

Eletricidade Básica

Unidade IV
Instalações Elétricas





Diretor Executivo

DAVID LIRA STEPHEN BARROS

Gerente Editorial

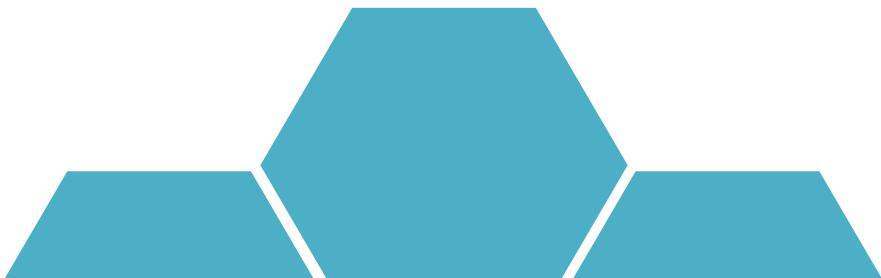
CRISTIANE SILVEIRA CESAR DE OLIVEIRA

Projeto Gráfico

TIAGO DA ROCHA

Autoria

SAMARA CHAVES



AUTORIA

Samara Chaves

Olá! Meu nome é Samara Chaves. Sou formada em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande, faço mestrado em Eletrotécnica na Universidade Federal da Paraíba e possuo experiência técnico-profissional na área de Telecomunicações. Passei por empresas como a Savenge Engenharia de Telecomunicações Ltda. Sou apaixonada pelo que faço e adoro transmitir minha experiência de vida àqueles que estão iniciando suas profissões. Por isso, fui convidada pela Editora Telesapiens a integrar seu elenco de autores independentes. Estou muito feliz em poder ajudar você nesta fase de muito estudo e trabalho. Conte comigo!

ICONOGRÁFICOS

Olá. Esses ícones irão aparecer em sua trilha de aprendizagem toda vez que:



OBJETIVO:
para o início do desenvolvimento de uma nova competência;



NOTA:
quando forem necessários observações ou complementações para o seu conhecimento;



EXPLICANDO MELHOR:
algo precisa ser melhor explicado ou detalhado;



SAIBA MAIS:
textos, referências bibliográficas e links para aprofundamento do seu conhecimento;



ACESSE:
se for preciso acessar um ou mais sites para fazer download, assistir vídeos, ler textos, ouvir podcasts;



ATIVIDADES:
quando alguma atividade de autoaprendizagem for aplicada;



DEFINIÇÃO:
houver necessidade de se apresentar um novo conceito;



IMPORTANTE:
as observações escritas tiveram que ser priorizadas para você;



VOCÊ SABIA?
curiosidades e indagações lúdicas sobre o tema em estudo, se forem necessárias;



REFLITA:
se houver a necessidade de chamar a atenção sobre algo a ser refletido ou discutido sobre;



RESUMINDO:
quando for preciso se fazer um resumo acumulativo das últimas abordagens;



TESTANDO:
quando o desenvolvimento de uma competência for concluído e questões forem explicadas;

SUMÁRIO

Dispositivos Elétricos	12
Introdução	12
Noções de Divisão das Cargas	12
Divisão das Instalações	13
Dispositivos Elétricos.....	14
Interruptores	14
Minuteria	15
Temporizadores	15
Dimmer	15
Contatores ou Chaves Magnéticas	16
Disjuntores.....	17
Disjuntor Termomagnético	18
Disjuntor Caixa Moldada.....	18
Disjuntor Motor.....	19
Aterramento	21
Introdução.....	21
Fios e Cabos Condutores.....	21
Sistema de Distribuição de Condutores Vivos	22
Aterramento	23
Esquemas de Aterramento.....	24
Esquema TT	26
Esquema TN	26
Esquema IT.....	28

Instalação Elétrica Residencial	31
Proteção Contra Choques Elétricos	31
Esquemas TN, TT e IT: Sobrecorrente ou Dispositivo DR?	33
Proteção Contra Sobrecorrentes	34
Normalização dos Disjuntores de Baixa Tensão	34
Normalização de Dispositivos Fusíveis.....	36
Proteção Contra Sobretenções.....	37
Dispositivo de Proteção Contra Surtos – DPS	38
Regras de Segurança para evitar Acidentes	41
Introdução.....	41
Equipamento de Proteção Coletiva – EPC.....	41
Equipamentos de Proteção Individual – EPI	42
Proteção da Cabeça.....	43
Proteção dos Olhos e Face.....	43
Proteção Auditiva	43
Proteção dos Membros Superiores.....	44
Proteção dos Membros Inferiores	44
Vestimentas de Segurança.....	45
Proteção e Combate a Incêndios	45
Classes de Incêndio	46
Métodos de Extinção do Fogo	47
Prevenção de Incêndio.....	48

UNIDADE

04

INTRODUÇÃO

Na eletricidade dispomos de diferentes tipos de dispositivos elétricos, sendo necessário compreender a divisão de cargas e a divisão de instalações. Como também, deve-se conhecer sobre o aterramento e os seus diferentes tipos e a sua aplicação nas instalações elétricas residenciais. Por fim, como a eletricidade lida com uma grande carga elétrica, podendo ocasionar acidentes, é necessário estudar as medidas de segurança quando se vai lidar com esse meio. Entendeu? Ao longo desta unidade letiva você vai mergulhar neste universo!

OBJETIVOS

Olá. Seja muito bem-vinda (o). Nossa proposta é auxiliar você no desenvolvimento das seguintes objetivos de aprendizagem até o término desta etapa de estudos:

1. Identificar os diferentes tipos de dispositivos elétricos;
2. Discernir sobre a finalidade do aterramento elétrico, seus tipos e funcionalidades;
3. Aplicar dispositivos e aterramento a instalações elétricas residenciais;
4. Tomar medidas preventivas e procedimentos de segurança em instalações elétricas.

Então? Preparado para uma viagem sem volta rumo ao conhecimento?
Ao trabalho!

Dispositivos Elétricos



OBJETIVO:

Ao término desse capítulo você será capaz de entender as principais considerações acerca das instalações elétricas e os dispositivos elétricos mais utilizados nas mesmas.

Introdução

Antes de entrar nos dispositivos elétricos propriamente ditos, é importante fazer algumas considerações sobre as instalações elétricas como um todo. Para isso, foi usada como base a NBR 5410 que é a norma brasileira de instalações elétricas de baixa tensão.

Noções de Divisão das Cargas

Mesmo que você não vá fazer um projeto de uma instalação elétrica, é importante ter uma noção das principais cargas a serem consideradas em nela.

A carga de iluminação de uma residência é um dos fatores que influenciam na escolha do tipo de condutor e na seção deste. De acordo com a NBR 5410, em cada cômodo ou dependência da edificação, com área de até 10 m², deverá existir pelo menos um ponto de luz fixo no teto, caso a área do cômodo seja superior a 10 m², deve-se instalar um ponto de luz nos primeiros 6 m² e um outro ponto de luz a cada 4 m² inteiros, no mínimo.

Já as tomadas, devem ser divididas entre tomadas de uso geral e de uso específico, a depender do tipo de equipamento que elas vão alimentar. Normalmente, para equipamentos de potência menor como TVs, eletrodomésticos de pequeno porte, celulares etc., as tomadas são de uso geral (TUG). A norma indica que exista pelo menos um ponto de tomada geral em cada cômodo da edificação. No caso de varandas, se

não for possível a instalação de um ponto de tomada geral no próprio local, esse ponto deve ser instalado em um lugar próximo ao seu acesso.

Já as tomadas de uso específico (TUE) são utilizadas em equipamentos com uma potência maior que as tomadas anteriores, necessitando de correntes maiores e às vezes tomadas diferenciadas para atendê-los.



VOCÊ SABIA?

Os pontos de tomada de uso específico devem ser instalados a uma distância máxima de 1,50 m do lugar previsto para o equipamento a ser alimentado.

Divisão das Instalações

Antigamente não era uma prática comum dividir as instalações elétricas de uma residência em diferentes circuitos e, quando por ventura ocorria uma falha em qualquer ponto, toda a edificação ficava sem energia. Um circuito é um agrupamento de pontos de consumo, alimentados pelo menos por condutores e conectados ao mesmo dispositivo de proteção, normalmente um disjuntor. Em sistemas com mais de uma fase, os circuitos devem ser distribuídos de uma maneira que garanta o melhor equilíbrio de carga entre as fases.

Assim, qualquer instalação elétrica deve ser dividida em quantos circuitos, de modo a:

- Limitar a ocorrência de falhas.
- Favorecer as manutenções, verificações e ensaios.
- Dificultar os perigos que a falha de um único circuito pode oferecer.
- Os circuitos de iluminação precisam ser separados dos circuitos de tomadas, tanto de uso geral como específico.
- Cada circuito necessita ter: condutor fase, condutor neutro, condutor terra, dispositivo de proteção e identificação.

Dispositivos Elétricos

Em qualquer instalação elétrica há a necessidade de dispositivos para comandar os circuitos elétricos, seja para acionamento de algum equipamento, para manutenção ou até mesmo no caso de algum problema em que seja necessária a desenergização da instalação. Confira a seguir os principais dispositivos elétricos utilizados em uma instalação elétrica.

Interruptores

Os interruptores que funcionam como chaves para ligar ou desligar um aparelho, nas residências, são bastante utilizados para ligar ou desligar lâmpadas. Esses dispositivos precisam ter capacidade de corrente suficiente para aguentar por tempo indeterminado as correntes que transportam.

De acordo com o número de fases que passa por esses dispositivos, eles podem ser classificados em unipolar, bipolares ou tripolares. Por exemplo, em um circuito monofásico para acionar uma lâmpada de LED em uma residência, é utilizado um interruptor unipolar. Analogamente, para controle de circuitos trifásicos (três fases diferentes), precisará ser utilizado um dispositivo tripolar que atue nos três condutores das fases ao mesmo tempo.

Há no mercado interruptores de várias seções, como:

- **Interruptor paralelo ou *three way*:** é utilizado para ligar uma lâmpada ou um conjunto de lâmpadas por meio de dois pontos diferentes, utilizando dois interruptores *three way* em cada ponto conforme a preferência do usuário. Normalmente, esse tipo de interruptor é utilizado em corredores, escadas e quintais.
- **Interruptor intermediário ou *four way*:** esse tipo de interruptor deve ser instalado entre dois interruptores *three way* para que funcione adequadamente e aumente o número de pontos para ligar ou desligar a lâmpada ou conjunto de lâmpadas, proporcionando três ou mais pontos de acionamento da(s)

lâmpada(s). Normalmente, é utilizado em corredores ou escadas de maior extensão.



IMPORTANTE:

Os interruptores unipolares, *three way* ou *four way* devem interromper apenas o condutor fase, nunca o condutor neutro.

Minuteria

Trata-se de um dispositivo elétrico que possui um mecanismo de relógio, possibilitando um ajuste para manter um contato elétrico durante o tempo ajustado. A minuteria é utilizada para manter as lâmpadas de corredores e escadas acesas apenas por um tempo suficiente para uma pessoa entrar ou sair, desligando-as depois desse tempo. Normalmente são usadas em prédios ou condomínios residenciais.

Temporizadores

São dispositivos que funcionam como um relógio e são capazes de medir o tempo, podendo ser utilizado para controlar a sequência de um evento ou processo, diferentemente da minuteria que é utilizada apenas para lâmpadas. Os temporizadores podem ser digitais, eletromecânicos, mecânicos, podendo até mesmo ter programas digitais utilizados em computadores ou sistemas embarcados, uma vez que tanto os computadores como os sistemas embarcados possuem osciladores que funcionam como relógios.

Dimmer

O *dimmer* é um dispositivo capaz de mudar a intensidade de uma corrente elétrica média em uma determinada carga. Ele é formado por elementos ativos e passivos, os quais por meio do aumento ou diminuição do valor eficaz da tensão alteram a intensidade da corrente em uma carga, normalmente lâmpadas.

Esse dispositivo possui um papel determinante na economia de energia, porque é possível determinar a quantidade de luz usada no decorrer do dia, podendo usar a intensidade luminosa total apenas ao anoitecer. O *dimmer* também é utilizado em lugares específicos com caráter decorativo em que se deseja um controle de iluminação.

Contatores ou Chaves Magnéticas

Os contatores ou chaves magnéticas são componentes eletromecânicos que por meio do uso de botões, chaves seletoras ou controle remoto, possibilitam a comutação de circuitos elétricos de correntes com altas intensidades.

A utilização de contatores possibilita a inclusão de funções automáticas no comando de uma máquina elétrica como um motor elétrico, por exemplo. As funções mais comuns implementadas por esses dispositivos são temporização e retardo na partida, além da viabilidade de sinalização sonora ou luminosa do estado de operação da máquina por ela acionada. O uso de contatores possibilita um maior grau de proteção e segurança em comparação com os dispositivos de comandos manuais, como as chaves manuais de acionamento.

Existem tipos de contatores de acordo com a sua utilização e a corrente que suportam, isto é:

- **Contatores de potência:** esses contatores possuem contatos de força, usados para acionar a carga, normalmente são três e são usados para acionamentos trifásicos, a exemplo de motores elétricos trifásicos. Há ainda contatores especiais de quatro polos, utilizados para casos específicos.
- **Contatores auxiliares:** esse tipo de contator é usado de forma complementar para os comandos elétricos de uma dada máquina. Eles dispõem de vários contatos que admitem baixas correntes, os quais podem ser do tipo normalmente aberto e/ou normalmente fechado.
- **Bloco de contatos auxiliares:** não são contatores por si mesmos, mas são acessórios que permitem ampliar a quantidade de

contatos auxiliares de um contator. O bloco é encaixado no contator e quando esse contator é acionado faz a troca de estados dos contatos do bloco acontecer da mesma forma que seus contatos próprios.

Disjuntores

Os disjuntores são dispositivos eletromecânicos, cujo funcionamento é similar a um interruptor automático, designado a proteger uma instalação ou equipamento contra possíveis avarias causadas por curto-circuitos e sobrecargas elétricas.

A função principal do disjuntor é proporcionar proteção e segurança para a instalação ou equipamento a ele conectado, mas devido à sua composição mecânica, o disjuntor também possibilita o seccionamento de circuitos, sendo usado como uma “chave” para se ligar e desligar circuitos e cargas.

Com as características de construção do disjuntor, ele é utilizado como um interruptor de desarme automático quando o mesmo detecta um curto-circuito ou uma sobrecarga perigosa. Dessa forma, o disjuntor é projetado para tolerar uma determinada corrente elétrica. Caso esse valor seja superior ao limite suportado pelo disjuntor, o mesmo interrompe o fluxo de corrente no circuito, protegendo os cabos e consequentemente os elementos alimentados por esse circuito em questão. Depois que o problema for sanado, o disjuntor pode ser rearmado para que o circuito seja novamente energizado e fique funcional.



IMPORTANTE:

Em caso de sobrecarga, o disjuntor deve atuar lentamente, em torno de uma hora, pois a mesma pode ser ocasionada por elevações de cargas transitórias. Já em caso de curto-círcuito, o disjuntor deve atuar instantaneamente, pois a corrente resultante de uma falta é da ordem de um quilo Ampères e pode causar até explosões.

Há vários tipos de disjuntores no mercado, cada um utilizado para um tipo de aplicação específica. Confira a seguir os principais disjuntores utilizados em instalações elétricas residência, industriais e comerciais.

Disjuntor Termomagnético

Esse tipo de disjuntor apresenta proteção magnética e proteção contra efeitos térmicos. Esse é o tipo de disjuntor mais usado no mercado, por conta dessas duas proteções e porque seu preço é acessível, ele é normalmente utilizado nas residências e comércios de pequeno porte. Esse disjuntor possui curvas de atuação, que relacionam o tipo de atuação do dispositivo e as suas correntes nominais.

Os disjuntores termomagnéticos que operam em baixa tensão, podem operar com até 1 kV em corrente alternada e, a depender do número de fases do sistema, podem ser:

- **Monopolar**: uma fase, sistema monofásico.
- **Bipolar**: duas fases, sistema bifásico.
- **Tripolar**: três fases, sistema trifásico.



SAIBA MAIS:

[Clique aqui para saber mais sobre o assunto.](#)

Disjuntor Caixa Moldada

Esse tipo de disjuntor foi elaborado para a proteção de circuitos de distribuição, motores e geradores, podendo ter correntes nominais entre 16 A e 1800 A. Ele recebe esse nome por conta do tipo de montagem blindada do disjuntor, pois eles são montados em caixas termoplásticas pré-moldadas compactas, as quais formam a carcaça externa do disjuntor.

Os componentes e contatos internos do disjuntor de caixa moldada são parrudos, em que as câmaras de extinção de arco elétrico podem interromper correntes elétricas da ordem de 20 ou 30 vezes superiores aos disjuntores comuns, a exemplo do termomagnético. Uma característica importante do disjuntor caixa moldada é a proteção térmica e magnética

que pode ser ajustada entre 5 a 10 vezes maior que a corrente nominal do dispositivo, na maioria dos modelos. Esse ajuste é essencial para circuitos elétricos industriais porque possibilita uma melhor regulagem e uma proteção mais eficiente para o circuito protegido.



IMPORTANTE:

Os disjuntores caixa moldada são utilizados principalmente em ambientes industriais, em quadro de distribuição compacto (QDC) e quadro geral de baixa tensão (QGBT) de estabelecimentos comerciais de maior porte e condomínios.

Disjuntor Motor

O disjuntor motor é um tipo de disjuntor termomagnético adaptado, possuindo características especiais não encontradas nos disjuntores termomagnéticos. Eles são usados para comando e proteção de motores elétricos, sempre motores trifásicos. Há casos em que o disjuntor motor é ligado diretamente na saída do próprio contador de potência do motor.

A maior vantagem do disjuntor motor é a possibilidade da partida em tensão plena de um motor elétrico, pois esses disjuntores suportam um acionamento com corrente de 8 a 10 vezes a corrente nominal de um motor. Esse disjuntor pode ser utilizado até em motores com alto conjugado de partida porque ele é projetado para suportar uma sobrecarga momentânea enquanto o motor está sendo acionado, sem atrapalhar uma proteção eficiente do circuito. Um disjuntor comum dispararia no momento de partida de motor elétrico, devido à alta corrente, o que ocasionaria um superdimensionamento do disjuntor, acarretando perda de eficiência na proteção do circuito, pois haveria perda de sensibilidade.

A maioria dos fabricantes de disjuntores motores fornecem esses dispositivos com ajuste de corrente, provendo uma regulagem termomagnética mais eficiente e precisa para a proteção do motor. No entanto, para a especificação correta desse tipo de disjuntor, é necessário conhecer a corrente de serviço e nominal dos motores elétricos a serem protegidos. Esses dados podem ser encontrados nos manuais das

máquinas ou na placa de identificação do motor. O maior benefício dos disjuntores motores é não precisar utilizar um relé de sobrecarga em conjunto com um fusível/disjuntor magnético para proteção do motor elétrico, porque sozinho o disjuntor motor é capaz de fornecer proteção contra sobrecarga e curto-circuito e, muitas vezes, de maneira mais eficiente.



RESUMINDO:

E então? Gostou do que lhe mostramos? Aprendeu mesmo tudinho? Agora, só para termos certeza de que você realmente entendeu o tema de estudo deste capítulo, vamos resumir tudo o que vimos. Você aprendeu como deve ser feita a divisão das cargas de uma instalação elétrica, de maneira simplificada e que a instalação precisa ter circuitos de tomadas separados dos circuitos de iluminação, circuitos específicos para aparelhos de maior potência como ar-condicionado e chuveiro elétrico e que a divisão dos circuitos elétricos aumenta a segurança e facilita a manutenção na instalação. Você também viu os principais dispositivos elétricos utilizados, como os interruptores que servem normalmente como chave liga/desliga para lâmpadas. A minuteria que possibilita o controle do tempo que uma lâmpada fica ligada, os temporizadores que podem medir o tempo e com isso, controlar uma sequência ou um evento em um circuito. O *dimmer* que pode alterar a corrente média de uma carga e com isso mudar a intensidade luminosa de uma lâmpada, sendo muito utilizado em ambientes decorativo. Os contadores que servem para o acionamento de máquinas elétricas. Por fim, você viu os disjuntores que servem para proteger um circuito ou equipamento e também funcionam como um equipamento de manobra, possibilitando o desligamento ou energização de um circuito, não importando o tipo disjuntor, essas são suas características básicas.

Aterramento



OBJETIVO:

Ao término desse capítulo você será capaz de entender a importância do aterramento elétrico, seus diferentes tipos e esquemas e em que lugares cada tipo é mais indicado.

Introdução

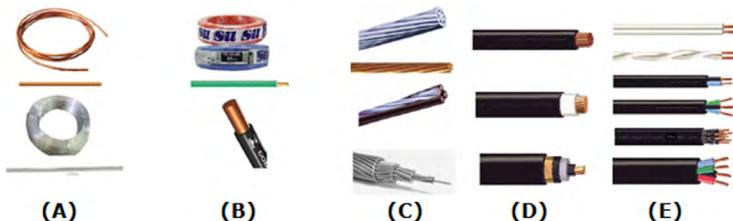
Antes de comentar sobre o aterramento elétrico propriamente dito é importante fazer algumas considerações sobre o sistema de distribuição dos condutores vivos em baixa tensão utilizados e o tipo de condutores elétricos usados, porque o aterramento e seus esquemas são altamente influenciados por esses fatores.

Fios e Cabos Condutores

A grande maioria das instalações elétricas utiliza o cobre como elemento condutor dos fios e cabos elétricos. O uso do alumínio é raro, apesar desse material possuir um preço menor no mercado, sendo restringido para alguns casos especiais e a seção do condutor de alumínio deve ser igual ou superior a 10 mm², de acordo com NBR 5410.

Os fios elétricos são formados por metal maciço ou flexível, de diâmetro invariável com comprimento muito superior à sua seção transversal. Os fios podem ser usados como condutor elétrico na fabricação de cabos elétricos. Eles podem ser fabricados sem revestimento isolante (fio nu) ou com revestimento (fio revestido). Já os cabos elétricos são formados por um agrupamento de fios elétricos unidos, possuindo uma cobertura isolante ou não. Os cabos podem ser nus (sem revestimento), com revestimento e/ou cobertura. Caso tenha apenas uma seção de material condutor é do tipo unipolar, mas de uma seção de condutores, é classificado como multipolar. Observe a Figura 1 e veja a diferença entre os variados tipos de fios e cabos elétricos mais utilizados nas aplicações com eletricidade.

Figura 1: Fios e cabos elétricos. (A) Fio nu. (B) Fio isolado. (C) Cabos nus. (D) Cabos unipolares. (E) Cabos multipolares



Fonte: Souza (2019)



VOCÊ SABIA?

Em instalações de baixa tensão, a isolação dos condutores isolados é determinada pelo valor da tensão nominal entre fases e é padronizada em 750 V pela NBR 6148. No entanto, a isolação dos condutores unipolares ou multipolares é determinada pelos valores nominais das tensões que esses condutores suportam entre fase e terra e entre fases, padronizadas em 0,6/1 kV pela NBR 6251 para baixa tensão.

Sistema de Distribuição de Condutores Vivos

Os sistemas de distribuição dos condutores vivos empregados em instalações de corrente alternada são:

- **Sistema monofásico a dois condutores:** sistema composto por um condutor fase e um condutor neutro, normalmente utilizado em residências e unidades comerciais de pequeno porte.
- **Sistema monofásico a três condutores:** normalmente utilizado em instalações elétricas residenciais e comerciais em que há cargas de iluminação e motores, mas seu uso é restrito.
- **Sistema trifásico a três condutores:** todos os condutores são usados para as fases do sistema de distribuição.

- **Sistema trifásico a quatro condutores:** são utilizados três condutores para as fases e um para o neutro dessa configuração. Esse tipo de sistema é amplamente usado em instalações industriais.
- **Sistema trifásico a cinco condutores:** são usados três condutores para as fases, um para o neutro e último para a proteção. Sistema utilizado em instalações industriais de médio a grande porte.

Aterramento

Uma instalação elétrica de alta ou baixa tensão precisa funcionar de forma apropriada e possuir uma segurança adequada contra riscos de acidentes fatais, possuindo um sistema de aterramento, dimensionado de forma correta.

O aterramento elétrico de uma instalação precisa atender as seguintes premissas:

- Ter a garantia que a proteção vai atuar se necessário.
- Proteger as instalações contra descargas atmosféricas.
- Defender as pessoas e animais contra choques em partes metálicas da instalação ocasionalmente energizadas.
- Ter equipotencializações, com o objetivo de nivelar o potencial da terra em toda a área da edificação, prevendo eventuais danos perigosos que possam aparecer ao longo de faltas para a terra.

O aterramento elétrico também deve ser capaz de oferecer proteção contra contatos indiretos. Essa medida busca proteger os indivíduos contra contatos em massas eventualmente energizadas, evitando um choque elétrico. Esse tipo de acidente é bem corriqueiro, principalmente com operários de indústrias que trabalham no setor de operação de sistemas ou manutenção.

O contato indireto é aquele em que uma pessoa toca uma parte metálica que em operação normal não é energizada, mas se torna viva por falha na isolação e passa a conduzir corrente elétrica por sua superfície e o indivíduo fica sujeito a um determinado potencial elétrico, servindo de

condutor para a corrente elétrica escoar para a terra. O limite de corrente elétrica alternada que o corpo humano aguenta é de 25 mA, se a corrente for superior a esse valor, há graves consequências e riscos de óbito.

A proteção contra contatos indiretos precisa ser capaz de evitar os seguintes potenciais:

- **Tensão de contato ou de toque:** é a tensão que uma pessoa está sujeita caso entre em contato com massas metálicas acidentalmente energizadas. O tempo máximo para o acionamento do dispositivo de proteção e interrupção da corrente de falta entre a massa energizada e o indivíduo é de 0,5 segundos, de acordo com as normas em vigor.
- **Tensão de passo:** é a tensão que um indivíduo está sujeito ao caminhar por uma malha de terra, enquanto está circulando uma corrente de defeito nessa malha. Essa corrente infiltra-se no solo por meio de descargas atmosféricas ou por operações de chaveamento na manobra ou manutenção das instalações, espalhando-se no solo em forma de arcos concêntricos, em que o centro é o local de infiltração da corrente, sendo possível de provocar uma tensão de passo com intensidade a depender da resistência do terreno e do corpo humano.

Esquemas de Aterramento

Antes de explicar os esquemas de aterramento propriamente, é necessário entender a nomenclatura dos mesmos. De acordo com a NBR 5410, as instalações elétricas de baixa tensão necessitam atender a três esquemas básicos de aterramento, seja o aterramento de proteção ou funcional. Os esquemas são identificados por uma simbologia que utiliza duas letras elementares, isto é:

1^a. letra: caracteriza a situação da alimentação em relação à terra:

- **T** – Um ponto diretamente aterrado.
- **I** – Todas as partes vivas em relação à terra ou a alimentação de um ponto, estão isoladas da terra por meio de impedância.

2^a. letra: caracteriza a natureza do aterramento das massas.

- **T** – Massas aterradas diretamente, apesar da alimentação possuir ou não aterramento.
- **N** – Massas ligadas ao ponto de aterramento da alimentação diretamente, geralmente o ponto neutro.

Outras letras (eventuais): são usadas para arranjos do condutor neutro e do condutor de proteção.

- **S** – As funções do condutor neutro e de proteção são realizadas por condutores diferentes.
- **C** – As funções do condutor neutro e de proteção estão reunidas em um único condutor, chamado de condutor PEN.



VOCÊ SABIA?

Massa é qualquer parte condutiva que pode ser tocada e que geralmente não é energizada, porém que pode tornar-se viva em caso de falta, ou seja, uma falha de isolamento. Um exemplo típico de uma massa é a carcaça metálica de um equipamento elétrico.

A NBR 5410 traz simbologias padrão para serem utilizadas nos diferentes tipos de condutores, com exceção do condutor que não possui símbolo associado a ele, nos esquemas de aterramento e outros esquemas elétricos, como é mostrado na Figura 2.

Figura 2: Simbologia dos diferentes tipos de condutores de uma instalação elétrica



Condutor neutro (N)



Condutor de proteção (PE)



Condutor combinando as funções de neutro e de condutor de proteção (PEN)

Esquema TT

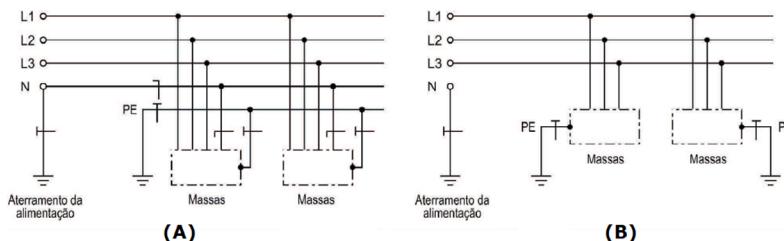
No esquema TT de aterramento, existe um ponto diretamente aterrado no suprimento de energia da edificação e as massas estão ligadas a um eletrodo de aterramento próprio e independe do aterramento da alimentação. Se acontecer uma falta, o percurso da corrente de curto-círcuito abrange a terra, diminuindo o valor por conta da alta impedância terrestre.



IMPORTANTE:

Essa corrente de falta, devido à sua alta intensidade, é perigosa para pessoas e animais, dessa forma o acionamento de disjuntores termomagnéticos comuns nesse esquema de aterramento não é suficiente, sendo necessário realizar a proteção da instalação com o uso de dispositivos a corrente diferencial residual (DR). Veja na Figura 3 as ilustrações das possibilidades de ligação do esquema de aterramento TT.

Figura 3: Esquema de aterramento TT. (A) Massas diferentes com ponto de aterramento em comum. (B) Massas diferentes com aterramentos distintos



Fonte: NBR 5410, (2008).

Esquema TN

O esquema de aterramento TN apresenta um ponto diretamente aterrado na alimentação, porém as massas da instalação estão conectadas ao aterramento da alimentação através dos condutores de proteção. Esse sistema foi elaborado para que o percurso da corrente de falha de

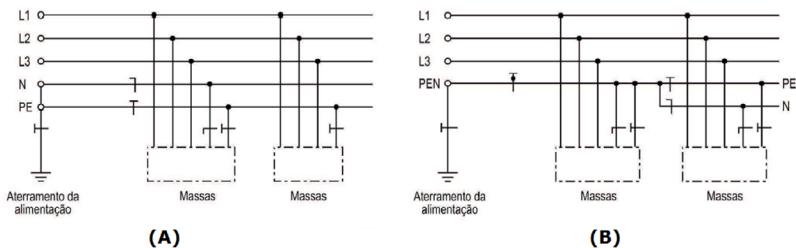
uma falta entre uma fase do sistema e uma massa seja feito apenas por elementos condutores, fornecendo assim uma resistência muito baixa, acelerando a drenagem da corrente para a terra.

Esse esquema de aterramento pode utilizar como dispositivos de proteção os disjuntores magnéticos, fusíveis com sensibilidade para curto-circuito e sobrecarga, ou ainda por dispositivos com atuação feito por corrente diferencial residual (DR).

Há três variedades desse esquema, de acordo com a disposição do condutor neutro e o de proteção, a saber:

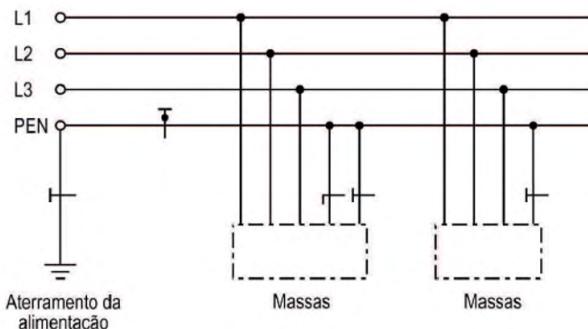
1. **Esquema TN-S:** o condutor neutro e o condutor de proteção estão separados, como mostrado na Figura 4 (A).
2. **Esquema TN-C-S:** as funções de neutro e de proteção estão agrupadas em um único condutor em parte do circuito. Depois de um certo ponto elas são separadas em dois condutores diferentes, como mostrado na Figura 4 (B).

Figura 4: Esquemas de aterramento. (A) TN-S. (B) TN-C-S



Fonte: NBR 5410, (2008).

3. **Esquema TN-C:** as funções de neutro e de proteção estão combinadas em um condutor único, em todo o circuito, como mostrado na Figura 5.

Figura 5: Esquema de aterramento TN-C

Fonte: NBR 5410, (2008).

Esquema IT

No esquema IT de aterramento não existe nenhum ponto da alimentação aterrado diretamente. Dessa forma, a alimentação é totalmente isolada da terra ou aterrada através de uma impedância de valor muito alto, similar a um circuito aberto.

Esse esquema é bastante utilizado em hospitais e outras instalações que não podem ser desenergizados com facilidade, pois acarreta em danos às pessoas. Dessa forma, esse esquema foi projetado para que a corrente oriunda de uma falta entre fase-massa não tenha intensidade suficiente para causar riscos às pessoas que toquem em alguma massa energizada acessível e evitar o desligamento indevido. No entanto, deve-se evitar ao máximo que ocorra uma segunda falta enquanto os efeitos da primeira ainda não forem extinguidos, porque uma segunda falta pode possuir uma corrente de intensidade muito elevada e causar danos para as instalações e pessoas. Assim, é preciso ter bastante cuidado no dimensionamento dos condutores desse tipo de instalação. Por conta da chance de ocorrência da segunda falta, a proteção pode ser realizada por disjuntor termomagnético ou DR, dependendo da situação de aterramento das massas.

As massas da instalação podem ser aterradas de acordo com as seguintes opções em um esquema IT, a saber:

- As massas são aterradas no mesmo eletrodo de aterramento da alimentação, caso esse exista, como é mostrado na Figura 6 (A).
- O aterramento das massas é feito por eletrodo(s) de aterramento próprio(s), por causa da falta de aterramento na alimentação ou por independência do aterramento das massas, como é ilustrado na Figura 6 (B).

Figura 6: Esquema de aterramento IT e suas variantes:

1) Não é admitido que o condutor neutro seja distribuído.

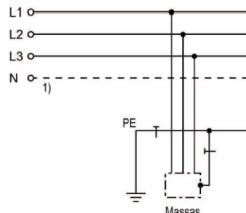
(A) Não existe aterramento na alimentação.

(B) O aterramento da alimentação ocorre por meio de impedância de alto valor.

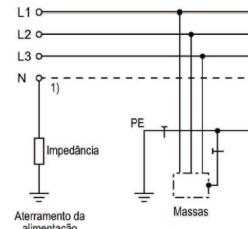
(B1) As massas são aterradas por meio de eletrodos independentes e diferentes do eletrodo de aterramento existente na alimentação.

(B2) As massas são aterradas em agrupamentos, compartilhando o eletrodo de aterramento que é independente do eletrodo da alimentação.

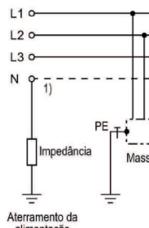
(B3) As massas são aterradas de forma conjunta e no mesmo eletrodo de aterramento existente na alimentação.



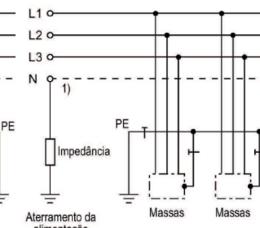
(A)



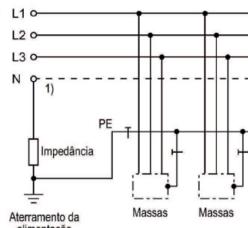
(B)



(B1)



(B2)



(B3)

Fonte: NBR 5410, (2008).

**RESUMINDO:**

E então? Gostou do que lhe mostramos? Aprendeu mesmo tudinho? Agora, só para termos certeza de que você realmente entendeu o tema de estudo deste capítulo, vamos resumir tudo o que vimos. Você aprendeu a diferença entre fios e cabos condutores e quais características que esses condutores precisam atender para instalações de baixa tensão. Viu também quais sistemas de distribuição de condutores vivos para instalações de baixa tensão são utilizadas em corrente alternada. Posteriormente, você viu a importância do aterramento para instalações elétricas e quais premissas esse precisa atender para que a instalação funcione de forma satisfatória e possua segurança adequada contra riscos de acidente fatais, além de prevenir o risco de choques por contatos indiretos e evitar tensões de toque e de passo perigosas. Por fim, você aprendeu qual a simbologia adotada para os esquemas de aterramento de acordo com NBR 5410 e esses esquemas possuem aplicações bem específicas, cada um com seu dispositivo de proteção apropriado, os esquemas utilizados são: esquema TT, esquema TN que possui as variantes TN-S, TN-C-S e TN-C e o esquema IT, esse último possuindo várias formas de aterramento das massas.

Instalação Elétrica Residencial



OBJETIVO:

Ao término desse capítulo você será capaz de entender quais os principais dispositivos envolvidos com proteções e aterramento utilizados nas instalações elétricas residenciais.

Proteção Contra Choques Elétricos

A proteção contra choques elétricos é dependente do tipo de esquema de aterramento elétrico utilizado, porque há esquemas que só possuem proteção eficiente com dispositivos termomagnéticos e outros apenas com dispositivos a corrente residual diferencial ou até ambos os dispositivos.

De modo geral, as principais considerações para proteção contra choques elétricos, seja para instalações ou produtos, são:

- Partes vivas (eletrizadas) perigosas não devem ser de fácil acesso.
- Partes condutivas acessíveis (massas) não podem oferecer perigo, tanto em condições normais de operação quanto em casos de falhas elétricas que tornem as massas vivas.

Das considerações anteriores, pode-se concluir que a proteção contra choques elétricos deve assegurar por meio de duas disposições protetoras ou duas “linhas de defesa”, as seguintes proteções:

- **Proteção básica:** é aquela que garante a proteção contra choques elétricos em condições habituais, porém ela é passível de falha, devendo essa chance de falha ser levada em consideração.
- **Proteção supletiva:** é aquela que garante a proteção contra choques elétricos, caso a proteção básica falhe. A proteção supletiva pode ser realizada por:

- Equipamento ou componente.
- Na própria instalação.
- Parte no equipamento e parte na instalação.

A instalação de um equipamento elétrico deve ser compatível com a proteção contra choques que ele é dotado. Assim, da ótica da proteção contra choques elétricos, são normalizadas quatro classes de equipamentos: classes 0, I, II e III, surgindo dessas classes, diferentes possibilidades de combinar a proteção básica e a proteção supletiva, como é mostrado no quadro 1.

Quadro 1: Combinações mais comuns da proteção contra choques elétricos

Classes de equipamentos ou componentes	Proteção básica	Proteção supletiva	
Classe 0	Isolação básica	Ambiente (locais não condutores)	
		Separação elétrica (um único equipamento alimentado)	
Classe I	Isolação básica	Equipotencialização de proteção	Seccionamento automático da alimentação
Classe II	Isolação básica	Isolação suplementar	
		Isolação reforçada ou disposições construtivas equivalentes	
Classe III	Limitação da tensão	Separação de proteção de outros circuitos e separação básica da terra	

Fonte: Moreno e Souza (2001).

É importante destacar que os conceitos dos tipos de classes abordados anteriormente, não aplicados apenas a equipamentos elétricos, mas também a componentes e a disposições/soluções construtivas na instalação. Por exemplo, a classe II pode ter equipamentos prontos de fábrica com classificação classe II, como as ferramentas elétricas com dupla isolamento. No entanto, há arranjos construtivos classe II de modo

conceitual, a exemplo de uma linha elétrica formadas de condutores isoladas em um eletroduto isolante, em que o condutor isolado sozinho possui apenas isolação básica, mas associado ao eletroduto isolante, o conjunto torna-se uma solução equivalente à classe II.

Esquemas TN, TT e IT: Sobrecorrente ou Dispositivo DR?

De acordo com os princípios contra choques elétricos por contatos indiretos, os quais utilizam o seccionamento automático da alimentação, abordados na NBR 5410, há a necessidade das massas serem conectadas aos condutores de proteção, formando uma “rede de aterramento”. Dessa forma, um dispositivo de proteção precisa seccionar automaticamente a alimentação do circuito por ele protegido toda vez que ocorrer uma falta entre alguma parte energizada e uma massa puder originar uma tensão de contato perigosa.

No entanto, qual tipo de dispositivo de seccionamento automático utilizar? Essa questão diz respeito ao tipo de esquema de aterramento da instalação, pois a depender do esquema, apenas o dispositivo a sobre corrente pode ser utilizado, ou apenas o DR, ou até ambos. Para o esquema TN-C, o dispositivo apto a assegurar a proteção por seccionamento automático precisa ser um dispositivo a sobrecorrente, como um disjuntor termomagnético, por conta da incompatibilidade entre o condutor PEN (neutro + proteção) e o princípio de funcionamento dos dispositivos a corrente diferencial residual (DR).

Já no esquema TN-S, há a possibilidade de se usar o dispositivo à sobrecorrente e o dispositivo à corrente diferencial residual. No esquema TT apenas o dispositivo a corrente diferencial residual satisfaz a proteção por seccionamento automático da instalação.

No esquema IT, quando as massas são aterradas de forma individual, ou por grupos, deve-se utilizar as mesmas regras do esquema TT e assim utilizar dispositivos DR para seccionamento automático da alimentação. Já quando todas as massas estão aterradas de forma coletiva, as regras referentes ao esquema TN são aplicadas, e assim, pode-se optar por um dispositivo à sobre corrente ou um dispositivo DR para o seccionamento automático da instalação.

De acordo com a NBR 5410, independentemente do esquema de aterramento utilizado (TN, TT e IT), o uso da proteção diferencial residual, de alta sensibilidade com corrente diferencial residual nominal igual ou inferior a 30 mA, é obrigatória nas seguintes situações:

- Circuitos que atendam pontos localizados em lugares que possuam banheira ou chuveiro.
- Circuitos de tomadas localizadas em áreas externas à edificação, devido à possibilidade de se tornarem áreas molhadas.
- Circuitos de tomadas localizadas em áreas internas que tenham possibilidade de alimentar equipamentos no exterior.
- Circuitos de tomadas situadas nas cozinhas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias, garagens e, de modo geral, em qualquer lugar interno molhando em uso normal ou sujeito a lavagens.

Proteção Contra Sobrecorrentes

A proteção contra sobrecorrentes é destinada à instalação, mais especificamente aos condutores elétricos e a determinados equipamentos sensíveis, como motores elétricos.

Normalização dos Disjuntores de Baixa Tensão

Os disjuntores de baixa tensão são designados à conexão com circuitos que não possuam mais de 1000 V CA ou 1500 V CC, independente da corrente nominal desses disjuntores.

Os mini disjuntores, são aqueles com tensão nominal igual ou inferior a 440V, corrente nominal igual ou inferior a 125 A, usados em circuitos de corrente alternada em instalações residenciais e análogas, projetado para uso por pessoas não qualificadas ou advertidas, esses disjuntores não necessitam de manutenção.



VOCÊ SABIA?

Os disjuntores, operando com a função principal de proteção contra sobrecorrentes, funcionam por meio de disparadores que podem ser magnéticos, térmicos e eletrônicos.

Os disjuntores mais convencionais, de uso geral, são implementados com disparadores térmicos, os quais atuam na ocorrência de sobrecorrentes moderadas, normalmente correntes de sobrecarga e disparadores magnéticos, usados para correntes mais elevadas, como as de curto-círcuito. Por conta desses disparadores, esses dispositivos são chamados de disjuntores termomagnéticos.

O disparador térmico usual é formado por uma lâmina bimetálica capaz de se curvar quando sujeita ao calor oriundo da passagem da corrente. Essa deformação temporária da lâmina, por conta das diferentes dilatações nos metais constituintes, causa a abertura do disjuntor, caso ultrapasse um valor de corrente limite. O tempo de atuação do disparador é inversamente proporcional ao valor da corrente, ou seja, o disparo ocorre em um tempo tanto mais curto quanto mais elevado for o valor da corrente.



VOCÊ SABIA?

Alguns disparadores térmicos têm uma faixa corrente de ajustagem e outros possuem compensação de temperatura.

O disparador magnético é formado por um eletroímã (bobina) que é capaz de atrair uma peça articulada caso a corrente alcance um valor determinado. Essa atração provoca um deslocamento da peça articulada, por meio de acoplamentos mecânicos e acarreta na abertura dos contatos principais do disjuntor. No mercado há disjuntores que possuem ajuste no disparo magnético.

Por fim, o disparador eletrônico, contém sensores de corrente e circuitos eletrônicos para processamento dos sinais de comando e atuadores. Os sensores de corrente são formados por circuitos magnéticos e de-

envolvem a imagem da corrente a ser medida. Já os circuitos eletrônicos processam as informações proveniente dos sensores e, conforme o valor da corrente medida, impõe o disparo do disjuntor no tempo estipulado.

Normalização de Dispositivos Fusíveis

Apesar de fusível designar o dispositivo inteiro na linguagem do cotidiano, o nome "fusível" é apenas parte do que as normas denominam, apropriadamente, de "dispositivo fusível". Assim, no caso mais gerado de um dispositivo fusível, seus componentes são:

- **Base** – parte fixa do dispositivo, possuindo contatos e terminais.
- **Porta-fusível** – parte móvel do dispositivo, em que é instalado o fusível.
- **Elo fusível** – parte substituível do dispositivo e que deve ser trocado sempre que o dispositivo atuar. Esse é o elemento que deve se fundir sempre que percorrido por uma determinada corrente, em um tempo especificado.
- **Indicador** – parte responsável por uma indicação visível de que o dispositivo fusível atuou.
- **Percussor** – dispositivo mecânico responsável pela liberação de energia necessária para acionar outros dispositivos ou indicadores, ou para fazer um intertravamento quando o dispositivo fusível atua.

As normas em vigor definem três tipos de dispositivos fusíveis, todos limitadores de corrente, a saber:

- **gG** – para proteção de circuitos contra correntes de sobrecarga e correntes de curto-círcuito.
- **gM e aM** – fornecem apenas proteção contra correntes de curto-círcuito, sendo indicados para circuitos de proteção de motores elétricos ou como proteção de retaguarda (quando é preciso complementar a insuficiente capacidade de interrupção de um disjuntor, por exemplo).

Proteção Contra Sobretensões

As pessoas, os animais e os bens precisam ser protegidos contra os efeitos prejudiciais causados por uma falta elétrica entre partes energizadas dos circuitos com tensões nominais diferentes e outras causas que possam suceder em sobretensões, a exemplo de fenômenos atmosféricos e sobretensões de manobra. Já em instalações alimentadas por rede de distribuição em baixa tensão localizadas em zonas expostas a raios, caso seja crucial, necessitam ser instalados, na origem da instalação, dispositivos adequados de proteção contra sobretensões, do tipo não curto-circuitante (diferentemente de disjuntores, fusíveis), tais como para-raios de resistência não linear de baixa tensão, como os para-raios secundários.



IMPORTANTE:

Os dispositivos de proteção contra sobretensões, a exemplo do DPS, podem ser necessários na origem da instalação, mas precisamente nos pontos de entrada ou saída dos condutores, junto aos equipamentos e, por ventura, também ao longo da linha.

É aconselhável que sejam utilizados dispositivos de proteção contra surtos (DPS) ao longo das linhas e junto de equipamentos sensíveis, como computadores, centrais telefônicas e outros aparelhos eletrônicos sensíveis a variações na tensão. A NBR 5410, fixa a capacidade mínima de corrente do dispositivo de proteção contra sobretensões em 10 kA, em áreas gerais, e 20 kA, para áreas críticas, com maior incidência de raios por exemplo.

Quando ao quadro de entrada, ou quadro geral da edificação, já está a mais de 10 metros da origem "formal" da instalação elétrica e a planta do local apontar a impossibilidade de equipotencialização entre o quadro e a origem, os dois pontos precisam ser objeto de proteção contra sobretensões, como se fossem entradas ou instalações distintas.

A origem da instalação pode ser definida como o ponto logo após o medidor de energia elétrica, se a instalação é atendida em baixa tensão pela concessionária ou na saída dos terminais secundários do transformador de média tensão/baixa tensão, se a instalação é atendida em média tensão. É importante destacar também as regras gerais relacionadas ao aterramento, que pressupõem interligações entre os eletrodos de aterramento existentes no ponto de entrada/origem e no quadro geral da instalação.

Para proteger equipamentos eletrônicos sensíveis contra sobretensões, no caso em que estes sejam alimentados entre fases, os dispositivos contra sobretensões precisam ser conectados em cada uma das fases e no condutor de proteção do circuito. Já quando os equipamentos sensíveis forem alimentados entre fase e neutro, os dispositivos de proteção contra sobretensões precisam ser ligados entre fase e neutro, e entre o neutro e o condutor de proteção da instalação.

Dispositivo de Proteção Contra Surtos – DPS

O DPS é um dispositivo de proteção contra surtos elétricos, o qual é de suma importância para a proteção de equipamentos elétricos e eletrônicos, evitando danos a esses quando ocorre um surto. Os surtos elétricos ocorrem por conta de vários fatores, entre eles as descargas atmosféricas que atingem redes elétricas, de transmissão ou distribuição, as partidas de grandes motores e outros problemas que podem acontecer nas instalações elétricas.



VOCÊ SABIA?

Há três classes de DPS, mas o princípio de funcionamento de todas as classes é muito similar, sendo que o dispositivo de proteção contra curto atua a partir da relação entre seus componentes e materiais internos, a exemplo do varistor, que é a peça chave para o funcionamento do DPS.

O varistor é um resistor elétrico em que o valor da sua resistência muda de acordo com a tensão que é aplicada sobre ele. Quanto maior

for a tensão, menor será o valor da resistência do varistor e quanto menor a tensão, maior a oposição à passagem de corrente pelo varistor, sendo a resistência inversamente proporcional à tensão do varistor. O principal benefício desse elemento é o tempo de resposta extremamente rápido.

Quando ocorre o surto na rede, a tensão é absurdamente alta, assim uma tensão desse tipo atravessando o DPS faz a resistência desse ser próxima de zero, ofertando um caminho com menor objeção à passagem da corrente elétrica, escoando essa energia altíssima para o sistema de aterramento. Assim trabalha o varistor no interior do DPS. A velocidade com que o DPS desvia o surto para o sistema de aterramento é da ordem de frações de segundo, sendo esse tempo insuficiente para o disjuntor detectar a anomalia, por essa razão o DPS só funciona com fase ligada de um terminal e terra ligado no outro.

Quando um DPS é acionado, o mesmo fecha um curto-circuito entre a fase e o terra. No entanto, como o tempo de atuação do DPS é extremamente curto, esse curto circuito não é capaz de causar prejuízos a instalação ou equipamentos. Contudo, assim como todo dispositivo, o DPS também chega ao fim de sua vida útil e isso acontece quando seu circuito interno já não é mais capaz de fazer o fechamento entre fase e terra com a velocidade necessária. O problema mais grave ocorre em casos que o dispositivo de proteção contra surtos queima e o curto-circuito formado entre fase e terra se torna permanente, por essa razão há a necessidade de fazer a instalação de um dispositivo de seccionamento do circuito em que o DPS está conectado.

**RESUMINDO:**

E então? Gostou do que lhe mostramos? Aprendeu mesmo tudinho? Agora, só para termos certeza de que você realmente entendeu o tema de estudo desse capítulo, vamos resumir tudo o que vimos. Você aprendeu que a proteção contra choques elétricos possui duas linhas de defesa, que são a proteção básica a proteção supletiva. Também viu que a proteção contra choques elétricos está intimamente ligada ao tipo de esquema de aterramento da instalação e os dispositivos adequados para proteção contra choques a depender do esquema são: esquema TN deve-se usar o DR, no esquema TN-S pode-se utilizar o DR ou dispositivo a sobrecorrente, no esquema TT apenas o DR e no esquema IT pode-se usar o DR ou dispositivo a sobrecorrente, a depender de como as massas estão aterradas. Você viu também o que é a proteção contra sobrecorrentes, ela normalmente ocorre com um emprego de disjuntor termomagnético para uso geral, mas os disjuntores podem ter disparadores magnéticos, térmicos e eletrônicos. Pode-se utilizar os dispositivos fusíveis também para proteção contra sobrecorrentes, tanto de sobrecarga como de curto-círcuito, a depender do tipo de dispositivo fusível. Por fim, você viu a importância da proteção contra sobre tensões, podendo-se utilizar para-raios em casos específicos e o DPS em casos mais gerais, desde que atendam as especificações das normas em vigor.

Regras de Segurança para evitar Acidentes



OBJETIVO:

Ao término desse capítulo você conhecerá as principais medidas de segurança nas instalações elétricas e os principais equipamentos de proteção utilizados.

Introdução

Muitas medidas de prevenção de acidentes envolvendo eletricidade, em especial o choque elétrico, passam pela isolação, barreiras, aterramento, dispositivos de proteção, a exemplo dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), ferramentas com certificação e boas práticas de segurança do trabalho.

Para prevenir que um indivíduo receba uma descarga elétrica causada por um choque elétrico, equipamentos como motores elétricos e máquinas de maior porte, necessitam ter suas carcaças aterradas adequadamente, com o objetivo de escoar as correntes elétricas resultantes de falha no isolamento do equipamento ou contato com circuito energizado. Com um bom aterramento, o curto-circuito resultante do choque elétrico é capaz de acionar o dispositivo de proteção e evitar maiores danos.

Veja nas próximas seções algumas das medidas e procedimentos de segurança mais utilizados em instalações elétricas.

Equipamento de Proteção Coletiva – EPC

Para realizar serviços em instalações elétricas e nas suas proximidades, necessitam estar previstos e adotados equipamentos de proteção coletiva (EPC). EPC é todo dispositivo, sistema, ou meio fixo ou móvel, de abrangência coletiva, designado a proteger a integridade física e a saúde de operários, usuários e terceiros.

As medidas protetivas coletivas abrangem procedimentos e a utilização de equipamentos de isolamento das partes vivas, em adição ao posicionamento de obstáculos, barreiras e sinalização, sistema de seccionamento automático da alimentação, bloqueio do religamento automático e aterramento de proteção e funcional das instalações elétricas.

Os principais equipamentos de proteção coletiva utilizados e suas finalidades são:

- **Cone de sinalização** – serve para a sinalização de áreas de trabalho e obras, normalmente em vias públicas, rodovias, além de orientação do trânsito de veículos e de pedestres. O cone pode ser utilizado juntamente com o sinalizador STROBO, fita zebra, bandeirola, dentre outros.
- **Fita de sinalização** – é usada quando é necessária a delimitação e isolamento de áreas de trabalho.
- **Grade metálica dobrável** – serve para isolar e sinalizar áreas de trabalho, poços de inspeção, entrada de galerias subterrâneas e outras circunstâncias análogas.
- **Sinalizador STROBO** – sua função é a identificação de obras, serviços, atendimentos e acidentes em rodovias e vias públicas.
- **Banqueta isolante** – serve para isolar o trabalhador do solo enquanto ele está trabalhando no equipamento guindauto, em regime de linha energizada;
- **Manta e cobertura isolantes** – elas servem para isolar as partes energizadas da rede enquanto há execução de tarefas na mesma.

Equipamentos de Proteção Individual – EPI

O Equipamento de Proteção Individual (EPI) é todo dispositivo de utilização individual usado pelo trabalhador, com o objetivo de proteger contra riscos passível de prejudicar a saúde e a segurança do operário no trabalho.

A empresa é obrigada a oferecer gratuitamente ao empregado o EPI compatível com o risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento nos seguintes casos:

- Se as medidas de ordem geral ou coletiva não propiciarem proteção completa contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças relacionadas à ocupação.
- Durante o tempo em que as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implementadas.
- Para atender circunstâncias de emergência.

Os EPIs podem ser divididos de acordo com a parte do corpo que vão proteger ou a depender da atividade exercida, veja a seguir.

Proteção da Cabeça

Os EPIs usados para proteção da cabeça do trabalhador agentes meteorológicos, típicos de trabalhos a céu aberto, trabalho em local confinado, impactos oriundos de queda de objetos, choque elétrico, queimaduras e irradiação solar. Normalmente são utilizados os EPIs:

- Capacete de proteção tipo aba frontal (jóquei).
- Capacete de proteção tipo aba total.
- Capacete de proteção tipo aba frontal com viseira.

Proteção dos Olhos e Face

São utilizados óculos de segurança para proteção, com lente incolor ou com lente em tonalidade escura, como EPI de proteção de olhos e face contra impactos mecânicos, raios ultravioletas e partículas volantes.

Proteção Auditiva

Os EPIs de proteção auditiva possuem a finalidade de proteger os ouvidos em atividades e locais que possuem ruídos excessivos. Há dois tipos de EPIs de proteção auditiva, são eles:

- Protetor auditivo tipo concha.
- Protetor auditivo tipo inserção (plug).

Proteção dos Membros Superiores

Os EPIs para proteção dos membros superiores são luvas, mas cada tipo de luva a depender do material de fabricação, serve para um determinado tipo de atividade, a saber:

- **Luva isolante de borracha** – protege mãos e braços contra choques elétricos típicos de atividades com circuitos energizados.
- **Luva de cobertura para proteção da luva isolante de borracha** – é usada apenas com a finalidade de proteger a luva isolante de borracha.
- **Luva de proteção em raspa e vaqueta** – usada para proteção das mãos e braços contra agentes escoriantes e abrasivos.
- **Luva de proteção tipo condutiva** – usada para proteger mãos e punhos quando o operário realiza atividades com potencial elétrico.
- **Luva de proteção em borracha nitrílica** – usada para proteger mãos e punhos contra agentes biológicos e químicos.
- **Luva de proteção em PVC (hexanol)** – usada para proteção das mãos e punhos contra recipientes que contém graxa, óleo, solvente e ascarel.

Proteção dos Membros Inferiores

De modo semelhante ao caso dos EPIs para proteção de membros inferiores, a proteção dos membros inferiores é feita, em sua maioria, por calçados, cada um com uma finalidade a depender do material de fabricação e do tamanho, a saber:

- **Calçado de proteção tipo botina de couro** – usada para proteger os pés contra escoriações, torção, derrapagens e umidade.
- **Calçado de proteção tipo bota de couro (cano médio)** – usada para proteger os pés e pernas contra torção, escoriações, umidade e escorregões.

- **Calçado de proteção tipo bota de couro (cano longo)** – serve para proteger pés e pernas contra escoriações, torções, escorregões, umidade e ataques de animais, principalmente peçonhentos.
- **Calçado de proteção tipo bota de borracha (cano longo)** – serve para proteger pés e pernas contra agentes químicos agressivos, derrapagens e umidade.
- **Calçado de proteção tipo condutivo** – é usado para proteger os pés quando o operário está realizando atividades com potencial elétrico perigoso.
- **Perneira de segurança** – serve para proteger as pernas contra objetos cortantes, perfurantes e ataque de animais peçonhentos.

Vestimentas de Segurança

Confira a seguir as principais vestimentas de segurança utilizadas como equipamentos de proteção individual e suas finalidades.

- **Blusão e calça em tecido impermeável** – utilizados para proteger o corpo contra produtos químicos, chuva e umidade.
- **Vestimenta de proteção tipo apicultor** – usada para proteger o indivíduo contra picadas de vespas, abelhas, marimbondos etc.
- **Vestimenta de proteção tipo condutiva** – usadas para proteger o trabalho quando o usuário está realizando atividades com potencial elétrico.

Proteção e Combate a Incêndios

A proteção contra incêndios é um assunto com mais complexidade do que possa parecer. A priori, supõe-se que ela é formada pelos equipamentos de combate à incêndios presentes nas edificações. No entanto, os equipamentos formam apenas uma parte de um conjunto, sendo necessário o treinamento e conhecimento das pessoas envolvidas na edificação, tanto residentes como operários.

**IMPORTANTE:**

Para o combate a incêndio ser eficaz, os ocupantes da edificação deverão conhecer e manusear de forma adequada os equipamentos de combate a incêndio, assim como proceder de forma calma e com racionalidade sempre que ocorrer início de fogo, extinguindo-o e/ou pedindo ajuda ao Corpo de Bombeiros por meio do telefone 193.

Classes de Incêndio

Os incêndios são categorizados conforme as características dos seus materiais combustíveis. Apenas conhecendo a natureza do material que está queimando, é possível encontrar a melhor maneira para uma extinção do fogo rápida e segura. Confira a seguir quais são as classes de incêndio e suas principais características.

- **Classe A:** é caracterizada por fogo em materiais sólidos, os quais queimam em superfície e em profundidade, restando apenas resíduos, brasas e cinzas após a queima. Esse tipo de incêndio é cessado normalmente pelo método de resfriamento, mas às vezes o fogo é extinto por abafamento por meio de jato pulverizado.
- **Classe B:** é caracterizada por fogo em combustíveis líquidos e inflamáveis, os quais queimam em superfície e não deixam resíduos após a queima. Esse tipo de incêndio é eliminado pelo método do abafamento.
- **Classe C:** é caracterizada por fogo em materiais ou equipamentos energizados, normalmente equipamentos elétricos e a extinção apenas pode ser feita com agente extintor não-condutor de eletricidade, nunca com extintores de água ou espuma. Para apagar um incêndio Classe C, primeiramente deve-se desligar o quadro de força, porque dessa forma o incêndio passará a ser um de Classe A ou Classe B.

- **Classe D:** é caracterizado por fogo em metais pirofóricos, como alumínio, antimônio e magnésio, os quais são difíceis de serem apagados e a extinção acontece pelo método do abafamento. Nessa classe de incêndio, nunca se deve usar extintores de água ou espuma para apagar o fogo.

Métodos de Extinção do Fogo

Partindo-se da premissa de que, para existir fogo, são necessários o combustível comburente e o calor, constituindo o triângulo do fogo ou, mais recentemente, o quadrado ou tetraedro do fogo, em que se reconhece a existência de uma reação em cadeia. Para se extinguir o fogo, basta remover um desses elementos citados.

Com a remoção de um dos elementos do fogo, há quatro métodos de extinção que podem ser usados no combate de incêndios:

- **Extinção por retirada do material (isolamento)** – esse método é formado por duas técnicas: retirar o material que está pegando fogo e retirar o material que está próximo ao fogo.
- **Extinção por retirada do comburente (abafamento)** – esse método é resumido em diminuir ou impedir o contato do oxigênio com o combustível.
- **Extinção por retirada do calor (resfriamento)** – esse método compreende a eliminação do calor por meio da diminuição da temperatura, até que o combustível não dê origem a mais gases ou vapores e se apague.
- **Extinção química** – esse método compreende o seguinte: o combustível, perante a ação do calor dá origem a gases ou vapores, os quais ao se combinarem com o comburente, constituem uma mistura inflamável. Se utilizarmos determinados agentes extintores para combater o fogo, suas moléculas se dissociarão devido à ação do calor e se combinharão com a mistura inflamável, vapor ou gás em adição ao comburente, produzindo outro tipo de mistura não inflamável.

Prevenção de Incêndio

- Os principais cuidados necessários para prevenir incêndios são:
- Obedecer às proibições de fumar no lugar de trabalho.
- Não riscar fósforos, nem acender isqueiros ou ligar aparelhos celulares em lugares sinalizados.
- Conservar o local de trabalho organizado e limpo.
- Evitar a acumulação de lixo em locais inadequados.
- Pôr os materiais de limpezas em embalagens próprias e identificadas.
- Preservar as áreas de escape acessíveis e desobstruídas, sem deixar materiais nos corredores e escadas, mesmo que temporariamente.
- Não deixar aparelhos elétricos ligados após o uso, sendo recomendada a retirada destes da tomada.
- Não fazer consertos em interruptores e tomadas elétricas, a menos que seja por alguém apto e familiarizado.
- Não sobrecarregar instalações elétrica utilizando o plug T, pois o mesmo oferece riscos de aquecimento e curto-círcuito.
- Examinar se não há nenhum equipamento elétrico ligado, antes de sair do local de trabalho.
- Conhecer e respeitar as normas de segurança ao manipular produtos explosivos ou inflamáveis.
- Guardar os materiais inflamáveis em lugares reservados e à prova de fogo.
- Não encobrir condutores elétricos, como fios e cabos, com tapete.
- Ao usar materiais inflamáveis, utilize-os em quantidades pequenas, guardando-os sempre na posição vertical e na embalagem adequada.
- Não usar chama ou aparelho de solda próximo de materiais inflamáveis.



RESUMINDO:

E então? Gostou do que lhe mostramos? Aprendeu mesmo tudinho? Agora, só para termos certeza de que você realmente entendeu o tema de estudo desse capítulo, vamos resumir tudo o que vimos. Você aprendeu a importância dos equipamentos de proteção coletiva (EPC), viu algumas medidas protetivas coletivas e aprendeu que os principais EPCs que são: cone de sinalização, fita de sinalização, grade metálica dobrável, sinalizador STROBO, banqueta isolante, manta e cobertura isolantes. Você também viu a importância e necessidade dos equipamentos de proteção individual (EPI) e os mesmos podem ser fornecidos pelo empregador, a depender do caso. Os EPIs são classificados de acordo com a parte que protegem, assim esses equipamentos são divididos em: protetores de cabeça, protetores dos olhos e face, protetores auditivos, protetores dos membros superiores, protetores dos membros inferiores e vestimentas de segurança. Por fim, você viu a necessidade da proteção e combate a incêndios, aprendendo sobre as classes de incêndio, métodos de extinção do fogo e quais são os principais cuidados necessários para prevenir incêndio.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). NBR 5410:2004. **Instalações Elétricas de Baixa Tensão:** *Electrical installations of buildings - low voltage*, [S. l.]: ABNT, p. 1-209, 2008.

CPNSP (São Paulo). **Norma regulamentadora Nº 10:** Segurança em instalações e serviços em eletricidade. São Paulo: s. n., 2015.

MATTEDE, H. **Disjuntor caixa moldada e suas aplicações!** [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/disjuntor-caixa-moldada-e-suas-aplicacoes/> Acesso em: 8 jan. 2021.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO DO BRASIL (Brasil). NR 10. **Norma Regulamentadora Nº 10:** Segurança em instalações e serviços em eletricidade, S. l., p. 1-21, 2016.

MORENO, H.; SOUZA, J. R. A. **Guia EM da NBR 5410.** São Paulo: Rev. Eletricidade Moderna, 2001. 289 p.

SOUZA, J. L. M. **Condutores Elétricos:** Dimensionamento e Instalação. 2019. 45 p. Notas de Aula (Bacharel em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2019.

UNESP. Laboratório de Ensino do DEE; UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA . Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA. **SEGURANÇA EM ELETRICIDADE:** NORMAS DE CONDUTA EM EXPERIMENTOS COM RISCO POTENCIAL DE ACIDENTE. 2^a. ed. rev. e atual. Ilha Solteira - SP: s. n., fevereiro 2006. 13 p.

