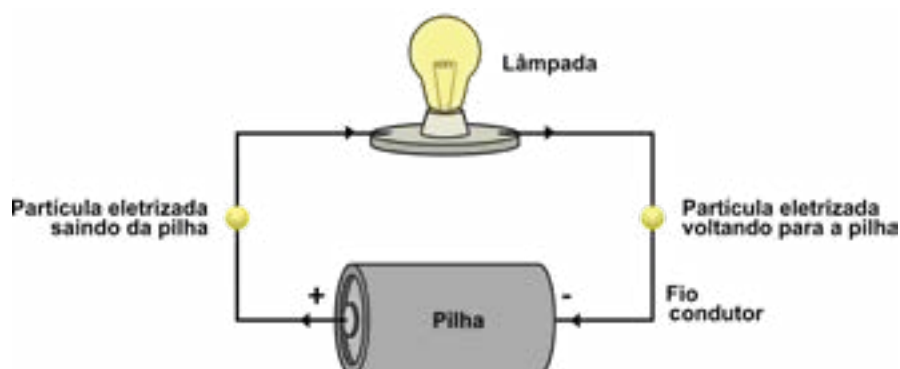
A tensão elétrica também pode ser explicada como a quantidade de energia gerada para movimentar uma carga elétrica. Exemplos de geradores de tensão: as usinas hidrelétricas, pilhas e baterias. O instrumento utilizado para medir a tensão é denominado voltímetro.

Voltímetro



Veja um exemplo de um circuito elétrico, com um gerador e um consumidor:

Circuito elétrico



No exemplo da imagem, o gerador, que é a pilha, libera uma partícula eletrizada, que percorre o condutor e faz acender a lâmpada. Depois essa partícula continua seu percurso até retornar à pilha.

Com isso, podemos concluir que a tensão elétrica é a quantidade de energia que um gerador fornece para movimentar uma carga elétrica em um condutor. Em outras palavras, a tensão elétrica é quantidade de energia gerada para movimentar uma carga; portanto, o gerador necessita liberar energia elétrica para movimentar uma carga eletrizada.

Importante

Corrente elétrica é o fluxo ordenado de partículas portadoras de carga elétrica, ou também, é o deslocamento de cargas dentro de um condutor, quando existe uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades. Tal deslocamento procura restabelecer o equilíbrio desfeito pela ação de um campo elétrico ou outros meios (reações químicas, atrito, luz, etc.).



Para os elétrons se moverem em uma direção específica, é necessário que exista uma diferença de potencial entre dois pontos da fonte de f.e.m. O movimento contínuo de elétrons em um condutor passando por um dado ponto é conhecido como corrente elétrica e é medido em ampères. O símbolo para a corrente é a letra **I**, e a unidade de intensidade da corrente elétrica é o ampère, representado por **A**. Por vezes é necessário o uso de pequenas unidades de medida. O miliampère (mA) é usado para indicar 1/1.000 (0,001) de um ampère, e o microampère 1/1.000.000 (μA), microampère é um milionésimo de um ampère (0,000001).

O instrumento para medir a corrente elétrica é denominado amperímetro. Atualmente, existem diversos tipos de amperímetros.

Amperímetro



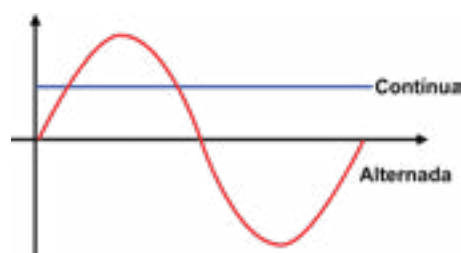
Saiba mais

A corrente elétrica pode se apresentar sob duas formas: corrente contínua ou corrente alternada. A corrente elétrica contínua é aquela que mantém sempre a mesma polaridade, formando uma tensão constante, como é o caso das pilhas e baterias.

A ação química em uma pilha ou bateria elétrica obriga os prótons ou cargas positivas a se concentrarem no terminal positivo, e os elétrons ou cargas negativas a se concentrarem no terminal negativo. Dessa forma, haverá diferença de potencial (d.d.p.) entre os terminais, que estabelecerá um deslocamento dos elétrons num mesmo sentido entre o terminal negativo e o positivo. Portanto, define-se como uma corrente elétrica contínua. A maioria dos circuitos eletrônicos funciona com corrente contínua.

A corrente elétrica alternada tem a sua polaridade invertida durante um certo número de vezes por segundo. Ao número de variações que a corrente faz por segundo dá-se o nome de frequência, sendo a sua unidade o Hz (hertz).

A corrente varia (ora é positiva, ora é negativa), fazendo com que os elétrons executem um movimento alternado, o que significa que, num instante de tempo, ela é positiva e, em outro instante, ela é negativa. A corrente alternada é utilizada em inúmeras aplicações, principalmente em sistemas de grandes potências, indústrias, lares e máquinas elétricas.





Dicas

Dependendo do tipo de trabalho que vamos executar, podemos necessitar de corrente contínua (CC) ou de corrente alternada (CA). Por exemplo, numa máquina de solda a arco, é muito utilizada a CC já num sistema de distribuição em que existem transformadores, necessitamos de CA. Ressaltemos que a CA foi desenvolvida justamente pela necessidade de transmissão de grandes quantidades de energia a longas distâncias.

O fluxo de elétrons ao longo de determinados materiais encontra uma oposição conhecida como resistência elétrica. Nos materiais denominados condutores, a corrente elétrica flui facilmente porque a resistência desses materiais é muito baixa, enquanto que, nos materiais ditos isolantes, a resistência à passagem da corrente elétrica é muito elevada.

A resistência pode ser útil em trabalhos elétricos, tornar possível a geração de calor, controlar o fluxo de corrente elétrica e prover a tensão correta para o funcionamento de um dispositivo. O símbolo para a resistência elétrica é a letra R, e a unidade de resistência elétrica é o ohm, representado pela letra grega ômega (Ω). O equipamento utilizado para medir a resistência elétrica é denominado ohmímetro.

Em geral, a resistência em um condutor depende de quatro fatores: o material de que é feito, o comprimento, a área transversal e a temperatura no material. Vamos ver mais detalhes?



Material: os diferentes materiais têm diferentes resistências. Alguns, como a prata e o cobre, têm uma baixa resistência, enquanto outros, como o ferro, têm uma maior resistência.

Comprimento: para um determinado material que tem uma área de corte transversal constante, a resistência total é proporcional ao comprimento. Quanto mais longo o condutor, maior será a resistência.

Área transversal: a resistência varia inversamente com a área transversal do condutor. Em outras palavras, a resistência diminui com o aumento da área transversal.

Temperatura: nos metais, a resistência aumenta com o aumento da temperatura; para os não metais, o inverso é verdadeiro.

A unidade de resistência elétrica é o ohm. É a propriedade que tem toda substância (exceto os supercondutores) de se opor à passagem de corrente elétrica e que é medida, em um corpo determinado, pelo quociente da tensão contínua aplicada às suas extremidades pela corrente elétrica que atravessa o corpo.



Saiba mais

No Sistema Internacional de Medida (SI), é definido como a resistência elétrica de um elemento passivo de um circuito no qual circula uma corrente elétrica invariável de um ampère, quando existe um potencial constante de um volt entre seus terminais.

Todos os materiais possuem uma determinada resistência ao fluxo de eletricidade.

Os materiais através dos quais os elétrons fluem com facilidade são denominados condutores, podendo-se mencionar como exemplos cobre, água, fluidos eletrolíticos e outros metais. Os que não permitem um fluxo fácil de elétrons são denominados isolantes, como por exemplo borracha, madeira, vidro, alguns gases e a maior parte dos materiais plásticos.



A **resistência total ao fluxo de elétrons** é a soma de todas as resistências existentes num circuito elétrico quando está constituído por um ou mais materiais. O fluxo pode percorrer um ou mais materiais. Para um material simples, de comprimento e área seccional determinados, calcula-se a resistência mediante o produto do comprimento pela resistividade.

A **resistividade** é a resistência elétrica de um corpo de seção reta uniforme com área unitária e cujo comprimento é igual à unidade. A resistividade ou resistência específica é determinada em ohms por unidade de comprimento.

A **condutividade** é inversa à resistividade. A condutividade é a condutância (propriedade de um sistema que lhe permite conduzir eletricidade) de um condutor de seção reta uniforme igual a uma unidade de área, e de comprimento igual a uma unidade de comprimento. Determina-se em unidades de comprimento por ohm.

Tanto a resistividade como a condutividade são encontradas em tabelas específicas.

A resistência dos metais aumenta quando a sua temperatura cresce. É muito comum encontrar-mos em tabelas as resistividades dos materiais a 20 °C e os coeficientes de temperatura para a faixa compreendida entre 20 °C e 100 °C, aproximadamente.

Dicas

Se a resistência ou a resistividade aumenta quando a temperatura aumentar, o coeficiente de temperatura é positivo; e se a resistência diminui quando a temperatura cresce, o coeficiente de temperatura é negativo.



Lei de Ohm

Agora que você já conhece os conceitos da eletricidade, podemos apresentar-lhe o conceito formulado pelo físico alemão Georg Simon Ohm, trata-se do princípio mais importante da eletricidade e define o fluxo de energia elétrica.

A lei de Ohm determina que o fluxo de elétrons, que denominaremos com a letra **I**, e que representa a corrente, é uma função do potencial elétrico **V** entre dois pontos, e da resistência existente entre eles. A lei de Ohm pode ser estabelecida mediante a seguinte fórmula, de tal maneira que **I** = ampères, **V** = volts e **R** = ohms:

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

Gerando conhecimento

Os seguintes aparelhos são aplicações práticas do efeito de aquecimento de um fio devido à corrente elétrica, exceto:

- chuveiro elétrico.
- ferro elétrico de passar.

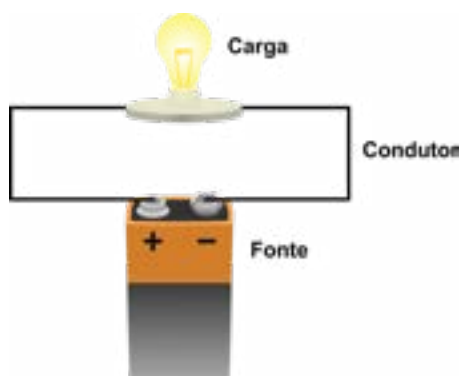


- c) lâmpada de incandescência.
- d) *flash* de máquina fotográfica.

Comentário: a alternativa correta do nosso exercício é a letra "d"! O *flash* de uma máquina fotográfica trata-se de uma reação química instantânea.

1.3 Circuito elétrico

Denomina-se circuito elétrico o conjunto de elementos nos quais pode haver corrente. Um circuito elétrico é a ligação de elementos elétricos, tais como resistores, indutores, capacitores, diodos, linhas de transmissão, fontes de tensão, fontes de corrente e interruptores, de modo que formem pelo menos um caminho fechado para a corrente elétrica. Um circuito elétrico simples, alimentado por pilhas, baterias ou tomadas, sempre apresenta uma fonte de energia elétrica, um aparelho elétrico, fios ou placas de ligação e um interruptor para ligar e desligar o aparelho. Estando ligado, o circuito elétrico está fechado, e uma corrente elétrica passa por ele. Essa corrente pode produzir vários efeitos, como: óticos, cinéticos, térmicos, acústicos, etc.



Um sistema elétrico, conforme estabelecido no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) nas NBRs 5469, 5460 e 5473, é um circuito ou conjunto destes inter-relacionados, constituídos para atingir um determinado objetivo. Denomina-se instalação elétrica o conjunto de componentes elétricos associados com características coordenadas entre si, constituída para uma finalidade determinada.

Das definições mencionadas, pode-se depreender que um sistema elétrico é constituído essencialmente por componentes elétricos que conduzem ou podem conduzir corrente, enquanto que uma instalação elétrica inclui também componentes elétricos que não conduzem corrente, mas que são essenciais ao seu funcionamento. Cada instalação elétrica corresponderá a um sistema elétrico.



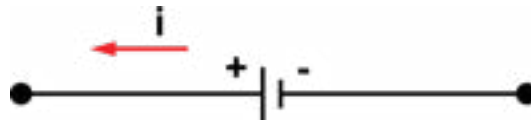
Saiba mais

Pode-se efetuar uma melhor visualização da diferença entre ambos conceitos dizendo que, num projeto, as plantas e os detalhes representam a instalação, enquanto que os esquemas, sejam unifilares ou trifilares, representam o sistema.

Gerador elétrico

É o aparelho capaz de transformar qualquer tipo de energia em energia elétrica. Sua principal função é fornecer energia para as cargas que o atravessam, como, por exemplo, pilhas, baterias e usinas hidrelétricas. Sua representação é dada por:

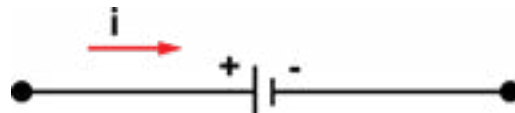
Representação do gerador elétrico



Receptor elétrico

É o aparelho responsável por transformar energia elétrica em outras formas de energia, não sendo exclusivamente a energia térmica. Em nosso cotidiano, o melhor exemplo de receptor é o motor elétrico, o qual transforma energia elétrica em energia mecânica. Veja sua representação:

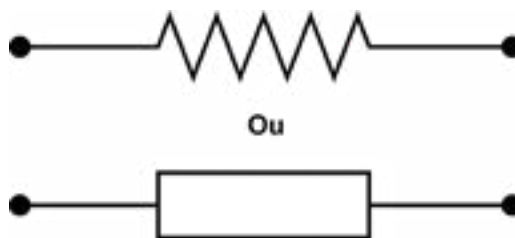
Receptor elétrico



Resistor

Elemento responsável por consumir energia elétrica e convertê-la em calor, ou seja, energia térmica. Esse fenômeno é chamado efeito Joule. Ex: chuveiro elétrico, lâmpadas comuns, fios condutores, ferro elétrico.

Representação de resistores



Dispositivos de manobra

São os responsáveis por desligar ou acionar o funcionamento do circuito elétrico, como, por exemplo, os interruptores e as chaves.

Esquema do Interruptor



Dispositivos de segurança

Responsáveis pela interrupção da passagem da corrente elétrica quando uma grande intensidade elétrica – maior que a suportável pelo aparelho – é atravessada.

Os mais comuns são os fusíveis e os disjuntores.

Fusível



Dispositivos de controle

Medem ou identificam a corrente elétrica ou a diferença de potencial entre dois pontos. Exemplos: amperímetro, que mede a intensidade da corrente elétrica; voltímetro, responsável por medir a ddp entre dois pontos; galvanômetro, que identifica a passagem de corrente elétrica ou a existência de ddp.

Dispositivos de controle: amperímetro, voltímetro e galvanômetro



Componente de uma instalação elétrica

É um termo geral que se refere a um equipamento, linha elétrica ou a qualquer outro elemento necessário ao funcionamento de uma instalação. Esse termo também é usado para indicar a parte integrante de um equipamento, linha ou qualquer outro elemento componente.

Equipamento elétrico

É uma unidade funcional completa, a qual exerce uma ou mais funções de caráter elétrico, relacionadas com geração, transmissão, distribuição ou utilização de energia elétrica. Um equipamento de utilização é um equipamento elétrico destinado a converter a energia elétrica em uma outra forma de energia.

Aparelho elétrico

É um dispositivo que consome energia elétrica para efetuar funções próprias, como: aparelhos eletrodomésticos destinados à utilização residencial; aparelhos eletrofissionais destinados à utilização em estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços (máquinas registradoras, computadores, etc.); aparelhos de iluminação, um conjunto constituído por uma ou mais lâmpadas, luminárias e acessórios.

Aparelhos elétricos

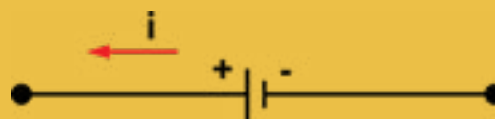


Gerando conhecimento

Observe a figura a seguir.

Ela representa um aparelho capaz de transformar qualquer tipo de energia em energia elétrica, e sua principal função é fornecer energia para as cargas que o atravessam. Agora responda à seguinte pergunta: qual aparelho é representado pela figura que acabamos de ver?

- a) Amperímetro.
- b) Voltímetro.
- c) Gerador elétrico.
- d) Galvanômetro.



Comentário: a alternativa correta do nosso exercício é a letra "c". O aparelho representado é o gerador elétrico, que é usado para transformar qualquer tipo de energia em energia elétrica.

Sistema elétrico de potência

Quando nos referirmos ao setor elétrico, você deve entender que se trata do sistema elétrico de potência (SEP), definido como o conjunto de todas as instalações e equipamentos destinados à geração, à transmissão, à medição e à distribuição de energia elétrica. Ele é constituído por centrais elétricas, subestações de transformação e de interligação, linhas e receptores, ligados eletricamente entre si. São grandes sistemas de energia que englobam geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

Importante

É importante você saber que o SEP trabalha com vários níveis de tensões, classificadas em baixa, alta e extra alta e normalmente com corrente elétrica alternada na frequência de 60 Hz, frequência estabelecida como padrão brasileiro.



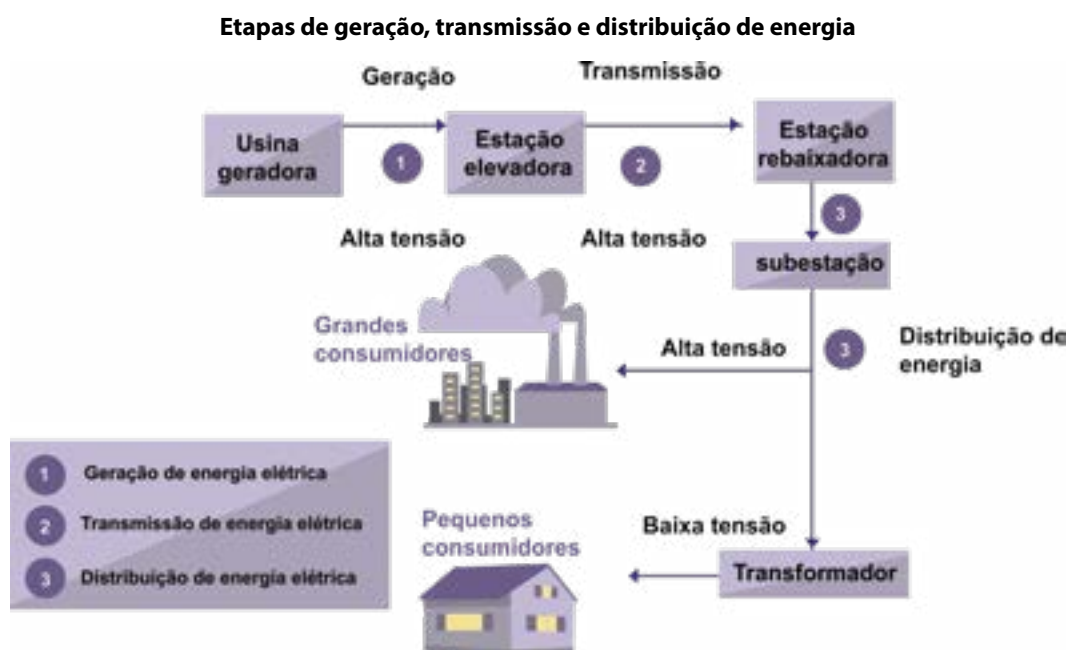
A geração de energia elétrica se faz em usinas localizadas em função de suas características próprias. Usinas hidrelétricas, que usam represamento de rios e lagos, são localizadas nos pontos dos rios e lagos considerados mais eficientes para o armazenamento do volume ideal de água. Usinas térmicas

podem ser localizadas em pontos mais convenientes para transmissão e controle. Geradores eólicos são localizados em pontos com maior volume de ventos.

O sistema elétrico de potência engloba todas as formas de geração de energia elétrica e sua transmissão até os consumidores. Basicamente, podemos dizer que o sistema elétrico de potência engloba as seguintes etapas:

- geração de energia elétrica;
- transmissão de energia elétrica;
- distribuição de energia elétrica.

Na figura a seguir, apresentaremos um diagrama para que você visualize a estrutura do SEP, para facilitar sua compreensão.



Gerando conhecimento

De acordo com o que aprendemos, complete o parágrafo a seguir.

O sistema elétrico de potência engloba desde a geração até a _____ da energia elétrica ao consumidor final. Ele é constituído por _____, _____ de transformação e de interligação, linhas e _____, ligados _____ entre si.

- distribuição, canais, subestações, transmissões, eletricamente.
- velocidade, centrais elétricas, estações, canais, eletricamente.
- potencialidade, sinais elétricos, centrais, receptores, diretamente.
- distribuição, centrais elétricas, subestações, receptores, eletricamente.

Comentário: a alternativa correta do nosso exercício é a letra "d". O sistema elétrico de potência engloba desde a geração até a distribuição da energia elétrica ao consumidor final. Ele é constituído por centrais elétricas, subestações de transformação e de interligação, linhas e receptores, ligados eletricamente entre si.

Resumindo

Nesta lição, estudamos os conceitos básicos de eletricidade. Aprendemos que a Eletricidade é a área da Física responsável pelo estudo de fenômenos associados a cargas elétricas e que as correntes elétricas são formadas a partir da movimentação de elétrons livres. Vimos que os materiais são classificados levando-se em conta o número de elétrons livres que eles possuem: condutores possuem muitos elétrons livres, e isolantes possuem poucos elétrons livres. Além disso, aprendemos que os metais são excelentes condutores e que, atualmente, o magnetismo é o meio mais econômico de produzir energia elétrica.

Vimos os fenômenos de corrente, tensão e resistência elétrica. Em função dos tipos, características e condições dos materiais, esses fenômenos irão variar. Estudamos que o corpo humano é feito de matéria orgânica, apresentando, conseqüentemente, uma determinada característica que fará com que a corrente elétrica se manifeste de acordo com as nossas condições físicas, levando em conta o meio ambiente. Por fim, vimos que o SEP (sistema elétrico de potência) engloba a geração, a transmissão e a distribuição da energia elétrica.

Veja se você se sente apto a:

- listar os conceitos de corrente elétrica e os princípios de geração de energia elétrica;
- explicar o comportamento da eletricidade nos diversos tipos de materiais;
- descrever o que é o SEP (sistema elétrico de potência), como ele é dividido e quais os níveis de tensão de cada uma das partes que o compõem.



Parabéns, você finalizou esta lição!

Agora responda às questões ao lado.

Exercícios

Questão 1 – Sabemos que a Eletricidade é a área da Física responsável pelo estudo de fenômenos associados a cargas elétricas, sendo dividida em três partes distintas, sendo elas:

- a) eletrostática, eletrodinamismo e eletromagnetismo.
- b) eletrodinâmica, eletrônica e eletromagnetismo.
- c) eletrostática, eletrodinâmica e eletromagnetismo.
- d) eletrocapacitor, eletrodinâmica e eletromagnetismo.

Questão 2 – O comportamento das cargas elétricas em repouso se refere a:

- a) Campo Elétrico;
- b) Eletrostática;
- c) Eletromagnetismo;
- d) Energia Elétrica.

Questão 3 – Chamamos a capacidade de uma carga elétrica de realizar trabalho ao alterar sua posição de:

- a) potencial elétrico.
- b) carga elétrica.
- c) diferencial elétrico.
- d) corrente elétrica.

Questão 4 – Um átomo é a menor partícula de um elemento e retém todas as suas propriedades. Cada elemento químico possui seu próprio tipo de átomo, que é composto de partículas denominadas:

- a) prótons, nêutrons e eletrodos.
- b) moléculas, nêutrons e elétrons.
- c) prótons, núcleo e eletrodos.
- d) prótons, nêutrons e elétrons.

Questão 5 – O que diferencia os condutores elétricos dos isolantes elétricos?

- a) A estrutura física de cada substância.
- b) A estrutura molecular de cada substância.
- c) A estrutura atômica de cada substância.
- d) A estrutura individual de cada substância.

Questão 6 – Qual é o meio mais econômico de produzir energia elétrica?

- a) A fricção.
- b) Os pedais.
- c) O calor.
- d) O magnetismo.

Questão 7 – A força que faz com que os elétrons fluam através de um condutor é chamada de:

- a) força eletromotriz.
- b) força eletrodinâmica.
- c) força elétrica.
- d) força dinâmica.

Questão 8 – Assinale a alternativa que não apresenta um exemplo de gerador de tensão.

- a) Usinas hidrelétricas.
- b) Pilhas.
- c) Diesel.
- d) Baterias.

Questão 9 – A tensão é medida por um aparelho denominado de:

- a) amperímetro.
- b) voltímetro.
- c) tensímetro.
- d) quadrímetro.

Questão 10 – A maioria dos circuitos eletrônicos funciona através de uma corrente elétrica:

- a) alternada.
- b) programada.
- c) contínua.
- d) bipolar.